

50639

50639

N. 49.

MATHEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI

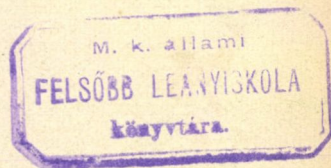
KÖNIG GYULA

OSZTÁLYI ELKÁP.

HUSZONKILENCZEDIK KÖTET.

1911.

TIZENHAT TÁBLÁVAL ÉS EGY TÉRKÉPPEL.



BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1911.

A BUDAPESTI
M. KIR. ÁLLAMI MÁRIA TEREZIA LEÁNYGIMNÁZIUM
TANÁRI KÖNYVTÁRA.



FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA.

TARTALOM.

BERNÁTSKY JENŐ: A hazai Iris-félék rendszere	537
DADAY JENŐ: Adatok a Phyllopoda anostraca alrend eddig ismert fajainak ismeretéhez	165
— Adatok a Mermithidae-család édes vízben élő fajainak ismeretéhez (II—V. tábla)	450
DÁVID LAJOS: Az algebrai iteratio matrixairól	444
Ifj. ENTZ GÉZA: Hydrát pusztító amoeba (VII. és VIII. tábla)	836
FARKAS GYULA: Alapvetés az elektromosság és mágnesség folytonossági elméletéhez	771
FEKETE LAJOS: Az északi szélesség hatása a fajok természetes elterjedésének magassági határait Magyarországon	976
FEKETE MIHÁLY: A széttartó végtelen sorok elméletéhez	719
FÉNYI GYULA: A légnyomás évi és napi menete Kalocsán	318
FUCHS DÉNES: Az éhezés hatása a formollal titrálható anyagok kiválasztására	553
— A formollal titrálható anyagok kiválasztásának nagyobb vérvessztés után tapasztalható megváltozásáról	590
HERMANN IMRE: Adatok a fehér fénynek színes fényhatást gyöngítő képességéhez és a kontraszt elméletéhez	1125
HILLEBRAND JENŐ: A répáshutai Balla-barlangban talált diluvialis gyermekesontokról	958
HIRSCH FERENCZ: Vízben oldott jód és jódkálium egyensúlyának vizsgálata spectrophotometrikus módszerrel	1003
HOLLENDONNER FERENCZ: Új adatok a lúcz- és vörösfenyő fájának összehasonlító szövettanához	983
HORVÁTH GÉZA: A Polyetenidák biológiai alkalmazkodása	103
KONKOLY THEGE MIKLÓS: Űstökösök spektroskopos megfigyelése	372
KÖNIG DÉNES: Vonalrendszerek kétoldali felületeken	112
— A vonalrendszerek nemszámáról	345
KÖVESSI FERENCZ: A növényi szőrök nitrogén-assimilálási képességéről (IX. tábla)	881
LENHOSÉK MIHÁLY: A ganglion ciliare-ről	23
— A zonula ciliaris fejlődéséről	641
LÖRENTHEY IMRE: Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékének geológiájához	118, 515
— Palaeontológiai újonságok Magyarország harmadidőszaki üledékeiből (XIV. XVI. tábla)	1109
LÖW MÁRTON: Adatok a felsőbányai realgár kristálytani ismeretéhez (VI. tábla)	830

MAUTHNER NÁNDOR: A glykosyringasav synthesise	36
— Egy új gallacetophenontrimethylæther synthesise	40
A pentamethylidigallussavmethylester synthesise	727
A glukovanillinsav és a glukoparaoxybenzoosav synthesise	970
MÉHELÛ LAJOS: A meggátolt fejlődés (epistasis) jelentősége a faj- keletkezésben	1
— Szervezeti rendellenességek miut a származástan útmutatói	214
NAGY LÁSZLÓ: A hélesatorna szöveti fejlődése, különös tekintettel a felszín és a mirigyek alakulására	731
OLTAY KÁROLY: Nehézséggyorsulás-mérések Budapesten	229
ORTVAY RUDOLF: Néhány folyadék dielektromos állandójáról magas nyomásnál	742
RADOS GUSZTÁV: A magasabbfokú kongruenciák elméletéből	810
RIESZ MARCEL: Megadott Dirichlet-sor folytatásának analitikai elő- állításá	283
RICHTER ALADÁR: Két új schizæáról és a schizæák lophidium-al- genusa néhány tagjának származás- és alkattani viszonyairól (X. — XIII. tábla)	1074
SCHILBERSZKY KÁROLY: Adatok a Penicillium alak- és élettanához (I. tábla)	91
SCHLESINGER LAJOS: A lineáris differenciálrendszerek elméletéhez 193,	351
— A valós integrálnak egy Jacobi-féle általánosításáról	302
SELÉNYI PÁL: Adalékok az üvegrácson elhajlított fény polárosságának elméletéhez	45
— A Wiener-féle és a reciprokok interferencia-jelenségekről	601
SZILÁRD BÉLA: Elektromos hullámok kiáramlása fémekből	76
Készülék a Röntgen-sugaraknak absolut egységekben való mérésére, főképen therapiái czélokra	246
SZÛCS JÓZSEF: A növényi sejtek elektrolyt-felvétele és az adsorptio	258
TANGL FERENCZ: A vese munkája és a tápláló anyagok «dynamikai hatása»	1024
TERKÁN LAJOS: A levegő photographikus extinctiója a különböző hullánghosszaknál	413
A hold fényessége az 1910 november 16-iki holdtöltekör és teljes holdfogyatkozásör	429
TOMOR LÁSZLÓ: A normális, a sertéspestises és a sertéspestis ellen immunizált sertések serumának physikalís-chemiai vizsgálata	869
TUZSON JÁNOS: Magyarország fejlődéstörténeti növényföldrajzának főbb vonásai (térképpel)	558
A Zsilvölgy egy új harmadkori növénye	827
UDRÁNSZKY LÁSZLÓ: A fájdalom egységértékének kérdése	141
WESZELSZKY GYULA: A Keszthely-hévízi tó termékeinek chemiai ana- lysisé	343
WITTMANN FERENCZ: Csillapodásnélküli és csillapított rezgésjelenségek kísérleti vizsgálata	931
ZEMPLEN GYÖZÖ: Vizsgálatok a gázok belső surlódásáról	645

A MEGGÁTOLT FEJLŐDÉS (EPISTASIS) JELENTŐSÉGE A FAJKELETKEZÉSBEN.

MÉHELÝ LAJOS r. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

Tekintetes Akadémia!

Hálás szívvel mondok köszönetet a Tek. Akadémiának azért a nagy kitüntetésért, hogy engem rendes tagjainak sorába emelni kegyeskedett. Nincs kétségem, hogy ezt a kitüntetést, három évtizedet betöltő tudományos fáradozásaimnak egyedüli jutalmát, legfőbbképen az Akadémia jóindulatának köszönhetem, megérdemelni azonban magam is mindenkor becsületesen törekedtem.

Három évtizeddel ezelőtt itt, ezen a helyen, jegyeztem el magamat az élettudománnyal, a mikor még mint serdülő ifjú a Kir. M. Természettudományi Társulat egyik szakülésén dobogó szívvel tartottam meg első előadásomat «Az anatómiai készítmények szárazon való eltartásának új módjáról».¹ Azt az első, félénk előadást azóta sok más követte, más-más tartalommal s újabb meg újabb szempontok keretében, de mindig a szívből eredő, odaadó munka hűségében.

Azóta elmúlt a tavasz, sőt már a nyár is őszebe csavarodott, de 'elkembem még mindig elevenen él a meggyőződés, hogy: a munka az élet evangéliuma! Ezt a hitvallást követtem egész életemben s ezt óhajtom követni továbbra is, mindaddig, a míg erőm engedi.

¹ Természettudományi Közlöny, XIV, 1882, p. 201.

Ezek után pedig méltóztassanak megengedni, hogy megtartsam székfoglaló előadásomat «A meggátolt fejlődés (*epistasis*) jelentőségéről a fajkeletkezésben».

★

Az *epistasis* fogalmát EIMER TIVADAR, a nagyérdemű életbuvár, 1881-ben vezette be az élettudományba. Ez a görög szó általában megállást, megmaradást jelent, EIMER azonban bizonyos alacsonyabb fejlődési fokon való megállapodást, veszteglést fejez ki vele. De a veszteglést nem a fajok egyes egyéncire, hanem ugyanegy faj egyéneinek egész összességére érti s élesen megkülönbözteti a visszaütés (*atavismus*) jelenségétől, mely esetben egyes egyének — nagy ritkaságképen — valamely, a faj törzsféjlődésében már meghaladott, korábbi fejlettségi fokra hanyatlanak vissza.

A visszaütés fogalma, miként EIMER idevágó első munkájában¹ hangsúlyozza, mindig oly egyénhez fűződik, a mely közvetlen elődeinél, tehát szüleinél is alacsonyabb törzsféjlődési fokot foglal el, ilyen pl. a néha napján előforduló háromujjú ló, mely nem egyujjú szüleinek mai törzsféjlődési fokát, hanem a lovak törzsféjlődésének egyik korábbi állapotát, a felső-miocaen-s az alsó-pliocaen-kori *Hipparion* fejlődési fokozatát képviseli. Ezzel ellentétben az *epistasis* olyan alacsony fejlettségi fokot jelent, a mely valamely faj valamennyi egyénét s mindezek szüleit és közelebbi elődeit is egyaránt és egyetemlegesen jellemzi. Ebből kifolyólag az *epistasis*nak az a legfőbb bélyege, hogy egy szoros törzsféjlődési kötelékbe tartozó fajok némelyike egyelőre még alacsonyabb fejlettségi fokon vesztegel, holott legközelebbi rokonai ezt az állapotot már meghaladták s a fejlettségnek jóval magasabb fokára hágtak.

A fejlettség alacsonyabb fokán veszteglő fajban ugyan épen úgy benne rejlik a magasabb fokra való emelkedés hivatása és szervezetében is épen úgy megvan a továbbfejlődésre való készség, mint magasabb fokot ért rokonaiban, azonban bizonyos

¹ TH. EIMER, Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse. Arch. f. Naturgesch., XXXXVII. Jhrg., I. Bd., 1881, p. 323.

gátló tényezők hatása következtében nem tudja ezt a magasabb fokot elérni; fejlődése megakad, mint a hogy megáll a lokomotív, melyből kifogyott a gőz — mondja EIMER — s nincs ereje, hogy fejlődését befejezhesse. A míg tehát a visszaütés csak egyes egyének visszahanyatlása (*ontepistasis*), addig a meggátolt fejlődés egy egész fajköteléknek alacsony fokon való veszteglése (*genepistasis*).

Az epistasis természetesen az elsatnyulás (*degeneratio*) jelenségével sem azonos, mert az utóbbi esetben olyan, az egész fajra kiható lefokozásról van szó, a midőn az utódok szervezete — mint pl. a kacslábú rákoké (*Cirripedia*) — alacsonyabb fokra süllyed alá, mint a minő elődeiket jellemezte. A míg tehát a csenevész fokon levő fajok elődei már a szervezettségnek magasabb fokán állottak, addig az epistatikus fajok szervezete elődeikéhez képest nem mondható lehanyaglottnak.

Az epistasis végül azzal a jelenséggel sem szabad összetévesztenünk, a midőn valamely szervezet élethosszigan, vagy legalább huzamosabb időn át nagyon kedvező életviszonyok közt lévén, még élemedettebb korában is megőriz egyes ifjúkori bélyegeket. Ez a jelenség, a mely ifjanmaradás (*neotenia*) néven ismeretes, az állatvilágban meglehetősen ritka s — akárcsak az emberi társadalomban — mindig csak egyes kiváltságos egyénekre szorítkozik, de sohasem lehet valamely faj vagy fajta valamennyi egyénének egyetemleges bélyege s épen azért teljesen értéktelen a fajkeletkezésben. Ilyen neoteniás állatok néha a mi gőtéink (*Molge*) sorában akadnak,¹ a melyek alkalomadtán még ivarérett korukban is megőrzik lárvakori kopoltyúikat; ellenben nem számítom ide az örökopoltyús kétéltűeket. (*Siren*, *Proteus*), mert itt a kopoltyús fokozat a teljes befejezettség állandó állapota s minthogy a faj valamennyi egyénére kiterjed, inkább az epistasis körébe esik.

Miután mindezekben rámutattam az epistasis fogalmának megkülönböztető jegyeire, áttérhetek a jelenség tüzetesebb ismertetésére.

¹ MÉHELY LAJOS, Érettivarú gőtelárvák. Természettud. Közlöny, 1897, XLII. pótfüzet, p. 138.

EIMER az ő magyarázatait elsősorban is a fali gyíkok szinmustrázatára alapította, miközben abból a föltevésből indult ki, hogy a hosszanti sávozottság (*striata*) az elsődleges rajzolat, melyből a sávok felbomlása után a foltos (*maculata*) színelak keletkezett; a midőn azután a foltok egymással hálózatosan összefüggő s az állat egész hátoldalát beborító zezzugos vonalakká zsugorodnak össze, keletkezik a reczés (*reticulata*) alak, a mely végül a keresztcsávós (*tigris*) alakba megy át, melyen a foltok «már csak a test keresztátlójával párvonalas irányban kapcsolódnak össze egymással».

EIMER úgy vélte megállapíthatni, hogy a gyíkoknál a mustrázat tekintetében a variálásnak egyetlen egy főiránya áll fenn s ez az irány a *striata*-tól a *maculata*-hoz, illetőleg a *reticulata*-hoz és a *tigris*-hez vezet. Az ő véleménye szerint valamennyi mustrázatheli varietás «fokokat képvisel a *maculata*, illetőleg a *reticulata* s a *tigris* felé vezető fejlődés hágsóján», melyek szerint «a különféle varietásokra való széthasadozást akként létrejöttek kell gondolnunk, hogy a genepistasis vagyis a fejlődés egyes fokain való megállapodás volt az irányadó s nem a fejlődés irányának hirtelen megváltozása, mint KÖLLIKER hitte az ő elméletében».

«A genepistasis- vagy phylepistasisnek ez a törvénye (a fokozatos fejlődés törvénye) rendkívül fontosnak bizonyul, mert az alakviszonyok nagy tömegét fejti meg, főleg pedig, mert alkalmazásából kitűnik, hogy a természetben mindenütt határozott irányú variatio szerepel s hogy sehol sem véletlen, sőt inkább mindenütt elsősorban is szervezeti okok irányadók az alakok átformálódásában», — mondja EIMER.¹

EIMER már eme hozzászólásokban is a határozott irányú fejlődésnek, az ő később kibogozott orthogenesis-ének elvét hangoztatja, egyben pedig az új, villásan összefüggő fajok létrejöttét a genepistasisnak tulajdonítja. Hajtó erőnek — ebben is — a szervezeti okokat tekinti s azt hiszi, hogy «a külső viszonyok a leghatározottabban csak az ilyen fokon való megállapodás

¹ Id. helyen, p. 504.

esetleges előmozdítójául tekinthetők, de semmikép sem az illető fokot előre megszabó tényezők». ¹

ELMER azután eme nézeteinek későbbi főmunkájában (Orthogenesis der Schmetterlinge) ² szélesebb alapot vetett s ugyanabban bevezette a heterepistasis fogalmát, annak értelmében, hogy «valamely alakon bizonyos tulajdonságok megállapodtak, mások ellenben előrehaladtak, sőt némelyek vissza is fejlődtek». Nézeteinek kulcsát a Papilionidák szárnyrajzolatában keresi, akként, hogy a szárnyaikon tizenegy hosszanti sávot viselő alakokat, mint a milyenek a *Papilio Alebion*, *Paphus* és *Glycerion*, a törzsfajlás kiinduló alakjainak tekinti. Szerinte «általában ez volna a nappali pillangók színmustrázatának az alapalakja», a melyre mindennemű mustrázat vissza volna vezethető. «Az alapsávoknak részleges vagy teljes elenyészte, kiszélesedése vagy összeolvadása okozza a fajmódosulatok, változatok, nemek és családok bélyegeinek létrejöttét» s a fejlődésnek mindeme jelenségei az epistasis és heterepistasis rovására volnának irandók. ³

ELMER mindezek során kiváló s az állat- és növényvilág egyetemes fejlődésére kiható jelentőséget tulajdonít a fejlődésgátlás tényezőjének s mindezt számos példával világítja meg. «A kópjához keletkezését lényegileg annak köszönheti, hogy a törzsfajlás alacsony fokán állapodott meg, részben azonban vissza is fejlődött. A czápák idegrendszerük és érzékszerveik tekintetében nagyon előrehaladtak, azonban esontvázuk és más szerveik tekintetében alacsony fokon vesztegelnek. Ausztráliának egész állat- és növényvilága lényeges tulajdonságokban a fejlődés alacsony fokán maradt vissza. Észak-Amerika állatvilágának számos tagja valamivel alacsonyabb fokon állapodott meg, mint az európai. Az ember agyveleje — a gerinczesek egész körét jellemző fejlődés irányában — a legmagasabb fokra emelkedett, azonban a helyváltoztatás szerveinek tekintetében az ember

¹ Id. helyen, p. 506.

² Die Entstehung der Arten, II. Theil, Leipzig, 1897, p. VIII.

³ Id. helyen, p. 21., 24., 35., 37., 49., 89., 254., 309., 402., 409., 428., 467.

csaknem valamennyi gerinces állat mögött marad, valamint az érzékszervek tekintetében is sok más faj túlszárnyalja».¹

EIMER gondolatainak alapvető jelentőséget vélek tulajdoníthatni. Az ő genepistasisa ugyan önként értetődő, mert a szervezetek egész fejlődése azon alapszik, hogy az élőlények egyik csoportja a fejlődés magasabb fokára emelkedik, mint a másik, mindazonáltal mégis EIMER-nek köszönhetjük, hogy beláttuk, miszerint egy és ugyanazon törzsfajlódási kötelékbe tartozó fajok és fajták alacsonyabb fejlettségi fokon vesztegelhetnek, holott közeli rokonaik a fejlődésben előre siettek s a fejlettség magasabb fokára emelkedtek. Ekként értjük meg ezután, hogy egy közös törzs, egy szűkebb törzsfajlódási kötelék szétágazódik és számos, jól megkülönböztethető fajra, alfajra és fajváltozatra bomlik fel.

Mindazonáltal bármennyire mélyrehatók is EIMER általános magyarázatai, ép oly kevésbé meggyőzők a gyíkok és a pillangók színmustrázatára alapított tárgyi fejtegetései, mert mind a két esetben egészen önkényesen tűzte ki a törzsfajlódási kiindulást s föltevését semminemű bizonyítékkal sem tudta támogatni. Már pedig szerény véleményem szerint nem elegendő valamely színmustrázatot kezdetlegesnek nyilvánítani, hanem azt ilyenül igazolni is kell. A feladat nehéz, de megoldása nem lehetetlen, annál kevésbbé, mert EIMER-nek teljesen igaza van, ha a mustrázatot a szervezet egyéb részeivel szemben a címhez hasonlítja, mely a könyv tartalmáról ad számot s fölteszi, hogy a mustrázat módosulásával karöltve más, ha még oly aprólékos változások is bekövetkeznek.² Sajnos azonban, hogy EIMER vizsgálataiban kizárólag a mustrázatra s ennek változásaira szorítkozott, a nélkül, hogy más viszonos tulajdonságokat is tekintetbe vett volna, mely okból fejtegetései nemesak meggyőző erő nélkül valók, hanem — legalább a gyíkok esetében — egészen tévesek is.

Magam már három évvel ezelőtt jeleztem, hogy a gyíkoknál «a hosszanti sávozás nem jelenti a törzsfajlódási kiindulást, hanem éppen ellenkezőleg a törzsfajlódási végső fokozat kifeje-

¹ Id. helyen, p. VIII.

² Arch. f. Naturgesch., 1881, p. 507.

zöje»,¹ mely nézetemet azután BOULENGER G. A. ellen intézett vitáimatomban² közelebről is törekedtem megokolni s legutóbb egy nagyobb műben³ rendszeres bizonyítékokkal igazoltam. Fejtegetéseim mindenkit meggyőzhetnek róla, hogy a Lacertáknál a szabálytalan foltokból álló színruháat kell a törzsfajlódási kiindulásnak tekintenünk, mely színruha azután a törzsfajlódás folyamán sávosan foltossá s végül hosszában sávozottá alakul át. Ennek bizonyítékait részint a pikkelyruha s a koponya alkatából, részint az illető alakok egyéni fejlődéséből merítettem, mely nyomokon haladva úgy tapasztaltam, hogy a foltos színmustrázat kezdetleges pikkelyruhával és kezdetleges koponyaalkattal jár karöltve s már az újszülötteken is mutatkozik, ellenben a hosszanti sávozás csak a legmagasabb fejlettségű alakok sajátja.

A kigyókat illetőleg teljesen ugyanilyen értelemben oldotta meg a kérdést WERNER prof.⁴ s WHITMAN Ch. O. amerikai buvár a galambok tekintetében jutott hasonló, kísérletekkel is igazolt eredményre.⁵ A kérdéssel TORNIER prof. is foglalkozott s egy keletafrikai kigyó, egy gekko és egy béka tekintetében arra a megállapodásra jutott, hogy a hosszanti sávozottság s az azt megelőző foltos színruha teljesen fekete alapszínezetből fejlődik ki;⁶ oly nézet, mely nem áll nagyon távol az én vizsgálataim eredményétől, mert könnyen lehetséges, hogy a gyíkok, kigyók, galambok s más állatok szétszórtan foltos színruhája a törzsfajlódásnak valamely még korábbi fokán egységesen összefüggő fekete színruha által volt képviselve.

¹ Ann. Mus. Hung., V., 1907, p. 86.

² Ann. Mus. Hung., V., 1907, p. 477—482.

³ L. v. MÉHELY, Materialien zu einer Systematik und Phylogenie der muralis-ähnlichen Lacerten. Ann. Mus. Hung., VII, 1909, p. 440., 462., 486., 509., 555., 570., 580.

⁴ F. WERNER, Untersuch. über die Zeichnung der Wirbelthiere. Zoolog. Jahrbücher, Abth. f. System., VII, 1894, p. 380., 395.

⁵ CH. O. WHITMAN, The problem of the origin of species. Congr. of Arts and Sciences, Universal Exposition, St. Louis, V, 1904, p. 18.

⁶ G. TORNIER, Die Rept. und Amphib. Ostafrikas. (K. MÖBIUS, Die Tierwelt Ostafrikas, III. Berlin, 1896, Lief. III. és IV.)

Úgy hiszem, hogy ezek az eredmények a pillangók színmustrázatának törzsfajlódására is átvihetők, mert elméleti okokból nagyon valószínűtlennek látszik, hogy a színmustrázat kiindulásául az EIMER-féle tizenegy hosszanti sávval kitüntetett alapalak volna tekintendő. A korábbi korszakokban ugyanis nagyobb meleg és nagyobb nedvesség uralkodott a földön s ennek következtében valamennyi szárazföldi szervezet nagyobb mennyiségben termelt pigmentumot, úgy hogy ha nem is volt egészen fekete, legalább is sűrű, fekete színű reczézetet kellett viselnie. Minthogy pedig a rovarok olyan szervezetek, a melyeknél -- a gerinces állatokkal ellentétben -- a levegő keresi fel a vért, illetőleg a levegőt vezető csövek (tracheák) vérben áznak, joggal föltehető, hogy a pigmentkiválasztás legfőbbképen a lélekzőcsövek, illetőleg a szárnyerek lefutását követte. Erre nézve különben maga EIMER szolgáltatott nyomatékos bizonyítékot, a midőn megállapította, hogy a *Hestia Idea* Cl. nevű lepke szárnyán «a rácsos mustrázatot okozó másodlagos sávok oly redőkön fekszenek, a melyek némely esetben kimutathatóan az egykori lélekzőcsövekkel esnek egybe».¹

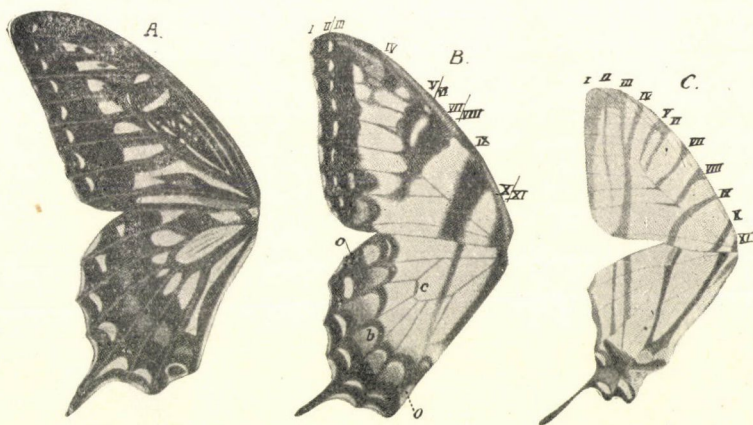
Ennek okából mindenkép természetellenesnek tartom, ha EIMER némely pillangónak tizenegy hosszanti sávját a törzsfajlódásilag kezdetleges mustrázatnak tekinti, melyből azután a foltos és keresztcsávós mustrázat s végül az egynemű színezet jött volna létre, mert ezek a sávok csaknem merőlegesek a szárnyerekre s így kétségtelen, hogy semmiféle közvetetlen élettani kapcsolatban sem állnak egymással. Én ellenkezőleg azt hiszem, hogy épen a szárnyerek mentében pigmentezett alakok (a milyen pl. a japáni s az amurvidéki *Papilio Xuthus*; 1. rajz, *A*), tekintendők ősiibbeknek, a melyekből azután a pigmentum megcsappanása következtében a gyérebb mustrázatú alakok fejlődtek ki (pl. a *Papilio Turnus* L.; 1. rajz, *B*), úgy hogy némely mai alaknak a hosszanti sávozottsága (a milyen a *Papilio Alebion* GRAY; 1. rajz, *C*) csak a hajdani alapmustrázat maradványát képviseli.

A törzsfajlódási alapmustrázat visszafajlódását akként kép-

¹ EIMER, Orthogenesis der Schmetterlinge, 1897, p. 175.

zelem, hogy a midőn a harmadkor végén a pillangók életviszonyai kedvezőtlenebbre fordultak, a sok tekintetben korlátozott anyagcsere következtében a pigmentum-fejlődésnek is meg kellett csappannia, mely folyamat ugyanolyan sorrendben ment végbe, mint az eredeti felhalmozódás, t. i. a pigmentum legelőbb a szárnyerek közelébe húzódott vissza, míg az erektől távolabb fekvő helyeken egyelőre még fennmaradt s csak hosszabb idő múlva lassanként vétetett föl az anyagcsere által.

Mindezt egy egyszerű példával szeretném illusztrálni. Képzeljük, hogy a Duna megárad s a víz a rakodópart kőfalának



1. rajz. Pillangószárnyak felső oldalának mustrázata. A = *Papilio Xutus* L.
B = *Papilio Turnus* L. C = *Papilio Alebion* GRAY. EIMER rajza.

bizonyos magasságáig emelkedik. A mikor azután a víz alább száll, a rakodó átnedvesedett fala lassanként ismét kiszárad, de a vízszaladó víz sávalakú nyomot hagy a falon, mely a korábbi víztükör magasságának felel meg. Ugyanígy képzelhető, hogy a szárnyerek mentében, a hol az anyagcsere a legélénkebb, kedvező körülmények közt mintegy áradásnak indul a fekete pigmentum s halmozódik mindaddig, míg a szárny távolabbi részeit is ellepte. De ha az anyagcsere energiája megcsappan, a pigmentum ismét bevonatik az anyagcserebe, még pedig legelőbb az erek mentén, elterjedésének határszélein azonban sávalakú nyomok maradnak vissza.



Az őskori mustráznak ilyen maradványaiból jöhetett létre a *Pupilio Alebion* és más hasonló pillangók hosszanti sávazottsága, úgy hogy ezek az alakok nem a kiindulás fokát jelzik, hanem a törzsfajlásnak rendkívül kiegyénült végső alakjai.

Meg vagyok győződve, hogy ez a magyarázat élettanilag és történetileg is helyesebb, mint az EIMER-é, ámbár kétségtelen, hogy teljes jogosultsága csakis morfológiai és ontogenetikai bizonyítékokkal volna igazolható.

A midőn a fentebbiekben kimutatni törekedtem, hogy a színmustrázat törzsfajlásának EIMER által megkísérelt értelmezése helytelen, ezzel korántsem szándékoztam az epistasis elvének jogosultságát megingatni, sőt inkább az alábbiakban magam is kétségtelen tényekkel fogom annak helyességét megvilágítani. Ennek anyagát pedig a Lacerták, vagyis a galléros gyíkok csoportjából fogom meríteni.

A Lacerták beható tanulmányozásából arra a meggyőződésre jutottam, hogy ez a nem két, törzsfajlás tekintetében nagyon különböző csoportra esik szét, melyek képviselői úgy morfológiai, mint ethológiai tekintetben, de színruhájuk szerint is lényegesen eltérnek egymástól. Ezt a két csoportot *Archaeo-* és *Neolacertae* néven különböztettem meg s több dolgozatomban oly behatóan jellemeztem,¹ hogy e helyen az alábbi rövid vázlatra szorítkozhatom.

¹ MÉHELY LAJOS, A «muralis-kérdés» megoldása; Állattani Közlemények, VI. 1907. p. 58—62. tab. VII.

L. v. MÉHELY, Zur Lösung der «muralis»-Frage; Ann. Mus. Hung. V. 1907. p. 469—493. tab. X.

MÉHELY LAJOS, Archaeo- és Neolacerták; Állattani Közlemények, VI. 1907. p. 97—120.

MÉHELY LAJOS, Ősibb és újabbkori gyíkok; Mathem. és Természetud. Értesítő, XXV. 1907. p. 346—358.

L. v. MÉHELY, Archaeo- und Neolacerten; Ann. Mus. Hung., V. 1907. p. 470—493. tab. X.

L. v. MÉHELY, Materialien zu einer Systematik und Phylogenie der muralis-ähnlichen Lacerten; Ann. Mus. Hung., VII. 1909. p. 409—621. tab. X—XXV.

L. v. MÉHELY, Weitere Beiträge zur Kenntniss der Archaeo- und Neolacerten; Ann. Mus. Hung., VIII. 1910. p. 217—230. tab. VI.

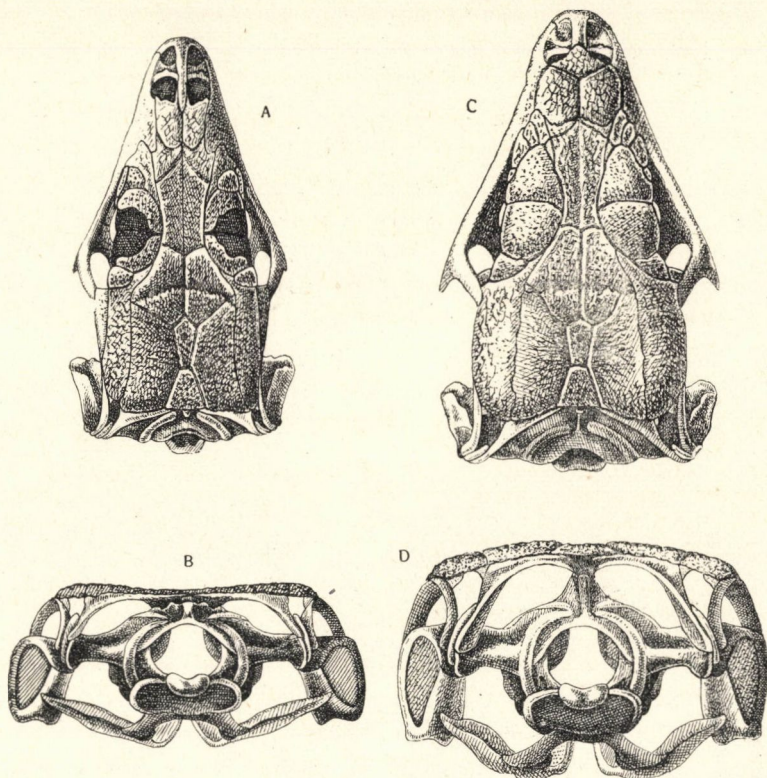
Az *Archaeolacerták* rendszerint kisebb és gyöngédebb, lapos fejjel és törzsszel s vékony, ostorszerű, nagyon törékeny farkkal kitüntetett alakok, ellenben a *Neolacerták* általában erőteljesebbek, fejük magasabb, törzsük hengeresebb s farkuk erőteljesebb, orsószerű és kevésbé törékeny.

Az *Archaeolacerták* koponyája (2. rajz, *A, B*) a befejezetlenség, az abbanmaradottság látszatát kelti a szemlélőben, a mennyiben lapos, alacsony s aránylag gyöngén bekérgezett. Az orrüreg előcsarnoka nagy, a *turbinale* felülről teljesen vagy csaknem teljesen látható s elülső oldalnyújtvány nélkül való. A szemvért (*lamina superciliaris*) rendszerint élethossziglan, még az elaggott hímeken is meglevő, hártvás, nagy fontanellát visel. A felső szemgödri csont (*supraorbitalis*) nagy, lapos, háromszögű s külső szélén rendszerint födetlen. A két hátulsi homlokcsont (*postfrontalia*) rendszerint lazán függ össze egymással. A felső nyakszirtesont felhágó nyújtványa (*processus ascendens ossis supraoccipitalis*) gyöngé és alacsony. A halánték még öreg hímeken sem visel bőrcsontokat.

Ezzel ellentétben a *Neolacerták* koponyája (2. rajz, *C, D*) vaskosabb és tökéletesebb, magasabb és erőteljesebben bekérgezett. Az orrüreg előcsarnoka kicsiny, a *turbinale* felülről nem vagy csak kevésbé látható s többé-kevésbé erőteljes elülső oldalnyújtvánnyal kitüntetett. A szemvért már kora ifjúságában teljesen megcsontosodott. A felső szemgödri csont kisebb, zömökebb s teljesen befödött. A két hátulsi homlokcsont szilárdabban van egymással összekötve. A felső nyarkszirtesont felhágó nyújtványa magas és erőteljes. A halánték legalább az öreg hímeken bőrcsontokat visel, sőt némelykor (*Lacerta peloponesiaca* BIBR. & BORY) még az alsó állkapcsot is bőrcsontok borítják.

A pikkelyruha a jelzett csoportok egyikét sem jellemzi egységesen, mindazonáltal az *Archaeolacerták* azzal tűnnek ki, hogy a falpajzs elülső oldalszélét egy nagy, felülről teljesen látható, ékalakú felső halántékpajzs (*scutum supratemporale*) kanyarítja ki, továbbá a rágópajzs (*massetericum*) — ha megvan — rézsütosan tojásdad, a farkpikkelyek többnyire szabályosan váltakozó rövid és hosszú örvöket alkotnak s hátulsi

széle közelében mindegyik felső farkpikkely tisztán felötlő érzékgödröt visel. Ennek ellenében a *Neolacerták* falpajzsának külső széle ívalakúan kidomborodó, a rágópajzs (ha megvan) sokszögű és egyenesen felálló, a farkpikkelyek örvéi meglehető-



2. rajz. Egy *Archæolacerta* (*Lacerta oxycephala* DB) koponyája felülről (A) és hátulról (B), továbbá egy *Neolacerta* (*Lacerta serpa* RAF.) koponyája felülről (C) és hátulról (D).

sen egyforma hosszúságúak s a felső pikkelyeken nincsenek vagy pedig nagyon határozatlanok az érzékgödrök.

A színruha tekintetében azt tapasztaljuk, hogy az *Archæolacerták* többnyire igénytelen barna, szürkésbarna vagy zöldesbarna színűek és feketebarna foltokat viselnek, ellenben a

Neolacerták tarkább színezetűek, gyakran élénkzöldek és hosszában sávozottak. Az előbbieket ifjúkori ruhája rendszerint recézett, az utóbbiaké azonban már többé-kevésbé hosszában sávozott.

Ethologiai tekintetben nagyon éles különbség van a két csoport között. Az Archaeolacerták félénkek, de kevésbé hirtelenek; az állatok rendkívül óvatosak, de mozdulataik vonatottabbak; oly sebbel-lobbal való ide-odafutkosás, oly riadt elsurranás, mint a minő a Neolacerták sajátja, az Archaeolacertáknak idegen. Egy Archaeolacerta sohasem távozik messzire búvóhelyétől s ha veszélyt sejt, nyugodt egykedvűséggel tűnik el a legközelebbi sziklarepedésben, ellenben a Neolacerták nagy területeket kóborolnak be és veszély esetén rohamosan menekülnek, miközben gyakran 2—3 méternyit ugranak.

Földrajzilag az Archaeolacerták Perzsia, Cis- és Transcaucasia, Kis-Ázsia és Dél-Európa közép- és magas hegységeihez vannak kötve, ellenben a Neolacerták az egész palaeartikus és mediterrán övet lakják s itt többnyire a síkságokon és az előhegységben tartózkodnak.

Ámbar a fentebbi jellemzés pontosan ráillik a két csoport főképviseleire, mégis vannak fajok, a melyeken majd emez, majd amaz a bélyeg határozatlanul van kifejezve, minek következtében a másik csoporthoz közelednek. A *Lacerta saxicola*, *caucasica*, *Derjugini*, *Horváthi*, *mosorensis*, *oxycephala* és *monticola* minden tekintetben típusos Archaeolacerták, azonban a *Danfordi* és a *reticulata* koponyája már magasabb; az *anatolica*, *Danfordi*, *graeca* és *reticulata* szemvértjének hártvás foltja már nem állandó, sőt a *laevis* és a *Boettgeri* esetében már teljesen elenyészett; az *anatolica* és a *saxicola typica* felső szemgödri csontja némelykor teljesen el van fődve; a *Danfordi* halántékán már egy kicsiny bőresont mutatkozik; a *reticulata* hátulsi homlokcsontjai már szilárdabban egyesülnek egymással és falpajzsának kikanyarítása többnyire határozatlan: mind oly tulajdonságok, a melyek a Neolacertákhoz vezetnek át, ámbar ennek daczára is még mindig a bélyegeknél oly complexuma marad fenn, mely az illető fajokat félreismerhetetlenül Archaeolacertáknak minősíti.

Az egyes fajok által elért fejlődési fokok tehát nagyon sok-félék, mindazonáltal az Archaeolacerták ősbibb, alacsonyabb fejlődési fokon megállapodott, epistatikus csoportot képviselnek, mely mai nap egy korábbi korszak maradványaként a magasabb hegységekre szorítkozik, ellenben a Neolacerták — bizonyára csak geologiaiilag újabb időben — tovább haladtak a fejlődés útján s egyáltalában, vagy legalább bizonyos tulajdonságok tekintetében a fejlődés magasabb fokára emelkedtek.

Az Archaeolacerták csontvázuk és izomzatuk tekintetében határozottan alacsonyabb fokon állnak, mint a Neolacerták, azonban sensorikus készülékeik tekintetében annyira kiegyenültek, hogy a Neolacertákkal szemben haladottabbaknak bizonyulnak. Csontvázuk és izomzatuk gyöngesége következtében tökéletesebb érzőkészülékekre voltak utalva, hogy a létért való küzdelemben fennmaradhassanak. Mindez nagyon meggyőzően jut kifejezésre a fark szerkezetében, mert a Neolacerták farka erőteljesebb, kevésbé érzékeny és kevésbé törékeny, ellenben az Archaeolacertáké többnyire nagyon vékony és hosszú, de nagyon érzékeny és rendkívül törékeny. A *Lacerta viridis*-t pl. farkánál fogva ki lehet húzni rejtékéből, a nélkül, hogy farka megsérülne, ellenben az Archaeolacerták (pl. a *Lacerta Horváthi*, *oxycephala*, *Danfordi* stb.) farkukat gyakran már a legesekélyebb érintésre több darabban is elvetik, a miből világos, hogy az Archaeolacerták érzékbimbókkal felruházott, autotomiára berendezett farka passiv védőeszközzé alakult át, holott a Neolacerták hirtelen ugrásaik közben mereven kinyújtják és egyensúlyozó rúd gyanánt használják erőteljes farkukat, úgy hogy eme testtagjuk a mozgásnak activ eszköze.

A fentebbi berendezésnek megfelelően a JACOBSON-féle szerv is a fejlettség különböző fokán áll, a mindenkori fokozat pedig az *os turbine*, vagyis az eme szerv védelmére szolgáló fedőcsont alkatából ismerhető fel. Ismeretes, hogy a Lacertákon a *vomer*, a *turbine* és a *maxillare* között fekvő kis üreg foglalja magában a JACOBSON-féle szervet, mely a szájpadráson egy kicsiny rés által közlekedik a szájúreggel. Minthogy a JACOBSON-féle szerv a szaglász idegével áll összeköttetésben, LEYDIG nyomán föltehető, hogy valóban a szaglász szolgálatában álló segéd-

szaglószervert képvisel,¹ melynek az a feladata, hogy a szájba kerülő táplálék a szaglóiideg közvetlen ellenőrzése alá jusson.² Most azonban azt tapasztaljuk, hogy ez a szerv a gyöngédebb alkatú Archaeolacertákban hatalmasabban van kifejlődve, s ezzel karöltve a befödésére szolgáló *turbinale* hátulsó lemeze is nagyobb kiterjedésű, mint a Neolacertáké, melyeknél a JACOBSON-féle szerv határozottan kisebb.³ Ez a különbség magyarázza meg, hogy a Neolacerták táplálék dolgában kevésbé válogatósak, ellenben az Archaeolacerták egyneműbb, a JACOBSON-féle szerv által gondosan ellenőrzött tápláléokra vannak utalva.

Az előrebocsátott jellemzésből az derül ki, hogy az Archaeolacerták koponyájuk alkata, pikkelyruhájuk és színezetük tekintetében epistatikus, vagyis alacsonyabb fejlődési fokon megállapodott csoportot képviselnek, mely gyöngédebb csoportok és gyöngédebb izomzata következtében csakis érzőkészülekeinek magasabb fejlettsége mellett tudott fennmaradni a létért való küzdelemben. Eme csoport tagjai magasabb fokra emelték érzékszerveiket s idegéletük intenzitásában szerezték meg azt a compensatiót, mely őket az elpusztulástól megóvta. LIMER ezt az állapotot, a midőn «egy alakon bizonyos tulajdonságok vesztég maradtak, mások ellenben előrehaladtak» heterepistasis-nak nevezte⁴ s ez a jól megválasztott kifejezés kitünően ráillik a laposfejű, gyöngéd szervezetű Archaeolacertákra.

Láttuk, hogy a fali gyíkok általában két heterepistatikus csoportra oszlanak, ez a tagozódás azonban még tovább folytatódik az egyes csoportok keretében, mert mindegyik csoport fajai a fejlettségnek más és más fokát képviselik. Épen ez a különbözőség okozza a fajok szétágazódását, miként az alábbi példa bizonyítja.

Ha különböző Archaeolacerták öreg és fiatal koponyáit

¹ F. LEYDIG, Zirbel und Jacobson'sche Organe einiger Reptilien; Archiv f. mikrosk. Anatomie, XXXXX. 1897. p. 404.

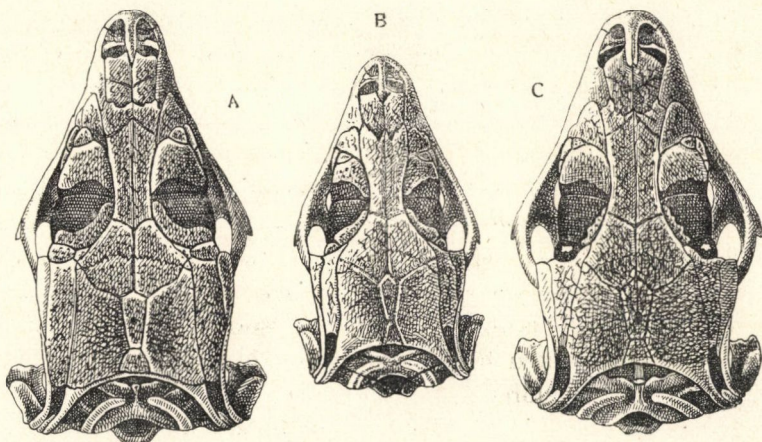
² R. WIEDERSHEIM, Grundriss der vergl. Anatomie d. Wirbelth., IV. kiad. 1898. p. 234.

³ L. v. MÉHELY, Weitere Beiträge zur Kenntniss der Archæo- und Neolacerten; Ann. Mus. Hung. VIII. 1910. p. 219—220., tab. VI.

⁴ Die Entstehung der Arten. II. Leipzig, 1897. p. VIII.

hasonlítjuk össze, meglepetéssel fogjuk tapasztalni, hogy a *Lacerta Horváthi* öreg koponyája (3. rajz, C) csaknem hajszálnyira megegyezik a *Lacerta saxicola* var. *Defilippii* ifjúkori koponyájával (3. rajz, B).

Mind a kettőnek a koponyaboltozata sima, mert nincs bekérgezve, minek következtében a falcsonti nyújtványok nem különülnek el, hanem egyfolytában mennek át a falcsontokba; a szemvért nagy, hártvás foltot visel, mely nemcsak a második,



3. rajz. Az Archæolacerták három koponyája felülről. A = *Lacerta saxicola* EVERS. var. *Defilippii* CAM; öreg hím koponyája. B = ugyanannak ifjúkori koponyája. C = *Lacerta Horváthi* MÉH.; öreg hím koponyája.

hanem a harmadik és negyedik felső szemcsontra is kiterjed; a felső halántéklyuk (*foramen supratemporale*) aránylag hosszú, mert a hátsó homloksontok belső tagja rövid és hátsó szélén kikanyarított; végül a felső nyakszirtesont előtt a hártvás agytoknak meglehetősen nagy része födetlen. Ennek ellenében a *Lacerta saxicola* var. *Defilippii* öreg koponyája (3. rajz, A) csontkéreggel (*crusta calcarea*) fődött, úgy hogy a falcsonti nyújtványok élesen elkülönülnek a falcsontoktól; a szemvért hártvás foltja megcsappan, a mennyiben a negyedik felső szemcsont teljesen, a harmadik pedig nagyobb területen megcsontosodik; a hátsó-belső homloksont megnyúlik s hátul kikerekedik, minek

következtében a felső halántéklyuk megszűkül; végül a hártvás agytoknak csak egy kis része marad fődetlen.

Nagyon nevezetes, hogy a *Lucerta Horváthi* koponyáján az egyéni fejlődés mindeme jelenségei elmaradnak s hogy ennek a fajnak a koponyája öreg korában is ontogenetikailag fiatalabb fejlődési fokon vesztegel. Minthogy pedig ez az alacsonyabb fejlődési fokozat valamennyi egyénre kiterjed, világos, hogy ez a faj nemcsak a Neolacertákkal, hanem az Archaeolacerták más fajaival szemben is alacsonyabb törzsfajlódési fokon állapodott meg, ellenben az Archaeolacerták többi faja a fejlettség magasabb fokára emelkedett. Ezek szerint a fentebbi példából is kitűnik, hogy ugyanazon törzs különféle nemzetségei más és más fejlődési fokot érnek el s épen a fejlődési potentia különböző mértékében rejlik a különféle fajok létrejöttének oka.

A formákban oly gazdag élő természet tehát fölötte sok epistatikus jelenséget rejt magában s EIMER értelmében mindig csak az volna a jelenségek kulcsa, hogy az egyik alakból korábban, a másik alakból később «fogyott ki a gőz», vagyis a fejlődés befejezéséhez megkivántató erő. Az erő eme hiányának volna tulajdonítandó, ha egyes alakok «azt a magasabb törzsfajlódési fokot, a melyre hivatvák s a melyet távolabbi rokonaik legtöbbször már el is ért, egyelőre még nem tudták elérni». Ezekben a szavakban EIMER máris okfejtőleg jelezte az epistatikus jelenségek alapját, a melyet azután félreismerhetetlen értelmezések kapcsán világosan ki is fejtett.

Ismeretes, hogy EIMER-t az élőlények fejlődésének értelmezésében «a szervezeti (constitutionalis) okok» elve vezérelte s így csak természetes, hogy az epistasis jelenségeit is ebből a szempontból ítéli meg. Az ő nézete szerint «minden faj és nem lényegében egy-egy fokot képvisel a meghatározott irányú fejlődés hágesóján, még pedig úgy, hogy a külső viszonyok a meghatározottabban csak az eme fokon való megállapodás esetleges előmozdítói lehetnek, de semmikép sem tekinthetők a fejlődés fokát már eleve megszabó mozzanatnak».¹ «Ekként — mondja tovább — új, nagyon különböző fajok létrejötté csu-

¹ Archiv f. Naturgeschichte, 1881, p. 506.

pán csak szervezeti okokból is megérthető, a nélkül, hogy bármilyen viszonyossági (correlativ) változások segítségéhez kellene folyamodnunk».¹

Ezek szerint nem az alkalmazkodás kényszere s nem is a viszonyosság, hanem mindig és mindenütt csak szervezeti okok uralkodnának az epistatikus fokozatokon; oly nézet, a melyet semmikép sem tudok helyeselni, mert ámbár magam is meg vagyok győződve, hogy a szervezeti okoknak nagyon jelentékeny szerepük van a fajformálódásban, ezek mindenhatóságát mégis a leghatározottabban kétségbe kell vonnom.

Kétségtelen ugyan, hogy a szervezet alkotja a keretet, melynek határai közt az átalakulásnak végbe kell mennie s nem kevésbé kétségtelen, hogy a szervezet mindenkori összetétele csakis teljesen meghatározott változásokat tesz lehetővé, a mi a szervezetet a «praedispositio» látszatával ruházza fel, a fejlődésre pedig «a megszabott irány» látszatának bélyegét üti rá, mindazonáltal a változások indító oka bizonyosan nem magában a szervezetben, hanem mindig a külső viszonyokban rejlik. Ez már csak azért sem lehet máskép, mert az élőlények az alkalmazkodás megmásíthatatlan kényszerének uralma alatt állnak s ennek következtében csakis a külső viszonyok, illetőleg a külső ingerek által kiváltott belső ingerek lehetnek az átfarmálódásnak igazi rúgói. E tekintetben pedig mai nap már oly sok meggyőző bizonyítékkal rendelkezünk,² hogy ha nem is beszélhetünk a külső behatások mindenhatóságáról, de legalább is azok nagy hatalmát föltétlenül el kell ismernünk.

Egyébként a külső viszonyok hatalma EIMER előtt sem volt ismeretlen, a miről következő szavai tanúskodnak: «A külső behatás hosszú idő folyamán megváltoztatja a szervezet összetételét» és: «Az ekként megváltozott szervezet ugyanazon befolyás folytatólagos hatása következtében újból megváltozik».³

Ezek a kijelentések világos tanújelei annak, hogy EIMER-

¹ Ugyanott, p. 507.

² MÉHELY LAJOS, A földi kutyák fajai, 1909. p. 246—247., 284—288.

³ EIMER, Orthogenesis der Schmetterlinge, 1897, p. 330.

nek a fajformálódás okairól táplált nézetei az idők folyamán lényeges módosulást szenvedtek. A míg 1881-ben még a szervezeti okok kizárólagos uralmát hirdeti, 1897-ben már a külső befolyás erejét is ható tényezőnek ismeri el, a nélkül azonban, hogy ennek elsőbbségét és igazi jelentőségét kellőképpen méltányolná.

Úgy hiszem, minden tekintetben helyesebb PLATE prof. álláspontja, a ki a Bahama-szigetek *Cerion*-jairól írt szép munkájában¹ következőképen nyilatkozik a szóbanforgó kérdésről: «Meddő dolog arról elmélkedni, vajjon a belső, vagy a külső ok a fontosabbik-e. Mind a kettő egyaránt szükséges, mert ha nincs mind a két föltétel megadva, a változás nem következik be. De ha azt kérdezzük: melyik ok kezd először működni, melyik indítja meg a kő gördülését, a felelet csak az lehet: a külső».

Ez a felfogás mindenben egybevág az én nézeteimmel s az az alábbiakban némi bizonyítékát remélem adhatni annak, hogy az epistasis magyarázatában is első sorban külső okok jöhetnek tekintetbe.

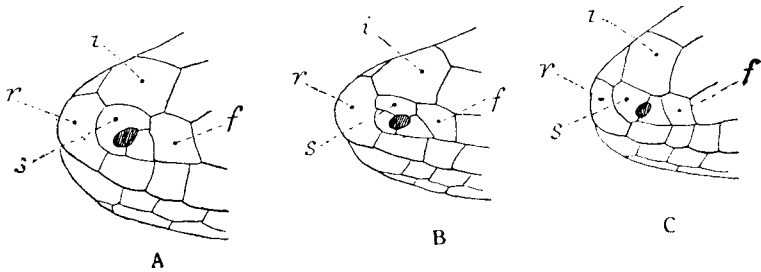
1905 június havában harmincz élő példányát hoztam haza a Kapeláról az általam ott egy évvel előbb fölfedezett s még ugyanabban az évben *Lacerta Horváthi* néven leírt² gyíkfajnak. Az állatokat az egész nyár folyamán gondosan ápoltam s naponként megfigyeltem, miközben viselkedésükben bizonyos sajátosságot vettem észre, melyben lényegesen különböztek a velük ugyanegy terrariumban tartott más gyíkfajoktól (*Lacerta muralis*, *L. serpa*, *L. graeca*, *L. vivipara* és *Algiroides nigropunctatus*). A nevezetesség abban rejlett, hogy állataim lehetőleg elrejtőztek. A míg a többi gyík napközben rendszerint a terrarium kövein és mohapárnáin sütkezézet, addig a *Lacerta Horváthi* többnyire a kövek vagy a moha alá rejtőzött s ha a mohát és a köveket eltávolítottam, az állatok nyomban beásták magukat a földbe. Ezt pedig nem a *Lacerta*

¹ L. PLATE, Die Variabilität und die Artbildung nach dem Prinzip geographischer Formenketten bei den Cerion-Landschnecken der Bahama-Inseln; Arch. f. Rassen- u. Gesellschafts-Biologie, IV. 1907. p. 584.

² MÉHELY LAJOS, Egy új gyíkfaj Magyarországon; Állattani Közlemények, III. 1904. p. 193—210., tab. V et fig. 1—5. Németül az Ann. Mus. Hung. II. kötetében, 1904. p. 362—377.

vivipara módjára tették, a mely, ha kedve támadt a föld alá rejtőzni, első lábaival kaparta ki a földet s azután az orrával nyomult az ekként kivájt folyosóba, hanem a nélkül, hogy végtagjaikat igénybe vették volna, csupán csak orruk hegyével túrták fel a földet.

Nem ismerek még egy galléros gyíkot, a mely oly előszeretettel túrna s a túrást kizárólag arczorrával hajtaná végre, mint a *Lacerta Horváthi* s úgy hiszem, hogy pikkelyruhájának és szervezetének némely tulajdonsága erre a szokására vezethető vissza.



4. rajz. A *Lacerta Horváthi* MÉH. (A), *Lygosoma cyanurum* LESS. (B) és a *Lacerta muralis* LAUR. (C) arczorra a jellemző pajzsokkal. *r* = orrcsúcpajzs (sc. *rostrale*), *i* = ornyereg-pajzs (sc. *internasale*), *s* = orrfedő-pajzs (sc. *supranasale*), *f* = kantárpajzs (sc. *frenale*).

Elsősorban is a túrás műveletének vélem tulajdoníthatni e fajnak azt a jellemző bélyegét, hogy orrcsúcpajzsa annyira megnövekedett, hogy az ornyereg-pajzsszal meglehetősen hosszú varratban találkozik s valószínűleg ugyanabból az okból növekedett meg az orrfedő-pajzs is annyira, hogy a kantárpajzsszal érintkezik (4. rajz, A).

Az összefüggés egészen világos. Minthogy a túró állat orrát nagy erővel oda szorítja a földhöz, eme súrlódás következtében túlfejlének az említett pajzsok, mert a szövetek állandó ingerlése a tápláló nedvek bővebb áramlását idézi elő, úgy hogy az illető pajzsok bőségesebben táplálkozhatnak.

Ezek szerint az említett pajzsok túlfejlése bizvást a túrás művelete által kiváltott mechanikai ingerre vezethető vissza, illetőleg emez inger eredményeül tekinthető.

A következtetés bizonyára teljesen észszerű, helyessége pedig még más, részben pozitív, részben negatív bizonyítékokkal is támogatható. Így nagyon nyomatékosnak vélem azt a tényt, hogy a Scincoideák, ezek a par excellence túró gyíkok (pl. az új-guineai *Lygosoma cyanurum* LESS. ; 4. rajz B) arczorrukon ugyanolyan pajzsokkal borítottak, mint a *Lacerta Horváthi*. Nem csekély jelentőséget tulajdonítok továbbá annak a körülménynek, hogy az Archaeolacertáknak több oly faját ismerjük, a melyek orrsúcspajzsa mindig (*Lacerta Derjugini* NIK., *Lacerta mosorensis* KOLOMB.), vagy legalább nagyon gyakran (*Lacerta reticulata* BEDR.) találkozik az orrnyereg-pajzs-szal, nyilván, mert ezek a fajok is az orrukkal túrnak; ellenben a Neolacerták csoportjában, a melynek fajait még senki sem látta túrni, az említett pajzsok csaknem kivétel nélkül távol maradnak egymástól, mert az orrfedőpajzsok által vannak elválasztva (4. rajz, C).

Joggal állíthatjuk tehát, hogy a túró életmód határozott bélyeget nyomott rá a *Lacerta Horváthi* orrpajzsaira s talán nem csalódom, ha ennek a fajnak egyéb jellemző bélyegeit is emez életmód következményeként értelmezem. Meg vagyok győződve, hogy ennek a fajnak az elterjedési területén egészen sajátos viszonyok uralkodnak, a melyek az állatokat a felszínről leszorítják s a föld alá űzik, úgy hogy hosszú idők folyamán némiképp földalatti életmódhoz kellett hozzászokniok. Vajjon kedvezőtlen meteorologiai befolyások, avagy állati ellenségek hajtják-e őket a föld alá, vajjon egyszerűen az általános gyöngeség érzete vagy bizonyos földalatti táplálék (pl. giliszták) fölkeresése indította-e őket arra, hogy a földalatti életmódhoz folyamodjanak, azt egyelőre nem tudom eldönteni, mindazonáltal úgy hiszem, hogy ennek a fajnak gyöngéd szervezete és félénk természete, legfőbbképen pedig koponyájának alacsony fejlettsége, a rejtett életmód egyenes következményeül tekintendő.

Bizonyára nem szorul bizonyításra, hogy ha valamely faj egyénei oly aggodalmasan kerülnek a környezet ellenséges behatásait, azok egyúttal azokat a fejlesztő tényezőket is nélkülözni fogják, a melyek a szervezetet a létért való nehéz küzdelemben

a fejlettség magasabb fokára emelik. Az ilyen állatok nemcsak hogy nagyon alárendelt mértékben vannak a környezet physikai változásainak kitéve, hanem e mellett egyneműbb, kevésbé kiadó táplálékra is szorítkoznak és szabad mozgásukban is korlátozva vannak, úgy hogy mindazokat az ingereket is nélkülözik, a melyek a szervezetet erőteljessé fejlesztik és szervezeti energiájának teljes kifejtésére sarkalják.

Mindebből világos, hogy ha valamely szervezet törzsfelődése folyamán bizonyos alacsonyabb fokon kénytelen megállapodni, ennek oka nem abban rejlik, mert — mint EIMER hitte — «nem volt ereje egyéni fejlődését befejezhetni», hanem, mert a viszonyok mostohasága következtében lehetetlen volt egyéni erejét teljes mértékben kifejthetnie. Az epistasis tehát nem szervezeti okokon, hanem a kedvezőtlen külső tényezők befolyásán alapszik, a melyek meggátolják a szervezetben rejlő energia kifejlesztését s a szervezetet alacsonyabb fejlődési fokon való veszteglésre kárhoztatják.

Ha most ennek a jelenségnek az értékét a fajformálódás szempontjából törekszünk megállapítani és kérdezzük, minő jelentősége van az EIMER-féle «genepistasis törvényének» a fajkeletkezésben, feleletünk csakis akkép szólhat, hogy az epistasis teljességgel nem önálló tényezője a fajkeletkezésnek, hanem csak annak a fejlődési foknak a kifejezője, a mely a mindenkori külső viszonyoknak a törvényszerű folyománya.

EIMER-nek elévülhetetlen érdeme marad, hogy a fejlődés epistatikus fokozataira világosan rámutatott, azonban az ő okfejtése semmiképp sem igazolta a «szervezeti okokból való fejlődés» elvének a helyességét, sőt inkább alkalmat adott annak a belátására, hogy a fajformáló erők között a külső tényezők a legfontosabbak.

A GANGLION CILIARE-RŐL.

LENHOSSÉK MIHÁLY r. tagtól.

I.

A madarak ganglion ciliare-ja.

Vizsgálataimat a R. y CAJAL-féle ezüstözési módszerrel a tyúk, kacsza és pulyka ganglion ciliare-ján végeztem. A tyúkból a kifejlődött állaton kívül különböző fejlődési fokozatokat is megvizsgáltam. Leírásom alapjául a tyúkon észlelt viszonyokat veszem.

A tyúk ganglion ciliare-ja 1.5 mm átmérőjű tojásdad esomó a látóideg mellett, közvetlenül a szemgolyó mögött. A szemüreg vízszintes metszetein erős ideget látunk hátulról a dúczba benyomulni: a szemmozgató idegből eredő «mozgató gyökér»-et. A legtöbb szerző azt mondja, hogy a dúcz közvetlenül odafekszik a szemmozgató ideg törzsökéhez s nincs külön mozgató gyökere. Tapasztalásom szerint ez az állítás nem helyes; van külön gyökere, csak igen rövid. Az elülső oldalán egy erősebb s tőle medialiter egy gyengébb ideg tér ki a dúczból. Az erősebb a nervus ciliaris crassus, a másik szintén ciliaris ideg. *A tyúk ganglion cil.-jának csak mozgató gyökere van*; SCHWALBE-val,¹ ZAGLINSKI-val² és HOLTZMAN-nal³ én is azt találtam, hogy sem érző, sem sympathicus gyökér nem mutatható ki rajta. A radix sensitivának megfelelő ág meg van ugyan a tyúkból is, de nem a dúczhoz, hanem a dúczon túl a belőle eredő ciliaris idegek egyikéhez megy. Az a lehetőség persze nem rekeszthető ki, hogy a ciliaris idegek útján visszatérő irányban érző vagy sympathicus-idegrostok jutnak a dúczba, de ha csakugyan vannak is ilyen

rostok, a mi nem nagyon valószínű, a számuk bizonyára csak nagyon csekély s e szerint a dúcz valóban megérdemli a *ganglion oculomotorii* nevet, melyet SCHWALBE már 31 év előtt adott neki.

Az oculomotoriusból eredő gyökér csupa vastag rostból áll, a ciliaris idegek pedig csupa vékonyból. A dúczon a rostnyalábok fonatszerűen szövődnek át a sejtesoportok között s a vastag rostokat szinte észrevétlenül helyettesítik a dúcz elülső részében a finomabb rostok nyalábjai. Az a meggyőződés támad bennünk e kép láttára, hogy az oculomotorius-rostok mind a dúczban végződnek s hogy a ciliaris idegek a maguk egészében a dúczban eredő, postganglionaris rostokból állanak. Ismeretes, hogy APOLANT⁴ ezt az emlősökre nézve be is bizonyította azzal, hogy átmetszve a szemmozgató ideget, csakis a dúczig tudott az idegrostokban a Marchi-eljárással elfajulást kimutatni, a ciliaris idegeket pedig teljesen épek találta. Ugyanezt következtették a kísérleteikből LANGLEY és ANDERSON,⁵ valamint LANGENDORFF is.⁶

A dúcz idegsejtekből és kevés kötőszövetből áll. Az idegsejtek körülbelül akkorák vagy valamivel kisebbek, mint a csigolyaközi dúczok sejtjei; a sympathicus-dúczok sejtjeinél nagyobbak; az átmérőjük átlag 33·5 mm. *Valamennyi egynyúlványú.* A nyúlvány kis kúp alakú kiszögelléssel ered a legtöbb-ször petéded sejt egyik végén; eleinte igen vékony s csak bizonyos távolságra a sejttől vastagszik meg kissé, azon a helyen t. i., a hol a velőhüvelye kezdődik. A madár ciliaris idegeinek rostjai ugyanis velőhüvelyűek, épúgy, mint az emlős állatok megfelelő idegrostjai. A velőhüvely jelenléte nem függ össze azzal, hogy a madáron a belső szemizmok harántesikósak, hiszen tudjuk, hogy emlősökön ezek az izmok simák s a ciliaris idegek rostjai mégis velősek. Nagyon sok sejtnek az egyik végén széles tányérszerű bemélyedése van; az ilyen sejteken a nyúlvány a bemélyedés szélén ered. Ha a nyúlvány a sejtnek proximalis végétől indul el, előbb-utóbb distalis irányba kell kanyarodnia, hogy a ciliaris idegbe juthasson. A nyúlvány mindig simán, egyenesen halad; «glomerulus»-féle csavarodásokat, a minőket pl. az emlősök spinalis dúczsejtjein észlelünk, sohasem találni rajta. Madáron különben a csigolyaközi dúczok sejtjeinek nyúl-

ványán sincsenek ilyen glomerulusok, azok is egyenesen haladnak.

A legtöbb sejt felszíne egészen síma; dendriteket sohasem találunk rajta. Egyik-másik sejt felszínén sajátságos hurkokat észleltem, a minők az emlősök spinális sejtjein is előfordulnak. Ilyen hurok lehet 7—8 is egy-egy sejten. Az is előfordul, hogy a sejtnék a nyúlvány felé eső polusán a protoplasmában likak, hasadékok vannak: első nyoma ez az emlősök spinális sejtjein oly gyakran észlelhető «fenestratio»-nak. Mindez azonban csak igen ritkán s csakis a teljesen kifejlődött tyúk ciliaris dúcsejtjein fordul elő; a fiatal tyúokban valamennyi sejt teljesen síma felszínű s rajtuk se hurokképződés, se fenestratio nem észlelhető.

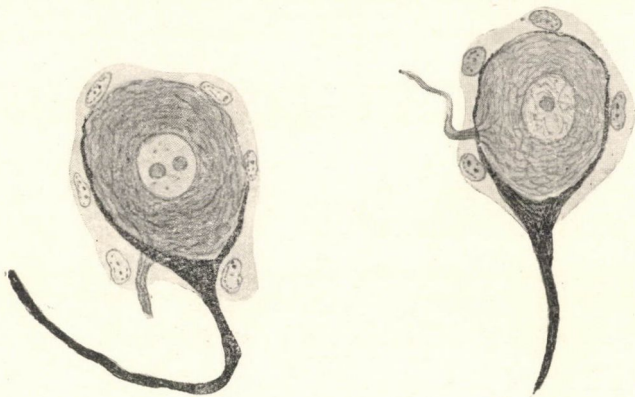
A sejtet amphicyták veszik körül keskeny köpenyeg alakjában; csak egy helyen vannak erősebben kifejlődve: a nyúlványpolus tájékán. Itt erősebb vagy gyengébb kúp alakú halmazok csoportosulnak; a kúp alapja a sejt felé fordul s a sejt maga az amphicyta-kúppal együtt körtealakú képződménynyé lesz. Kifelé az amphicytákból álló köpenyegét kötőszöveti hártya, az idegsejt «tok»-ja környezi. Ez a tok tulajdonképpen nem egyéb, mint a sejtek közötti kötőszövetnek legbelső rétege; az interstitialis kötőszövet felé nincs is élesen elhatárolva, vele közvetlenül összefügg. Ha az amphicyta-kúp nagyon erős, ez az idegsejt alakjára is hatással van; ilyenkor a sejtnék a kúp felé széles tányérszerű árka van s maga a sejt alacsony sipkaalakú testté lesz, mely a körtealakú idegsejt-apparatusnak csak a vastagabb felét vagy harmadát foglalja el.

A sejt és nyúlványa egyaránt fibrillaris szerkezetű; a sejtenben a fibrillumok hálózatosak, a nyúlványban párvonalasan haladnak.

Észleleteim legérdekesebb része az *oculomotorius-rostok végződési módjára s a sejtekhez való viszonyára* vonatkozik. Vegyük ezeket a viszonyokat először a *fiatal csirkén szemügyre*.

A 21 napos, épen kikelőfélben levő csirkén (1. és 2. ábra) az «interneuronalis articulatio»-nak igen egyszerű alakjával találkozunk. Minden idegsejthez csak egy-egy idegrost halad. Az oculomotorius-rost könnyen felismerhető a vastagságáról.

A sejtet a nyúlvány közelében éri el, úgy hogy a nyúlvány meg a rost egymással olyan szomszédsági viszonyban van, mint a vese-glomerulus vas afferense és eferense, csakhogy itt az egyik — az oculomotoriusrost — sokkal vastagabb a másiknál. A sejthez érve, a rost két vagy ritkábban három ágra oszlik; ezek a sejt felszínéhez illeszkedve a sejten ívben futnak ellenkező irányban, de a tulsó sarkon nem érik el egymást. Mindig osztatlanok; az egyik rendszeren vastagabb, mint a másik, a különbség közöttük néha nagyon szembeszökő. Szorosan a sejt felszínén haladnak, az olyan helyeket kivéve, a hol kis hullámos



1. ábra.

2. ábra.

görbületük van: itt kissé felemelkednek a sejtről, az amphicyták közé helyeződve. Ott, a hol az oculomotorius-rost ketté oszlik, rajta kisebb-nagyobb háromszögletű vagy csomószerű megvastagodást észlelünk; ez néha nagyon erős s ilyenkor mint süveg fekszik a sejten. Ezen «oszlásdiscus» alakja nem ritkán asymmetriás, különösen olyan esetekben, mikor az egyik ág sokkal erősebb, mint a másik: ilyenkor a megvastagodás az erősebb ág felé húzódik s a vékonyabb ág csak oldalág gyanánt tér el tőle.

Az oszlásdiscus rendszeren egészen sötétre festődik; ha a szineződése világosabb, fibrillaris szerkezet észlelhető benne, a rostocskák széttérő elrendeződésével.

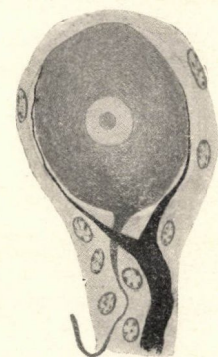
A discus az eseteknek csak egy részében érintkezik szorosan

a sejttel. Nem egyszer töle kissé elhúzódottnak látjuk; ez néha műtermék: az idegsejt zsugorodásának a következménye, a mit arról ösmerünk meg, hogy a sejt felszíne s a discus közt üres hasadék van, más esetekben azonban nem esik ilyen megítélés alá, a mennyiben a discus s a sejt közt az amphicyták protoplasmáját találjuk.

Az idegsejten való idegvégződésnek ez a primitív módja nagyon emlékeztet azokra a végkelyhekre, a melyeket HELD írt le 1893-ban az emlősök nyúltvelejének trapez-magjában.⁷ Emlékeztet a cristae és maculae acusticae idegvégződéseire is, de még inkább arra a végződési módra, a hogy CAJAL-nak 1906-ban közölt felfedezése szerint⁸ a nervus vestibularis rostjai végződnek a madarak és csontos halak nucleus vestibularis tangentialisának sejteiben. A CAJAL-leírta végződésnek abban van eltérő sajátossága a ganglion ciliare-n észlelhető viszonyoktól, hogy a nervus vestibularis idegrostjai csak oldalágak gyanánt adják a sejtekhez a kehelyszerű végződéseket, maguk pedig még tovább haladnak más sejtesoportokhoz, a ganglion ciliareban pedig az oculomotorius-rostok ezekkel a végkelyhekkel valóban végződnek is. Előfordul ugyan nagy ritkán a ganglion ciliareban is, hogy az oculomotorius-rost valamely idegsejthez ágat ad, mely rajta a leírt módon végződik, ő maga pedig tovább megy s nyilván egy második sejten éri csak a végét; ez azonban csak igen ritkán észlelhető. Csak két esetben láttam ezt: egyszer tyúkban s egyszer pulykában.

A teljesen kifejlődött tyúk ganglion ciliare-jában az idegvégződésnek ezt az egyszerű módját még mindig megtaláljuk, de már csak a sejtek egy részén. Hogy milyen arányszámban fordul elő az oculomotorius-végződésnek ez az egyszerű alakja, azt pontosan nem mondhatom meg, csak annyit állíthatok, hogy a bonyolultabb végződésmódokkal szemben kisebbségben van. Mégis még minden metszeten találkozunk vele, s épen oly alakban, mint a 21 napig költött tyúkban; nincs is e végződési módról a kifejlődött tyúkra vonatkozólag küle megjegyezni valóm s csak a 3. ábrára utalok, mely nagy, öreg kakas ciliaris dúczának egy idegsejtjét tünteti elő a rajta végződő oculomotorius-rosttal.

A legtöbb sejten bonyolultabbak a viszonyok. Az egyszerű kettéoszlásból bojt- vagy fonatszerű, sűrűbb vagy ritkább végfácska lett, mely az amphicytakúpban s a sejt nyúlvány-polusa tájékán foglal helyet. Ebben a felrostozódásban nyilván valami causalis szerepe van a polaris amphicyták burjánzásának is, mert a 21 napos tyútkban a kúp alakú amphicyta-halmaznak még nyomát se látjuk. E sejtek szaporodásukkal mindinkább eltolják az idegsejttől az oculomotorius-rost oszláshelyét, míg ez végül az amphicytakúp csúcsára jut. Másfelől az elsőleges két ágból a burjánzó amphicyták hatására mindinkább az ágaknak egész sora lesz, akár a két elsőleges ág hosszanti felhasadása útján,



3. ábra.

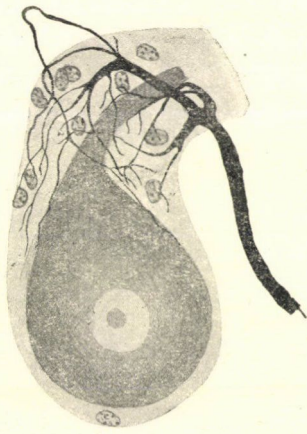
akár — a mi valószínűbb — oly módon, hogy belőlük s a rost kúp alakú megvastagodásából új ágak nőnek ki az embryonalis rostfejlődés módjára; a rost kúp alakú oszlás-csomóját e szempontból a további fejlődésre érzéző tartalékanyagának foghatjuk fel.

Rendkívül sok sejtet véve pontos elemzés alá, azt látom, hogy a képek sokféleségében három főtypust lehet megkülönböztetni. Hozzávéve a fentebbiekben leírt «infantilis» typust, az oculomotorius-végződés típusainak száma négyre növekszik. Van az infantilis typuson kívül egy fonatszerű, egy bojtszerű typus s egy olyan, melyet circularis fonatú typusnak lehet nevezni.

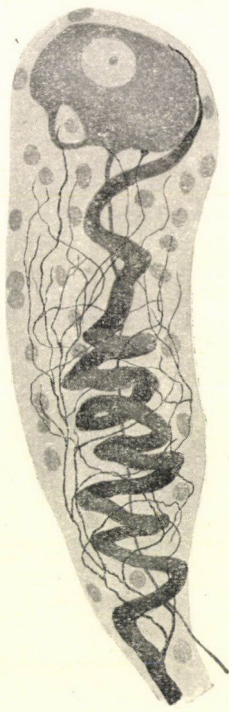
A fonattypust a 4. ábrán mutatom be. A rost legtöbbször az amphicytakúp csúcsán oszlik fel, de feloszolhat már valamivel előbb is, úgy hogy a kúpba már több rost látszik betérni; ha a rost oszláshelye nincs a metszeten, könnyen abba a tévedésbe eshetünk, hogy egy-egy sejthez több rost megy. Ez elvi jelentőségű tévedés volna; a kifejlődött tyútkban is mindig csak egy rost tartozik egy-egy sejthez. Az amphicytakúpban a rost eloszlásából keletkezett ágak, amelyek rendszerint különböző vastagok, még tovább oszolnak s a sejt felé való haladtukban szabálytalanul csavarodnak és összefonódnak, úgy hogy az amphicyták közt valóságos fonatot alkotnak. Legszebben látható e fonat a sejtek polaris részének lapmetszetein, a mikor a polaris

kúpra a csúcsa felől tekintünk reá. Nagyon gyakran fordul elő (5. ábra), hogy a fonat egyik-másik ága a sejt nyulványa körül szabályos spirális menetben csavarodik, a kúp csúcsától egész a sejtgig. Ebben a spirálisban több rost is részt vehet; rendszeren vastagabb rostok ezek. A fonat rostjai végül az idegsejt polaris részéhez jutnak vonatkozásba, szabadon végződve a sejt felszínén. Egyik-másik rost a sejten a többinél tovább húzódhat s akár a túlsó polust is elérheti.

A bojt-typus (6. ábra) az imént leírttól abban különbözik, hogy a rost eloszlásából keletkezett ágak nem kúszálódnak az amphicyta-kúpban össze-vissza s így nem is



4. ábra.

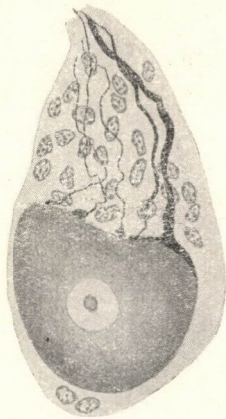


5. ábra.

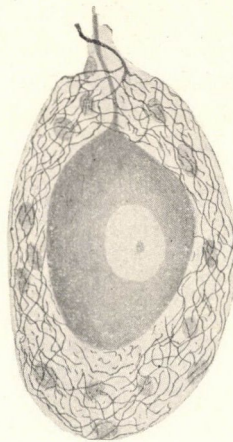
alkotnak szabálytalan fonatot, hanem többé-kevésbé párvonalosan vagy gyengén divergálva, erősebb görbületek és csavarodások nélkül haladnak egyenesen a sejt felé. A végződésnek ez az alakja mindig olyan sejteken fordul elő, a melyeknek erős polaris mélyedésük van; e mélyedés felé tartanak az ágak s ott is végződnek, hol egyszerűen kihegyesedve, hol pedig kis talpszerű megvastagodással, olyanfélével, mint a minők az AERBACH-HÉLD-féle

végtalpacskák. Ha vastagabb az illető ág, szélesebb a véglemezke is. E bojtalak s az előbb leírt fonat-typus közt azonban igen sok az átmenet.

Az utolsó typus a circularis fonat typusa (7. ábra). Itt a rostok végződése nem szorítkozik a sejt polaris felére, hanem a sejtet mindenütt egyforma sűrű, dús fonat környezi. A fonat rendszerint igen finom rostokból áll s nem illeszkedik szorosan a sejt felszínéhez, hanem inkább az amphicyták között terjeszkedik ki. E sejtek ezen a sejt-fajtán erősebben vannak kifej-



6. ábra.



7. ábra.

lődvé, mint a többin, viszont azonban hiányzik az amphicyták kúpalakú csoportosulása a nyúlvány tájékán; sem az amphicyták, sem az idegvégződés tekintetében a sejt nyúlvány-polusa különösséget nem mutat. Ezt a pericellularis kosártól körülvevett sejt-fajtát nem tartom a többitől lényegesen eltérő sejt-kategóriának; nem tarthatom annak, mert nagyon sok átmeneti alak köti össze az előbbi típusokkal. Találunk nála elvétve sejteket, a melyek mintegy combinatiói a polaris fonatú typusnak és az itt leírt circularis fonatú alaknak: olyan sejteket, a melyeknek amphicyta-kúpjuk s benne rostfonatuk van s e mellett felszínük minden pontján dús rosthálózat fonódik köréjük. Másfelől meggyőződtem arról, hogy ez a circularis fonat is csak egy-egy

vastag oculomotorius-rostnak az eloszlásából keletkezik, épúgy, mint a polaris fonat vagy bojt, nem pedig valamely másfajta rostból; nincs ok tehát arra a feltevésre, hogy itt egész külön sejt fajta fog fenn.

Meg kell még jegyezmem, hogy az egyes madár-specieseken az oculomotorius-végződés tekintetében egyben-másban — csakis apró részletekben — eltéréseket találtam. Így a pulykán a végződésnek az az egyszerű módja, a melyet «primitív» formának neveztem, egyáltalában nem, vagy csak igen ritkán fordul elő. E helyett azonban igen gyakran találkozunk olyan alakkal, a mely mintegy átmeneti forma e közt s a fonatképződés között. Az oculomotorius-rost ezen az alakon három-négy vagy még több rostra oszlik, a melyek igen szabályosan, keheleyszerűen divergálva fogják körül a sejt nyúlvány-polusát.

*

Igyekezünk az elmondottak alapján arra a kérdésre megfelelni, hogy milyen típusú sejtek a madár ganglion ciliare-jának az idegsejtjei: «sympathicus», «cerebro-spinalis», vagy másfajta sejtek-e. Ez a kérdés többé-kevésbé azonos azzal a kérdéssel, hogy minek minősítsük, hogyan fogjuk fel, hova soroljuk magát a ganglion ciliare-t.

A legelterjedtebb felfogás a ganglionról, hogy sympathicus-dűcz: legfelső dűcza az együttérző ideg hosszanti dűcz-láncolatának. KÖLLIKER volt az első, a ki 1850-ben ezt a nézetet, a dűcz szövettani vizsgálata alapján, kifejtette. Azóta nagyon sokan csatlakoztak hozzá, a kiknek nevét felsorolni szükségesnek nem tartom, annál kevésbé, minthogy adataik leginkább az emlős állatok s nem a madarak ciliaris dűczára vonatkoznak, s különben is dolgozatom második részében részletesebben szándékozom a kérdés irodalmával foglalkozni. A második felfogás SCHWALBE-től származik, a ki 1879-ben megjelent dolgozatában¹ a dűczot spinalis dűcznak, vagyis a csigolyaközti dűczokkal homolog ganglionnak minősítette. Hozzá csatlakozott, különösen a madarakra nézve, HOLTZMANN,² és fenntartás nélkül VAN GEUCHTEN.³ Végül van még egy harmadik nézet is, amelynek nagyon sok híve van, különösen a physiologusok köré-

ben: az a nézet t. i., hogy a ciliaris dúcz egy sympathicus-dúcznak s egy spinalis dúcznak mintegy a combinatiója, vagy mások szerint inkább közbülső alak a kettő között. A combinatiós elmélet szerzője W. KRAUSE,¹⁰ a ki ebbeli nézetét — a házinyúlra vonatkozólag — 1882-ben közölte.

Mindezek az állítások igen ingatag alapon állanak, mert a használt módszerek nem voltak alkalmasak a sejtek igazi alakjának feltüntetésére s ezzel a hovatarozásuk biztos megállapítására. A madár ciliaris dúczának vizsgálatára tudtommal a közönséges festési eljárásoknál egyebet nem is alkalmaztak, még a methylenkék-festést s a GOLGI-eljárást sem.

Mindenekelőtt ki kell emelnem, hogy észleleteim a combinatiós elméletet nem támogatják, mert a dúczban csak egyfajta idegsejtet találtam.

De milyen természetűek e sejtek? Hogy e kérdésre megfelelhesünk, szükséges, hogy a ciliaris dúczsejteket összehasonlítsuk a csigolyaközi dúczok és sympathicus-dúczok sejtjeivel.

A tyúk spinalis dúczsejtjei igen egyszerű szerkezetűek. Kerek vagy kissé tojásdad alakúak s csak alig nagyobbak a ganglion ciliare sejtjeinél. Átlagos átmérőjük 34.5 μ . A sejtet igen alacsony, lapos amphicyták veszik körül; polaris felhalmozódásuk soha sincs, s ennek megfelelően sohasem észleljük az idegsejten azt a tényrszerű vájulatot, melyet a ciliaris dúczsejteken az amphicyták alkotta kúp okoz. A sejt egyszerűen megkeskenyedve megy át a nyúlványba. Nyúlvány legtöbbször csak egy van: az idegnyúlvány, mely minden csavarodás nélkül, egyenes lefutással hagyja el a sejtet, hogy bizonyos távolságban tőle T alakban ketté oszoljon. Se multipolaris sejteket, se huroképződést a felszínen, se fenesratiót a sejteken nem észleltem; a sejt felszíne síma, csak a környező amphicyták okozhatnak rajta sekély bemélyedéseket.

Ezeket a viszonyokat TIMOFEEW már igen jól leírta 1898-ban megjelent dolgozatában,¹¹ mely Tübingenben a vezetésem alatt készült. Egy tekintetben azonban ki kell egészítenem az ő leírását. A tyúpos unipolaris sejteken kívül előfordulnak a tyúk spinalis dúczzaiban olyan sejtek is, a melyeken az ismert unipolarisatiós folyamat nem fejeződött be, vagyis a melyek

bipolarisak. Ezek a félbenmaradt sejtek nem is oly ritkák. A két nyúlvány rendszeren közel ered egymáshoz; az egyikük mindig sokkal gyengébb, mint a másik. 1886-ban megjelent legelső dolgozatom¹² óta ismeretes, hogy a spinalis dúczsejt e vékonyabb ága mindig a központ felé menő nyúlvány. Észleletem R. y CAJAL-nak egy nemrég közölt¹³ észleletéhez csatlakozik s azt mintegy kiegészíti; e szerző ugyanis legutóbb (1909) az ember és a béka csigolyaközti dúczairól kimutatta, hogy egyes sejtek bennük is bipolarisok maradnak.

A tyúk sympatheticus-sejtjeit a dúczlánc nyaki és hasi dúczain vizsgáltam. E sejtek kisebbek, karcsúbbak, mint a spinalis dúczsejtek. Átmérőjük 30 μ , de e méret nem ad helyes fogalmat a nagyságukról, mert a sejtek rendszeren elnyúlt alakúak, keskenyek. Typusos multipoláris sejtek ezek, 4, 5 vagy még több valódi, hosszú dendrittel; a nyúlványok vastagok, egyenesek, s messze elhúzódnak a sejtől a környező kötőszövetbe, miközben hegyes szögletben eloszlanak. Amphicytákat nem találunk körülöttük; a sejtek közvetlenül a kötőszövetbe vannak beágyazva.

A három sejt fajta összehasonlításából tehát először is az tűnik ki, hogy a ciliaris dúcz sejtjei teljesen eltérők a sympatheticus-sejtektől, hozzájuk még csak nem is hasonlítanak. A sympatheticus-dúczban multipoláris, számos dendrittel ellátott, elnyúlt alakú sejteket, a ciliaris dúczban inkább kerek vagy tojásdad, zömök, teljesen síma felszínű, bipolaris sejteket találunk; amott a sejteken, idegrostokon és ereken kívül csak kötőszövetet találunk a dúczban, mely közvetlenül környezi az idegsejteket, a ganglion ciliaréban pedig az idegsejteket külön sejt fajta, az amphicyták rétege borítja, az idegsejt egyik polusán kúp alakú halmazt alkotva. Azonkívül a kötőszövet az idegsejt és amphicyták körül valóságos hártvaszerű tokot alkot, a mi szintén nincsen meg a sympatheticus-dúczokban.

A spinalis dúczok sejtjeihez a ciliaris dúcz sejtjei kétség-telenül közelebb állanak, de velük mégsem azonosak. A spinális sejteken gyengébb az amphicyta-burok és nem alkot olyan typusos kúp alakú polaris halmazt, mint a ciliaris sejteken. Nyúlvány néha kettő van, s ha egy van, ez a sejtől kisebb vagy nagyobb távolságban T alakban ketté oszlik; ez az oszlás

hiányzik a ciliaris sejteken. Nincs meg a spinalis sejteken a ciliaris sejtek tányérszerű poláris bemélyedése sem s legfőképen hiányzik rajta az a typosos idegvégződés, melyet a ciliaris sejteken az oculomotorius-rostok alkotnak.

Ezen összehasonlitásból tehát az a végkövetkeztetés állapítható meg, *hogy a ganglion ciliare sejtjei nem spinalis típusú sejtek s még kevésbé sympathicus characterű elemek, hanem külön idegsejttypust képviselnek s e szerint maga a ciliaris dúcz is mint ganglion sui generis fogandó fel.* A sympathicus-dúcz gyanánt való felfogás ellen szól a szövettani leleten kívül az a morphologiai tény is, hogy a madáron a ganglion ciliarenak egyáltalában nincs anatómiai összeköttetése a sympathicussal; ebben valamennyi szerző, a ki csak megvizsgálta a madár ciliaris dúczának anatómiai viszonyait, megegyezik. Itt közbevetőleg megjegyzem, hogy SZAKÁLL¹⁴ szerint háziállatainkban se lehet sympathicus-gyökeret a ganglion ciliaren kimutatni. Meggyőződésem szerint tehát szó sem lehet arról, hogy a ganglion ciliaret sympathicus-dúcznak, egyszerűen a sympathicus-dúczláncolat legfelső láncszemének fogjuk fel.

A spinalis dúcz-elmélet már magától összedől, nemcsak a szövettani eltérések miatt, hanem már azon megfontolás alapján is, hogy mit keresne egy érző dúcz egy mozgató idegen, a minő az oculomotorius. SCHWALBE közlése idejében a spinalis dúczok szövettani viszonyai még nem voltak kellőkép tisztázva s így nem csoda, hogy ő különben helyes észleletei alapján arra a téves következtetésre jutott, hogy a ganglion ciliare olyasféle dúcz, mint a gerincvelői idegek hátulsó gyökerein levő ganglionok. Ma már az ilyen felfogás nem állhat meg; legfeljebb csak abban az esetben volna jogosultsága, ha sikerülne kimutatni, mint KRAUSE ezt a háziyúlra nézve megkísérelte, hogy az oculomotoriusnak érző gyökere is van s a dúcz ennek a ganglionja, vagy hogy a dúcz a maga egészében a trigeminushoz tartozik. Mindakét felvétel teljesen alaptalan, s így a dúcz spinalis karakterének elméletét teljesen kirekeszthetjük a komolyan megfontolandó lehetőségek sorából, annál is inkább, mivel a mint hallottuk, a szövettani viszonyok se kedveznek ennek a felvételnek.

A madarak ganglion ciliareja ezek szerint külön fajta ganglion, melynek egészen különálló szövettani szerkezete van. Physiologiai tekintetben tisztán mozgató dúcz, mely a nervus oculomotorius intrabulbaris ágainak az utjába van iktatva.

Idézett irodalom:

- ¹ G. SCHWALBE, Das Ganglion oculomotorii. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften. Bd. XIII. 1879.
- ² A. ZAGLINSKI, Experimentelle Untersuchungen über die Irisbewegung. Archiv f. Anat. u. Physiol., Physiolog. Abt. 1885. pg. 1.
- ³ H. HOTZMANN, Untersuchungen über Ciliarganglien und Ciliarnerven. Morpholog. Arbeiten, herausgeg. von G. SCHWALBE. Bd. 6., 1896. pg. 114.
- ⁴ APOLANT, Über die Beziehungen des N. oculomotorius zum Ganglion ciliare. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 47. 1896. pg. 655.
- ⁵ O. LANGENDORFF: Ciliarganglion und Oculomotorius. PFLÜGERS Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 56. 1894. pg. 522.
- ⁶ I. N. LANGLEY and H. K. ANDERSON: The action of nicotin on the ciliary ganglion and the endings of the third cranial nerv. Journ. of Physiology, vol. XI. 1890. pag. 281.
- ⁷ H. HELD, Die zentrale Hörleitung. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abteilung. 1893. pg. 201.
- ⁸ R. y CAJAL, Sur un noyau spécial du nerf vestibulaire des poissons et des oiseaux. Travaux du laboratoire de recherches biologiques de l'Université de Madrid. T. VI. pag. 1. 1908, Ugyanaz: Les ganglions terminaux du nerf acoustique des oiseaux. Ibidem, pg. 195.
- ⁹ A. VAN GEHUCHTEN, Le système nerveux de l'homme. 1893.
- ¹⁰ W. KRAUSE, Über die morphologische Doppelnatur des Ganglion ciliare. Anat. Anzeiger, Bd. XIX. 1901. pg. 118.
- ¹¹ D. TIMOFFEEV, Beobachtungen über den Bau der Nervenzellen der Spinalganglien und des Sympathicus beim Vogel. Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. XV. 1898. pg. 273.
- ¹² M. v. LENHOSSÉK, Untersuchungen über die Spinalganglien des Frosches. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 26. 1886. pg. 370. cfr., pg. 430.
- ¹³ R. y CAJAL, Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. T. I. pag. 441. (ember) und 456. (béka). 1900.
- ¹⁴ S. SZAKÁLL, Über das Ganglion ciliare bei unseren Haustieren. Arch. f. wissenschaftl. und praktische Tierheilkunde, Bd. 28. 1902. pg. 476.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 október 17.-én tartott üléséből.)

A GLUKOSYRINGASAV SYNTHESISÉ.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A különböző glukosidok szétbontásakor előálló oxycarbonsavak synthesises előállításával foglalkozó munkáim² folytatásaképpen újabban arra tértem át, hogy az ilyen módon nyert oxycarbonsavakat szőlőcukorral kondenzáljam, a természetes glukosidok synthesise céljából. A monoxybenzolok és a szőlőcukor kondenzálása a MICHAEL³-féle glukosidsynthesis által létesíthető, mely szerint a phenolok alkálisóira absolut alkoholos oldatban acetochlorglukosét hagyunk hatni. Ezen eljárást igen czélszerűen módosították KOENIGS és KNORR⁴ azzal, hogy a csak kivételes esetekben kristályosodó acetochlorglukose helyett az acetobromglukosét alkalmazták, a mely vegyület igen jól kristályosodik. A vegyfolyamatot ezenkívül a β -methylglukosidnál két szakaszban végezték: elsőízben az acetobromglukosét kondenzálták methylalkohollal tetraacetylglukosiddá és végül ezen acetylszármazékot baryumhydroxyddal szappanosították el a szabad glukosiddá.

Első kísérleteimhez a syringasavat választottam kiindulási test gyanánt, a mely vegyület könnyebben előállítható, mint az előbb említett oxycarbonsavak. KÖRNER⁵ vizsgálatai, a melyek a

¹ A budapesti kir. m. tud. egyetem II. chemiai intézetében készült dolgozat.

² Berl. Ber. 41, 2531 (1908); Berl. Ber. 41, 3662 (1908); Mathematikai és Természettudományi Értesítő XXVIII. k.; Ann. der Chemie 370, 368 (1909).

³ Berl. Ber. 14, 2097 (1881).

⁴ Berl. Ber. 34, 958 (1901).

⁵ Gaz. chim. Ital. 18, 210 (1888); Berl. Ber. 22. Ref. 106.

Syringa vulgaris-ből elkülönített glukosidnek, a syringin-nek szerkezetét felderítették, kimutatták, hogy a syringin kaliumpermanganattal oxidálva glukosyringasavvá alakul át. A glukosyringasav pedig hig savakkal főzve syringasavra és glukoséra bomlik fel. Egynehány év előtt sikerült GRAEBE és MARTZ-nak¹ a syngasavat a trimethylgallussavból ennek egy alkylgyökének leválasztása által mesterségesen előállítani.

A syringasav esterjét alkalmaztam kondenzálásaimhoz, mert az irodalomban MICHAEL² ama megfigyelését találtam feljegyezve, hogy a salicylsav acetochlorglukoséval nem a rendes módon lép reakcióba, hanem két molekula salicylsav anhydrid képződése közben hat egymásra. Kísérleteim kimutatták, hogy a syringasav esterjének alkalmazásával sikerül a carboxylgyöknek a reakcióra való ezen zavaró hatását kiküszöbölni. Ha a syringasav esterjének lugos oldatát az acetobromglukose aetheres oldatával hosszabb ideg közönséges hőmérsékleten összerázzuk, az igen szépen kristályosodó tetraacetylglukosyringasav methyl-esterjét nyerjük. Ezen acetylszármazékot elszappanosíthatjuk, ha hig bariumhydroxydoldatot közönséges hőmérsékleten hosszabb ideig hagyunk hatni rá. E vegyfolyamatnál nemcsak az acetylgyökök, hanem a savester methylgyöke is kiválik. A synthesises termék összes tulajdonságait azonosnak ismertem fel a KÖRNER által a syringin oxidálása által nyert glukosyringasavéival, és így ezen vegyület szerkezetét a synthesis is igazolta.

Az utolsó évek kutatásai által számos, a természetben szabad állapotban, a különböző növényekben előforduló glukosidsav³ lett ismeretessé. Szándékom vizsgálataimat ez irányban folytatni és a fentebbi eljárás lehetővé teszi, hogy nagyszámú, az oxy-carbonsavaktól leszármazó glukosidsavat synthesis útján állítsunk elő.

¹ Berl. Ber. 36,216 (1903).

² Berl. Ber. 15,1922 (1882).

³ K. Feist, Chem. Ztg. 32, 918 (1908); M. Nierenstein, Berl. Ber. 43, 1267 (1910).

Kísérleti rész.

A tetraacetyl-glukosyringasav methylesterjének synthesise. A kiindulási test gyanánt szükséges syringasavat GRAEBE és MARTZ adatai alapján állítjuk elő a trimethylgallussavból, ezen vegyület egy alkyglyökének bromhydrogensavval való leválasztása által. A további kísérleteimhez szolgáló syringasavat többször meleg vízből kristályosítottam át, miáltal egész, tiszta állapotban nyertem. A syringasavat ezután absolut methylalkohollal és sósavgázzal a methylesterjévé változtattam át. Meleg ligroinból átkristályosítva, 108 C°-on olvadó tükben válik ki.

A kondenzálást következőképen eszközöljük: 4 g fentebbi módon nyert egészen tiszta syringasavmethylestert 1·2 g natriumhydroxydból és 45 cm³ vízből készült natronlugban oldunk. Ezen keveréket ezután 8 g kristályos β -acetobromglukose aetheres (60 cm³) oldatával a rázógépen 24 óra hosszat erősen összerázzuk. A reactio befejezése után az aetheres oldatot a választótölcsérben a vizes oldattól elkülönítjük és többször összerázzuk hig nátronlúggal, miáltal a lúgban oldható alkotórészeket távolítjuk el. Az aetherus oldatot a levegőn szabadon el hagyjuk párologni, miközben az acetylglukosyringasavmethylester hosszú tükben marad vissza. Termelési hányad 70%. A vegyületet további tisztítása czéljából hig methylalkoholból kristályosítjuk át.

0·1688 g anyag adott: 0·3283 g CO₂-t, 0·0855 g H₂O-t; C₂₄ H₃₀ O₁₄ képlet alapján a számított értékek: C = 53·13%, H = 5·49%.

Kísérletileg talált értékek: C = 53·02%, H = 5·62%.

A tetraacetylglukosyringasav-methylester szintelen tükben kristályosodik, a melyek 106–107 C°-on olvadnak meg. Hideg vízben nehezen oldódik, ellenben könnyen melegben.

A glukosyringasav synthesise.

A tetraacetylglukosyringasav-methylester elszappanosítására az acetylszármazékot több óra hosszat hig baryumhydroxyd-oldattal jól összerázzuk. E reactio közben nemesak az acetyl-

gyökök, hanem a savester methylgyöke is kiválik. A fölös baryumhydroxydot szénssavval kicsapjuk és a glukosidsav baryumsóját híg kénsavval bontjuk szét, miáltal a szabad glukosidsavat kapjuk.

Három g, alkoholból átkristályosított, egészen tiszta tetraacetylglukosyringasav-methylestert 200 cm³ 6%-os baryumhydroxyd-oldattal 24 óra hosszat a rázógépen jól összerázunk, miközben az acetylszármazék egészen feloldódik. A tiszta folyadékot szénssavval telítjük, a kivált baryumcarbonatot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. A szűrletet ezután vacuumban 10 mm nyomáson és 40–50 C° hőmérsékleten kis térfogatra párologtatjuk be. A folyadékot most hígított kénsavval hidegen pontosan semlegesítjük és egy PUKALL-féle porcellánhengeren szűrjük át. A vacuumban kis térfogatra bepárolt szüredékből kihülesekor a glukosyringasav nagyobbreszt kikristályosodik. Az anyalúgból további bepárlás által még kis mennyiségű, kevésbé tiszta anyagot kapunk. Termelési hányad 68%. Az így nyert vegyületet további tisztítás céljából meleg vízből kristályosítjuk át.

1.1686 g anyag adott: 0.3084 g CO₂-t, 0.0843 g H₂O-t.

C₁₅ H₂₀ O₁₀ képlet alapján a számított értékek: C = 50.00%, H = 5.56%.

Kísérletileg talált értékek: C = 49.88%, H = 5.55%.

A synthesis útján nyert glukosyringasav, a mely kristályvizet tartalmaz, 208 C°-on olvad meg. Ha hosszabb ideig a vacuumexsiccatorban kénsav felett kiszáritjuk, a vízmentes glukosidsav oladási pontja 225 C°-ra emelkedik. KÖRNER adatai alapján a syringinből előállított glukosidsav összes tulajdonságait azonosnak ismertem fel a synthesis útján előállított termékkel. Híg kénsavval főzve a glukosyringasav szőlőcukorra és syringasavra bomlik fel.

A vizsgálatot folytatom és más phenolcarbonsavakra is kiterjesztem.

EGY ÚJ GALLACETOPHENONTRIMETHYLAETHER SYNTHESISISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A pyrogallolból az elmélet szerint két monomethyl keton származtatható le, a melyek közül eddig csak egy ismeretes, még pedig a NENCKI és SIEBER² által a pyrogallolból jégeczet és chlorzink behatása által nyert 2, 3, 4 trioxy 1 methylketon. A trioxybenzolok különböző származékai, a melyekben a helyettesítő gyökök a gallussavnak megfelelő állásban vannak, igen elterjedt vegyületek a növényországban és ez indított arra, hogy az izomér vegyület synthesisét megkísérleljem. A 3, 4, 5 trimethoxy 1 methylketont sikerült két különböző synthesis által előállítanom.

Az első esetben a trimethylgallusaldehydből indultam ki, mely vegyület synthesisét több év előtt³ ismerttettem. Rövid ideje, hogy SCHLOTTERBECK és MEYER H.⁴ azon megfigyelésüket tették közzé, hogy az aromás aldehidek ætheres oldatban fölös diazomethan hatására a megfelelő ketonokká alakulnak át. A trimethylgallusaldehyd fölös diazomethan jelenlétében több heti állás közben a keresett trimethoxymethylketonná változik át. A második előállítás módjarnél a trimethoxybenzoyleczetestert állítottam elő trimethylgallussav-ester és eczetsavas-æthylesternek fémes natriummal való condensatiója útján. Az ily módon nyert trimethoxybenzoyleczetester több óra hosszát hígított savakkal főzve a 3, 4, 5 trimethoxy 1 methylketonná alakul át. Ezen új

¹ A budapesti kir. m. tud. egyetem II. chemiai intézetében készült dolgozat.

² I. pr. [2] 23, 151, 538 (1881).

³ Berl. Ber. 41, 920 (1908).

⁴ Berl. Ber. 40, 479 (1907); Berl. Ber. 40, 847 (1907).

gallacetophenon trimethylæthert munkám kísérleti részében több származéka útján jellemeztem.

Kísérleti rész.

A diazomethan behatása a trimethylgallussaldehydre. A kiindulási test gyanánt szükséges trimethylgallusaldehydet a már előbb ismertetett¹ eljárás szerint állítottam elő. Fölös diazomethan 14 napi behatása után még kevés változatlan kiindulási anyag maradt vissza.

8 g jól kiszáritott trimethylgallusaldehydet kevés fémes natriummal száritott benzolban oldunk és az oldatot 100 cm³ víz- és alkoholmentes ætherbe öntjük. Ezután 25 g nitrosomethylurethanból ismert módon fejlesztett diazomethant 250 cm³ vízmentes ætherben fogunk fel. A diazomethan ætheres oldatát az aldehyd fentebbi oldatához elegyítjük. Csak kevés gázfejlődés állott be, a mely valószínűleg igen kis mennyiségű víz és alkohol jelenlététől ered. A keveréket 14 napig állni hagyjuk és ezután a még mindig sárga színű reactiók keverékből a fölös diazomethant az æther lepárlása által eltávolítjuk, miközben egy sárga olajszerű test marad vissza. Ezen olajat frakcionálva destilláljuk. Legnagyobb részét 10 mm nyomáson 173—174° C között megy át és a termelési hányad 80%. A destilláló lombikban kis mennyiségű, magasabb forrpontú sárga olaj marad vissza, melynek további vizsgálatával nem foglalkoztam. A frakcionált olajat rövid ideig a vacuumexsiccatorban állni hagyjuk, miközben fehér kristályok válnak ki. E kristályokat leszűrjük és az átszivárgott olajat újból az exsiccatorba helyezzük. Rövid állás után új kristályosodás mutatkozik, mikor az egészet egy máztalan porcellántányérra öntjük és egészen meg hagyjuk száradni. A kristályokat eltávolítjuk és a szétaprózott porcellántányért ætherrel extraháljuk. Úgy az első, mint a második kristályosodás terméke változatlan kiindulási anyag és a trimethylgallusaldehyddel azonosnak bizonyult. Az ætheres oldatból az oldószert lepároljuk és a visszamaradt olajat frakcionálva destilláljuk,

¹ loc. cit.

miközben ez 10 mm nyomáson 173—174° C közt megy át. Ezen olaj nemsókára megdermed és ligroinból átkristályosítva 72° C-on olvadó tükben válik ki.

0.1684 g anyag adott: 0.3873 g CO_2 -t, 0.1053 g H_2O -t. $C_{11}H_{14}O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C = 62.85\%$, $H = 6.66\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 62.70\%$, $H = 6.94\%$.

Ezen vegyület a keresett 3, 4, 5 trimethoxy 1 methylketonés származékai útján a második módszer szerint előállított ketonnal azonosnak ismertem fel. Mivel ezen ketonnak forrpointja igen közel fekszik a trimethylgallusaldehidéhoz, destillatio útján nem különíthetjük el egymástól. A fentebbi elkülönítő eljárás hosszas és fáradságos, ezért gyakorlati módszert dolgoztam ki előállítására.

3, 4, 5 trimethoxy 1 benzoylacetester.

A gallacetophenon előállításához szükséges trimethoxybenzoylacetestert már PERKIN és WEIZMANN¹ a trimethylgalloylchloridnak az aceteczetester nátriumsójára való behatása által előállított trimethoxybenzoylaceteczetesterből szénsav kiválasztása útján nyerték. Én e vegyületet a trimethylgallussavmethylesternek és eczetsavas æthylesternek fémes natriummal való condensatiója útján állítottam elő CLAISEN módszere szerint. Ezen reactionál tekintetbe kellett venni KOSTANECKI és LAMPE² rövid ideje tett azon megfigyelését, hogy a trimethylgallussav származékainak reductiójakor a methoxylyökök a benzolgyűrűben hydrogénatommal helyettesíttetnek. Az általam választott kísérleti körülmények között ezen reactio nem áll be és a condensatio rendes módon megy végbe.

A trimethylgallussavmethylestert, melyet legelőször WILL a gallussav-methylesteréből állított elő, igen jó termelési hányaddal állíthatjuk elő a trimethylgallussavból methylalkohollal és sósavgázzal. A condensatiót következőképen eszközöljük:

50 g frakcionált destillatio útján nyert trimethylgallussav-

¹ J. Chem. Soc. 89, 1649 (1906).

² Berl. Ber. 41, 1327 (1908).

methylestert egy lombikban 19·5 g tiszta eczetsavasæthylesterrel öntünk le és 5·1 g fonallá sajtolt fémes natriummal a visszafolyó hűtőcsővel 16 óra hosszat a vízfürdőn hevítjük. Ezen idő alatt a natrium teljesen feloldódik és ekkor óvatosan vizet öntünk a reactiokeverékhez. Egynehány órai állás közben a termék egészen feloldódik és a trimethylgallussavmethylestert (14 g-ot) szűrés által eltávolítjuk. A szüredéket híg sósavval megsavanyítjuk, miközben egy sárga olaj válik ki, a melyet ætherrel kioldunk. Az æther lepárlása után egy olajszerű test marad vissza, a mely csakhamar megszilárdul. Methylalkoholból átkristályosítva 95° C-on olvad és azonosnak bizonyul a PERKIN és WEIZMANN által ismertetett vegyülettel. Hozadék 70%.

3, 4, 5 trimethoxy 1 methylketon.

Ha a trimethoxybenzoylacetestert híg kénsavval több óra hosszat hevítjük, igen jó termelési hányaddal alakul át trimethylgallacetophenonná és az esternek savra való bomlása csak igen kis mértékben megy végbe.

36 g trimethoxybenzoylacetestert 200 cm³ 25%-os kénsavval visszafolyó hűtőcsővel ellátott lombikban 9 óra hosszat hevítünk. A kihűlt folyadékot ætherrel kioldjuk és az ætheres oldatot többször híg natronlúggal összerázzuk. A lúgos oldat megsavanyításakor trimethylgallussav (7 g) válik ki. Az ætheres oldatból az oldószert lepároljuk és a visszamaradó olajszerű anyag csakhamar kristálytömeggé szilárdul. Ezután frakcionálva destilláljuk, miközben 10 mm nyomáson 173—174° C között megy át és csakhamar megdermed. Ligroinból szintelen tükben válik ki, a melyek 72° C-on olvadnak meg. Termelési hányad 18 g.

0·1598 g anyag adott: 0·3693 g CO₂-t, 0·1004 g H₂O-t. C₁₁H₁₄O₄ képlet alapján a számított értékek: C = 62·85%, H = 6·66%.

Kísérletileg talált értékek: C = 63·01%, H = 6·97%.

A trimethylgallacetophenon könnyen oldódik benzolban, alkoholban és ætherben. Ligroinban hidegen nehezen oldódik, ellenben könnyen melegben. Forró vízben meglehetősen oldódik. Petroleumætherben még melegen is majdnem oldhatatlan.

A trimethylgallacetophenon jellemzésére a p. nitrophenylhydrazon igen alkalmas. Legcélszerűbben akként állítjuk elő, hogy a keton 1 g-ját 20 cm^3 50%-os jégezetben oldjuk és a meleg oldathoz 1 g nitrophenylhydrazint — 20 cm^3 50%-os jégezetben oldva — öntünk. Rövid hevítés után a hydrazon kiválik; ezt teljes lehülés után leszűrjük és meleg alkoholból átkristályosítjuk. Hozadék 0·8 g. 0·1610 g anyag adott: 0·3496 g CO_2 -t, 0·0849 g H_2O -t; 0·1839 g anyag adott: $19\cdot2\text{ cm}^3$ nitrogént (22° , 760 mm). $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{O}_5\text{N}_3$ képlet alapján a számított értékek: $C=59\cdot12\%$, $H=5\cdot50\%$, $N=12\cdot17\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=59\cdot21\%$, $H=5\cdot85\%$, $N=11\cdot83\%$.

A p. nitrophenylhydrazon vörösbarna tűkben kristályosodik, a melyek $195\text{--}196^\circ\text{ C}$ -on olvadnak meg. E vegyület könnyen oldódik alkoholban, ellenben nehezen benzolban. A hydrazon oldhatatlan ligroinban és petroleumætherben.

A semicarbazon előállítására a keton 1 g-ját 20 cm^3 alkoholban oldjuk és 1 g semicarbazidchlorhydratból, 1 g calcinált natriumcarbonátból meg kevés vízből készített oldatot öntünk hozzá. Egy negyedóra hosszat hevítjük, mire az oldat lehülésekor a semicarbazon majdnem teljesen kiválik. Meleg vízből átkristályosítva $178\text{--}179^\circ\text{ C}$ -on olvadó tűkben válik ki.

0·1605 g anyag adott: 0·3181 g CO_2 -t, 0·0956 g H_2O -t. 0·1936 g anyag adott: $25\cdot9\text{ cm}^3$ nitrogént (22° , 759 mm). $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{O}_4\text{N}_3$ képlet alapján a számított értékek $= C=53\cdot93\%$, $H=6\cdot36\%$, $N=15\cdot35\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=54\cdot04\%$, $H=6\cdot26\%$, $N=15\cdot12\%$.

A semicarbazon könnyen oldódik alkoholban, nehezebben benzolban. Oldhatatlan hideg vízben, ellenben könnyen oldódik melegben. Ligroinban, ætherben és petroleumætherben oldhatatlan.

Ezen új gallacetophenontrimethylæther beható vizsgálatát fentartom magamnak, szintűgy szándékom a fentebbi eljárást más oxyketonok synthesisére is kiterjeszteni.

ADALÉKOK AZ ÜVEGRÁCSON ELHAJLÍTOTT FÉNY POLÁROSSÁGÁNAK ELMÉLETÉHEZ.¹

SELÉNYI PÁL-tól.

Bevezetés.

A M. Tud. Akadémia Matematikai és Természettudományi Bizottsága a szerzőt 1909 elején oly kísérleti tervezet kivitelével bízta meg, a mely az álló fényhullámoknak az ultramikroszkopos (igen kicsiny részecskéken történő) fényelhajlás révén való tanulmányozására vonatkozott.

Jelen dolgozat e megbízás folytán végzett vizsgálataim első, bár közvetett eredményeit tartalmazza. Ezek folyamán végeztem ugyanis 1909 nyarán azokat az 1. §-ban említendő kísérleteket, a melyek impulsust adtak arra, hogy az üvegrácsokon történő fényelhajlásról már régebben kialakult felfogásomat matematikai alakba önteni s a tapasztalattal összevetni megkísértssem.² Ez az elméleti próbálkozás s a hozzá fűződő kísérletek teszik tulajdonképeni tartalmát a dolgozatnak, a mely egyébként doktori értekezésem második részét körülbelül változatlan formában és tartalomban foglalja magában. Jóllehet egy s más dologra

¹ Kivonat a szerzőnek ugyanilyen című s a «Mathematikai és Physikai Lapok» XIX. kötete (1910) V. és VI. füzetében is megjelent doktori értekezéséből.

² Az ultramikroszkopos és az üvegrácson történő fényelhajlás közti kapcsolat kísérleteimben további folytatást nyert, miután az itt hypothesisesen felvett interferentiáját az elhajlított (szétszórt) fénynek sikerült *véges* útkülönbségek esetén kísérletileg is megvalósítanom. Ezekről a vizsgálatokról legközelebb szándékszom a Tekintetes Akadémiának beszámolni.

vonatkozó véleményem (főleg újabb vizsgálataim alapján) azóta némileg megváltozott, mégis jobbnak láttam — a dolgozat egységessége kedvéért — a szöveget változtatlanul hagyni s csupán jegyzet alakjában jelezni a lehetséges módosításokat. Doktori értekezésem első, történeti részét teljesen elhagytam; mégis a tárgyalandó jelenségek s kapcsolataik teljesebb áttekinthetősége kedvéért itt legalább utalni óhajtok rá. Végül még egy megjegyzést. A kifejtendő elmélet távolról sem tekinthető még véglegesnek. Kétségtelen, hogy a végleges elmélet az lesz, a mely az elhajlított fény polározásbeli viszonyait a fényelmélet differenciális egyenleteiből s a megfelelő határfeltételekből állítja majd elő. Ez a miénk csupán az erre való törekvés első lépésének tekinthető. Már ebből a szempontból is igyekeztem az elmélet minden eredményét lehetőleg a tapasztalattal ellenőrizni. E célra főleg FRÖHLICH IZIDOR egyetemi tanár úr részben már közzétett, részben még nem publikált s csupán e célra átengedett mérési adatait használtam fel, másrészt pedig a magam kísérleteit, a miket KLUPATHY JENŐ egyetemi tanár úr laboratóriumában végeztem. Legyen szabad nevezett tanárainknak szíves és sokoldalú támogatásukért e helyen is őszinte köszönetet mondanom.

1. §. A FRÖHLICH-féle elmélet továbbfejlesztése, nehézségek a rezgő centrumok értelmezésében. A STOKES-féle felfogás általánosítására vezető egyszerű kísérletek, e felfogás fogalmazása.

Tárgyalásaink alapja és kiinduló pontja FRÖHLICH *Experimentelle Erforschung und theoretische Deutung der Polarisation des von Glasgittern gebeugten Lichtes* (Mathem. u. naturwiss. Berichte aus Ungarn, XXII. Bd., 1907) cz. összefoglaló és alapvető munkája lesz, a melynek eredményeire, mint ismeretésekre, hivatkozhatunk.¹ A munka *kísérleti részében* összefoglalt

¹ E munkának magyar nyelven csak áttekintő kivonata jelent meg: *Az elhajlított fény polározásának új törvényszerűségei* czímen, a Math. és Term.-tud. Értesítő XXIV. k. 1906. 465—494. lapján, azonban a kísérleti rész részben már befoglaltatik FRÖHLICH *Üvegrácsokról visszaverődve-elhajlított fény polározási viszonyai általános törvényszerűségeinek kísérleti megállapítása*, Math. és Term.-tud. Értesítő. XXII. 207—312. l. 1904 cz. értekezésében, míg a harmadik magyar nyelvű közleménye: *A circumaxialis polá-*

mérések tanúsága szerint azok a fényvectorrendszerek, a melyek valamely üvegrácsra eső lineár-poláros fénysugárból *visszaverődéses-elhajlással* előállanak, általában két típusra vezethetők vissza, a *circumaxiális* és *isogonális* rendszerre. Az előbbi rendszerben a fényvectorok oly eloszlásuak, hogy az — egy gömbön ábrázolt — polározási irányok a gömbnek egy bizonyos tengelyhez tartozó parallel közeinek érintői; az utóbbiban e polározási irányok oly köröknek érintői, a melyeket a gömb egy bizonyos érintőjén átfektethető síksor a gömbfelületen kimetsz.

Az *elméleti* rész oly rezgő centrumoknak előállításával foglalkozik, a melyekből kiinduló sugárzás az említett rendszerek tulajdonságait mutatja. Ez elméleti rész eredményei szerint a circumaxiális rendszer előállítására alkalmas egy, a rendszer tengelye mentén lineáris rezgést végző elektron; az isogonális rendszer előállítására egy ilyen elektron s egy reá merőlegesen rezgő magneton, ill. egyetlen elektron, a mely lineáris oscillatiót s egyúttal arra merőleges tengely körül forgó oscillatiót végez, feltéve, hogy e két rezgés energiája egyenlő.

Szinte felesleges rámutatni annak a jelentőségére, hogy az elhajlított fény rendkívül bonyolódott polározási viszonyait ilyen aránylag egyszerű típusokra lehetett visszavezetni s viszont ezeket szintén ilyen egyszerű rezgő centrumokkal előállítani. Az elméletnek következő lépése — egészen magától értetődleg — az lenne, hogy számot adjunk arról, *hogyan állnak elő a rácsfelületen azok a hypothesises rezgési állapotok*. Azonban az ilyen irányú továbbhaladás útjába nem csekély nehézségek gördülnek.

Már a circumaxiális polározás értelmezésekor is találkoztunk ilyen nehézséggel. A legegyszerűbb eset¹ értelmezéséhez oly rezgésre van szükségünk, melynek iránya egybeesik a zérus intenzitású visszavert sugáréval. A BREWSTER-törvény szerint ez

rozás törvényének általános érvényessége egyenletes fénytörésű közegek belsejében. Ugyanezen Értesítő XXVII. 299—370. l. 1909. már a németül közölteken kívül új eredményeket is tartalmaz. A szövegben rendszeren a német munkára fogok hivatkozni.

¹ L. FRÖHLICH i. m. 49. §. 250—252. l.

éppen a megtört fény rezgésiránya. Itt tehát még annyira a mennyire rendben volna a dolog, ámbár hogy hogyan hozza létre ez a vector a *levegőben* a circumaxiális rendszert, nehéz elképzelni; azonban már egy kissé általánosabb esetben, mikor t. i. a polározás síkja nem merőleges a beesésére, ez a felfogás is cserben hagy, minthogy a mindenkori circumaxiális rendszer tengelye nem esik össze a megtört fény mindenkori rezgési irányával.

Még sokkal komolyabb természetű akadályra bukkanunk azonban az isogonális rendszer értelmezésekor. Ez, az elektromágneses fényelmélet szerint, akkor állhat elő, ha a fénynek mind elektromos, mind mágneses vektora gerjesztőleg hat. Viszont azonban ismeretes, hogy minden eddig ismert fénytűnémeny leírására pusztán az elektromos vectorral, mint «irányadó» vectorral beérhetjük.¹ Egyrészt tehát ebből a szempontból igen meglepő volna e tünetmények kivételes állása, másrészt pedig a mágneses vector megjelenését csakugyan semmiféle egyszerű módon sem lehet magyarázni.

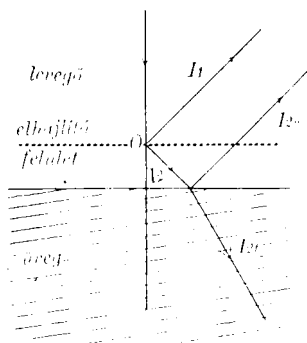
Ilyen irányú eredménytelen elméleti próbálgatások, majd meg a STOKES-féle felfogás² körül forgó elméletek után végre is néhány egyszerű kísérlet vezetett arra az elméletre, a melyet alább ismertetni fogok.

A kicsiny részecskéken történő fényelhajlást óhajtván ugyanis kísérletileg vizsgálni, planparallel üveglemez (jobbfejta tükör-üveg) egyik lapját megolvasztott kén fölé tartva, rácsapódó finom kényszemecskékkal vontam be s az így praeparált lemezt minden irányra beállítható keretre szerelve, egy JAMIN-féle nagy polározó-kör közepére helyeztem. Egy NERNST-lámpának lencsével közel párhuzamossá tett fénye polározó hasábon át merőlegesen esett rá az említett lemez *réteges* felére. A kénrészecskéken a *levegőbe* elhajlított fényt (azaz a *visszaverődve elhajlított* fényt) nicollal megvizsgálva, azt — elegendő finom részecskék

¹ V. ö. DRUDE: Lehrb. d. Optik, zweite Auflage, 239., 247. l. 1906.

² STOKES kísérleteinek és elméletének (a miről többször fog szó esni) ismertetését l. FRÖHLICH i. m. 2. §. 86—92. lapján vagy a szerző doktori dolgozatának első részében.

esetén — majdnem teljesen síkban polározottnak találtam, a polározási síkok elrendezését pedig (megközelítőleg) *isogonálisnak*, azaz ugyanolyannak, mint a milyent az üveg rácsozása által létesített elhajlított fény mutat.¹ Ez az eredmény különben igen nagy valószínűséggel várható is volt. Vessük azonban össze ezt a megfigyelést azzal, a mit a homogén közegben történő fény-szóródásról tudunk² s akkor kimondhatjuk, hogy: *egy kicsiny részecskén elhajlított fény circumaxiálisán van polározva, ha a részecske homogén közegbe van ágyazva; isogonálisán, ha levegő-üveg határfelületére van helyezve.*³ Minthogy pedig a részecskét az üvegfelülethez fokozatosan közelítve, az első esetből a másodikba *a jelenséget* folytonosan vihetjük át, közeleső a gondolat, hogy ezt a folyamatot *számítással* is kövessük. A mint az *O* részecske a felülethez közel jön, minden irányból két (elhajlított) sugár jut a megfigyelő szemébe (l. az 1. ábrát); az egyik (I_1) — a részecskén a beeső fényvel egyugyanazon oldala irányában hajlítva el — közvetlenül; a másik (I_{2v}) — az átmenő fény oldala irányában hajlítva el — az üvegen való visszaverődés útján. Addig, a míg a részecske távolsága a lemeztől legalább fényhullámhosszrendű, erre a visszaverődésre biztosan alkalmazhatjuk FRESNEL formuláit s így kiszámíthatjuk a két sugár interferenciájának eredményét. *Azzal a feltevéssel élve, hogy akármilyen kis távolság esetén is érvényesek e formulák*, megpróbáltam kiszámolni a polárossági síkok várható elrende-

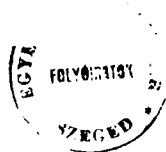


1. ábra.

¹ Megjegyzem, hogy mind ezek, mind az alább említendő megfigyelések csupán kvalitatív jellegűek voltak, minthogy e kísérleteket talajdonképen más szempontból végeztem.

² FRÖBLICH i. m. 12. §. 127—133. lapját, ill. *A circumaxiális polározás stb.* cz. idézett értekezése 2. és 15—18. §-át.

³ Ha t. i. a fény normálisan esik a felületre s a visszaverve-elhajlított fényt figyeljük meg.



zését abban az esetben, mikor a részecske egészen a határfelületre jut, s a megfigyelésekkel tökéletesen egyező eredményt kaptam.¹

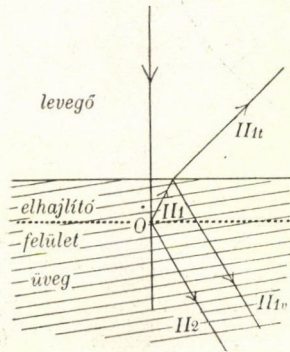
E szerint *a visszaverődéses elhajlításról oly képet alkothatunk magunknak, hogy a beeső fény az elhajlító felület előtt (ámbár hozzá végtelenül közel) szenved elhajlítást (azaz válik gerjesztő középponttá), a megfigyelt visszaverődve-elhajlított fény pedig eredője annak a két sugárnak, a mely az elhajlítás helyéről közvetlenül, ill. visszaverődéssel a megfigyelő szemébe jut.*

Látnivaló, hogy ez az értelmezés közvetlen általánosítása a STOKES-féle felfogásnak, a mely szerint a visszaverődéses elhajlítás a rácsfelület előtti elhajlás s azután történő szabályos visszavetődés útján jön létre (irreguláris reflexio). Belátjuk azt is, miért áll az irreguláris reflexio a tapasztalattal ellentétben, mint azt FRÖHLICH kétségbevonhatatlanul bebizonyította (i. m. 72. §. 335 – 338. l.) Éppen, mert a tényleges vectorrendszernek csak egyik összetevőjét tartalmazza. Egyúttal az is kitűnik, hogy a STOKES-féle felfogás módosítandó a töréses-elhajlítás értelmezése végett is, a melyre eredetileg szánva volt. Valóban, ha a tárgyalt esetben (l. ábra) a *megtörve* elhajlított (az üvegbe lépő) fényt azonosítani akarnók az (I_2) sugárnak az üvegbe lépő (I_{2v}) részével, akkor az üvegben csak egy olyan kúpon belől kapnánk elhajlított fényt, melynek fényviláásszöge a teljes visszaverődés határszöge (a surlódó beeséshöz tartozó törésszög).² A tapasztalat szerint azonban a megtörve-elhajlított fény is kitölti a maga félterét. Ehhez az eredményhez is könnyen eljuthatunk, ha az *üvegben* is (szabad sík felületéhez végtelenül közel) *felveszünk egy elhajlító felületet*, a mit már a symmetria is követel, nem lévén egyelőre okunk az egyik közeget a másik felett kiténtetni. Az ezen történő fényelhajlás (l. a 2. ábrát) azután a (II_2) és (II_{1v}) sugarakat szolgáltatja a megtörve-elhajlított, a (II_{1v}) sugarat a visszaverődve-elhajlított fényhez.

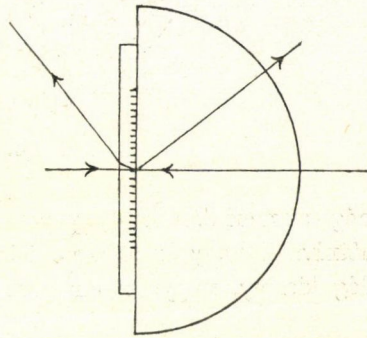
¹ Ez azonban nem bizonyítja, hogy a tett feltevés szigoruan teljesítve van. Erre vonatkozó felfogásomat ugyan néhány újabb kísérletlem lényegesen módosította, azonban a dolgozat megírásakor követett álláspontot még korai volna feladni. (Utólagos megjegyzés.)

² STOKES megfigyeléseiben valóban csak ilyen sugarak szerepeltek, mert planparallel üvegre készült rácsal dolgozott.

Itt lesz helyén felemlíteni egy a (II_{1t}) sugárrendszerre vonatkozó megfigyelést, a mely itt közölt felfogásmódukkal szintén szoros vonatkozásba hozható. Az említett kénscapadékon történő fényelhajlítást homogen közegben akarván létesíteni, az üveglemez réteges oldalát egy csepp czedrusolaj közvetítésével közel ugyanakkora törésmutatójú üvegfélgömb átmérő-lapjára ragasztottam (l. a 3. ábrát), miután a kénréteget védelmiül igen vékony collodium-hártyával vontam be. Akár a félgömbön, akár a lemezen keresztül esett e præparatumra (az átmérőlapra merő-



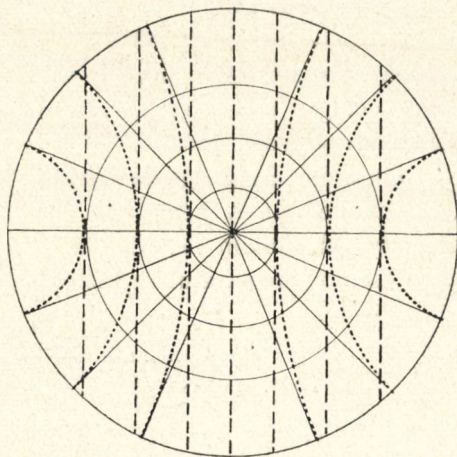
2. ábra.



3. ábra.

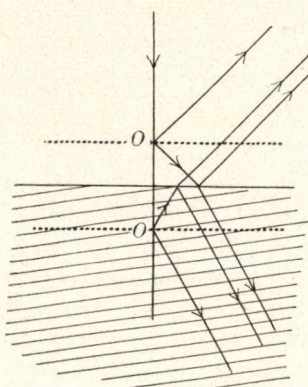
legesén) síkban polározott fény, a kénrészesekéken elhajlított sugarak közül a félgömbön irányváltozás nélkül kilépő sugarak a várható *circumaxiális*, a lemezen át közönséges töréssel kilépők pedig az *isogonális* polározást mutatták. Ez a kísérlet tehát azt mutatja, hogy a *circumaxiális rendszerből egyszerű töréssel isogonális rendszer keletkezhet*.¹ Ezt az első pillanatra annyira meglepő eredményt könnyebben megértendő, a 4. ábrán stereografikai vetületben ábrázoltunk egy gömbfelületet, rajta a circumaxiális elrendezést (pontozott körívek) és az isogonális polározást (vonalkázott egyenesek) ábrázoló vonalrendszerekkel, a melyre

¹ Ez egyúttal STOKES irreguláris törését is igazolja, de csak ebben a legegyszerűbb esetben, a belső totális reflexio határszögéig, a melyet ő éppen az ilyen, üvegből levegőbe megtörve-elhajlított fény polározási állapotának leírására konstruált.



4. ábra.

még a meridiánok és parallelkörök hálózatát is felrajzoltuk. Látnivaló, hogy kisebb pólustávolságoknál az eltérés közöttük elég kicsiny, nagyobbaknál szintén nagyobb, de mindig olyan,



5. ábra.

hogy az isogonalitásnak megfelelő polározási irány nagyobb szöget zár be az elhajlás (s egyúttal törés) síkjával, mint az eredeti circumaxiális; megfelelően annak, hogy töréskor a polárosság síkja a beesés (törés) síkjától távolodik, a beesés szögével együtt növekvő mértékben. Azonban minderről majd a későbbi számolások folyamán lesz még szó. Mielőtt ezekre rátérnék, most még egyszer összefoglalom az eddig mondottakat:

Két különböző közeg határfelületén keletkező fényelhajlásról oly képet alkothatunk magunknak, hogy a *határfelület két oldalához végtelen közelségben, mint homogén közegben keletkező fényelhajlás jön létre; a megfigyelt (visszaverődve, ill. megtörve) elhajlított fény pedig ezen elhajlító centrumokból közvetlen, ill. visszaverődés*

és törés után ugyanazon irányban kiinduló s egymással interferáló sugaraknak az eredője (l. az 5. ábrát).

A következő §-ban meg fogom mutatni, hogyan lehet e felfogás alapján az adott esetben várható polározási azimutokat kiszámítani.

2. §. Az előző §-ban kifejtett felfogás matematikai formulázása; az általános eset nehézségei. Feltevés: merőleges beeséskor a primær fényelhajlás egyszerű circumaxiális; az ebből folyó képlet levezetése.

Jöllehet az előzőkben kifejtett felfogás alapján — ha helyes — a fentebb tárgyalt összes jelenségek quantitativ leírásához el kellene jutni, ezt a leírást eddigelé csupán a merőleges beesés esetére tudtam keresztülvinni. Ennek a korlátozásnak okairól kívánok néhány szót előrebocsájtani.

A szóban forgó értelmezésnek lényege az, hogy a határfelületen létesülő fényelhajlást egyszerűbb esetre, a homogén közegben előálló fényelhajlásra vezeti vissza.

Azonban a homogén közegben elhajlitott fénynek is csak polárossági állapotát ismerjük, de intenzitás-eloszlását nem; holott nekünk erre is szükségünk van, hogy a direkt és a visszavert sugar eredőjének polározási azimutját kiszámíthassuk.¹ Továbbá ezek az ismereteink is csupán arra az esetre vonatkoznak, mikor közönséges haladó fényhullámból keletkezik az elhajlitott fény; holott egy visszaverő lap előtt általában sokkal bonyolultabb fényrezgési állapot van.

¹ Itt lesz helyénvaló a bevezetésben említett megjegyzéseket megtenni. A szóban forgó másodrendű centrumokat kétféleképp gondolhatjuk. Egyrészt u. i. valamely fénytájtárta közeg minden pontja a HUYGENS elv értelmében elemi hullámok kiinduló pontjának tekinthető, másrészt egy más értelemben elemi gerjedésnek tekinthető egy végtelen kicsiny *anyag*i részecskén történő fényelhajlás, fényszóródás. Mind az első (STOKES-féle), mind a második (RAYLEIGH-féle) elemi hullám *polározási* állapota circumaxiális, az utóbbinak — az elmélet értelmében — intenzitáseloszlása is az. Dolgozatom megírásakor — talán nem egész helyesen — inkább az utóbbira gondoltam. A szövegben az intenzitáseloszlásra tett megjegyzés arra vonatkozik, hogy a kísérletileg megvalósított fényszóródás rendszerint nem mutatja a fényintenzitás egyenletes eloszlását. Ennek okaira legközelebbi dolgozatomban fogok részletesebben kitérni.

Mindezek a nehézségek merőleges beesésnél mutatkoznak még a legkisebb mértékben. Egyrészt a szabályosan visszavert fény *intenzitása* ez esetben a legkisebb, másrészt *iránya* egybeesik a beesőével, azaz — legalább a törésmutató nem nagyon nagy értékénél — merőleges beesés esetén a határfelület előtt keletkező fényrezgési állapot nem különbözik lényegesen attól, a mely közönséges haladó fényhullámban uralkodik. A határfelület másik oldalán — a megtört fényben — természetesen mindig ez az egyszerű rezgési állapot áll fenn, az innen származó fényelhajlással tehát biztosabban számolhatunk.

Nevezzük egyszerűség kedvéért *első* közegnek azt, a melyben a szóban forgó elhajlított sugarak tova haladnak s számoljunk először azzal a feltevással, hogy

1. a fényelhajlás az első közegben történik.¹

Erről a — homogen közegben létesülő — fényelhajlásról az előző megfontolások alapján a *legegyszerűbb feltevással* élve *felteszszük*, hogy benne *a polározási síkok is, az intenzitás is olyan egyszerű circumaxiális elrendezést mutatnak, melynek iránya a felületen lévő fényvector rezgés-iránya*, a fényvectort az elektromos vectorral azonosítva.²

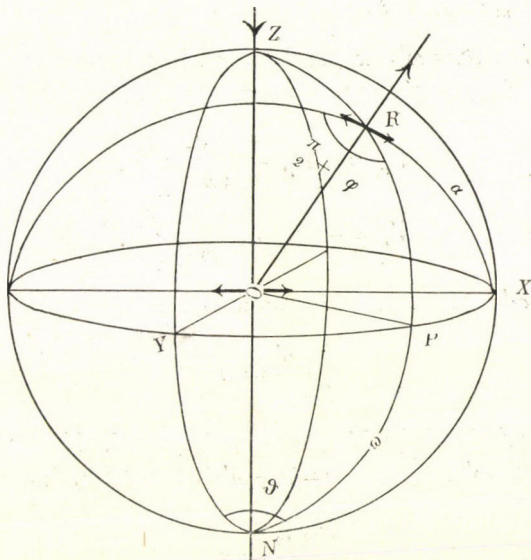
Legyen (l. a 6. ábrát) \vec{ZO} a beeső fény iránya, a ZOX sík ennek rezgéssíkja, azaz a ZOY sík a polározási síkja, legyen \vec{OR} egy tetszésszerű elhajlított sugár, $NOR \angle = \omega$ az elhajlás

¹ Lásd az 1. ábrát.

² Szükségesnek látom ehhez a feltevéshez némi megjegyzést fűzni. E feltevés tulajdonképen azt jelenti, hogy az a — hogy úgy mondjam — *primaer* fényvector-rendszer, a mely a felületen keletkezik s a melyből a megfigyelhető elhajlított fényt a már többször említett módon rakjuk össze, teljesen meg van határozva a *felületen* lévő fényrezgés, mondjuk elektromos rezgés által. Ez a feltevés mindenestre *csak első közelítésben* helyes, minthogy inkább a szigorúan vett *fényterjedés* (fluoreszkálás), továbbá az elmélet és újabb vizsgálataim szerint a végtelen kicsiny anyagi részecskéken történő *fényszóródás* természetének felel meg, mintsem a *fényelhajlásának*. A fényelhajlásban a fényvector *felületi értékein* kívül mindig szerepel ennek *normális-menti differenciáhányadosa* is. Ennek a szerepele teszi éppen a lényeges különbséget a HUYGHENS-ELV FRESNEL-féle alkalmazása és POISSON-KIRCHHOFF-féle szigorú fogalmazása között.

szöge és $POY \sphericalangle = \vartheta$ az a szög, a melyet a ZOR elhajlás síkja a beeső fény polározási síkjával alkot.

Legyen a az O -ban történő circumaxiális gerjedés amplitudója,¹ akkor e beeső vector amplitudójának



6. ábra.

az elhajlás síkjával párhuzamosan rezgő componense $a \sin \vartheta$
 „ „ síkjára merőlegesen „ „ $a \cos \vartheta$
 és a közvetlenül (ϑ, ω) irányban induló rezgés (I_1) megfelelő componensei az egyszerű circumaxialitás értelmében

$$\begin{aligned} K_p &= a \sin \vartheta \cos \omega, \\ K_m &= a \cos \vartheta. \end{aligned} \quad (1)$$

¹ Maga a fényvector tehát $\frac{a}{r} \cos \frac{2\pi}{T} (t - \frac{r}{c})$ alakú volna. Nekünk azonban elegendő az egységnyi távolságban való amplitudóval dolgozni. Jegyezzük meg egyúttal, hogy az a -ra vonatkozólag semmi határozott feltevést (hogy például arányos a beeső, esetleg az eredő rezgéssel stb.) sem teszünk, kivéve a mi az irányát illeti. |

Ez a rezgés jut közvetlenül a megfigyelő szemébe; egy közön-
séges visszaverődés után pedig az O -ból $(\vartheta, \pi - \omega)$ irányban
induló rezgés (I_2 l. az 1. ábrát), melynek componensei

$$\begin{aligned} B_p &= a \sin \vartheta \cos(\pi - \omega) = -a \sin \vartheta \cos \omega, \\ B_m &= a \cos \vartheta. \end{aligned} \quad (2)$$

Legyen a $ZOR\Delta = \omega' = \pi - \omega$, akkor a FRESNEL-formulák szerint
a visszavert fényrezgés amplitudóinak összetevői

$$\begin{aligned} V_p &= B_p \frac{\operatorname{tg}(\omega' - \chi')}{\operatorname{tg}(\omega' + \chi')}, \\ V_m &= -B_m \frac{\sin(\omega' - \chi')}{\sin(\omega' + \chi')}, \end{aligned} \quad (3)$$

a hol χ' az ω' beesési szöghöz tartozó s a

$$\frac{\sin \omega'}{\sin \chi'} = n$$

törési törvényből adódó hegyes szöget jelenti. Könnyű belátni,
hogy (3)-ban ω' helyébe $\omega = \pi - \omega'$ -t tehetünk, ha egyúttal χ'
helyébe a

$$\frac{\sin \omega}{\sin \chi} = n$$

ből adódó s ω -val ugyanegy körnegyedben lévő, most tehát
tompá χ szöget tesszük. E szerint tehát

$$\begin{aligned} V_p &= -a \sin \vartheta \sin \omega \frac{\operatorname{tg}(\omega - \chi)}{\operatorname{tg}(\omega + \chi)}, \\ V_m &= -a \cos \vartheta \frac{\sin(\omega - \chi)}{\sin(\omega + \chi)}. \end{aligned} \quad (4)$$

Miután feltettük, hogy az elhajlító réteg a határfelülethez
végtelenül közel van, (1) és (4) között útkülönbég nincs és így
közvetlen összeadással adódnak az eredő rezgés componensei:

$$\begin{aligned} E_p &= a \sin \vartheta \cos \omega \left(1 - \frac{\operatorname{tg}(\omega - \chi)}{\operatorname{tg}(\omega + \chi)} \right), \\ E_m &= a \cos \vartheta \left(1 - \frac{\sin(\omega - \chi)}{\sin(\omega + \chi)} \right), \end{aligned}$$

vagy egyszerű átalakítás után:

$$\begin{aligned} E_p &= a \sin \vartheta \cos \omega \frac{2 \sin \chi \cos \chi}{\sin (\omega + \chi) \cos (\omega - \chi)}, \\ E_m &= a \cos \vartheta \frac{2 \sin \chi \cos \omega}{\sin (\omega + \chi)}. \end{aligned} \quad (5)$$

Legyen φ a szóban forgó elhajlított sugárnak az elhajlás síkjára vonatkozó polárizási azimutja, akkor tehát

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{E_p}{E_m} = \frac{\cos \chi}{\cos (\omega - \chi)} \cdot \operatorname{tg} \vartheta \quad (6)$$

a keresett összefüggés a beeső és az elhajlított fény polárizási azimutja, valamint az elhajlás szöge s a rácsanyag törésmutatója között.

Mint látnivaló, ez a képlet közvetlenül a STOKES-féle

$$\operatorname{tg} \varphi = m' \operatorname{tg} \vartheta$$

alakban írható, a jelen esetben pedig

$$m' = \frac{\cos \chi}{\cos (\omega - \chi)}.$$

Mielőtt ez eredmény megbeszélésébe fognánk, mutassuk meg, hogy — az 52. lapon említett kísérletnek megfelelően — ugyan-ezen képlethez még sokkal egyszerűbb úton juthatunk el, ha feltételezzük, hogy

2. a fényelhajlás a második közegben történik.

Ezen feltevés értelmében (2. ábra) az *I.* közegben megfigyelt (ϑ, ω) irányú sugár nem más, mint a *II.* közegben (ϑ, χ) irányban induló II_1 sugárnak megtört része, II_u .

A (ϑ, χ) irányban induló circumaxiális rezgés amplitudójának componensei (1) analogiájára

$$\begin{aligned} B_p &= a \sin \vartheta \cos \chi, \\ B_m &= a \cos \vartheta. \end{aligned} \quad (7)$$

A törés után ezekből (megint az ω, χ szögek bevezetésével nyert FRESNEL-formulák szerint) lesznek

$$T'_p = B'_p \frac{2 \sin \omega \cos \chi}{\sin (\chi + \omega) \cos (\chi - \omega)},$$

$$T'_m = B'_m \frac{2 \sin \omega \cos \chi}{\sin (\chi + \omega)}$$

és így az elhajlított fény polározási azimutjára nyerjük a

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{T'_p}{T'_m} = \frac{\cos \chi}{\cos (\omega - \chi)} \operatorname{tg} \vartheta \quad (8)$$

a (6)-tal tökéletesen egyező képletet.¹

E második levezetéshez még azt a megjegyzést fűzhetjük, hogy benne nem szükséges az egyszer circumaxialitás, azaz az intenzitásoknak is circumaxiális eloszlását feltételezni.² Valóban, amíg csak a circumaxiális *polározás* fennáll, azaz a míg

$$\frac{B'_p}{B'_m} = \operatorname{tg} \vartheta \cos \chi,$$

addig a (8) képlet is változatlan marad, úgy hogy a (7) helyett az általánosabb

$$\begin{aligned} B'_p &= af(\vartheta, \omega) \sin \vartheta \cos \chi, \\ B'_m &= af(\vartheta, \omega) \cos \vartheta \end{aligned}$$

feltevésekkel is élhetünk s itt az $f(\vartheta, \omega)$ tetszés szerinti függvény lehet, míg az első levezetésbe ilyen általánosítással csak olyan függvényt hozhatunk be, a mely az

$$f(\vartheta, \omega) = f(\vartheta, \pi - \omega)$$

feltételnek eleget tesz.

A levezetésekben, ill. a hozzávaló rajzokban hallgatólag feltettük, hogy a kisebb törésmutatójú I. közegbe lépő elhajli-

¹ Ugyanez a képlet adódik természetesen STOKES-nál is, de a *megtörve* elhajlított fényre. Látnivaló, hogy a mi értelmezésünk szerint inkább ezt a megkülönböztetést kellene tenni: levegőbe elhajlított fény, üvegbe elhajlított fény, míg az a körülmény, hogy a szóban forgó elhajlított sugár a megtört vagy a visszavert fény oldalán van-e, mellékes. A tapasztalás ezt a következtetést igazolja is, mint látni fogjuk.

² STOKES csakugyan a cosinus-törvény szerint való intenzitáseloszlást használja.

tott fényt figyeljük meg. Természetesen ugyanez a képlet a II. közegbe lépő fény azimutját is megadja, ha beléje az elhajlási szög megfelelő értékeit helyettesítjük.

Szinte felesleges említeni, hogy a (6) vagy a (8) képlet a homogen közegben létesülő fényelhajlást is magában foglalja. Valóban, $n=1$ esetben $\chi=\omega$ lévén, a (6) vagy a (8) átmegy a

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \vartheta \cos \omega$$

jól ismert képletébe a circumaxiális polározásnak.

3. §. Az elmélet és kísérlet egybevetése merőleges beeséskor, üvegrácsról levegőbe visszaverődve elhajlított fény esetén. *a)* A beeső fény lineár-poláros. FRÖHLICH adatainak összehasonlítása a számított értékkel; igen jó egyezés. KROWSTEIN adatai; a számítás valószínűleg nem egyezik a mérésekkel, ha $n > 1,60$. *b)* A beeső fény nem poláros. FRÖHLICH megfigyeléseinek kibővítése. Az elhajlított fény az elhajlás síkjában partiálisan polározva van.

Eljutottunk végre addig, hogy elméleti úton nyert képletünket a kísérleti eredményekkel összevessük. Ezt az összehasonlítást először azon az adatsorozaton végeztem el, a melyet FRÖHLICH idézett könyvének 316. lapján közöl, mint a lineár-poláros fény merőleges beesésekor keletkező (a levegőbe) visszaverődve-elhajlított sugarak polározási azimutjait.

Az összehasonlítás eredményeit az I. táblázat tartalmazza, a hol ϑ , ω' jelenti a szóban forgó elhajlított sugár gömbi koordinátáit, φ_0 a megfigyelt polározási azimutot, φ_c a fenti képletből számítottat; $\varphi_c - \varphi_0$ e szerint annak a mértéke, mennyire adja vissza képletünk a valóságot, végül $\vartheta + \pi - \varphi_0$ a megfigyelt azimutoknak a szigorú isogonalitástól való eltérést méri.

I. Táblázat.

ϑ	ω'	φ_0	φ_c	$\varphi_c - \varphi_0$	$\vartheta + \pi - \varphi_0$
00,0	26,0	179,7	180,0	+ 0,3	+ 0,3
00,0	45,0	180,1	180,0	- 0,1	- 0,1
00,0	80,0	180,0	180,0	0,0	0,0
45,0	26,0	223,3	224,1	+ 0,8	+ 1,7
45,0	45,0	221,0	222,6	+ 1,6	+ 4,0
45,0	80,0	223,9	224,0	+ 0,1	+ 1,1
90,0	26,0	270,2	270,0	- 0,2	- 0,2
90,0	45,0	270,1	270,0	- 0,1	- 0,1
90,0	80,0	270,7	270,0	- 0,7	- 0,7
135,0	26,0	316,3	315,9	- 0,4	- 1,3
135,0	45,0	319,0	317,4	- 1,6	- 4,0
135,0	80,0	318,4	316,0	- 2,4	- 3,4
180,0	26,0	359,5	360,0	+ 0,5	+ 0,5
180,0	45,0	359,7	360,0	+ 0,3	+ 0,3
180,0	80,0	360,2	360,0	- 0,2	- 0,2
225,0	26,0	43,6	44,1	+ 0,5	+ 1,4
225,0	45,0	41,4	42,6	+ 1,2	+ 3,6
225,0	80,0	43,2	44,0	+ 0,8	+ 1,8
270,0	26,0	90,4	90,0	- 0,4	- 0,4
270,0	45,0	90,4	90,0	- 0,4	- 0,4
270,0	80,0	90,8	90,0	- 0,8	- 0,8
315,0	26,0	137,1	135,9	- 1,2	- 2,1
315,0	45,0	139,5	137,4	- 2,1	- 4,5
315,0	80,0	137,9	136,0	- 1,9	- 2,9

Ha figyelmünket elsősorban erre a rovatra fordítjuk, észreveszszük, hogy a jelen esetben — mint már jeleztük — az isogonális polározás törvénye nagy közelítéssel fennáll. Azonban a tőle való eltérések nagyobbak és szabályosabbak, semhogy kísérleti hibának lehetne betudni őket.

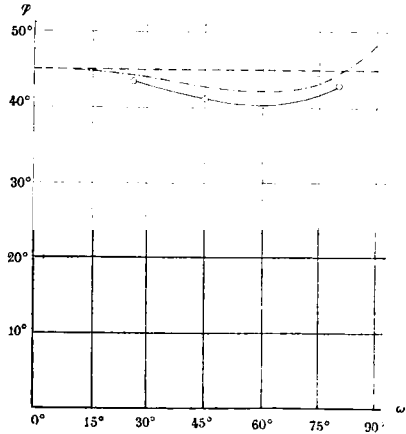
Az utolsóelőtti rovat megtekintése arról győz meg, hogy a mi

$$\operatorname{tg} \varphi = m' \operatorname{tg} \vartheta$$

képletünk ezeket a finom eltéréseket is elég hiven adja vissza.

Sőt, így magában tekintve e táblázatot, a megegyezést kitünőnek mondhatni, minthogy az előforduló legnagyobb $2^\circ,4$

eltérés is olyan φ_0 értéknél jelentkezik, melynél a rácsozás közének befolyása is $\pm 1^\circ,2$ eltérésben nyilvánul.¹ Áttekinthetőség kedvéért a 8. rajzon grafikusán is ábrázoltam a $\vartheta = 45^\circ$ elhajlási síkban lévő sugarak azimutjait, a mint azok a meg-



7. ábra.

figyelésből (—), az isogonálisból (-----) és a fenti képletből adódnak (-.-.-). A számítás különben igen egyszerűen történik. A $\sin \omega = n \sin \chi$ képletből kiszámítjuk az $\omega = 26^\circ$, 45° , 80° -hoz tartozó χ értékeket. E rácstra a polározás szöge $P = 56^\circ 15'$ adatából

$$n = \operatorname{tg} P = 1,497,$$

majd a megfelelő

$$m = \frac{\cos \chi}{\cos (\omega' - \chi)}$$

értékeket s végül a $\operatorname{tg} \varphi = m \operatorname{tg} \vartheta$ -ból a φ_c értékeket. Az $m = 1$ adná az isogonális polározást, míg például a most tárgyalt esetben $\omega' = 26^\circ$, 45° , 80° -nak megfelel

$$m = 0,967, 0,920, 0,966.$$

¹ V. ö. az idézett helyen közölt teljes táblázat ötödik és nyolcadik rovatát.

Az m értékei egyúttal a $\vartheta=45^\circ$ -hoz tartozó $\operatorname{tg} \varphi_c$ értékek is. Ez egyúttal a legérdekesebb eset, mert egy bizonyos ω -nál ekkor vagy pontosabban a $\operatorname{tg} \vartheta = \sqrt{\frac{1}{m}}$ -ből adódó ϑ mellett van a legnagyobb különbség ϑ és φ_c között. A tg értéke persze nem szabja meg, hogy a megfelelő szög melyik negyedben keresendő; a most közölt táblázatban a 0° azimut alatt beeső fényhez tartozó önmagában visszavert fény azimutját FRÖHLICH nyomán 180° -nak vettük, a többi érték ebből már a folytonosság alapján egyértelműleg meg van határozva. Ezentúl egyszerűség kedvéért inkább a $|\varphi_c| \leq \frac{\pi}{2}$ értékeket fogjuk használni.

FRÖHLICH egyetemi tanár úr szíveségéből alkalmam volt a most közölteken kívül összehasonlító számításokat végezni még egy táblázat adataival, a mely KRONSTEIN BÉLA tanárjelölt, jelenleg debreczeni főreáliskolai tanár úr mérési adatait tartalmazza. Ezek a mérések ugyancsak a mérőleges beeséskor keletkező, üvegrácson levegőbe visszaverődve-elhajlított fényrendszerre vonatkoznak, de öt különböző: $n_D=1,4781, 1,4782, 1,6222, 1,7547$ és $1,9303$ törésmutatójú üveggel végeztettek. A számítás folyamán azonban kiderült, hogy a táblázatban két, esetleg három törésmutató valószínűleg fel van cserélve s ezért az összehasonlítás eredményét nem fogom részletesen közölni. Mégis, mint *igen valószínű* következtetéseket említhetem, hogy a két legkisebb törésmutatójú rács adatai a számítással épp oly jól egyeznek, mint a közölt, FRÖHLICH-féle adatok, míg $n_D=1,6222$ -től kezdve az adatokból a mi elméletünkkel szemben határozott irányú s a törésmutató növekedésével növekvő eltérés olvasható ki. Nevezetesen, míg az elmélet szerint $n=1,60$ -on túl $m'>1$, azaz $|\varphi_c|>|\vartheta|$ is lesz, addig a mérések szerint ez sohasem következik be, sőt a legnagyobb $n_D=1,9303$ törésmutatójú rácson $|\varphi_c|$ már ismét lényegesen kisebb $|\vartheta|$ -nál. Nyilván a törésmutató ily nagy értékeinél már nem lehet a 34. lapon tett egyszerű feltevésekkel élni. Azonban még igen korai volna ezek alapján az elmélet bővítéséről beszélni.

Áttérek most azoknak a megfigyeléseknek felemlítésére, a melyeket az üvegrácsra normálisan beeső *nem poláros* (termé-

szetes) fényből keletkező visszaverődve-elhajlított fénysugaron végeztem s a melyek a FRÖHLICH-féle megfigyelések kibővítésére s bizonyos értelemben az elmélet megerősítésére vezettek.

FRÖHLICH többször idézett műve 43. §. 2. pontjában ugyanis az a nevezetes megfigyelés foglaltatik, hogy *normálisan beeső lineár-poláros fény esetén az elhajlított fény intenzitása független a beeső fény azimutjától*; a 39. §. 2. pontja szerint pedig *normálisan beeső természetes fény esetén valamennyi elhajlított sugár szintén természetes állapotú*; mely utóbbi különben az előbbi törvénynek közvetlen folyománya.

Ez a két megfigyelés azonban a mi képletünkkel ellentétben áll. Valóban az 57. lap (5) képlete szerint az elhajlított fény intenzitása

$$I_{\vartheta} = E_p^2 + E_m^2 = \\ = a^2 \left(\frac{2 \sin \chi \cos \omega}{\sin(\omega + \chi)} \right)^2 \left\{ \cos^2 \vartheta + \left(\frac{\cos \chi}{\cos(\omega + \chi)} \right)^2 \sin^2 \vartheta \right\},$$

vagy máskép

$$I_{\vartheta} = I_{\vartheta=0} \{ \cos^2 \vartheta + m'^2 \sin^2 \vartheta \},$$

ez pedig, a míg

$$m' \neq 1,$$

a ϑ -tól nem független. Így pl. $n=1,50$ esetén és $\omega'=45^\circ$ -nál

$$I_{\vartheta=90} = 0,846 I_{\vartheta=0},$$

ilyen arányban kellene tehát a szabad szemmel megfigyelt sugár intenzitásának változnia, ha a polározót 90° -kal elforgatjuk. Minthogy nem ismertem határozott adatot arra, hogy milyen rendű intenzitásváltozást lehet ilyen körülmények között észrevenni, az elméletnek másik folyományát tettem kísérlet tárgyává, azt, a melyet a természetes beeső fényre vonatkozólag mond. E szerint ugyanis az elhajlított fény ez esetben sem természetes, hanem *parciálisan poláros* fény. Mert hiszen

$$\operatorname{tg} \varphi = m' \operatorname{tg} \vartheta$$

lévén, ha, mint rendszeren, $m' < 1$, akkor egyúttal $|\varphi| < |\vartheta|$, tehát akármekkora a beeső fény polározási azimutja ϑ , az el-

hajlított fénynek az elhajlás síkjában polározott komponense viszonylag nagyobb lesz, tehát természetes beeső fény esetén is az elhajlított fény az elhajlás síkjában lesz parciálisan polározva.¹ A parciális polárosság felismerésére pedig igen érzékeny polariskopokkal rendelkezünk s valóban egy SAVART-féle lemezt téve az analysator elé, a szóban forgó sugarakat az elhajlás síkjában parciálisan polározottaknak találtam. Megpróbáltam azután meg is mérni ezt a parciális polárosságot a szokásos módon üveglemezzel való kompenzációval.² Azonban, bármilyen egyszerű is elvben a parciális polárosság mérése, az éppen rendelkezésemre álló eszközökkel pontos méréseket még nem végezhettem. A mutatkozó nehézségek részletezése igen messze vezetne, e helyett a II. táblázaton összeállítottam néhány tájékoztató adatot, a melyet egy — ugyancsak FRÖHLICH tanár úrtól származó — átlós lapján rácsozott $n_D = 1,616$ törésmutatójú derékszögű egyenlőszárú üveghasábon nyertem; benne ω' jelenti a beeső és elhajlított sugár közti szöveget, i az üveglapra való beesés szögét, melynél a kompenzáció bekövetkezett, végül

$$p = 100 \cdot \frac{1 - \cos^4(i-r)}{1 + \cos^4(i-r)}$$

a parciális polárosságot százalékokban. A p -nek kissé nagy értékei³ valószínűvé teszik, hogy a megfigyelésből nem volt minden hamis fény teljesen kiküszöbölve, ámbár ilyen rendű parciális polárosság nicollal még mindig csak a fényintenzitás kellő megválasztásakor ismerhető fel.

¹ Az elhajlás síkjára merőlegesen, ha $m' > 1$. Jegyezzük meg egyúttal, hogy ez a parciális polárosság tulajdonképpen már abból a kísérleti tényből, hogy beeső lineár-poláros fény esetén a polárossági állapot nem szigorúan isogonális, azaz $\varphi \neq \vartheta$, nagy valószínűséggel következtethető.

² V. ö. pl. WINKELMANN: Handb. d. Phys. II. kiadás VI. 1250—52. l.

Nyilván ez a kompenzáció csak oly sugarakon lehetséges, a melyek a STOKES-féle általános

$$\operatorname{tg} \varphi = m' \operatorname{tg} \vartheta$$

törvénynek hódolnak. Ily módon lehetséges lenne e törvényt ellenőrizni s egyúttal az m' -t egyetlen mérésből meghatározni.

³ Az említett KRONSTEIN-féle adatokból körülbelül $\frac{2}{3}$ -szor ekkora polárosság adódnék.

Az a körülmény, hogy még $\omega' = 75^\circ$ -nál is a beesés síkjában fekvő polárosság észlelhető, mutatja, hogy ekkora törésmutató esetén képletünk csakugyan már nem használható, viszont a kompenzálás lehetősége kétségtelenné teszi, hogy e parciális polárosság már az isogonalitástól való eltérésből az

$$m'_{obs} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{\operatorname{tg} \delta} = \cos^2(i-r)$$

képlettel számítható. Ennek az összefüggésnek az ellenőrzése azonban sokkal pontosabb méréseket igényel.

II. Táblázat.

ω'	i	p
30°	44°	9%
45	52.4	14
60	57.1	18
75	45.7	10

4. §. Az elmélet és kísérlet folytatólagos egybevetése; a merőlegesen beeső fény elhajlása üveg és különböző folyadékok határfelületén történik. KRONSTEIN és KRONBERGER adatai; igen jó egyezés. Ha $n < 1$, az elmélet elliptikus polározást ad a totalreflexio határszögén túl lévő sugarakra; az ezekre érvényes képletek.

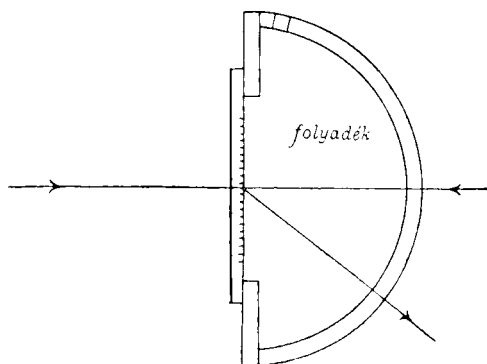
Az eddigiekben két típusos polározási állapotról beszéltünk, a *circumaxiális* és *isogonális* polározásról, s láttuk, hogy képletünk mindkettő pontos quantitativ leírására alkalmas.

Mínthogy a circumaxiális rendszer homogén közeg belsejében, az isogonális lényegesen különböző optikai közegek (üveg és levegő) határfelületén keletkezik, FRÖHLICH már idézett művében fontos feladatnak tüzi ki annak a megvizsgálását, milyen rendszerek keletkeznek olyan közegek határfelületén, a melyek relatív törésmutatói az 1 és 1,5 határok között mozognak.

Ezt a vizsgálatot egy egyetemi THAN-féle pályázat keretében KRONSTEIN BÉLA és KRONBERGER EDE akkori tanárjelölt urak az 1907/08. évben végezték el; e mérések eredményét, a melyet

megint FRÖHLICH egyet. tanár úr volt szives e célra átengedni, a jelen fejezetben fogom elméletünkkel összehasonlítani.

Előbb azonban néhány szót a kísérleti berendezésről. A mérések kivételére egy a ZEISS jeni czégnél készült üveg-præparatum szolgált, a mely üres üveg-félgömbhéjből és hozzáragasztott üvegrácsból állott (lásd keresztmetszetben a 8. ábrán). A rácsozás síkja az előbbinek mértani átlós síkja helyét foglalta el; a folyadék betöltésére a gömbhéjban készült kicsiny nyílás szolgált. Az egész præparatum minden irányban (a határfelület síkjában is) forgathatólag volt felszerelve az említett



8. ábra.

JAMIN-féle kör középre. A mérések eredményét, elméletünkkel összehasonlítva, a III. táblázaton (a 67. lapon) találjuk.

A táblázat berendezéséhez a következőket tartom szükségesnek megjegyezni: Benne ϑ jelenti a beeső fény polározási azimutját az elhajlás síkjához képest, ω az elhajlás szögét, azaz a beeső fény positiv iránya és az elhajlított sugár positiv iránya közti szöget. Miután pedig mindig a *rácsfelületről a folyadékon át kilépő* sugarak figyeltettek meg, ennél fogva $0^\circ \leq \omega \leq 90^\circ$, a mikor a beeső fény az üveglapon át (ábránkon balról) jut a rácsozott felülethez, a megfigyelt elhajlított sugarak tehát tulajdonképen úgynevezett megtörve-elhajlított sugarak, míg az $90^\circ \leq \omega \leq 180^\circ$ esetben a beeső fény a folyadékon keresztül (ábránkon jobbról) jut a rácsozott felülethez, a megfigyelt sugarak tehát a visszaverődött fénynyel vannak egy oldalon, azaz

III. Táblázat.

Az első közeg		Levegő $n_D = 1,00$			Víz $n_D = 1,33$			Alcohol $n_D = 1,36$		
relativ törésmutató		1,48			1,112			1,088		
ϑ	ω	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$
45°	$\pm 150^\circ$	-42,5	-43,8	+1,3	-41,7	-41,8	+0,1	-41,0	-41,6	+0,6
	± 135	-42,3	-42,5	+0,2	-37,2	-37,6	+0,4	-36,9	-37,3	+0,4
	± 120	-40,7	-41,6	+0,9	-31,9	-32,4	+0,5	-31,1	-31,4	+0,3
	± 105	-41,8	-42,5	+0,7	-26,1	-27,2	+1,1	-22,2	-25,2	+3,0
	± 75	+41,8	+42,5	-0,7	+26,1	+27,2	-1,1	+22,2	+25,2	-3,0
	± 60	+40,7	+41,6	-0,9	+31,9	+32,4	-0,5	+31,1	+31,4	-0,3
	± 45	+42,3	+42,5	-0,2	+37,2	+37,6	-0,4	+36,9	+37,3	-0,4
	± 30	+42,5	+43,8	-1,3	+41,7	+41,8	-0,1	+41,0	+41,6	-0,6
	± 15	+45,1	+44,7	+0,4	+44,4	+44,2	+0,2	+44,1	+44,1	0,0
	0	+45,3	+45,0	+0,3	+45,1	+45,0	+0,1	+45,0	+45,0	0,0

Az első közeg		Terpentin $n_D = 1,48$			Szénkéneg $n_D = 1,63$			Methylenjodid $n_D = 1,74$		
relativ törésmutató		1,00			0,91			0,85		
ϑ	ω	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$
45°	$\pm 150^\circ$	-40,1	-40,9	+0,8	-40,0	-39,9	-0,1	-39,1	-39,1	0,0
	± 135	-34,6	-35,3	+0,7	-32,6	-32,3	-0,3	-29,5	-29,5	0,0
	± 120	-25,5	-26,6	+1,1	-17,6	-17,1	-0,5	-3,0	-	-
	± 105	-13,2	-14,5	+1,3	-0,5	-	-	-1,5	-	-
	± 75	+13,2	+14,5	-1,3	+0,5	-	-	+1,5	-	-
	± 60	+25,5	+26,6	-1,1	+17,6	+17,1	+0,5	+3,0	-	-
	± 45	+34,6	+35,3	-0,7	+32,6	+32,3	+0,3	+29,5	+29,5	0,0
	± 30	+40,1	+40,9	-0,8	+40,0	+39,9	+0,1	+39,1	+39,1	0,0
	± 15	+43,1	+44,0	-0,9	+43,7	+43,8	-0,1	+42,0	+43,6	-1,4
	0	+44,9	+45,0	-0,1	+45,0	+45,0	0,0	+45,0	+45,0	0,0

visszaverődve-elhajlított sugarak. A φ_0 jelzésű rovat tartalmazza a megfigyelt polározási azimutokat. Ez adatok első megtekintésre mutatják, hogy *egyazon sugár azimutja ugyanaz, akár töréses, akár visszaverődéses elhajlítással jött létre.*¹ Ez a körülmény hathatósan támogatja azt a feltevésünket, a mely képletünk levezetésében alapul szolgált, hogy t. i. a felületen előálló gerjedést első közelítésben csak az *ottlévő* rezgéstől tettük függővé, ellenben a beeső fénysugár irányát figyelmen kívül hagytuk. Könnyen érthető, hogy ez a feltevés éppen az egységhez közelálló törésmutatókon van nagy pontossággal teljesítve.² A φ_c rovatban a képletünkkel számított polározási azimutokat találjuk, végül a $\varphi_0 - \varphi_c$ rovatban a mért és számított értékek különbségét. *Ez a különbség a legtöbb esetben a mérések hibahatárán belül marad, úgy hogy ez az adatsorozat elméletünk alkalmazhatóságát — az említett korlátozásokkal — minden kétségen felül helyezi.*

Külön kell azonban most még szólnunk a *szénkénegre* és a *methylenjodidra* vonatkozó adatok ellenőrzéséről. E két esetben ugyanis a relatív törésmutató $n < 1$ lévén, a totalreflexio határszögénél nagyobb ω értékekhez nem kapunk valós χ értéket, mely a

$$\frac{\sin \omega}{\sin \chi} = n$$

egyenletnek eleget tenne. Nem lesz tehát valós az az érték sem, a melyet az

$$\frac{E_p}{E_m} = \operatorname{tg} \varphi = \frac{\cos \chi}{\cos (\omega - \chi)} \operatorname{tg} \vartheta$$

képlet a $\operatorname{tg} \varphi$ számára szolgált. Ez a körülmény pedig — mint az az optikából ismeretes — azt jelenti, hogy a szóbanforgó fény már nem lineárisan, hanem elliptikusan polározott. Ismeretes az is, hogy ha a két amplitudo-componens viszonyát

$$\frac{E_p}{E_m} = x + iy = \rho e^{i\theta} \quad (9)$$

¹ A $0^\circ, 1^\circ$ -ig terjedő egyezés persze csak annak köszönhető, hogy az *igen közel* egyező adatok középértékei vannak a táblázatba bevezetve.

² Egyébként v. ö. 54. lapon tett ² alatti megjegyzéssel.

alakban írjuk, akkor ρ jelenti a két componens reális amplitudójának viszonyát, δ a köztük lévő fáziskülönbséget.¹ Ez adatokból az ellipszis jellemzői is könnyen előállíthatók. Legyen (9. ábra) φ' az ellipszis nagytengelyének hajlása a P tengelyhez,

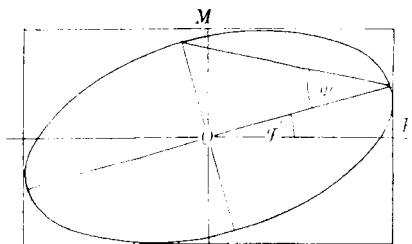
$$\frac{b}{a} = \operatorname{tg} \phi$$

a két tengely viszonya, akkor

$$\operatorname{tg} 2\varphi' = 2 \frac{\rho}{\rho^2 - 1} \cos \delta, \quad (10)$$

$$\sin 2\phi = 2 \frac{\rho}{\rho^2 + 1} \sin \delta. \quad (11)$$

Visszatérve táblázatunk adataira, a mondottak szerint szénkénénél $\omega = 75^\circ$ -nál, methylenjodidnál $\omega = 60^\circ$ és 75° -nál s



9. ábra.

az ezekhez symmetriás sugarakon elliptikus polározást kellene találjunk. Minthogy a megfigyelők ezt nem jelzik, ellenben a

¹ Az ennek belátására vezető utat talán így lehetne jelezni:
Legyen a két komponens-rezgés

$$E_p = A\rho \cos(\omega t + \delta)$$

$$E_m = A \cos \omega t,$$

vagy a szokásos exponentiális alakban írva

$$E_p = A\rho e^{i(\omega t + \delta)} = A\rho e^{i\omega t} e^{i\delta}$$

$$E_m = A e^{i\omega t}$$

s akkor rögtön adódik, hogy

$$\frac{E_p}{E_m} = \rho \cdot e^{i\delta}.$$

Egyébként l. pl. VOIGT: Magnetooptik 29—32. l., 1907.

nicolon észlelhető minimumot tökéletlennek találták, azzal a közeleső feltevéssel éltem, hogy a *rezgési* ellipszis kis-tengelyét vették *polározási* irányznak. Ezen feltevéssel vannak kiszámítva a (9), ill. (10) és (11) képlet szerint a IIIa. táblázatban foglalt adatok.

III a) Táblázat.

ω	Szénkéneg				Methylenjodid			
	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$	ϱ^2	φ_0	φ_c	$\varphi_0 - \varphi_c$	ϱ^2
$\pm 120^\circ$	—	—	—	—	$-3,0$	$-2,1$	$-0,9$	0,068
± 105	$-0,5$	$-2,1$	$+1,6$	0,124	$-1,5$	$-8,7$	$+7,2$	0,851
± 75	$+0,5$	$+2,1$	$-1,6$	0,124	$+1,5$	$+8,7$	$-7,2$	0,851
± 60	—	—	—	—	$+3,0$	$+2,1$	$+0,9$	0,068

E képletek alakulása jelen esetben a következő:

$$\frac{E_p}{E_m} = \operatorname{tg} \vartheta \frac{\cos \chi}{\cos(\omega - \chi)} = \operatorname{tg} \vartheta \frac{1}{\cos \omega + \operatorname{tg} \chi \sin \omega}, \quad (12)$$

a hol

$$\sin \chi = \frac{1}{n} \sin \omega;$$

legyen továbbá:

$$\operatorname{tg} \chi = \frac{\sin \chi}{\cos \chi} = \frac{\sin \omega}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \omega}} = -i \frac{\sin \omega}{\sqrt{\sin^2 \omega - n^2}} = -ik, \quad (13)$$

akkor

$$\frac{E_p}{E_m} = \operatorname{tg} \vartheta \frac{1}{\cos \omega - ik \sin \omega} = \operatorname{tg} \vartheta \frac{\cos \omega + ik \cos \omega}{\cos^2 \omega + k^2 \sin^2 \omega} = (x + iy)$$

és végül

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{y}{x} = k \frac{\sin \omega}{\cos \omega} = \frac{\sin^2 \omega}{\cos \omega \sqrt{\sin^2 \omega - n^2}} \\ \rho = \sqrt{x^2 + y^2} &= \operatorname{tg} \vartheta \frac{1}{\sqrt{\cos^2 \omega + k^2 \sin^2 \omega}} = \operatorname{tg} \vartheta \frac{1}{\cos \omega \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \vartheta}} \end{aligned} \right\} (14)$$

Ezekből a ρ és δ értékekből azután (10) és (11) szerint számítjuk ki az ellipszist jellemző φ és ψ adatokat, megjegyezvén, hogy φ a kis tengely hajlását jelenti, melyre azonban

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \operatorname{tg} 2\varphi'$$

áll fönn.

Ha az ilyen módon számított azimutokat az észlelt adatokkal összevetjük, azt látjuk, hogy a megegyezés igen jó a *methylenjodid* $\omega=60^\circ$ esetén, mikor a számítás szerint is az ellipszis igen lapos ($\rho^2=0,068$); kevésbé jó a *szénkéneg* $\omega=75^\circ$ esetén, a hol az ellipszis domborúbb ($\rho^2=0,124$); s egészen rossz a *methylenjodid* $\omega=75^\circ$ esetben, a mikor azonban a számítás közel körösen poláros fényt ad ($\rho^2=0,851$), a mikor tehát egy bizonyos polározási azimutról még közelítőleg sem lehet beszélni.

5. §. Az elmélet és kísérlet folytatólagos egybevetése merőleges beeséskor levegő-üveg határfelületén az üvegbe elhajlított fényt illetőleg. Az elmélet fényes igazolást nyer a teljes visszaverődés határszögénél tett megfigyelésekkel. Fázis-ugrás, ha a beeső fény síkban poláros; tökéletes síkban polározás, ha a beeső fény természetes.

Ebben a §-ban a levegő-üveg határfelületén töréses vagy visszaverődéses elhajlítással létrejövő, de mindig az üvegbe lépő elhajlított sugarakról lesz szó.

E sugarakra vonatkozólag qualitativ adatokat FRÖHLICH már i. m. 79. §-ában közöl.¹ E szerint akár az üveg, akár a levegő oldaláról esik merőlegesen a rácsfelületre síkban polározott fény, az üvegbe elhajlított sugarak közül a direkt átmenőhöz közel haladók szintén síkban polárosak s polározási állapotuk közel isogonális, de már a jobban elhajlított sugarak elliptikusan polározottak, sőt majdnem körösen polározottak is lehetnek, a mint arról BABINET-féle compensátorral könnyen meggyőződhetni.

FRÖHLICH egyetemi tanár úr szíves szóbeli közléséből volt

¹ Ezek a megfigyelések vékony planparallel üveglemezre készült ráccsal történtek, a mely a lemez sima, ráccsotlan felével ugyanakkora törésmutatójú üvegfélgömb átmérőlapjára volt ragasztva.

tudomásom újabb, főleg KURDILLA FERENCZ tanárjelölt úr közreműködésével végzett vizsgálatainak¹ azon nevezetes eredményéről, hogy a mint a szóban forgó elhajlított sugarakat BABINET-compensátorral vizsgálva, mind jobban elhajlított sugarakat figyelünk meg, *egy bizonyos szögnél a compensator sötét csíkja jóformán ugrásszerűen tolódik el*, azaz ennél a szögnél az elhajlított fényvector két komponense — az elhajlás síkjával \parallel és reá \perp komponens — között ugrásszerűen tetemes fáziskülönbség áll be.

Fenti képleteink taglalása közben csakhamar felismertem, hogy ez az eredmény belőlük közvetlenül kiolvasható, egyszerűsmind az is, hogy ez *a fázisugrás a teljes visszaverődés határ-szögénél következik be*. Valóban, a míg ω ennél kisebb, addig a $\text{tg } \varphi$ valós, az elhajlított fény síkban poláros; azon túl a $\text{tg } \varphi$ képzetes, az elhajlított fény elliptikusan poláros; a két komponens közti fáziskülönbség pedig ennél a szögnél ugrásszerűen veszi fel a $\frac{\pi}{2}$ értéket,² a (14) szerint

$$\text{tg } \delta = \infty$$

lévén, ha

$$\sin \omega = n.$$

De a mi képletünkéből még több is kiolvasható. Ugyanis ha

$$\text{tg } \delta = \infty,$$

akkor akármilyen δ értéknél is, ha csak

$$\text{tg } \delta \neq \infty,$$

mindig

$$\rho = 0,$$

azaz: *akármilyen azimutban legyen is lineárisan polárizva a levegő-üveg határfelületére merőlegesen beeső fény, az üveg-*

¹ E vizsgálatoknál a tömör üveg-félgömb átlós síkja barázdálva volt és külön rács nem kellett.

² Igen kézzelfogható módon teszi szemlélhetővé ezt a fázisugrást az interferentia-csíkoknak megtörése ennél a szögnél, ha a BABINET-t úgy állítjuk a megfigyelő cső elé, hogy az interferentia-csíkok az elhajlás síkjában, tehát vízszintesen fekszenek.

ben a teljes visszaverődés határszöge irányában haladó, elhajlított sugarak mind a mindenkori elhajlás síkjában vannak polározva; (egyúttal közülök a beeső fény polározási síkjára merőlegesen elhajlított két sugárnak, melyekre $\text{tg } \vartheta = \infty$, az intenzitása zérus).

Ugyanez a következtetés érvényes akkor is, ha a beeső fény természetes állapotú. Nevezzük FRÖHLICH nyomán *elválasztó kúp*nak a rácsnak üvegbe mutató normálisa körül, mint tengely körül, a teljes visszaverődés határszögével, mint félnyílásszöggel leírt kúpfelületet, akkor ez utóbbi eredményünket így mondhatjuk ki: *Ha rácsozott üvegfelületre merőlegesen — akár az üveg, akár a levegő oldaláról — természetes fény esik, akkor az üvegy anyagban, az elválasztó kúp mentén haladó elhajlított sugarak mind teljesen síkban polározottak, polárosságuk síkja pedig a mindenkori elhajlási sík.*

Mind e következtetéseket fényesen igazolták azok a megfigyeléseim, a melyeket egy átlós lapján rácsozott, 1,62 törésmutatójú üvegfélgömbön végeztem.¹ Két dolgot azonban meg kell említenem. Egyrészt, hogy e következtetésekre nem *tisztán* elméleti úton jutottam, másrészt, hogy bármilyen híven adják is vissza képleteink az elválasztó kúp jelenségét, mégis nem bizonyos, hogy a szóban forgó egész sugárrendszert ily pontosan leírják. Legalább néhány kvalitatív megfigyelés e tekintetben kétséget keltett bennem.

Nem is volna meglepő, ha ennél az egységnél jóval kisebb $n = \frac{1}{1,62} = 0,62$ törésmutatonál képletünk a valóságot ép úgy nem adná teljesen híven vissza, mint a hogy az egységnél jóval nagyobb $n=1,62$ törésmutatonál s ezen túl *valószínűleg* szintén nem követi teljesen a valóságot.

¹ Ezt az üvegfélgömböt szintén FRÖHLICH tanár úr szivességének köszönöm.

6. §. Levegőbe visszaverődve-elhajlított fényrendszerek általánosabb esetei. Nem merőleges beesés; közelítő egyezés a tapasztalattal a beesés síkjában polározott fény esetén. Az eltérések értelmezése; az elmélet bővítésének iránya. Összefoglalás.

A tárgyalásaink elején jelzett korlátozással eddig kizárólagosan a merőleges beesés esetével foglalkoztunk. Most még egész röviden annak a megbeszélésére óhajtok kitérni, mit mond elméletünk általánosabb esetekben, hogyan kell azt esetleg bővíteni ezeknek leírása céljából.

Legközelebb eső általánosításnak kell tekintenünk azokat az eseteket, a mikor a beesés szöge nem zérus ugyan, de a beeső fény még mindig a beesés síkjában van polározva. A FRÖHLICH-féle törvények szerint ugyanis a polározási síkok eloszlása levegőben ezekben az esetekben is még mindig nagy megközelítéssel isogonális.

Elméletünkben, mint már többször kiemeltük, csupán a felületen rezgő elektromos erő iránya szerepel, mint az egész elhajlított sugár-rendszer meghatározó adata. Ez az *irány pedig változatlan marad, akárhogyan változtassuk is a beesés síkjában polározott fény beesési szögét*; tehát az elhajlított sugár-rendszernek is változatlannak kellene maradnia. Első közelítésben ez --- mint mondtuk --- így is van, azonban nagyobb beesési szögeknél már az isogonalitástól is, elméletünktől is nagyobb eltérések vannak, semhogy akár az egyikkel, akár a másikkal pontosabb leíráshoz beérhetnők. Ezek a tények félreismerhetetlenül ismét arra mutatnak, hogy e fényelhajlási jelenségeknél a fényvectoron (elektromos vectoron) kívül annak normálistemti differenciálhányadosa is irányadó szerepet játszik. Ebben az utóbbiban jelentkezik éppen a beeső fény sugar *iránya*, a mely pedig minden fényelhajlási tüneménynél többé vagy kevésbé, de figyelembe veendő. Ugyanerre az eredményre más meggondolásokkal is eljuthatunk.

A homogén közegben, igen kicsiny *anyag*i részecskéken történő fényelhajlás (fényszóródás) circumaxiális *polározási állapot*át RAYLEIGH egy dielektromos golyóból kiinduló sugárzással állítja elő. De ez utóbbinak intenzitás-eloszlása is circumaxiális,

míg a közönséges értelemben vett elhajlított fény intenzitás-eloszlásában az átmenő fény iránya mint kitüntetett irány szerepel.

Ez a mi vector-rendszerünk, a mely a RAYLEIGH-féle egyszerű circumaxiálisból van összerakva, úgy értelmezhető, mint két különböző közeg határfelületén elhelyezett dielektromos gömböcskéből reáeső elektromos hullám hatására kiinduló sugárzás. Az összerakás módja folytán az intenzitás-viszonyok nálunk a polározási állapotra is befolyást gyakorolnak, érthető tehát, hogy ez az egyszerű kép általánosabb esetekben a polározási viszonyokat sem adja vissza hiven.¹ A mellett azonban maga a felfogásmód — mint arról számos különböző esetben meggyőződtem — a *legáltalánosabb esetben is közelítőleg* tájékoztat a várható jelenségek természetéről.

Összefoglalás.

1. A STOKES-féle elmélet közvetlen általánosításaképen a két közeg határfelületén történő fényelhajlásról oly felfogást fejtettem ki, melynek értelmében a fényelhajlás a felület két oldalán, bár hozzá végtelen közelfekvő centrumokon jön létre mint egyszerű circumaxiális gerjedés s a megfigyelhető elhajlított fény nem más, mint e centrumokból kiinduló közvetlenül, továbbá visszaverődés, ill. törés útján a szembe jutó hullámok interferenciájának eredője.

2. Ezt a felfogást a merőleges beesésre vonatkozólag matematikai formába öntöttem s megmutattam, hogy e formulával nemcsak a merőlegesen beeső fényre vonatkozó eddigi megfigyelések állíthatók elő nagy pontossággal, hanem hogy általa új, eddig nem ismeretes jelenségek felismerésére is juthatni.

3. Végül megpróbáltam az elmélet eddigi hiányait értelmezni s a fényelhajlás természetének általános vonásait tartva szem előtt, kijelölni az elmélet továbbfejlesztésének valószínű útját.

¹ A mi vektorrendszerünk és a valóságban előálló között tehát olyanféle viszony van, mint a RAYLEIGH-féle és a STOKES-féle elemi gömbhullámok közt. Egyébként v. ö. az 53. lapon ¹ alatt tett megjegyzéssel.

ELEKTROMOS HULLÁMOK KIÁRAMLÁSA FÉMEKBŐL.

SZILÁRD BÉLÁ-tól.¹

I.

Az elektromos hullámok kimutatására használatos műszerekre jellemző, hogy már olyan rendkívül kicsiny, elektromos hullám formájában megnyilatkozó energiameennyiséget is megéreznek, melynek esetleg 10^{18} -szorososa sem gyakorol rájuk hatást, ha a megnyilvánulás alakja valamilyen más természetű energia. A műszer orgánumának eme selectív hatására támaszkodva, első pillanatra jogosnak látszik tehát, hogy mindazt az energiafeleséget, a mely az orgánumokban megfelelő elváltozást hoz létre, szükségképen elektromos hullámnak tartjuk.

A megfigyelések azonban némi megszorítást tesznek szükségessé. A detektőrök egyik csoportja főként bizonyos *természetű* hullámokra érzékeny, tekintet nélkül a gerjesztés módjára, míg a másik csoport bizonyos *módon* gerjesztett hullámokra érzékeny, tekintet nélkül a hullám természetére. Így a kohererekkel könnyű szerrel kimutathatunk akár kicsiny, akár nagy hullámú rezgést, még akkor is, ha annak az energiaja végtelen kicsiny s ha a leadó és felfolyó áramkör rendszere egyáltalán nincs is syntonizálva; syntonizálással az érzőképességet fokozhatjuk még egy bizonyos fokig; azontúl azonban a koherer a hatásokat nem fogja felfogni. Ezzel szemben az elektrolýtos-telefonos detektőrök igen kicsiny hullámhossz (egészen 5 mm-ig s néha még

¹ A párisi Curie-laboratoriumban készült dolgozat.

azonfelül) esetén, ha a rendszerek nem resonálnak, teljességgel érzéstelenek. A rendszerek gondos összehangolásával, hosszabb hullámú rezgésekkel ellenben elérhető, hogy a detektorok érzékenysége a kohéerét százszorosán felülmulja.

A műszereknek például választott eme két csoportja közötti lényeges különbségből azt következtethetnők, hogy a műszer organumában létrehozott változás talán nem, vagy legalább nem mindig magának az elektromos hullámnak, hanem valamilyen az elektromos hullámokat *kísérő* jelenségnek a következménye. Ezt a kísérő jelenséget azonban eddig semmiképpen sem sikerült meghatározni, annál kevésbé különválasztani. Egyebekben pedig az is lehetséges, hogy a fenti különbségek nem egyvalamilyen kísérő jelenségben, hanem abban lelik magyarázatukat, hogy a felfogó műszer organumára gyakorolt hatás mindegyik esetben közvetett és egyszersemind más és más természetű, hogy az egyik esetben pl. talán maguk az elektromos hatások, a másik esetben pedig csak az ezek okozta hőhatások lépnek előtérbe.

Mindezekre való tekintettel a következőkben «elektromos hullámok»-ról fogunk ugyan beszélni, de alattuk általában mindazokat az elektromos távolhatásokat fogjuk érteni, melyeket a kohéer megőroz; tekintet nélkül arra, hogy vajjon csakugyan rezgésekről van-e szó vagy sem.

2.

A fennebb körvonalozott okoknál fogva valamilyen előreláthatólag igen kis intenzitású s egyébként ismeretlen sajátságú elektromos távolhatás kutatására a priori a kohéerer látszik legalkalmasabbnak; de alkalmazása azért is czélszerű, mert a hatás érzékelése aránylag kevésbé finyás műszerrel történhetik: milliampèremétert, vagy pedig relais-t és kalapácsot alkalmazhatunk. Ez utóbbi elrendezésnek még az is az előnye, hogy az észleletek a távolból és félbeszakítás nélkül ismételtlen végezhetőek.

A kohéerer azonban még ma ismert legérzékenyebb formájában sem lehetett céljaimra eléggé érzékeny.

3.

A koherer érzékenyítése következő megfontolásaim alapján sikerült:

Felteszem, hogy a koherer működése a következő: A reszelékoszlop szemcséit, az őket környező dielektrikummal való érintkezés következtében, a LIPPMANN-HELMHOLZ-féle felfogás értelmében vett kettős elektromos réteg borítja. Az egymással csaknem érintkező határfelületek ellenállása ezen kettős réteg kifelé néző egyenlő jelű töltésének következtében elég nagy arra, hogy a reszelékoszlop sarkaira alkalmazott csekély feszültségkülönbség legyőzni ne tudja. Ha azonban elektromos töltés jut a rendszerhez (a töltés valószínűleg a hullámnak az antennába való ütdéséből áll elő s meglehet, hogy a körülmények szerint különböző jelű lehet), a kettős réteg előbbi egyensúlya hirtelen megzavarodik, a kifelé néző töltések sűrűsége hirtelen megnövekszik vagy megnő, a szerint, hogy a hozzájáruló töltéssel eredetileg egyenlő vagy ellenkező jelű volt. Minthogy a kettős réteg létezése föltétlenül egyensúlyhoz van kötve, a mely pedig megbomlott, a határfelületek ellenállása egy pillanatra (az impulzus tartamára) meg fog szünni s a reszelékoszlop sarkaira alkalmazott áram feszültsége legott elegendő arra, hogy áthaladjon. A következő pillanatban a kettős réteg visszaáll, még pedig egészen vagy részben: az előbbi eset az ú. n. önként dekoheráló reszelékeknel áll elő. Az utóbbi - - gyakoribb - - eset, mikor a kettős réteg helyenként nem képződik vissza, ezek a pontok a kettős réteg labilis helyei, hol a kettős réteg az áram polarizáló hatása dacára önként visszaállani többé nem tud.

A kettős rétegnek önként való visszaállása vagy vissza nem állása a részecskék felületi feszültségétől és molekuláris rugalmasságától¹ függ. Az előbbi tényező a részecskék elektromos állapotával állandó egyensúlyt tart, az utóbbi pedig attól független; a kopogtatásra megszakadó polarizáció, illetve a kettős réteg visszaállása tehát egy alaki és egy anyagi tényezőtől függ:

¹ BRANLY kísérletei szerint a kopogtatáskor elmozdulás (mérhető) nincs. Csakis molekuláris eltolódásokról lehet tehát szó.

az előbbi a kontaktus felületek alakulását befolyásolja, az utóbbi pedig a polarizáció leküzdésében játszik szerepet.

4.

A koherer működését így fogom fel. Eleve várható, hogy érzékenysége annál nagyobb lesz, minél közelebb állanak a kettős réteg egyes pontjai a szakadáshoz, illetve minél labilisabb a e kettős réteg helyzete. A reszelékoszlop sarkaira alkalmazott feszültségkülönbséget emelve azonban nem jutunk el ehhez a célhoz. A kettős réteg ugyanis helyenként, főként a nem teljesen tiszta felületeken, sohasem teljesen ép. Ha tehát az áram feszültségét növeljük, ezeken a helyeken az áram áthalad, a kettős réteg szakadt részeit megnagyobbítja s végül a reszelék teljesen koherálódik, csakhogy mintha hirtelen statikus töltést kapott volna. Az ilyen koherer működése tehát főként bizonytalan lesz, a nélkül, hogy érzékenységben nyert volna.

Nem érhetünk célzt azzal sem, ha a koherer egész rendszerét állandóan magas potenciálon tartjuk. Kísérleteim szerint ez csak emeli a részecskék stabilitását, a mi könnyen érthető, mert a labilis kettős réteg alacsony potenciálja teljesen elnyomatik a magasabbal, a mely uralkodó potenciált azután az elektromos hullámból eredő hozzájáruló töltés igen kevésbé befolyásol.

Sikert várhatunk ellenben szabályosan ismétlődő *áram-impulzusoktól*, melyeket a koherer egész rendszerével közlünk; ez esetben a kettős réteg egyensúlya állandóan labilis helyzetben tartható. Ilyen szabályos áram-impulzus gyanánt kiválóan bevált a váltakozó áram,¹ a melynek az egyenáramú impulzusok fölött számos előnye van. Egyrészt az impulzusok nagy szabályossága, másrészt az a körülmény, hogy a gyorsan egymásra következő áram-impulzusok a kettős réteget hol az egyik, hol

¹ FISCH (Recherches sur les contacts imparfaits, Journal de Physique, 1904, 350 o.) már 1904-ben kimutatta, hogy a reszelék vezetőképessége, ugyanolyan potenciálkülönbségeket alkalmazva, erősebben befolyásolható váltakozó, mint egyenáram esetén. Jelen esetben a váltakozó áram alkalmazása okában és módjában egyaránt eltérő a FISCH-féle vizsgálatokétól.

a másik értelemben zavarják meg, valóságos periodikus deformációknak vetik alá; ilyen módon a kettős labilitása a leg-tökéletesebben biztosítva van, a nélkül, hogy hirtelen, egyéb behatásoktól függetlenül megszakadna; ezenkívül a nagyfeszültségű váltakozó áramhoz bárhol könnyen hozzáférhetünk.

A kísérletek tanúsága szerint az ilyen berendezés valóban annyira érzékeny, hogy a rendesnél sokkal kisebb intenzitású elektromos távolhatások elegendők a részecskék kettős rétegét elszakító töltés gerjesztésére.

5.

Az elrendezés a következő volt:

Kohererül vízszintesen fektetett borostyánkő-csőbe¹ zárt ezüstreszelék² szolgált; a reszelékoszlop kétfelől két finoman csiszolt aczélfelülettel volt határolva; a felületek egyike csavar segélyével elmozdítható, s ilyen módon a reszelékoszlop hossza, illetve ezzel együtt átmérője szabályozható. A koherer csővének átmérője 3 mm, a reszelékoszlop hossza 3--7 mm. Az adott körülmények között a reszelékoszlop ellenállása nem koherált állapotban 8--20,000 Ω , a mi koherált állapotban egészen 100 Ω -ig csökkent.

A koherer egy Leclanché-elemből derivált 0.15 V feszültségű áramkörbe volt kapcsolva, ugyanezen áramkörbe volt szorosán iktatva az érzékeny relais. Valahányszor a reszelékoszlop vezetőképessége legalább annyira emelkedett, hogy a relais tüje legalább 1°-nyira kimozdult eredeti síkjából, a tü egy második áramkört zárt.

Ez 4--8 V feszültségű, csekély intenzitású áram, mely egy elektromágnes két tekercsén haladt át. Az áram zárásakor egy

¹ A nedvesség és hőmérsékvváltozás ellen a jó szigetelés szempontjából ez nyújt a legtöbb védelmet.

² Az ezüstreszeléket tiszta lágvezüstből készítjük tiszta aczélreszelővel, azután két szítán ejtjük át; ezek egyike a nagyobb szemeket tartja vissza, a másikon pedig a kisebb szemek áthullanak; a második szítán maradó reszeléket kis mágnessel gyengén átkeverjük, mikor is használatra készen áll.

kicsiny fakalapácsot hozott működésbe, a mely így mindannyiszor a kohererre ütött, valahányszor a kohererben vezetőképes-ségnövekedés állott elő. A kalapácsnak így kettős ezéja volt. Egyrészt minden hatás után dekoherálta a koherert s ezáltal újabb hatások felfogására alkalmassá tette, másrészt pedig kopogása jelezte a hozzá eljutó elektromos távolhatásokat.

E berendezés tehát eddig minden részében megegyezett azzal a berendezéssel, a mit a drótnélküli táviró-állomásokon használni szoktak.

A koherer egyik sarkán 1 méter hosszú, vékony sárgaréz-csővet viselt, ez szolgált antennául s hozzá volt erősítve egy változtatható kapacitású kondensator.¹ A koherer másik sarkára a váltakozó áram egyik polusának vezetéke kapcsolódott (a másik polusa földelve volt); váltakozó áramul a városi áram 42 periodusú 110 voltos árama, majd pedig egy kicsiny kommutator (fémdobozba zárva, a kefék szikrái hatásának az elkerülésére) változtatható frekvenciájú árama szolgált.

A koherer egész berendezése *jól izolálva*, a földtől mintegy 1 $\frac{1}{2}$ m magasságban álló konzolon, ebonitlapokra helyezve nyugodott.

Fontos, hogy a kísérletek megkezdése előtt egy, a készüléktől néhány méternyire állított szikrainduktor segítségével a készülékeket jól összeszabályozzuk; az áramkörök intenzitás- és feszültségviszonyainak kellő szabályozása éppen olyan fontos, mint a relais csapjainak beállítása; különös súlyt kell azonban helyezni a kopogtató kalapács rúgójának *éppen megfelelő* megfeszítésére. Túlerős vagy túlgyenge kopogtatás a jelek felfogását bizonytalanná teszi. Szükséges az is, hogy a váltakozó aránynak a kohererhez kapcsolt polusa időnként könnyű szerrel lekapcsolható legyen a műszerek rázkódtatása nélkül.

6.

A koherer ellenállásváltozásának a gerjesztő hatás intenzitásának függvényében való körülményes mérése helyett megelé-

¹ A condensator másik lemezpárja szabadon marad s *nem* földeltetik.

gedtem az ugyanazon minimális hatás létrehozására szükséges maximális távolságok megállapításával, a mely ugyanazon intenzitású gerjesztő hatásra jellemző a váltakozó áram alkalmazása esetén és a nélkül. Megállapítottam, hogy adott körülmények között keletkezett elektromos szikra milyen legnagyobb távolságból tud akkora hatást okozni, hogy a kalapács kopogtasson? Ilyen módon ugyancsak határjelenségeket lehetett észlelni, de azokat azután annál biztosabban.

Az adott esetben a koherer érzékenységének mértéke az volt, hogy egy 2 cm hosszú, 16 mm átmérőjű borostyánkőrudacsából dörzsölés útján nyert s 1 m hosszú fémrúdra ugró 1—1.5 mm hosszú szikra milyen legnagyobb távolságról tudott még hatást gyakorolni?

Váltakozó áram¹ alkalmazása nélkül ez a távolság (a szikrát felfogó antennának a rendszer antennájától való távolsága) 20 kísérlet középértékeképpen 2 mm volt. A váltakozó áramot bekapcsolva, ez a távolság 30 kísérlet középértékeként 1.2 m-re, tehát az eredetinek 600-szorosára nőtt.

A váltakozó áramot újból kikapcsolva, úgylatszik az eredeti alacsony érték nem következik be azonnal: a koherer néha 5—6 mm-nyire is érzékeny. Ez az érték azonban lassacskán — néha 1 2 óra alatt — eredeti értékére száll alá.

A fennebb vázolt s a koherer működését magyarázó hypothesis tehát, legalább a mi a váltakozó áram hatását illeti, következményeiben kísérleti beigazolást nyert.

Összefoglalásképpen: Magának a rendszernek sokszorosan fokozott érzékenysége tehát a rendkívülien kiesiny elektromos energiamennyiségek elektromos szikra alakjában való megnyilvánulásának (vagy helyesebben az azt kísérő távolhatásnak) aránylag nagyobb távolságból való megérzésében áll.

7.

A kísérleti eredmények eme magyarázatának helyessége ellen a következő két ellenvetést lehetne felhozni:

¹ Ez esetben 42 periodusú 110 V-os Paris városi áram.

a) A váltakozó áram vezetékének kikapcsolásával jelentősen megváltozott a koherer rendszerének a kapacitása és önindukciója s meglehet, hogy a sokkal kisebb kapacitásúvá vált rendszer érzékenysége kedvezőtlenül változott meg. A kérdést tanulmányozandó, a rendszer egy vezeték segítségével földelve lett: a rendszer érzékenysége nem változott meg lényegesen. Hasonlóan lényegesebb változás nélkül marad a rendszer érzékenysége akkor is, a mikor egy mikrofaraad kapacitású condensator egyik jól szigetelt lemezcsoportjával kötjük össze, akár földelve volt a másik lemezcsoport, akár nem.

b) A váltakozó áram bekapcsolásakor egyidejűleg bekapcsoltuk a koherer rendszerébe az ugyanazon teremben elhelyezett elektromos lámpák vezetékét s ezáltal a felfogó rendszer antennájának a terjedelmét, a mely azelőtt csak egyetlen, 1 m-es rüdből állott, a minden irányban ágazó világítási vezetékkel megsokszoroztuk. E körülmény kikapcsolása kétféle módon történt. Az összes, ugyanazon teremben futó vezetékek teljesen megszakítottak, úgy, hogy csakis a koherer rendszeréhez vezető rövid vezeték tartatott fenn; ez az átfűrt falon át került a terembe s földelt ólomcsőbe burkolva jutott az alig 75 cm hosszú vezetéken át a kohererhez. Ugyancsak megismételtetett a kísérlet a szintén hasonlóan elredezett és minden egyéb vezetéktől független, hasonló periodusú s feszültségű váltakozó áramot adó kommutátorral.

Az eredményt ezek a változtatások egyik esetben sem befolyásolták. A koherer érzékenysége akkora maradt, mint a mikor az összes lámpák vezetékai be voltak kapcsolva.

A koherer érzékenyítése tehát tisztán a váltakozó áram hatásának tudandó be, nem pedig a rendszer kapacitás-változásának, sem pedig az antenna megnagyobbításának.

8.

A fenn leírt (5) berendezés alkalmas annak a kimutatására, hogy fémekből fémekkel való egyszerű érintésre elektromos hullámok, illetve távolhatások áradnak ki. A jelenség bemutatására elegendő egy izolált alapra helyezett fémdarabot a jól

beszabályozott készülék közelébe hozni (5—150 cm-nyire) s egy kézben tartott valamilyen fémdarabbal érinteni: a kalapács azonnal jelzi a koherer koherálódását.¹

Legzélszerűbb az érintendő fémnek hosszú rúdalakot adni, így mindjárt leadó antennául szolgálhat. Kísérleteimre többnyire 50 - 100 cm hosszú, ebonitdeszkába csavart fémrudakat használtam.

9.

a) A fémnek fémmel való érintésekor keletkező távolhatások nem eredhettek az esetleg gyengén keletkező hanghullámoktól, mert sem az ugyanolyan távolságban megütött hangvilla, sem a fakalapácssal okozott erős zörgés nem okoz hasonló hatásokat. Ezzel szemben az antenna végére erősített $\frac{5}{100}$ mm-es hajlékony rézdrót érintésre éppen olyan hatást váltott ki, mint a százszor vastagabb fémrúd.

b) Közelebbfekvő volt az a gondolat, hogy a hatást a fémek érintkezésekor keletkező kontaktelektromosság okozza.

Ez ellen a következő érvek szólanak:

Érzékeny elektrométerre (50 cm per Volt) erősített, jól megtisztított sárgarézszodronyhoz érintett, ugyanazon darabból frissen vágott sárgarézszodrony körülbelül $\frac{1}{100}$ V potenciáldifferenciát árul el. Ugyanazon sárgarézszodrony aczélsodronynyal érintve $\frac{7}{100}$ V feszültséget mutat.

Várható volna tehát, hogy a kohererre gyakorolt hatások között is közelítőleg hasonló különbségek léteznek. Valósággal van is különbség a kétféle kontaktus hatása között, a mennyiben az utóbbinak maximális hatástávolsága az előbbinek a két-

¹ Az érzékeny berendezéssel végzett efféle kísérletek óvatosságot kívánnak; a kívülről jövő elektromos hullámok elkerülésére az ajtók és ablakok csukva tartandók; az a fal, a mely a műszereket hordozó konzolt viseli, lehetőleg kimérendő a rázkódásoktól (ajtónyitogatás), különben a már beszabályozott műszerek könnyen deregulálódnak; maguk a kísérletek egy a műszeres konzol közelében, de attól teljesen függetlenül felállított asztalon végzendők.

szeresét is eléri, de ennél többet soha. Közvetlen arányosság tehát semmi szín alatt sincs a kettő között.

Döntőbb azonban a következő bizonyíték: Az aczéllal érintett aczél az elektrométerrel mérve körülbelül és átlagban $\frac{2}{100}$ V feszültséget árult el. Ezzel szemben a kohererre kétszeres maximális távolságból hatott, mint a $\frac{2}{100}$ V-ot adó sárgarézaczél-kontaktus.

Végül a tisztított higanyból formált higanyoszlopnak az ugyanazon edényből kivett higanyoszloppal való érintése, mely az elektrométer tűjén semmi kitérést sem okozott, szintén hatással volt a kohererre; hozzá kell tennem, hogy ezt a kísérletet néhányszor — minden kimutatható ok nélkül ugyan — nem sikerült megismételnem.

Végeredményben úgy látszik, hogy az elektromos távolhatást nem a kontakt-elektromosság okozza: annyival kevésbé, mert egyetlen egy esetben sem sikerült a kísérletet kontakt-elektromosságot adó, de nem fémes testekkel (rézoxyd, ólomhydroxyd, natriumhydrat stb.) megismételni.

c) Tekintettel arra a körülményre, hogy a jelenséget sikerült minden megkísérlett fémrel megismételni, akkor, ha az érintésre használt fém ugyanazon darabból való volt, mint az érintett, a jelenség magyarázatát a megfelelő magasságú levegőrétegnek a 0 magasságú levegőréteghez viszonyított potenciálkülönbségéből is meg lehetne kísérlni.

A hasonló mérések alkalmával tett tapasztalatokból tudjuk azonban, hogy míg a vezető az uralkodó potenciált felveszi, még akkor is hosszabb időre van szükség, ha a vezető közelében erősen ionizáljuk is a környezetet. Ha tehát feltételezzük is, hogy az aránylag ionizált levegőjű laboratóriumban csak rövid idő volt szükséges arra, hogy a vezető az uralkodó potenciál egy véges töredékét felvegye, még akkor is szerep jut azoknak az időközöknek, a melyekben a szigetelt vezetőt érintjük. A kísérletek azonban azt mutatták, hogy a jelenség egyenlő minőleges és mennyileges eredménnyel ismételtető meg épúgy egy másodperces, mint több órás időközökben.

Ugyancsak sikerül a kísérlet megisméltése a leadó antennával teljesen egyenlő magasságban elhelyezett s hasonló magas-

ságú condensator egyik lemezpárjával¹ való érintéssel is, holott ez esetben a két fémtest nyilvánvalóan ugyanazon a potenciálon állott.

d) A hőelektromos hatások kizárása a b) és c) alatti kísérletek alapján történhetik.

e) Végül még egy összetettebb természetű magyarázat kínálkozik. A váltakozó áram egyik polusa földelve lévén, a földet, a reákövetkező szigetelő réteget (padozat) s testünket (vezetőnek tételezve fel) a kézben tartott fémmel úgy foghatjuk fel, mint valamely condensator rendszerét. Testünk a földdel közölt áramimpulzusokat a szigetelőkön át átveszi s a testünkkel vezetően összekötött fémdarab (a kézben tartott) szintén. Hasonló rendszert formál a váltakozó áram másik polusa révén a koherer rendszere, melynek antennája így a condensator egyik betétje gyanánt, az azt környező levegőréteg szigetelő gyanánt, végül a leadó antenna a condensator másik betétje gyanánt fogható fel.

Végeredményben tehát a feladó és leadó rendszer együttvéve úgy volna felfogható, mint egy nagy, *változtatható kapacitású* condensator rendszere, mely áramimpulzusokat kap egy közös forrásból. Ha tehát most a kezemben tartott fémdarabbal a koherer közelébe helyezett szigetelt fémrudat megérintem, az annyit tesz, mint a nagy condensator kapacitását hirtelen megváltoztatni; minthogy pedig a koherer e nagy condensator áramkörében van, legott koherálódik, lévén a koherer az áramkörében hirtelen beálló kapacitásváltozások iránt igen érzékeny.

E magyarázat elfogadhatósága ellen szólnak a következő kísérletek:

Ha valóban az egész rendszer egy condensator rendszere gyanánt működött, nem lehetett közömbös a vezetők helyzete az izolatorokhoz képest. A hatásnak ki kellett volna maradnia, vagy legalább erősen meg kellett volna gyengülnie az esetben, ha a közvetlenül a földre helyezett vezető (a testem) helyett egy meglehetősen magasságra állított kapacitást alkalmazok. Ennek daczára az ebonitrúd segítségével a leadó antennával

¹ A condensator másik lemezpárja *nem* volt földelve, hanem szabadon állott.

fémes összeköttetésbe hozott s a földtől 250 cm magasra állított (egy mikrofaraad értékű) kapacitás csaknem ugyanolyan erős távolhatást (mintegy 10% -al gyengébbet) okozott, mint a kézben tartott fémrúddal való érintés.

Végül és főként, a condensator rendszerére nézve közömbösnek kellett lennie, hogy a kapacitásban való változtatást közvetlenül fémes érintéssel, vagy pedig valamilyen jól vezető folyadékkal eszközölöm. Már pedig jelen esetben a távolhatás teljesen kimaradt, ha a leadó antenna egy vezetékét tömény chlorcalcium-oldatba mártva, a kézben tartott vagy kapacitáshoz erősített fémrudat a sóoldattal hoztam összeköttetésbe.

A távolhatások eredetét tehát ez ötféle magyarázat egyike sem fejtí meg.

10.

Megállapítottam, hogy egyébként hasonló körülmények között a hatás határtávolsága akkor a legnagyobb, ha

- a) a felfogó és leadó antennája körülbelül egyenlő hosszú;
- b) a felfogó és leadó rendszer kapacitása (és önindukciója)¹ egymással bizonyos (egyenlőre empiriásan megállapított, illetve próbálgatás útján kikeresett) viszonyban áll;
- c) ha a leadó antenna érintésére használt fémdarab lehetőleg nagy kapacitású, illetve nagy kapacitású kondensátorral áll vezető összeköttetésben.

11.

Nem közömbös az érintésnek sem a helye, sem a módja, sem az érintkező felületek minősége:

- a) a hatás határtávolsága akkor a legnagyobb, ha a fémdarab a leadó antenna *csúcsát* érinti;
- b) leghatásosabb a mérsékelt sebességgel létrehozott laza,

¹ KETTERER megállapította (Journ. de Phys. 1902, 589 o.), hogy a koherer ellenállásának legalacsonyabb értékre való csökkentésére annál kisebb intenzitással produkált szikra elegendő, minél nagyobb az áramkör önindukciója.

mikrofonszerű (*kohererszerű*) kontaktus, fontos ezenkívül, hogy az érintkezés felülete lehetőleg szűk területre szorítkozzék. Így igen alkalmas a leadó antenna csúcsára erősített finom ($\frac{2}{100}$ — $\frac{10}{100}$ mm) réz-, ezüst-, vagy platinsodrony, melyeknek 1—2 cm-nyire kiálló végén tiszta aczelreszelőt húzunk el.

Az érintkezési felület nagyságának, illetve a kontaktus sebességének tanulmányozására igen alkalmas a következő kis készülék:

Igen finoman polirozott, nagyon kemény aczélból készült, 10—20 mm átmérőjű golyót¹ finom, 20—30 cm hosszú réz- vagy platinszálla forrasztunk; a szál másik végét a földdel vezető összeköttetésbe hozott állványon erősítjük meg. A golyóval szemben bizonyos távolságra, egy a leadó antennával összekötött olyan aczélöntömböt erősítünk meg, melynek a golyó felé néző oldala finoman esiszolt lap. A biztos működés kedvéért a leadó antenna az előre kipróbált határ-hatástávolságon kissé belül álljon.

Ha most a golyót az aczélöntömb sima falának (lehetőleg 90° alatt) kissé erősebben neki lóditjuk, úgy, hogy visszapattanjon, elérhetjük, hogy a távolhatás teljesen kimarad. A golyót ezután magára hagyva látjuk, hogy mikor energiája s ezzel együtt sebessége, illetve az érintkező felületek mérete bizonyos értékre alászáll, a távolhatások beállanak. Ugyancsak jól észlelhetők a távolhatások akkor is, ha az aczélöntömböt a golyóhoz olyan közel hozzuk, hogy sima lapját a golyó érintse s a golyót a *lap síkjában* gyengén kilendítjük; minthogy a kilengés sohasem pontosan a lap síkjában történik, a kontaktus időnként megszakad, majd ismét visszaáll.

Az energikusabb kontaktus hatástalanságát úgy is bemutatjuk, hogy a leadó antennára erősebb rugalmas fémszalag darabjának egyik végét erősítjük; a fémszalag másik vége ritka fogú fogaskerék fogára szorul; maga a fogaskerék a földdel áll vezető összeköttetésben. A kerék forgatásakor a rugó (fémszalag) egyik fogról a másikra pattan, de semminemű távolhatást sem hoz létre; a hatás azonban legott jelentkezik, ha a fémszalagot

¹ A milyet kerékcspágyak készítéséhez szoktak alkalmazni.

a fogaskerék fogára hajló finom (pl. $\frac{5}{100}$ mm) réz-sodronnyal helyettesítjük s a kereket lassan forgatjuk.

c) A felületeknek az a félesége a legelőnyösebb, a melyik koherenszerű kontaktus létrehozására a legalkalmasabb.

12.

Egyébként azonos körülmények között a különböző fémek: határ-hatástávolsága különböző. Az acél hatásosabbnak látszik, mint a sárgaréz, ez pedig hatásosabbnak, mint az alumínium.¹ A különbségek 50%-ot is kitehetnek.

13.

A távolhatásra zavarólag hat, ha a koherer rendszeréhez közel, vele össze nem kötött antennákat helyezünk el.

A feladó és felvevő állomás közé iktatott fémlap a távolhatást megsemmisíti, különösen ha földelve van. E távolhatás megsemmisítése azonban kimaradhat, ha a közbeiktatott fémlap legfelső pontja a két antenna csúcsát összekötő egyenesen alul marad. A távolhatás tehát egyenes irányban terjed tova.

Vékony ebonit- vagy üveglap a távolhatást átbocsátja.

14.

A távolhatás az indukálás egy sajátosságos nemével is gerjeszthető.

Mintegy 15 cm hosszú s a leadó antennára teljesen ráálló vékony ebonitesövet finom, izolált rézsodrony két-három tekercs-sorával látunk el.² A tekercs két végét alkotó s lemeztelenített sodronyvégék szabadon kiállanak, az egyik a tekercs felső, a másik a tekercs alsó szélén.

¹ KETTERER (Journ. de Physique 1902, 589. o.) kimutatta, hogy a koherer koherálódását a különböző fémek között átugró szikrák különböző mértékben hozzák létre.

² A kísérletek, bár kevésbé biztosan, de akkor is sikerülnek, ha az ebonitesőre sodronytekercs helyett egyszerűen fémcsövet húzunk; a fémcsőre alul, felül 1—1 sodronyszálal forrasztunk.

A tekercset vékony üvegrúdra húzzuk s a felvevőtől olyan távolságra állítjuk fel, izolált állványra, a mely távolságból a leadó antenna még határozottan hatásképes. Ha most a tekercsnek egyik szabadon álló végét fémdarabbal érintjük (a tekercs másik vége szabadon áll), távolhatás nem fog beállni.

A tekercset most az üvegbotról lehúзва, a leadó antennára húzzuk s ilyen körülmények között érintjük a fémdarabbal a tekercs egyik kiálló végét: a távolhatás azonnal beáll.

Maga a leadó antenna szintén képes ilyen állapotban a távolhatás létesítésére. Ez a képessége azonban legott és teljesen megszűnik, ha a tekercs egyik polusát (jóllehet a tekercs az antennától teljesen izolálva van) földeljük. Ez a kísérlet egymásután többször megismételhető, ha az antennát a fémmel érintgetjük, miközben a tekercs sodronyvégét hol kezünkbe vesszük, hol eleresztjük.

15.

Összefoglalásképpen megállapítjuk, hogy izolált fémdarabok fémmel való érintésükkor olyan elektromos távolhatásokat hoznak létre, melyek sajátságaikban az elektromos hullámokkal teljes analógiát árulnak el.

ADATOK A PENICILLIUM ALAK- ÉS ÉLET- TANÁHOZ.

SCHILBERSZKY KÁROLY-tól.

(Egy táblával.)

A *Penicillium glaucum* (Link?) Bref.¹ (= *P. crustaceum* Fries?) az egész földön el van terjedve és — miként elegendőképpen ismeretes — a legkülönbözőbb talajokon tenyészik: rohadó organikus anyagokon, kiváltképpen nyirkos növényrészen. Tapasztalás szerint élelmiszereken, kenyéren, czukoroldatokon, gyümölcsnedveken, különféle chemiai oldatokon, czukor nélküli fekete kávé-leven, megromlott gesztenyéken (*Castanea vesca*),² komlótozozokon, légen száradt dohányleveleken, egyéb gombák társaságában nyálkás tintában is előfordul a *Penicillium glaucum*.³ Ugyanez a *Penicillium-faj* a legközönségesebb megindítója az almák rohadásának.⁴ Magam sokszorosan meggyőződhettem, hogy a *P. glaucum* általában mint a leggyakrabban jelentkező károsítója szerepel az elrakott gyümölcsöknek, főképpen az almáknak. Ez a penész tehát élettelen anyagokon kívül érett gyümölcsökön is előfordul és pedig mint elősködő, ami biológiai szempontból figyelemre méltó.

¹ Nyilván gyűjtőneve egy sorozatbeli, egymáshoz nagyon hasonló zöld *Penicillium-faj*nak (kollektív faj).

² Megromlott gesztenyéken V. PÉGLION a *P. glaucum*-nak toxikus alakjait találta. (Atti R. Accad. dei Lincei. Roma, 1905. Ser. 5. p. 45.)

³ Dr. FR. LAFAR: Handb. d. techn. Mykologie. I. Bd. S. 662.

⁴ Dr. P. LINDNER: Mikroskop. Betriebskontrolle in den Gährungsgewerben. IV. Aufl. Berlin, 1905. S. 334.

Midőn 1895 ősze óta a gyümölcsrohadás gombáival közelebbről foglalkoztam és mesterséges tenyészetek révén, illetőleg fertőzési kísérletekkel rohadási tüneteket idéztem elő, többi között alkalmam nyílt bizonyos *Mucor*-fajok és a *Penicillium* specifikus viselkedését észlelnem a rohadó gyümölcs-szövetben, e mellett pedig ama gombáknak néhány különös fejlődési alakját közelebbről megvizsgálhattam a sajátos helyi hatások figyelembe vételével. Ilyenképpen abba a helyzetbe jutottam, hogy az ide vonatkozó irodalomnak bizonyos adatait pontosabban ismertethetem, illetőleg helyesbítésekkel élhetek, nemkülönben a fejlődésmenet és az alakulás tekintetében néhány új momentumot állapíthatok meg.

Ebben a közleményemben kiválólag a *Penicillium glaucum* coremium-alakjával óhajtok közelebbről foglalkozni, annál is inkább, mivel O. BREFELD az ő dolgozatában, «Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze»,¹ erről a különös és ritkább fejlődési alakról, mely a közönségesen ismert conidiumos szaporodástól határozottan elüt, csak «légtelen leírást nyújt. O. BREFELD-nek² még a megfelelő rajza se talál egészen, miért is én néhány coremium-alak rajzán kívül analytikai ábrákat is közlésre alkalmasaknak találok ebből a különös képződésmódból. O. BREFELD azt írja, hogy *nagyon tömény oldatban* nagyon sűrű myceliumokon a conidiumtartók itt-ott nyalábosan egyesülnek és így egy faalakú gombát alkotnak, melynek törzse («coremium-columella» névvel jelölöm) az összefonódott, rendkívül meghosszabbodott konidiumtartókból, a koronája («capitella») pedig az egymáshoz szorított temérdek, spóráképző basidiumból van létesítve. Ez az alak, mely csak *véletlen* következménye a bőséges táplálkozásnak, arra indította LINK-et és CORDA-t, hogy külön génusz gyanánt írják le (*Coremium glaucum* Link, *Coremium valgyare* Corda).

RABENHORST³ is úgy említi, hogy a *Penicillium glaucum*

¹ II. Heft: Die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*. (Leipzig, 1874.) S. 33.

² L. c. S. 29, Taf. VIII. Fig. 54.

³ Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Die Pilze. II. Abteil. S. 66.

conidiumtartói különösen kedvező substratumon gyakran olyan tömegben keletkeznek, hogy termőtest-alakokká (*coremium*) egyesülnek. Sajnos, ez a szerző sem nyújt felvilágosítást a felől, hogy mit kell ebben az esetben «különösen kedvező substratum» alatt érteni.

Ha tehát több conidiumtartó hosszában összetevődik, akkor egy — többnyire — felegyenesedő oszlopocska képződik, mely a conidiumtartók alkotta nyélből és egy többnyire fejecskealakú részből van összetéve, mely utóbbin a spóráképződés megyen végbe. Ilyen conidiumtartó-nyalábot *coremium*nak nevezünk. Némely esetben tehát a conidiumtartók nyalábokká egyesültek, mint pl. a *Penicillioptosis*, *Emerivella* (*erythrospora*), *Meliola* genuszokban. A *Penicillium glaucum* esetében azonban a conidiumtartók csak helyenként egyesülnek *coremium*okká.¹

Több faja a *Penicillium*-nak hajlik a *coremium*-képződésre; egyeseken ez szabálytalanul, látszólag körülményektől függően következik be (*P. luteum*, *P. glaucum*), másokon ismét nagyon szabályszerűen és csaknem mindenféle körülmény között (*P. granulatum* BAINIER, *P. claviforme* BAINIER). Czukorzselatinán és árpalé zselatinán, valamint egyáltalában mindenféle tenyésztőalajon, a melyeken a *Penicillium Juglandis* Weidem. jól növekszik, gyakran keletkeznek fehér fejcskék (1—2 mm átmérővel), *coremium*-szerű képződmények, melyek néhány nap multával zöld conidiumokat fűznek le, mialatt újabb fehér fejcskék képződnek. Hat százalékos savanyú közönséges zselatinán ez a faj jobban tenyészik, mint két százalékos alkális zselatinán; mind a két substratumon a tenyészet nem olyan erős, hogy rajtuk *coremium*ok keletkezzenek.²

A *Penicillium luteum* ZUK. fáskaalakú *coremium*mai nagyságukkal (1 cm magasak) és csinos külsejükkel tűnnek fel; a BAINIER leírta³ *P. claviforme* penészfajéi annyiban térnek el a

¹ ENGLER-PRANTL: Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil, 1. Abteil. S. 304.

² C. WEIDEMANN: Morphol. und physiol. Beschreibung einiger Penicillium-Arten. Centralblatt für Bakteriologie etc. II. Abteil. Bd. XIX. S. 685.

³ Bulletin de la Soc. Mycol. de France. 1905. T. XXI. p. 126.

többtől, hogy itt csinos, Isaria-szerű, kezdetben hófehér bunkók képeztek, melyeknek fejrészét (*capitella*) csak később borítják be a conidiumtartók, megzöldülés kíséretében. Ezt a gombát, melyen a penészbevonat felülete meddő marad és conidiumok csak az 1 cm-t meghaladó bunkós stroma-n keletkeznek, egyáltalában kívánatos volna az *Isaria* génusz mellé állítani.

A *Penicillium glaucum* coremium-alakja¹ a magam tapasztalatai szerint viszonylag ritkább és felfogásom szerint nagyon buján elágazó sűrű és meglehetősen párvonalasan haladó *levegőmycelium-pamatok* által létesül, melyek a megfelelő substratumból egyenesen felemelkednek; a columella egyes fonalai imittamott elágazódnak. Főképpen a felső részében e pamatoknak alakulnak a conidiumokat hordó reproductív részek. Ilyen módon egy oszlopalakú, 1·5—2—3 mm magas, részben oldalt szorosan egymásba szövődő mycelium-pamat létesül, melyet «aëroplectenchym»-nek minősíték (I. tábla, 1.—6. ábra). Ezek a pamatok ebben az esetben harántirányban való összetartásukban a szomszédos fonalakon való oldalág-képződés által létesült anastomosisokkal még jobban szilárdíthatnak. Ilyen aëroplectenchymeket kiváltképpen gyakran találhatni conidiumos termőtesteken.²

Jellemző a *Penicillium glaucum* coremiumaira elszigetelt, de azért sereges megjelenésük (l. a szövegbeli ábrát), a coremiumok a fennforgó viszonyok szerint sűrűbben vagy ritkábban mutatkoznak. Ellentétben ezzel ismeretes, hogy a normális conidiumos szaporodás egyenletes, finomszálú és porzó-bevonat alakjában lepi be a substratumot. A «columella» fonalai a tetővégen töménytelen mennyiségben ágazódnak szét, létrehozván a conidiumtartókat; azonban itt nem kizárólag, mert conidiumképződés a columella-fonalak hosszában — mint oldalsó elágazásokon — szintén észlelhetők voltak, jöllehet sokkal ritkábban. (I. tábla, 13. és 14. ábra).

Mivel pedig a coremium-columella fonalai oldalágakat léte-

¹ *Coremium glaucum* Link: *Observationes in ordinibus plantarum naturales*, p. 19.

² Némely fajnak (*Stilbaceae*) párvonalas hyphákból összetett termőtest-nyele (columella) van, pl. *St. flavida* (Bull. Soc. mycol.; tome XX, p. 157).

sítenek, *nem* vagyok abban a nézetben, hogy ezt a columellát «összeszővődött, rendkívül hosszúra nőtt conidiumtartókból alkotottnak» tekintsem; hanem ezek a fonalak felfogásom szerint valóságos, hosszúra nyúlt levegő-myceliumnak tekintendők, a melyeken gyakran oldalágak képződése által szintén conidium-tartók szoktak létesülni. Meg kell azonban jegyezni, hogy ezek az oldalsó conidium-tartók mindenkor csenevészek (a táblán a 13. és 14. ábra), azaz csak kevés (2—3—5) basidiummal fejlődnek ki. Ez az állítás annál jogosultabbnak látszik, mivel a *Penicillium glaucum* conidiumtartóinak a fonálrészre sem alakban, sem a sejtek nagyságában nem különbözik a substratumbeli mycelium-fonalaktól s egyesesgyedül a conidiumokat elválasztó basidiumok jelenlétével jellegzetes. Ezzel egyúttal már adva van, hogy a conidiumtartók, melyek szigorúan véve csupán a conidium-lefűződésre átalakult, illetőleg alkalmazkodott mycelium-fonalak gyanánt tekintendők, egyáltalában sem határozott eredetet, sem bizonyos helyzetet a tulajdonképpeni myceliumon felismerni nem engednek.¹ Következésképpen nem vélek tévedni, ha ama nézetnek adok kifejezést, hogy a megfigyelt coremiumokon csak azok az apikális elágazásai a columella-szerű levegő-myceliumnak jelölhetőek meg helyesen conidium-tartóknak, a melyeknek végén — ritkábban az oldalsó ágképződéseken is — a conidiumokat lefűző basidiumok jelen vannak. Ilyen értelemben azután a columellát alkotó egyes mycelium-fonalakon — a melyek között meddők is találkoznak — terminalis és lateralis fructificatio észlelhető.

A mi a coremium-képződés körülményeit illeti,² leggyakrabban észleltem érett körtéken, különösen sokszor keményebb, még nem egészen megérett téli körtéken (Hardenpont, Diel). Egyelőre ezt a jelenséget csak mint tisztán empirikus

¹ O. BREFELD: l. c. p. 30.

² Egyik sajátos előfordulását a coremium-képződésnek (*P. glaucum*) HEMZŐ LAJOS tanárnak köszönhetem (1896. május), aki nekem szembeötölően csinos, erőteljes és seregesen fejlődött coremiumokat szolgáltatott, a melyek kristályosító porcellán-csészében levő czukrozatlan fekete kávéban keletkeztek. A folyadékban alámerült mycelium sűrű szövedékű, feltűnően kemény, bőrszerű képződmény volt.

tényt említhetem, minden közelebbi megokolás nélkül. A coremiumoknak említett viselkedése a megfigyelt téli körte-fajtákon annál feltűnőbb volt, mivel nekem néhányszor sikerült rajtuk conidium-szórás által coremiumokat létesíteni; a conidiumok úgy coremiumokról, valamint normális fructificatióból vétettek. Almákon és nagyon lédús körtefajtákon csak ritkábban sikerült coremiumokat kapnom; ellenben nagyon jól kifejlődött coremiumok voltak létesíthetők citromhéjakon (*Citrus Limonium Risso*) bemetszéses fertőzésekkel. Úgy látszik, hogy bizonyos százalékú savanyúsága a cukortartalmú substratumnak nem minden befolyás nélkül való a coremium-képződés szempontjából; a coremiumok hiánya, illetőleg ritkább előfordulása egészen érett vagy túlérett körteken ezt a hiedelmet juttatja kifejezésre. valamint a coremiumoknak előfordulása az érett állapotban savanykás-édes alma- és körtefajtákon is. Minthogy a citromlé savtartalma 7—9% citromsavra emelkedhetik, ezért figyelemreméltó C. WEIDEMANN észlelete is, hogy a *Penicillium italicum* WEHM. 8%-os citromsav-oldatban még bőségesen fruktifikál. A *P. glaucum*ról egyelőre nincsenek megfelelő tapasztalataim ilyen magas töménységű citromgyümölcs belsejére vonatkozólag. A *Penicillium juglandis* Weidem. feltűnő erőteljes növekedést mutatott 25%-os tannin-oldatban (!) és gyakori coremium-képződés volt rajta észlelhető.¹

A legszebben képződött coremium-alakokat almákon és citromokon kaptam. Az a kérdés tehát, vajjon a *Penicillium italicum*-on és *P. olivaceum*-on² kívül deligyümölcsökön alkal-

¹ C. WEIDEMANN: Morphologische und physiologische Beschreibung einiger *Penicillium*-Arten. (Inaugural-Dissertation. Kiel, 1907.)

² C. WEHMER a deligyümölcsök rohadási penészgombái között a *Penicillium glaucum*-on kívül még egy *P. olivaceum* és *P. italicum* fajt írt le (*Citrus sinensis*-en és citromokon gyakran). Mikroszkóppal a három fajnak a megkülönböztetése gyakran rendkívül nehéz. Az elsőnek túlnyomóan gömbölyű, az utóbbi kettőnek ellipszoid alakú conidiumai vannak. E gombákról szóló értekezésében (Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze, II. Band) semmiféle említés sincsen coremium-képződésről. A *P. italicum* Wehmer éppen olyan közönséges a *Citrus sinensis*-en, a citromokon és narancsokon, mint a *P. glaucum* a minálunk honos almatermésű gyümölcsnemeken.

milag más *Penicillium*-fajok is megjelenhetnek és rohadásokat okozhatnak-e,¹ részemről aképpen válaszolható meg, hogy legalább a *P. glaucum* bizonyos megfigyelt esetekben ezzel a képességgel valóban bír.² (L. a szövegbeli ábrát és a táblán az 1—6. ábrát.)

Kettémetszett, tökéletesen egészségesnek látszó kereskedésbeli citromokat üvegharang alá, állandó nyirkosságú levegőbe helyeztem, megelőzőleg azonban héjfölületük a *Penicillium glaucum* conidiumaival (normális fructificatio) beszórtattak. Mintegy 8—10 nap elmúltával a citromhéjon egyenlőtlen nagyságú, elszigetelt fehér penészfoltok képződtek, melyek néhány (6—8) nap után conidium-réteg által kékes-zöldre festődtek. A kezdetben elszigetelt foltok nemsokára csaknem egészen egynemű, sűrű penészbevonatot alkottak. A bomlási folyamatot engedtem tovább folyni és további 6—8 nap alatt csupán a *Penicillium glaucum*-tenyészetnek folytonos buja növekedése és terjedése volt észlelhető. Mikor a bomlási folyamat abba a szakba lépett, hogy a citromhéj belsejéből a felszínre barnás, zavaros-mocskos cseppek kerültek (a tábla 1. ábrája), akkor itt-ott fehér, bunkó-



Egy rohadt citromgyümölcsnek csúcsos fele, a sötétebben árnyékolt részek többékevésbé rohadtak, rajtuk fehér golyócska-alakú kiemelkedések (b), melyek nemsokára coremiumokká változnak. Az a-val jelölt coremium a táblának 1. ábráján van le rajzolva (term. nagyság).

¹ A *Penicillium digitatum* (Fr.) Sacc. kizárólagosan Citrus-gyümölcsökön fordul elő. (J. B. POLE EVANS: The Citrus Fruit-rot, caused by *Penicillium digitatum*. Transvaal Agric. Journ. T. VII. p. 60.)

² «Hogy a mi mindenütt élő *Penicillium glaucum*-unk szétmetszett vagy egyébként erősen sérült déligyümölcsökön tenyészik, nem lehet meglepő» írja O. SCHNEIDER-ORELLI (*Penicillium italicum* und *P. glaucum* als Fruchtparasiten. Centralblatt für Bakteriologie etc. II. Abteil. XXI. Bd. S. 373).

alakú coremiumokat láttam keletkezni, melyek nagyon rövid idő alatt conidiumokat létesítettek. A tényállás tehát úgy ezen, valamint minden egyéb esetében a coremium-képződésnek az, hogy előbb a normális conidium-fructificatio jelenik meg, és csak később képződnek ugyanazon a penész-bevonaton coremiumok.

A coremium-képződés körülményei után kutatva, minden esetben úgy volt, hogy mindig csakis ott jelentek meg a coremiumok, a legkülönbféle alakokban és eltérő nagyságokban, ahol ilyen említett mocskos cseppek tűntek elő a substratum felszínén. A coremium szárrésze (columella) majd vékony, majd vastag volt, egész hosszában egyenletes vagy pedig vékonyabb-vastagabb a tövén, még szalag-alakú (fasciatio) columellák is voltak észlelhetők. Sok esetben maguk a coremiumok is borítva voltak ilyen tisztátalan színű cseppektől (a táblán az 1—6. ábra).

Sajátságos, hogy nemcsak sokféle kísérleti sorozat folyamán (különböző levegőnyirkosság, világosság és sötétség, 15—24° C között levő hőmérséklet, alma, körte, citrom, bemetszéses és ecseteléses fertőzés, levegőcserével és a nélkül) nem minden fertőzési esetben létesültek coremiumok, hanem a coremium-képződés még olyan kísérleti sorozatban is csak ad hoc állott elő, ahol az illető említett substratumok egyidejűleg, ugyanabban a helyiségben, ugyanazzal a conidium-anyaggal stb. azonos módon kezeltettek.¹ Spóracsiráztatást továbbá 10%-os szőlőcukor-oldatban is végeztem, azonban a coremium-képződésnek minden nyoma nélkül. Meg kell azonban jegyezni, hogy a szőlőcukor-oldatok általában nagyon jó tápláló talajnak bizonyultak a Penicilliumok számára, a mi legjobban az által volt felismerhető, hogy már 2—3 napra a mycelium-telepek megjelenése után következett be a conidium-képződés. Szőlőcukor-oldatokban való tenyészetekben olykor olyan myceliumok is fordultak elő, melyek a közönségesen ismert csöves és harántul tagolt fonalak helyett többé-kevésbé feltűnően tonnaszerűen felfuvódott sejtekből álltak (a táblán a 17. ábra); a mycelium-sejteknek ilyen

¹ A kísérletek 1896-ban (januárius 22—februárius 25-ig) és 1898-ban (október 12—november 28-ig) végeztettek; azóta alkalmasszerűleg gyakrabban végeztem ellenőrző vizsgálatokat.

bunkóalakú duzzadásairól, a melyek — a mint látszik — alakulati következményei a különböző czukornemek fölvételének, EM. BOURQUELOT és H. HÉRISSEY vizsgálati eredményeiben is találunk (*Penicillium Duclauxii Delacr.*) említést.¹ Az *Aspergillus Okazaki* n. sp.-nek vegetatív hypháit is K. OKAZAKI ritkábban helyenként hólyagszerűen duzzadtaknak találta, azok mindenkor világosak és színtelenek maradnak.²

A coremiumok basidiumai és conidiumai a legtöbb esetben morphologiai alkotás és méretbeli viszonyok tekintetében egyezőknek találtattak a normális fructificatióval. Méréseimet a következő számok mutatják:

végsejtek (*v*) — — — — — 4—4·5 μ vastag,
 basidiumok (*ba*) — — — — — 8—12 $\mu \times 3-4 \mu$,
 conidiumok — — — — — 3·5 μ átmérő
 hyphák (*h*) — — — — — 3·5—4 μ vastag (kivételesen 5—6 μ).

A coremiumokon természetsszerűleg a conidium-képződés sorozata ugyanaz, mint normális fructificatio eseteiben; t. i. a keletkezés sorrendje a basidium csúcsától az alapja felé irányuló; a conidium-lánczolat legfelső tagja a legidősebb és a legalsó a legfiatalabb. A conidiumokat hordó basidiumok rendszerint észrevehetően rövidebbek, mint az alattuk levő sejtek (a táblán a 12. ábra).

Mesterséges fertőzési kísérleteim annyit igazolnak, hogy conidiumok csirázásából coremiumok bizonyosan létesülhetnek; de vajjon a tömlőkben keletkező spórákból (*ascospora*) is képződhetnek-e ilyenek, azt a további ez irányú vizsgálódások hivattak megállapítani.

A mi a coremiumok finomabb szerkezeti viszonyait illeti, azt találtam, hogy temérdek sok finom és nagyon megnyúlt fonálból alkotottak, melyek a legtöbb esetben a coremium felső részében széthajlanak; ritkábban elágazó coremiumok is

¹ Comptes rendus de l'Acad. des Sciences. Paris, 1898. T. 127. p. 666. (Idézve LAFAR: «Handb. d. techn. Mykologie» című munkájában.)

² Eine neue Aspergillus-Art und ihre praktische Anwendung. Centralblatt f. Bakteriologie etc. II. Abteil. Bd. XIX. S. 482. Taf. I. Fig. 5.

előfordulnak (a táblán a 2. és 6. ábra), a mely esetekben a végálló conidiumok az egyes elágazódásokon önállóan jelennek meg. A tábla 1. ábráján gyenge nagyításban láthatni átmetszett citromháj-részletet (*a*), melyet sűrű szövedékű hypha-fonalak borítanak (*b*), ebből pedig a normális conidiumos fructificatio egyöntetű penészbevonat alakjában emelkedik ki (*d*); az ábrának középső részében egy coremium (*co*) emelkedik ki, a melynek nyélrészén három folyadékseppet találunk tapadva (*v*); terjedelmes felső része bőségesen van conidiumokkal borítva. Lényegében ugyanezt a coremium-szerkezetet mutatja a 2—6. ábra, melyeken azonban alakbeli eltérések figyelhetők meg; a legfeltűnőbb elágazódást a 6. ábrán látjuk, mely mintegy 3-szoros coremiumot képvisel, a hol a legfelső rész van legerőteljesebben kiképződve. A legfeltűnőbben divergáló szétterülését a coremium nyélrészének a 4. ábrán láthatjuk.

A 7—12. ábra a coremiumok conidium-borította részéből van véve és különféle fejlődési szakaszokból van összeválogatva. Ezekből az ábrákból, különösen pedig a 12. ábrából a normális conidiumos fructificatiohoz való viszonyosság megítélhető, illetőleg ezzel összehasonlítható.

A 13. ábra egy almáról való coremiumnak alapi részéből van rajzolva; *k* a conidium, melyből az egyenlőtlen vastagságú és nagyon hosszúra nyúlt mycelium-ágak erednek és a coremium columelláját alkotják; az egyik mycelium-ágon esenevész conidiumos fructificatiót láthatni, a hol a három basidium közvetlenül helyezkedik el a myceliumnak egy rövid kidomborodásán (*v*), mely morfológiai szempontból a normális conidiumos fructificatio végsejtjének felel meg. A basidiumok, a sterigmák és a conidiumok alakilag normális képződésűek. A 14. ábra egy másik coremium nyélrészéről (citrom) van lerajzolva; a mycelium-fonálon két helyen találunk conidium-képződést, a melyek közül az egyik (*f*) a 13. ábrához hasonlít, holott a *g*-vel megjelölt bujább conidiumos fructificatiót tüntet elő, a melynek alapi sejtje a conidium-tartónak felel meg, a mely fölött három végsejt foglal helyet. A basidiumok elrendezkedése és a conidium-lánczok megfelelnek a normálisnak. Olyan eseteket, a minőket a 13. és 14. ábra mutat, t. i. a hol egy hosszú mycelium-

fonálnak egyik vagy másik középső sejtje conidium-tartót létesít, a mely többé-kevésbé abnormális alkotású, LAFAR¹ is ösmertet a *Botrytis cinerea* fajról rajz kíséretében. Egy másik hasonló, lateralis conidium-képződést továbbá az *Aspergillus Okazakii* fajról is találunk közzétéve, mely a szerzőnek értekezésében szintén le van rajzolva.²

Végül táblázatos áttekintést nyujtok a *Penicillium*-coremiumokról, azok különböző substratumairól, amennyiben azok ismeretessé váltak, tekintettel a megfelelő fajokra. O. BREFELD e tekintetben, daczára az ő alapvető *Penicillium*-vizsgálatainak, nem vehető figyelembe, minthogy ő a coremiumokról csak általánosságban nyilatkozik, mondván: a coremiumok különösen kedvező substratumokon fejlődnek.

Penicillium-faj	Substratum	Coremium-nagyság	Észlelő
<i>P. juglandis</i> Weidm.	czukor-zselatina	—	C. Weidemann
“ “	árpalé-zselatina	—	“
<i>P. tuteum</i> Zukai	alkalmilag	10 mm-ig	“
<i>P. granulatum</i> Bain.	minden körülmény között	—	Engl.-Prantl: Pflf.
<i>P. claviforme</i> Bain.	minden körülmény között	—	G. Bainier
<i>P. glaucum</i> (Link) Bref.	érett körtéken	1·5–3 mm	Schilberszky K.
“ “ “	érett almákon		“
“ “ “	kereskedésbeli citromon		“
“ “ “	czukormentes fekete kávéfőzeten	2 mm	Hemzö L.

A 15. ábra fiatalkori (idő előtti) conidium-képződést tüntet elő, még pedig közvetlen közelében egy kicsirázott conidiumnak (*k*); a conidiumból az ellenkező oldalakon két fonalas tömlő

¹ Id. h. I. köt. 170. old. 29. ábra.

² Centralblatt für Bakteriologie etc. II. Abteil. Band XIX. Taf. II. Fig. 6—d.

nőtt ki, melyek egyike (a rajzon a jobboldali) csaknem törthajlású, viszonylag rövid ágat alkotott, mely a végén közvetlenül létesített egy conidium-sorozatot, tehát basidiumhoz hasonló viselkedést árult el. Meg kell jegyezni, hogy ebben az esetben a csirázott conidium és a keletkezett conidium-láncz között sehol semmiféle haránt-választófal sem képződött. Már O. BREFELD említi erre vonatkozólag,¹ hogy «miként az emberek között a csodagyermek, a *Penicillium* már kora fiatalságában szaporodik, t. i. olyan időszakban, a mikor a myceliumok még kicsinyek és legerősebb növekedésben vannak».

¹ Botan. Untersuchungen über Schimmelpilze. II. Heft: Die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*, S. 29.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 nov. 14.-én tartott üléséből.)

A POLYCTENIDÁK BIOLOGIAI ALKALMAZKODÁSA.

HORVÁTH GÉZA r. tagtól.

Tudjuk, hogy az állatok szervezeti viszonyai mindig szoros kapcsolatban állanak az illető állatfaj életmódjával és tartózkodási helyével. Ez a szoros kapcsolat az állatok alkalmazkodó képességének a folyománya.

Az életmódhoz és a környezethez való alkalmazkodásnak nagyon tanulságos, mert könnyen áttekinthető példáját nyújtja a Polycetenidák családja.

A Polycetenidák apró, alig $2\frac{1}{4}$ – $3\frac{1}{2}$ mm hosszú rovarok, melyek forró földövi denevéreken élőködnek s azoknak bundájában tartózkodnak. Ez idő szerint összesen csak 10 fajuk ismeretes, még pedig 7 faj Ázsiából és Afrikából és 3 faj Amerikából. Általában valamennyien nagyon ritkák; 1864 óta, mikor az első fajt felfedezték, mai napig, tehát 46 év alatt mindössze csak valami 24 példányt sikerült belőlük kézrekeríteni.

Nagy ritkaságuk, de kivált sajátságosan módosult szervezeti bélyegeik miatt rendszertani helyzetük is jó darabig bizonytalan volt. Az a néhány szerző, a ki velük eddig foglalkozott, többkevesebb kételkedéssel hol a Hemipterákhoz, hol a Dipterákhoz sorozta őket. Most azonban már véglegesen el van döntve, hogy valósággal a Hemipterák rendjéhez tartoznak és hogy aránylag legközelebb állanak a Cimicidák családjához, a melynek általános ismert képviselője a hirhedt házi poloska.

Ezt a rokonságot azonban csak tüzetesebb vizsgálat révén lehet felismerni. Mert külső megjelenésükre nézve a Polycetenidák tetemesen elütnek a Cimicidáktól, minthogy több fontos bélyegük jelentékeny módosuláson ment keresztül. Nem szenved kétséget,

hogy ez a külső átformalódásuk az állandó élőködésnek, illetőleg az ahhoz való alkalmazkodásnak az eredménye. A Cimicidákról tudjuk, hogy valamennyien csak időleges paraziták, melyek csak ideig-óráig szoktak gazdáikon tartózkodni, de különben életük nagyobb részét azoktól elszakadva töltik. A Polycetenidák ellenben állandó paraziták, melyek sohasem hagyják el gazdáikat, a denevéreket, hanem állandóan azoknak bundájában vesztegelnek. Reájuk nézve tehát az a legfontosabb életkérdés, hogy állandó tartózkodásuk lehetőleg biztosítva legyen. Az ő egyedüli ellenségeik tulajdonképen csak saját gazdáik, a denevérek, melyek vakaródzással igyekeznek tőlük szabadulni és őket karmaikkal bundájukból kizavarni. Ennek tulajdonítandó, hogy mindazok a szervezeti módosulások, melyekkel a Polycetenidák a Cimicidáktól eltérnek, többnyire azt a célt szolgálják, hogy őket a gazdáik részéről fenyegető veszedelemtől lehetőleg megóvják és állandó megmaradásukat a bunda szőrei között minél jobban biztosítsák.

Vegyük sorra ezeket a szervezeti módosulásokat.

A test általános alakja, mely a Cimicidáknál nagyon széles, a Polycetenidáknál nagy mértékben elkeskenyedett. A fej parabolikus alakot öltött és laposabb lett, a pronotum lemezesen kiszélesedett oldalszegélyei pedig eltűntek. A fej és a pronotum oldalszélei ennek következtében *egy* folytatólagos vonalban fekszenek, úgy hogy a denevérek karmai nem akadhatnak beléjük.

A testnek és jelesen a fejnek ilyenforma alkata az emlősök bundájában élő rovaroknál meglehetősen gyakori. Ilyenek elsősorban két Streblida-nem (*Strebla*, *Euctenodes*) és a Nycteribiidák, mind oly legyek, melyek szintén denevérekben élőködnek, továbbá egy különös bogár (*Piatypsyllus castoris*), mely a hód bundájában él. A Siphonapterák (bolhák) is többnyire többé-kevésbé hosszúkás testalkatúak; fejük, mellkasuk és potrohuk oldalszélei szintén egy vonalban fekszenek, minden kiszögellés nélkül.

Egészen sajátos szerkezetet mutat a Polycetenidák feje, t. i. két részre van osztva. Az elülső rész félholdalakú, széles, mozgatható lemezből áll, mely a hátulsó részszel valóságos izület révén van összekötve. Hasonló fejalkattal csak a Streblidák családjához tartozó *Strebla*- és *Euctenodes*-nemeknél talál-

kozunk, melyek egészen más rovarrendhez tartoznak ugyan, mert Dipterák, de külsejükre és életmódjukra nézve a Polyctenidákkal megegyeznek.

Vajjon mi okozhatta a fejnek efféle kettéoszlását? És vajjon mi lehet a Polyctenidák fejének csúcán az a mozgatható lemez? WESTWOOD, ámbár némi kétkedéssel, azt vélte, hogy a mozgatható lemez a Polyctenidák fején talán a clypeusnak felel meg. Ujabban P. SPEISER már egész határozottsággal annak jelentette ki és magam is annak tartom.

A clypeus különválása és mozgékonyasága, kapcsolatban jelentékeny elszélesedésével, nyilván szintén csak arra szolgál, hogy az illető rovarok rögzítését a denevéreken jobban biztosítsa. A Polyctenidák feje elég lapos ugyan, kivált az előszélen; de könnyen belátható, hogy a fej még jobban fog a gazdaállat bőréhez hozzásimulhatni s ez utóbbi karmainak beleakadását még inkább lehetetlenné fogja tenni, ha elülső része mozgathatóvá válik s ennek következtében, a fej állásától függetlenül is, tökéletesen odatapadhat a gazdaállat bőréhez.

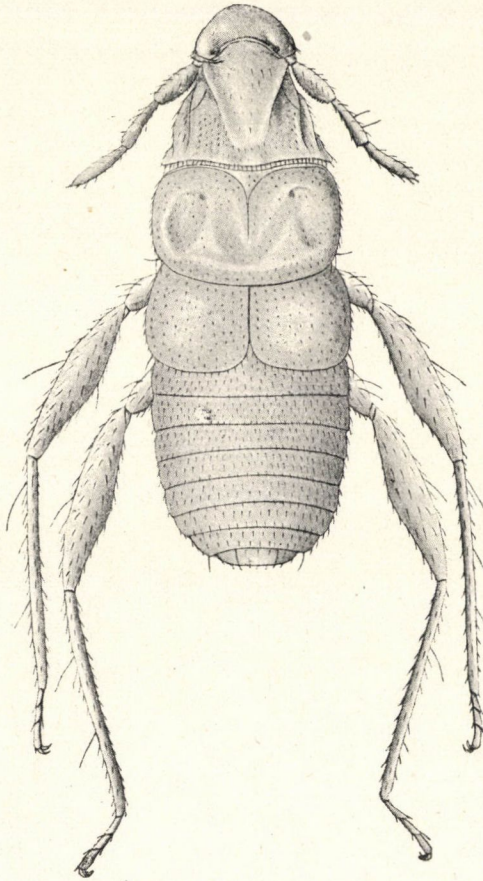
Nagyon jellemző a Polyctenidákra a szemek teljes hiánya. A látás szerveinek teljes elsatnyulása a helyhez kötött életmódból magyarázható és épen nem ritka az élősdű rovaroknál, minők pl. sok Streblida, Nycteribiida, Siphonaptera, Pediculida, úgyszintén a *Platypsyllus castoris*, *Braula coera* stb.

A csápok és a szipóka megrövidülése, mely a Polyctenidákat jellemzi, szintén a parazita életmódra vezethető vissza. A csápok rendszeren rövidebbek vagy legfeljebb csak valamivel hosszabbak, mint a fej. A szipóka, mely ép úgy három izüleből áll, mint a Cimicidáknál, mindig rövidebb, mint a fej.

Az imént említett három bélyeg, t. i. a szemek teljes hiánya s a csápok és a szipóka megrövidülése, a mihez még hozzáadhatjuk a scutellum hiányát is, képviseli azokat a morfológiai átalakulásokat, melyeknek nem az az egyenes rendeltetésük, hogy a denevérek bundájában való rögzítés biztosítására szolgáljanak. Valamennyi többi módosulás azonban ennek az egyetlen czélnek az érdekében keletkezett.

Ezt mutatja a lábak szerkezete is. Az elülső lábak mindig nagyon rövidek, hatalmasan megvastagodott czombokkal, a

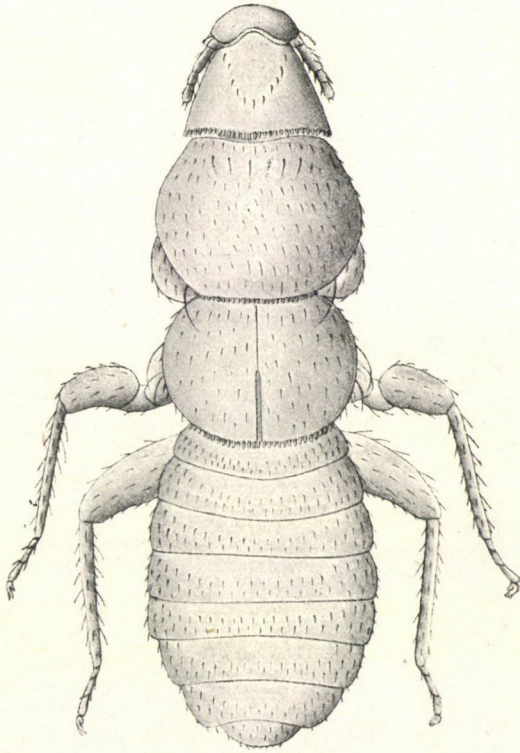
melyek elárulják, hogy mekkora erővel szoktak e rovarok gazdáik bundájába megkapaszkodni. A középső és hátulsó lábak még aránylag kevésbé zömökek és nem annyira rövidek az amerikai



1. ábra. *Hesperoctenes impressus* Horv., Braziliából;
33-szorosan nagyítva.

ajoknál; ezeknek hátulsó czombjai a potroh végén túl nyúlnak. Az óvilági fajoknál azonban a két hátulsó lábpár sokkal rövidebb, a középső és hátulsó czombok zömökebbek s a hátulsó czombok sohasem érnek egészen a potroh végéig.

Az ázsiai és afrikai fajok a karmok szerkezetében is különböznek az amerikaiaktól. Ez utóbbiaknak ugyanolyan egyszerű karmaik vannak, mint a Cimicidáknak. Az óvilági fajoknál az egyik karom szintén megtartotta ugyan még ezt az eredeti egy-



2. ábra. *Ctenoplax Nycteridis* Horv., Közép-Afrikából;
33-szorosan nagyítva.

szerű alakot, de a másik karom a tövén erősen, mintegy horogformára meg van görbülve és egy hosszú hegyes fogat visel, úgy hogy az egész karom kettéhasítottnak látszik. Az egyik karomnak ilyen különös alakulása, a melynek hasonmásával bizonyos Hippoboscidáknál (*Ornithomyia*, *Ornithoctona*, *Lynchia* stb.) is találkozunk, nyilván arra szolgál, hogy a rovar jobban meg-

kapaszkodhassék és jobban rögzíthesse magát a gazdaállat bundájának szőrei között.

A Polycetenidák tarsusainak szerkezete eddig még nem volt kellően tisztázva; a középső és hátulsó tarsusokat hol három, hol négy izüleből állónak írták le. Ez a bizonytalanság onnan származik, hogy a középső és hátulsó lábszárak és tarsusok majdnem valamennyi fajnál világos gyűrűzetet viselnek és hogy ezek a világos gyűrűk azt a látszatot keltik, mintha valóságos izületek volnának. A mi a lábszárakat illeti, eddig még senkinek sem támadt az az ötlete, hogy azok csakugyan izelték lehetnének. A tarsusok második izülekén levő világos gyűrűt azonban több szerző valóságos izületnek nézte s ebből kifolyólag az egész tarsust négyizületesnek tartotta. Négy izüleből álló tarsus valóban rendkívüli jelenség volna a Hemipterák rendjében, a melyet pedig, mint tudjuk, legfeljebb három izüleből alkotott tarsusok jellemeznek. Tüzetes vizsgálataimból kiderült, hogy ez alól a szabály alól a Polycetenidák sem tesznek kivételt és hogy tarsusaik valósággal szintén mind csak három izüleből állanak.

Hogy vajjon mi lehet e világos gyűrűzetnek az oka és célja, annak ez idő szerint nem tudjuk kielégítő magyarázatát adni. Valószínű, hogy a világos gyűrűzet valami összefüggésben van a parazita életmóddal, mert a szintén denevéreken élősködő Nycteribiidák czombjain, sőt néha (*Cyclopodia*, *Eucampsipoda*) lábszárain is hasonló világos gyűrűket észlelhetünk.

A Polycetenidák egyik legfeltűnőbb bélyegét, mely a Hemipterák rendjében kizárólag csak náluk fordul elő, az ú. n. fésűk alkotják. Az efféle fésű (*ctenidium*) a rovarokon, mint tudjuk, sajátságos alkotású tüskékből vagy fogakból áll, melyek a test bizonyos részein egy-egy haránt vagy rézsut futó sorban vannak sűrűn egymás mellé helyezve. Sok elősdi rovarnak vannak ilyen fésűi, különösen azoknak, melyek emlősök bundájában tartózkodnak, minők a Siphonapterák, Nycteribiidák, némely Streblida (*Strebla*, *Euctenodes*), továbbá a *Platypyllus castoris* stb.

A fésűk fokozatos fejlődése a Polycetenidáknál nagyon érdekes és tanulságos, mert egyúttal némi világot vet e kis rovarcsalád phyletikai fejlődésére s e fejlődés irányára. A legkezdetlegesebben vannak a fésűk az amerikai fajokon (*Hesperoctenes*) kifejlődve;

ezeknél még csak a fej alsó lapján található egy ilyen képződmény, de még ez is némileg fogyatékos s a test középvonalában szélesen meg van szakítva. Az ázsiai és afrikai fajoknál azonban nemcsak a fej alsó lapján levő fésű tökéletesebb már, hanem ezenkívül még a test felső lapján is fellépnek eme jellemző képződmények. Először csak a fej utószélén, a tarkón jelentkeznek (*Eoctenes*), majd a pronotum utószélén (*Polyctenes*) és végre a csökevényes szárnyfedők utószélén is (*Ctenoplax*, *Syncrotus*).

Figyelemreméltó körülmény, hogy az óvilági fajok tarkóján, pronotumán és szárnyfedőin található fésűk fejlődéstani tekintetben aránylag még fiatal szerzemények, mert a nympa-stádiumban, vagyis az álcának abban a stádiumában, melyben a fej alsó lapján már megvan a fésű, s melyben az egyik karom már átment a fönebb említett jellemző átalakuláson, még hiányzanak.

E fésűknek kétségkívül az a rendeltetésük, hogy a rovar megmaradásának biztonságát a gazdaállat bundájában fokozzák. Körülbelül azt a szerepet töltik be, mint a nyíl vagy szigony kampója. Ugyanis mikor a gazdaállat azon iparkodik, hogy a rajta élősködő Polyctenidát bundájából karmaival kipiszkálja és kizavarja, akkor a bunda szőrszálai a fésű fogai közé szorulnak s ekként az eltávolítás veszedelmét megakadályozzák vagy legalább csökkentik.

Két óvilági nemnél (*Ctenoplax*, *Syncrotus*), melynek fajai az élősködéshez való alkalmazkodásban a legtovább haladtak, a szárnyfedők tövük felé teljesen össze vannak forradva, a mi a szárnyfedők utószélén álló fésű biológiai rendeltetését, t. i. ellentállóképességét bizonyára még inkább fokozza.

Szakasztott olyan szerkezetű fogak, mint a minők a fésűket alkotják, találhatóak, noha csekélyebb számban, az óvilági fajok megvastagodott első csápizülékének alsó lapján is. Ezeknél tehát némi részben még a csápok is hozzájárulnak a rovar rögzítéséhez és elfoglalt helyzetének biztosításához.

A fennebb előadottakból világosan kitűnik, hogy a Polyctenidáknak majdnem összes bélyegei, melyekkel a Cimicidáktól és általában a többi Hemipteráktól különböznek, e rovaroknak a parazita életmódhoz való alkalmazkodása folytán alakultak ki.

Ez az alkalmazkodás főleg abban a törekvésben nyilvánul, hogy megmaradásuk gazdáik bundájának szőre között minél jobban biztosítva legyen és hogy ott gazdáik háborgatásától minél kevesebbet szenvedjenek. Az amerikai fajok, aránylag még elég hosszú lábaikkal, mérsékelt vastagságú középső és hátulsó czombjaikkal, egyszerű karmaikkal, a fej alsó lapján található és csak hiányosan fejlett egyetlen egy fésűjökkel, e tekintetben a kezdetleges typust képviselik. Az óvilági fajok azonban keskenyebb testalkatukkal, rövidebb csápjaikkal, lábaik alkotásával, fésűik nagyobb számával és egyéb bélyegeikkel arról tanúskodnak, hogy már sokkal nagyobb mértékben alkalmazkodtak a parazita életmódhoz.

A Polycetenidák eme biológiai alkalmazkodásának a menete körülbelül a következő lehetett:

A Cimicidáktól vagy alkalmasint valamely ezekkel közös törzsből származott ősi typus, a denevérek bundájában való állandó tartózkodás folyamán, lassanként úgy átfurmálódott, hogy testalakja elkeskenyedett, pronotumának széles oldalszegélyei eltűntek, csápjai, szipókája és elülső lábai megrövidültek, szemei teljesen elsatnyultak, clypeusa a fejtől különvált, fejének alsó lapján fésű fejlődött, elülső czombjai tetemesen megvastagodtak, csökevényes szárnyfedői pedig a test középvonalában egész hosszúságukban szorosan egymáshoz illeszkedtek, úgy hogy a mesonotumot teljesen elfedték s ennek következtében a scutellum is teljesen eltűnt. Ezen a kezdetleges fejlődési fokon áll mai napság az amerikai *Hesperoctenes* KIRK.-nem három fájával.

Az óvilági fajok aztán ezen az alapon tovább haladtak a parazita életmódhoz való alkalmazkodásban. Csápjaik még jobban megrövidültek és zömökebbé váltak, valamint lábaik is. A hátulsó czombok, melyek az amerikai fajoknál a potroh végén túlnyúlnak, ezeknél már sohasem érnek egészen a potroh végéig. A páros karmok közül az egyik horgasan meg van görbülve és tövén egy erős hegyes fogat visel.

Nagyon érdekes az óvilági fajoknál, mint már említém, a fésű fokozatos szaporodása. Ezeknél nemcsak hogy a fej alsó lapján levő fésű válik tökéletesebbé és hogy az első csápizülék

alsó lapján szintén mutatkoznak efféle fésű-fogak, hanem már a test felső lapján is megjelennek a fésűk jellemző fogsorai. Eleinte csak a fej utószélén, a tarkón — ez az *Eoctenes* KIRK.-nem; majd a pronotum utószélén is — ez a *Polyctenes* GIGL.-nem. A fejlődés további fokozatain végre már a csökevényes szárnyfedők utószélén is egy-egy fésű foglal helyet, a mivel karöltve jár aztán egyszersmind a két szárnyfedőnek részleges összeforradása. Így van ez a közép-afrikai *Ctenoplax* HORV.-nemnél. Ennek szárnyfedői, ép úgy mint valamennyi előbb említett négy nemnél, a végükön lekerekítettek. Az ehhez legközelebb álló *Syncrotus* HORV.-nem fajainál azonban, melyek Közép-Afrikából és Dél-Ázsiából ismeretesek és melyek a parazita életmódhoz való alkalmazkodásban eddig a legtöbbre vitték, a csökevényes szárnyfedők vége egyenesen le van csonkítva.

Az eddig ismert öt Polyctenida-nem phyletikai fejlődése e szerint egyenes vonalban és egyenletesen, minden zökkenés nélkül ment volna végbe. Ilyen formán: *Hesperoctenes* → *Eoctenes* → *Polyctenes* → *Ctenoplax* → *Syncrotus*.

Ha azonban e sorozat egyes tagjait tüzetesebben megvizsgáljuk, akkor reá jövünk, hogy fejlődésük mégsem ment az egész vonalon ilyen simán és egyenletesen.

A *Polyctenes*-nem ugyanis, mely az óvilági nemek között a fésűk számát illetőleg már az *Eoctenes*-nemet is túlhaladta, bizonyos bélyegekre nézve sokkal közelebb áll még az amerikai ősi *Hesperoctenes*-typushoz, mint a többi óvilági nemhez. Testalakja még nincs annyira megnyúlva; csáppjai pedig ép úgy, mint a *Hesperoctenes*-nemnél, hátrafelé a fej utószélén túlnyulnak, holott a csápok valamennyi többi óvilági nemnél mindig rövidebbek, mint a fej. A *Polyctenes*-nem tehát e bélyegekre nézve alacsonyabb fejlődési fokon maradt és az ú. n. epistasis jelenségét mutatja.

VONALRENDSZEREK KÉTOLDALÚ FELÜLETEKEN.

KÖNIG DÉNES-től.

Adva lévén a véges

$$P_1, P_2, P_3, \dots, P_{\alpha_0} \quad (\text{I})$$

sokaság, továbbá e P -kből alkotott bizonyos végesszámú különböző párok:

$$(P_i P_j), (P_k P_l), \dots, \quad (\text{II})$$

akkor a P -knek mindig meg lehet feleltetni a (háromméretű) térben α_0 számú tetszőleges pontot úgy, hogy a (II)-ben egybefoglalt két pont — és csakis ezek — *egymást nem metsző vonalakkal* legyenek összekötve. E térbeli vonalrendszer — melynek $P_1, P_2, \dots, P_{\alpha_0}$ a *csúcsai*; $(P_i P_j), (P_k P_l), \dots$ az *élei* — teljesen reprezentálja az (I, II) rendszert. Hogy minden ily (I, II) rendszer térbeli vonalrendszerrel ábrázolható, egyszerűen azon alapszik, hogy (egyméretű) vonal a (háromméretű) teret nem választhatja ketté és akárhány vonalunk van is már a térben, két tetszőleges pont még mindig összeköthető közvetlenül, azaz oly vonallal, mely a többit nem metszi.

A síkban azonban nem minden (I, II) rendszer ábrázolható ilyen értelemben. A legegyszerűbb példa erre

$$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, \quad (\text{Ia})$$

$$\begin{aligned} & (P_1 P_2), (P_1 P_3), (P_1 P_4), (P_1 P_5), (P_2 P_3), \\ & (P_2 P_4), (P_2 P_5), (P_3 P_4), (P_3 P_5), (P_4 P_5), \end{aligned} \quad (\text{IIa})$$

hol (IIa)-ban minden (Ia)-ból alkotható pár előfordul. Hogy e rendszer a síkban új metszéspont fellépése nélkül nem ábrázol-

ható, egyszerűen azt az ismeretes WEISKE-féle tételt mondja ki, hogy a síkban öt tetszőleges pont lévén adva, nem köthető össze bármely kettő egymást nem metsző (10) vonallal. De oly példát is adhatunk — s ez némely vizsgálatnál fontos körülmény —, hol minden csúcsból csak három él fut ki. A legegyszerűbb ily példája a síkban nem ábrázolható rendszereknek¹ a következő:

$$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, \tag{Ib}$$

$$(P_1P_2), (P_2P_3), (P_3P_4), (P_4P_5), (P_5P_6), (P_6P_1); (P_1P_4), \\ (P_2P_5), (P_3P_6). \tag{IIb}$$

Adva lévén egy tetszőleges (I, II) rendszer, vagyis — a mi, mint említettük, ezzel egyre megy — egy térbeli vonalrendszer, felmerül a kérdés, hogy — ha a síkban nem is — nem ábrázolható-e e rendszer egy más felületen. Az ábrázolhatóságot itt, mint a következőkben is mindig, úgy értjük, hogy új metszéspont nem keletkezik. Minthogy a folytonos deformáció sem a probléma feltételeire, sem eredményére nincs befolyással, azért az «analysis situs» egy problémájáról van itt szó. *Kétoldalú felületekre akarunk szorítkozni*, a melyeket — mint RIEMANN, JORDAN, DYCK vizsgálataiból ismeretes — az analysis situs szempontjából két szám: a «nem» (ρ) és a határgörbék száma (r) teljesen jellemez.² Nyilvánvaló azonban, hogy ha egy vonalrendszer egy felületen ábrázolható (erre rajzolható), akkor ábrázolható marad, bárhány pontjának környezetét vágjuk is ki a felületből s bárhány ily nyílását töltjük is ki, úgy hogy feladatunkban az r egyáltalában nem játszik szerepet és *zárt* felületekre ($r=0$) szorítkozhatunk.

¹ Bonyolultabb, de némely vizsgálatnál tanulságosabb példa PETERSENnek egy ú. n. «szabályos graph»-ja (Intermédiaire des math., t. 5, 1898, 225. l.)

² Itt csupán *singularitás-nélküli*, azaz oly felületről van szó, melyből bármely pontja mint középpont köré írt elegendő kis gömb egyszerűen összefüggő felület-darabot (ú. n. elemi felületet) vág ki. Ily felületnek tehát elágazási pontjai nem lehetnek. A következőkben «singularitás-nélküli kétoldalú felület» helyett röviden «felület»-et írunk.

A felelet tehát arra a kérdésre, hogy egy meghatározott vonalrendszer valamely felületen ábrázolható-e, csupán e felület *nem*-étől függ. Világos továbbá, hogy ha egy vonalrendszer valamely felületen ábrázolható, akkor minden magasabb nemű felületen is ábrázolható. Hiszen minden felület, ha megfelelő számú elemi felületet kivágunk belőle, mint bármely magasabb nemű felület *része* tekinthető.

Előbb felvetett kérdésünkre a következő tétel adja meg a választ.

Minden térbeli vonalrendszer valamely felületen ábrázolható.

A teljes indukció módszerét használjuk. Ha t. i. a csúcsok száma $\alpha_0 < 5$, akkor a vonalrendszer (R) már 0-adnemű felületen ábrázolható, miután a síkban (gömbön stb.) négy pont bármely ketteje közvetlenül összeköthető. Most már

$$P_1, P_2, \dots, P_{\alpha_0}; \quad (R) \\ (P_i P_j), (P_k P_l), \dots$$

lévén az adott vonalrendszer, felteszszük, hogy a bebizonyítandó tétel helyes, ha a csúcsok száma $\alpha_0 - 1$. Elhagyva (R) mindkét sorából a P_{α_0} -t tartalmazó elemeket, $\alpha_0 - 1$ csúcsból álló R' vonalrendszert nyerünk, mely feltevésünk szerint valamely F' felületen ábrázolható. R' az F' -t felbontja egy vagy több elválasztott részre (megyére) úgy, hogy egy megyéből a másikba *a felületen* csupán R' egy vagy több élének átmetszésével lehet eljutni. E megyék száma legyen α'_2 . F' -ből új F felületet alkotunk a következő módon. F' minden megyéjének belsejéből kivágunk — egy-egy zárt görbével egy — összesen α'_2 számú elemi felületet és felveszünk bárhol a térben egy gömböt (0-adnemű felületet), melyből ugyancsak kivágunk α'_2 számú elemi felületet. Az F' -nek α'_2 számú nyílásának mindegyikét egy-egy — összesen α'_2 számú — csővel a gömb egy-egy nyílásával összekötjük és pedig úgy, hogy e csöveknek közös pontjaik ne legyenek. Ily módon egy zárt F felület keletkezik. Ha P_{α_0} -t a gömbön (és pedig ki nem vágott részén) vesszük fel, akkor látnivaló, hogy P_{α_0} a $P_1, P_2, \dots, P_{\alpha_0-1}$ csúcsok mindegyikével az F felületen R' metszése nélkül össze-

köthető, minthogy a gömb bármely pontjából F' bármely megyéjének belsejébe R' metszése nélkül F' -en eljuthatunk. R tehát F' -en ábrázolható, a mivel tételünk teljesen ki van mutatva.

Természetesen az ezen rekurzív eljárással keletkező F' éppenséggel nem lesz *okvetlenül* a legalacsonyabb nemű¹ felület, melyen R ábrázolható, és *bizonyára* nem lesz az, ha R *összefüggő*² és nem csupa egyszerűen összefüggő megyére bontja fel F' -et. Más szóval:

Ha valamely F' -re rajzolt összefüggő R vonalrendszer az F' -et úgy bontja fel, hogy ezen többszörösen összefüggő megye is keletkezik, akkor R már F' -énél alacsonyabb nemű felületen is ábrázolható.³

Legyen t. i. M az F' -en keletkező beosztásnak egy többszörösen összefüggő megyéje. Ezen M belsejében rajzolható oly egyszerű zárt vonal k , mely a *felületen* folytonos átalakítással tetszőleges kis körbe (vagy, mint mondani szokás, «pontba») nem húzható össze. E k mentén felvágva az F' felületet, ez nem bomlik részekre, mert különben R egyes részei össze nem függő felületeken feküdnének és R nem lenne összefüggő. A k mentén való felvágás tehát F' nemszámát, p -t 1-gyel leszállítja. R azonban ezen a $p-1$ -ednemű felületen is rajta fekszik és így tételünk ki van mutatva.

Figyelemre méltó körülménynek látszik, hogy e tétel nem fordítható meg: abból, hogy egy vonalrendszer egy felületet egyszerűen összefüggő megyékre bont, még nem következik, hogy e vonalrendszer alacsonyabb nemű felületen nem ábrázolható. A következő síkbeli vonalrendszer ad erre egyszerű példát.

¹ F' nemszáma α'_2-1 -gyel nagyobb F' -énél.

² Összefüggőnek nevezünk egy vonalrendszert, ha rajta bármely csúcsból bármely csúcsba eljuthatunk.

³ Bizonyos speciális vonalrendszerekre e tételt már kimondotta HEFFTER (Mathematische Annalen, 38. k. 486. l.); érvényes azonban minden összefüggő vonalrendszerre. R összefüggő volta azonban lényeges. A tétel több össze nem függő részből álló R -re nem is igaz, mert az ilyen vonalrendszer bármely felületen (tehát a lehetséges legalacsonyabb neműn is) oly beosztást hoz létre, mely tartalmaz többszörösen összefüggő megyét is.

Rajzoljunk két koncentrikus kört és húzzuk meg két átmérőnek a két kör közé eső négy darabját. E vonalrendszer úgy alkalmazható az egyszerű gyűrűre ($p=1$), hogy ezt négy egyszerűen összefüggő megyére bontja és mégis alacsonyabb nemű felületen, t. i. a síkon ($p=0$) is ábrázolható. (A síkon kettővel több, t. i. hat egyszerűen összefüggő megye keletkezik.)

Kimutatván, hogy minden vonalrendszer egy felületen ábrázolható, most már minden vonalrendszerhez egy meghatározott p szám rendelhető oly módon, hogy a vonalrendszer ábrázolható a p -ednemű felületen (tehát minden magasabb neműn is), de p -nél alacsonyabb nemű felületen nem ábrázolható. Jogosultnak látszik e p számot a vonalrendszer nemszámának nevezni.

Az összefüggő vonalrendszer nemszámának egy csupán csúcsainak és éleinek számától függő felső határát akarjuk még megadni. Ha egy a_0 számú csúcsból és a_1 számú élből álló összefüggő R vonalrendszer nemszáma p , akkor — mint láttuk — a p -ednemű R' felületen ábrázolva R -et, R' csupa egyszerűen összefüggő megyére bomlik (e megyék száma legyen a_2) úgy, hogy alkalmazható az általános EULER-féle tétel,¹ mely szerint

$$a_1 - a_0 - a_2 = 2p - 2.$$

Azt, hogy $a_2 \geq 1$, ily módon a többi adattal ez az egyenlőtlenség fejezi ki:

$$p \leq \frac{a_1 - a_0 + 1}{2}.$$

Egy a_0 számú csúcsot és a_1 számú élt tartalmazó összefüggő vonalrendszer nemszáma nem lehet nagyobb $\frac{a_1 - a_0 + 1}{2}$ -nél.

¹ Az itt alkalmazott tétel következő megfordítása is érvényes. Ha egy a_0 csúcsból és a_1 élből álló vonalrendszer a p -ednemű felületet a_2 számú megyére bontja és

$$a_1 - a_0 - a_2 = 2p - 2,$$

akkor valamennyi megye egyszerűen összefüggő.

Megemlítjük még, hogy p pontos értékét a_0 és a_1 nem határozhatja meg; megadhatók oly *különböző nemű* vonalrendszerek, melyekre nézve a_0 is, a_1 is ugyanaz. A p meghatározásakor az a_0 és a_1 számértékeken kívül kétségtelenül a vonalrendszer éleiből alkotható zárt vonalak bizonyos speciális tulajdonságú rendszerei játszanak fontos szerepet.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 decz. 12.-én tartott üléséből.)

ÚJABB ADATOK BUDAPEST KÖRNYÉKE HARMAD- IDŐSZAKI ÜLEDÉKEINEK GEOLOGIÁJÁHOZ.

LÖRENTHEY IMRE 1. tagtól.

Újabb időben ismét sok érdekes geológiai és palæontológiai fölfedezést tettem budapesti kirándulásaimon. Ezek közül a geológiai újdonságoknak mielőbbi közzétételére egy újabban megjelent munka késztet, a mely 1910 május havában jelent meg¹ «A neogén korú üledékek Budapest környékén» czímen HLAVÁCS GYULA tollából.

Mielőtt újabb adataimat megismertetném, néhány általános megjegyzést kell tennem e munkára, hogy az első kritika éppen az Akadémiából hangozzék el.

A szerző a bevezetés című fejezetben többek között azt mondja: hogy Budapest változatos környéke *«a tanulmányozás állandó tárgya annál is inkább, mert erre folyton adódik alkalom az ipari tevékenység közben létrejött mesterséges föltárásokban».*

Majd később így nyilatkozik: *«A vasúti bevágásokban, a téglagyárak agyaggödreibben, a kavicsbányákban olyan jól és sok helyen föl vannak tárva (t. i. a neogénképletek), hogy ezeket már részletesen ismerjük a közleményekből. Annyira részletesen, hogy én ez alkalommal valamelyes lényegesebb újabb adattal nem igen bővíthetem ismeretüket s inkább arra szorítokozom, hogy az elszórt adatokat összegyűjtve, az újabb felfogás keretében egységes képét igyekszem megrajzolni a Budapest-környéki neogén korú üledékeknek».*

A szerző eme két idézetével önmaga mond bírálatot munkájáról, mert ha a Budapest-környéki föltárásokban folyton adódik alkalom a szóban lévő üledékek tanulmányozására, akkor

¹ A magy. kir. Földtani Intézet Évkönyve XVII. kötetében mint akadémiai pályadíjat nyert munka jelent meg.

több mint mulasztás, csak arra szorítkozni, hogy a mint mondja, az elszórt adatokat összegyűjtve, egységes képet rajzoljon a környék neogén üledékeiről.

Jó összefoglaló munkák, melyeket *szakemberek kritikával és minden új adatnak a fölhasználásával írnak*, igen nagy szolgálatot tehetnek a tudománynak, de nem a minden kritika nélküli, hiányos és nem szakszerű kompiláció. Pedig hogy HLAVÁCS munkája még kompilációnak is nagyon fölületes és rossz, alább bő adatokkal fogom bizonyítani. HLAVÁCS a bevezető részben a budapesti neogénre vonatkozó ismeretek történelmi áttekintését próbálja adni, de irodalmi ismeretei csak 1879-ig terjednek, holott e képződményt rendszeresen és a tudomány mai állásának megfelelően tárgyaló munkák majdnem mind 1879 után jelentek meg. Különben a tárgyat szerető s azt a köteles lelkiismerettel művelő bűvár előtt érthetetlen, hogy egy 1910 májusában lezárt munkában az előszószerű bevezetés 1906 februárius hó 28.-áról van még keltezve, az irodalom azonban pláne csak 1903-ig bezárólag van úgy-ahogy figyelembe véve.

Az irodalom negligálása főleg azokra a munkákra terjed ki, melyek HLAVÁCS GYULÁ-nak tartalmuknál fogva kellemetlenek. Ilyenek különösen az én tollamból az utóbbi években megjelent értekezések, melyekben HLAVÁCS irodalmi munkásságát igaz értékükre szállítottam le. Ő az ott kifejtett igazságok súlyát érezve, miután a védekezés kizárt, megjegyzéseimre az agyonhallgatással válaszol. Hogy kevésbbé legyen föltűnő munkámnak semmibe vévése, mellőzi a többi, 1903 után megjelent értekezést is. Daczára annak azonban, hogy pl. «a rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról»¹ és «Budapest pannoniai- és levantei-korú rétegei és ezek faunája»² című értekezéseimet nem említi, ottani eredményeimet mégis fölsorolja — a forrás megnevezése nélkül.

Tehát minthogy HLAVÁCS csakis a régibb irodalmat veszi részben tekintetbe, az újabbnak szándékos mellőzésével, de a régít is — a mint látni fogjuk — hibásan; továbbá minthogy a

¹ Földtani Közlöny. XXXIV. kötet. 1904.

² Math. és Termtud. Értesítő. XXIV. kötet. 1906.

képződményeket föltáró bányákat nem vizsgálta át s így a mindennap kínálkozó újabb adatokat szándékosan elkerülte, a régi hibákat pedig nem javította ki: összeállítására hamis képét nyújtja a budapesti neogénnek. A munkában mindössze ZSIGMONDY BÉLA és FRANZENAU ÁGOSTON adatai újak. ZSIGMONDY néhány kút fúrási adatát és anyagát bocsátotta rendelkezésre, FRANZENAU pedig az ezekben található foraminifera-faunát dolgozta föl. A munkában idézett egyéb — nem FRANZENAU-tól meghatározott — foraminifera éppen nem «az újabb fölfogás keretében» van a munkába beillesztve, mint a hogy ezt HLAVÁCS igéri, hanem ellenkezőleg az újabb fölfogással teljes ellentétben, mint ezt később látni fogjuk. Az pedig, hogy a HLAVÁCS munkájában közölt adatok, mint ahogy ő állítja, munkájának megjelenése előtt szét lettek volna szórva, egyáltalában nem felel meg a valóságnak. SCHAFARZIK F. «Budapest és Szt.-Endre vidéke» című térképmagyarázatában mindent összefoglalt már, azóta pedig néhány értekezéssel magam is hozzájárultam az adatok kritikai összegyűjtéséhez, sőt kiegészítéséhez is.

HLAVÁCS GYULA e munkája fölött már megjelenésekor is messze elhaladt az idő; ha szerzője lelkiismeretes munkát akart volna végezni, egyrészt számtalan új adattal gazdagíthatta volna az irodalmat, másrészt pedig lényegileg javíthatta volna Budapestnek, részben tőle reambulált térképét. Legérdekesebb eredménye volna e munkának, hogy HLAVÁCS Gy. a Mátyásföld fúrott kútjából «glaukoniás» homokokat és homokköveket említ. Egész oldalon (340. lap) ír erről a nélkül, hogy a glaukoniák fontosságát észrevenné. Sőt minthogy e jó vezérlő kövületek daczára a szóban lévő rétegeket mégis a kréta helyett a mediterránba helyezi, föl kell tételeznünk, hogy itt ismét HLAVÁCS-féle rossz génuusz-meghatározással van dolgunk.

HLAVÁCS Gy. munkájára vonatkozó kritikai megjegyzéseimet újabb megfigyeléseimnek megismertetése közben teszem meg, minthogy munkájában nem tárgyal képződményt, melyre vonatkozólag újabb s az eddigi ismereteket módosító adataim ne volnának. A neogén rétegeken kívül azonban a palæogénre vonatkozólag is vannak megfigyeléseim, melyeket első sorban ismeretek meg.

1. A budai márgának újabb pteropodás szintje.

Magyarország palæogénjéből irodalmilag én ismertettem meg először a pteropodákat 1903-ban «Pteropodás márga a budapesti óharmadkorú képződményekben»¹ czímen. Ez értekezésben a budai márgának a pteropodák tömeges megjelenésével jellegzett felső szintjét ismertettem meg a Kissvábhegy és a Rózsadomb déli aljáról, valamint a farkasvölgyi mély árokból. Majd 1908-ban KOCH ANTAL² a Nagysvábhegy keleti oldalán lévő Diana-útról és a Vöröskereszt-kórház mögül, az Alkotás-uteza szintje alól ismerteti meg; ezzel megerősítve ama föltevésemet, hogy a «pteropodás márga a budai márga felső részében jól jellegzett s könnyen fölismerhető szintet formál». Ebben a szintben a *Valvatella*-nemnek egy faja van nagy mennyiségben. Újabb kutatásaim a budai márga alsó szintjeiből is eredményeztek pteropodákat, még pedig *Balantium*-okat.

Az újlaki téglagyárral szemben a Szépvölgy elején nemrégiben érdekes bevágásokat létesítettek. Az egyik a Pusztaszeri-út, a másik az erre derékszögben haladó Zöldmáli-út bevágása. Mindkettő a budai márgából álló Zöldmál hegyoldalba van mélyesztve. Mielőtt az idő vasfoga a kulturával karöltve egészben vagy részben megsemmisítené az ott föltárt szép rétegsorozatot, szükségesnek tartottam anyagot gyűjteni s így a tudomány számára megmenteni.

A mellékelt 1. ábra a Pusztaszeri-út északi falát és a Zöldmáli-úti föltárásnak a Pusztaszeri-úttal szemben lévő szakaszának rétegsorozatát tünteti föl. E szelvény körülbelül 40 méter hosszan tár föl egy összefüggő teljes rétegsort, melyben lazább márgarétegek (1 a—13 a) váltakoznak kemény mészmárga-padokkal (11 a—13). A keményebb mészmárga-padok aránylag vékonyabbak, mint a lazább márgásabb padok, ugyanis a laza márga-padok átlag körülbelül 1 m vastagok, kivéve a 11 a-val jelzetet, mely 2 5—3 m vastag. A kemény mészmárga-padok átlag

¹ Földtani Közlöny. XXXIII. kötet.

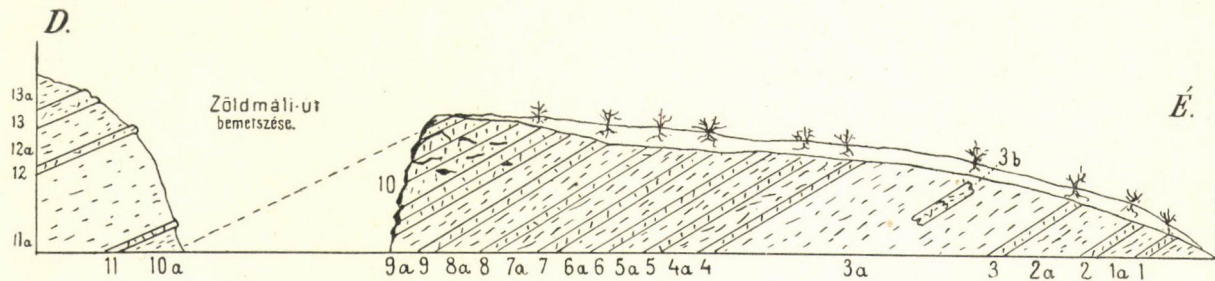
² Új adatok trachytanyagának a budavidéki óharmadkori üledékekben való előfordulásához. (Földtani Közlöny. XXXVIII. kötet.)

0.5 m vastagok, kivéve a 10 számmal jelzettet, mely körülbelül szintén 2.5—3 m. A rétegek átlagos dőlése É—D, 25—30°.

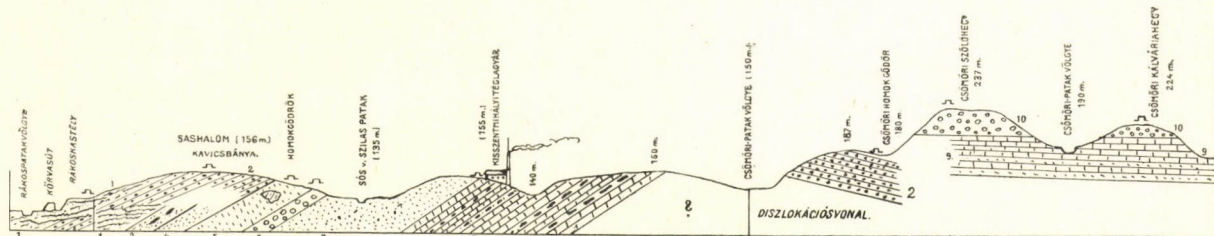
A lazább márgapadok iszapolási anyaga, valamint a keményebb mészmárga-padok vékony csiszolatának tanulsága szerint a rétegekben főleg apró foraminiferák, kevés bryozoa és lythothamnium vannak. A nagyobb kövületek kőbelei ritkaságszámba mennek.

Kövületzárványait illetőleg főleg a 9 a-val jelzett laza márga, a fölötte lévő 10-es számú mészmárgának alsó része, valamint a 11 a-val jelzett márgapad tűnik ki. Az elsőben főleg a mikrofauna játszik szerepet, a mennyiben az iszapolási anyagban csak úgy hemzsegnék a kitűnő megtartású bryozoák és az aránylag nagy foraminiferák. Különösen szembetűnik nagy alakjával és nagy számával a *Verneuilina abnormis*, HANTK. sp., melyet HANTKEN *Rhynchospira abnormis* néven irt le¹ mint érdekes új fajt. HANTKEN ezt a budai márga egyik legkönnyebben fölismerhető és legjellemzőbb kövületének mondja s kiemeli, hogy az Albrecht-úton lévő Lónyay-féle ház telkének budai márgájában nagymennyiségben találta. Gyakori itt még a *Clavulina angularis*, D'ORB. var. *Szabói*, HANTK. De különösen nagy mennyiségben és alakváltozatban vannak a bryozoák, a mi szintén HANTKEN ama föltevését látszik bizonyítani, hogy a bryozoás márga a budai márgának csak fáciése és nem külön szint vagy emelet. Különb. eme fölfogás mellett bizonyít az is, hogy a budai márga-komplexumon belül többször ismétlődnek a bryozoás szintek, illetve fáciesek. E laza márgaréteg fölé települt mészmárga-padnak aljából vett kőzetpéldány csiszolataiban jóformán minden kötőanyag nélkül vannak a nagy bryozoa-, lythothamnium- és foraminifera-metszetek egymás mellett. A *balantium*-ok csakis hiányos kőbelek alakjában vannak meg a 11 a-val jelzett rétegben, lehet hogy a további gyűjtések jobb példányokat fognak eredményezni, bár tekintve a házak finom törékeny voltát, vérmes reményeket nem igen táplálhatunk jobb megtartásukat illetőleg. Így ezeket éppen úgy, mint a budai márga

¹ A *Clavulina Szabói* rétegek faunája. I. Foraminiferák. 60. l., VII. tábla, 17—19. ábra.



1. ábra. A Pusztaszeri-út és a Zöldmáli-út megfelelő részének rétegsorozata.



2. ábra. A rákosszentmihály—csömöri dombság torzított szelvénye (hosszúság 1:70000, magasság 1:2000), mely a csömöri Szőlőhegyig DNy-EK-i irányú, innen ENy-DK-i irányban szeli a területet. 1. Horzsaköves dacitufa; 2. alsó-mediterráni kavics és konglomerátum; 3. spongiás finom homok, meszes homokkő-lencsékkel; 4. bryozoás finom homok; 5. durvább pecten praescabriusculusos homok, dacitufa-zárvánnyal; 6. durva kavics ostreákkal; 7. finom anomiáshomok; 8. pectunculus obovatus-os agyag, homok, homokkő-lencsékkel; 9. felső pannoniai agyag, agyagos-márgáshomok és homokkő congeria Partschival; 10. levantei? kavics.

fölső rétegeiből tölem ismertetett *valvatellá*-kat szintén nem lehet teljes biztonsággal meghatározni. Nagyszámú példányom legjobban megegyezik a SEQUENZA G.-nál¹ *Balantium acutissimum*, SEQU. néven leírt fajjal, melyet SEQUENZA a calabriai pliocénből ismertet. Amennyire a hiányos kőbelekéből és lenyomatokból megítélhető, csakis annyiban térnek el e budapesti oligocén-példányok a calabriai pliocénbelitől, hogy ennél valamivel kisebbek; tekintetbe véve azonban, hogy mindkét lelethely példányai hiányosak, alakomat nem különíthetem el a *Balantium acutissimum* SEQU.-tól. Találtam egy másik *balantium*-fajnak is néhány még fogyatékosabb képviselőjét, a mely valószínűleg új fajhoz tartozik. E töredékes példányok a *B. Bellardii*, AUD. sp. fajra emlékeztetnek a legjobban, de attól is eltérnek a fölületet díszítő erősebb növedékvonalakat illetően és a tekintetben, hogy a csúcstól a szájnnyílásig futó két barázda sokkal inkább a közep felé van tolva, mint a *Bellardii*-n.

Ugyancsak ebben a *Ha*-val jelzett lazább márgában a nagyobb molluscumok kőbelei és benyomatai sem éppen ritkák, sajnos azonban, hogy ezek közelebbi meghatározásra nem igen alkalmasak. E rétegben találtam a Földközi-tengerben ma is élő s az eocénben, oligocénben és miocénben egyáltalán elterjedt *Terebratulina caput-serpentis*, L.-nek kitünő párosteknyőjű példányát. Azonban főleg a pteropodák kölcsönöznek e szintnek különös fontosságot.

Nem akarok ezeknek a tömegesen szereplő pteropodáknak sztratigrafiai-geologiai fontosságot tulajdonítani, hanem inkább palaeontologiai szempontból tartom ezeket érdekesekeknek s legfőljebb fácies-jelző jelentőségük van, éppen úgy, mint a bryozoáknak. Mint tényt kell azonban kiemelnem, hogy ebben az alsó szintjében a budai márgának, a fölső pteropodás szinttel ellentétben, a mint említettem, nem a *valvatellá*-k, hanem a *balantium*-ok szerepelnek. A *balantium*-ok tömegesen a közeli észak-olasz miocén korbéli pteropodás márgákban és a morvatországi oligocénben található. Magyarországból eddig e nem

¹ Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). (Reale accademia dei lincei.) Roma. 1879. P. 276. Tav. XVI. Fig. 35.

tudtommal ismeretlen volt. A pteropodákat hazánkban csakis kevés *vaquinella* képviseli a felső mediterránban, a *valvatella* és a *balantium*-ok pedig a budai márgában.

2. A *Pectunculus obovatus* rétegeknek új lelethelye.

Mióta «a rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról» írott értekezésemben kimutattam,¹ hogy Budapest környékének a m. kir. Földtani intézettől kiadott geológiai térképén levantei mastodonos kavicsnak vett kavicsok Rákosszentmihály környékén alsó-mediterrán korszakúak és hogy ezek átlag 20°-kal délnyugat felé dőlnek: állandóan kerestem északkelet felé a fekvő rétegeket.

Négy évvel azelőtt BORHY JÁNOS máv. fölügyelő a rákosszentmihályi Anna-telepen lévő szőlőjében, a kisszentmihályi majossal szemben, téglagyárat nyitott. A téglagyári gödörben, annak első megtekintése alkalmával, semmiféle kövületet sem találtam, a miből az ott föltárt rétegek pontos korára következtetni lehetett volna. Nagyon megörültem tehát, mikor az idei nyáron (1910) STRÖMPL GÁBOR egyetemi tanársegéd úrtól, ki a Duna régi terraszait tanulmányozandó, járta be a vidéket, azt hallottam, hogy a szóban lévő téglagyári agyaggödörben sok *pectunculus*-t gyűjtött.

Mindjárt július 20.-án STRÖMPL úr társaságában fölkerestem a szóban lévő téglagyári agyaggödört s örömmel tapasztaltam, hogy az újabban föltárt mélyebb rétegekben már a kattiai emeletre jellemző *Pectunculus obovatus*-ok vannak nagy mennyiségben. Azóta többször fölkerestem e bányát, hogy a rétegek faunájából gyűjtsek.

Így a következő szelvényt állapíthattam meg:

1. Legfölül körülbelül 0.5 m a humuszos homok.
2. Zsákos kavics 0.3 m.
3. Konkréziós homok, kavicserekekkel. Ez 2.5 m-es lencse, mely észak felé teljesen kiékül, úgy hogy itt a zsákos kavics közvetlenül reátelepszik a mélyebben fekvő

¹ Földtani Közlöny. XXXIV. kötet. 1904.

4. finom kvarcshomokra, mely 1·5—2 m átlagos vastagságú.

5. Erősen réteges, körülbelül tenyérnyi vastagságú padokra való homokos agyag, helyenként homokkő, meszes vasas-konkréziókkal, vékonyabb-vastagabb kvarc kavicslencsékkel. Ilyen lencsét, a kutatógödörben föltárt rétegeket is tekintve, eddig hatot lehet megkülönböztetni. Most 1910 őszeig körülbelül 10 m vastagon van a cattiai emelet e rétegsorozata föltárva. A rétegek DNyD-re (14 h.) 10—12°-kal dőlnek.

Az 1. sz. réteg föltétlenül holocén, míg a 2. és 3. számút, azt hiszem nem tévedek, ha pleistocénnek veszem, a 4. számú finom kvarcshomokot pedig a benne talált több echinodermata-tüske és egy *Polymorphina digitalis* D'ORB. példány alapján már alsó mediterránnak tartom és pedig az anomias-homok legalsó szintjének. Míg az alsó 5. számú homokos agyagréteg kövületei alapján már az oligocén kattia emeletbe tartozik. E homokos agyag látszólag nem tartalmaz nagyobb kövületeket, az iszapolási anyagokban sok kis echinoderma-tüske s kevés foraminifera van. Ellenben a közbetelepült homokkő-konkréziókban és a rétegek közé települt durvább és finomabb kavicsos lencsékben sok a kövület, de többnyire annyira ki vannak lúgozva, hogy ép kövületet nem éppen könnyű kiszabadítani. A legfelső kövületes ér jó tenyérnyi széles, finomabb csillámos homok, mely az agyagnak egy mész- és vasas konkréziókat tartalmazó rétege alatt van. A második kövületes lencse még valamivel keskenyebb, durvább kavicsokkal, melyek között mogyorónagyságúak is vannak. Ez körülbelül két méterrel van az első alatt. Egy méterrel lejjebb van a harmadik kavicsos lencse, mely jó arasznyi. A többi három kavicsos, kövületes lencse lejjebb van körülbelül 1—1 m közzel s körülbelül tenyérnyi vastag.

A felső három kövületes rétegből a következő faunát gyűjtöttem:

Nonionina depressula, WALC. és JACOB sp. r.

Polystomella crispa, L. r.

Echinodermata-tüskék, e. gy.

Perna ind., sp. r.

Anomia ephippium, L., var. *costata*, BROCC. n. r.

Ostrea 2 sp.

Modiola ind. sp. r.

**Nucula peregrina*, DESH. gy.

* « *comta*, GOLDF. n. r.

**Pectunculus obovatus*, LAM. n. gy.

**Cardium cingulatum*, GOLDF. gy.

* « *thuenense*, EYM. ? r.

* « *Sandbergeri*, GÜMB. e. gy.

**Tellina Nystii*, DESH.

Corbula carinata, DUJ. n. r.

Lucina sp. ind. töredék.

Potamides (Tympantotomus) margaritaceum, Brocc. var. *calcaratum*, GRAT. gy.

Bitium p'icatum, BRUG. gy.

Natica ind. sp. r.

Tectura? tauroconica, SACCO, (kőből homokkő lencséből) r.

Balanus sp. ind.

Lamna (Odontaspis) cuspidata. AG. r.

Az oligocénnek eme kifejlődése teljesen azonos a verőceivel, a mennyiben erről BÖCKH HUGÓ¹ azt mondja a *Pectunculus obovatus* előfordulási körülményeiről szólva: «*melyek mind a homokos-agyagos rétegekben található kavics közfekvetekből valók.*» Mig tehát ezek a kavicsos partokat kedvelték, addig a foraminiferák ezeket lehetőleg kerülték s ebből magyarázható, hogy itt az aránylag nagyszámú molluseum társaságában ritka a foraminifera.

A *pectunculus obovatus* rétegeknek legközelebbi eddig ismert lelethelye a Duna mentén, Gődnél van, a FLOCK-féle téglavetőben, a hol szintén kék színű homokos agyag van föltárva. E rétegek 15 h 10—15 fokkal dőlnek, tehát e réteg dőlése és csapása egyezik a kisszentmihályi rétegekével.

Érdekes jelenség, hogy míg BÖCKH HUGÓ szerint a budai egykorú rétegekben 31 fajból 26 oligocén és 5 miocén, a pomázi oligocénben már 19 fajból 10 oligocén és 9 miocén van; addig

¹ Nagy-Maros környékének földtani viszonyai. (Földtani Évkönyv. XIII. kötet, 20. lap.) 1899.

itt Kísszentmihályon a fajilag is meghatározható 15 fajból csak a csillaggal jelölt 7 oligocén faj van, míg a többi a miocénbe is fölnyúlik.

3. Újabb adatok az alsó-mediterrán kifejlődéséhez és elterjedéséhez.

«A rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról» írott értekezésemben kimutattam, hogy a SZABÓ JÓZSEF¹ nyomán SCHMIDT SÁNDOR-tól² is pleistocénnek vett, Budapest geologiai térképén pedig levantei mastodonos-kavicsként föltüntetett e környékbeli kavicsok és konglomerátumok alsómediterrániaiak s hogy Rákosszentmihály község kútjainak tanúsága szerint az alsómediterrán a kövületei alapján több helyen kimutatható.

E munkám megjelenése óta számos újabb mesterséges föltárás arról győzött meg, hogy Rákosszentmihály, Czinkota és Csömör környékén sokkal nagyobb az alsó-mediterrán elterjedése, mint azt eddig tudtuk, kifejlődését illetőleg pedig sokkal változatosabb.

E képződmény elterjedését illetőleg az eddigi irodalom és a térképek nyomán csak annyit tudunk, hogy e képződmény három egymással össze nem függő szigetként van kiképződve, egyik Czinkotától ÉNy-ra, a másik Mátyásföldtől É-ra a Sós-patak bal partján, a harmadik pedig a tőlem ismertetett rákosszentmihályi dombvidékben van meg. HLAVÁCS-nak szóbanforgó munkája természetszerűleg e három előfordulási hely közül csak a két elsőt említi, minthogy az 1893 után e vidékről megjelent irodalmat nem ismeri s így a burdigaleni emeletnek rákosszentmihályi előfordulásáról sem tud, bár a térképét az én munkám értelmében készítette.

A czinkotai föltárások közül a legkevésbé szemléltető a falutól északnyugatra, az országút és a tó között lévő partoldal a régebbi vályogvető gödrökkel. Itt a pannon üledékek alatt, részben pedig a már jórészt elhordott pannon rétegek helyén

¹ Göd környéke forrásainak geologiai és hydrografiai viszonyai. (Értekezések a term. tudományok köréből. XVII. köt. 20. l. 1887.)

² Czinkota geologiai viszonyairól. (Földtani Közlöny. XXIII. köt. 341. l. 1893.)

füvel benöve van a mediterrán homok, mely legföljebb egy méternyire van csak mint zöldes kvarcshomok föltárva.

Itt a következő faunácskát gyűjtöttem:

- Pecten (Aequipecten) praescabriusculus*, FONT. (i. gy.)
Exogyra (Aelostrion?) miotaurinensis, SACCO. (i. gy.)
Dentalium sp. (egy példány.)

A Caprera-fürdővel szemben a viczinális vasút mellett szintén van homokbánya, melynek faunája a leggazdagabb, itt a következő alakokat gyűjtöttem:

- A dendrophylliak*-ra emlékeztető mállott koralltörzsek.
Cidaris avenionensis, DESMOUL.
 " *Peroni*, COTT.
Pecten (Aequipecten) praescabriusculus, FONT. gy.
Pecten (Chlamys) gloriamaris, DUB?
 " (*Macrochlamys*) *Tournali*, SERR.?
 " *ind. sp.*
Anomia ephippium L. var. *costata*, BROCC.
Ostrea (Crassostrea) crassissima, LAM.
 " *ind. sp.* (töredékek.)
Exogyra (Aelostrion?) miotaurinensis, SACC. i. gy.
Balanus sp. *ind.*

A legnagyobb s legérdekesebb föltárás itt a Caprera-fürdőtől nyugatra van a hegytetőn lévő nagy bányában. Itt a kavics átlag valamivel durvább, mint akár az eddig említett lelethelyeken, akár a mátyásfüldi föltárásokban s e tekintetben a rákos-szentmihályi Sashalom kavicsaival egyezik, annyival is inkább, mivel itt is vannak helyenként lencseszerű konglomeratum-padok, mint a Sashalmon. E keményebb padok D felé dőlnek 9—10°-kal. A réteg-komplexum felső részében barnássárgaszínű s álrétegzett. Az egészset arasztos humusz fődí, melynek alján legtöbb helyen durva kavics van, mely e helyt kivételesen nem alkot zsákokat, mindössze csak egyet a keleti mariban.

Itt a következő faunát gyűjtöttem:

- Pecten (Aequipecten) praescabriusculus*, FONT.
 " (*Macrochlamys*) *Tournali*, DE SERR.

Exogyra (Aetostrion?) miotaurinensis, SACCO.
Oxyrhina xyphodon, AG. (egy példány) és
 koptatott kövült fadarabok.

A második csoportja vagy szigete az alsó-mediterrán üledékeknek, a mint említettem, Mátyásföldnél van kifejlődve, és pedig a legrégebben ismert bánya, mely e rétegeket föltárja, az, a melyet SCHMIDT SÁNDOR is említ a «mátyásföldi part»-ról. Ezt a viczinális vasút vállalat nyitotta a vasútvonal építése alkalmával. A bánya maga Mátyásföldtől északra van, a budapest-czinkotai országút északi oldalán, közvetlenül a viczinális mellett. A mediterránt itt a zsákoskavics födi. E kettő határán, a bánya északi martjában, nagyobb andesit-rögök vannak. Így van a többek között egy $\frac{3}{4}$ m átmérőjű gömbhéjjas anfibolos andesit, azonkívül több pyroxenes- és biotitos-andesit.

E föltárásból a következőket gyűjtöttem :

Pecten (Aequipecten) praescabriusculus, FONT.
Erogyra (Aetostrion?) miotaurinensis, SACCO.

E föltárástól kevéssel északnyugatra, ugyancsak itt a Sós-patak balpartján a «mátyásföldi part»-on, szemben a jégveremmel és a gémes kúttal, van még két homokbánya. A keletit LANGFELDER ÁBRAHÁM, czinkotai koresmáros nyitotta két évvel ezelőtt s most a «tuszkulánium» házépítő részvénytársaság bírli. A homokrétegek DNy-ra dőlnek 5—6°-kal. Ezzel a bányával csaknem egybeolvad a vele egyidejű s kevéssel nyugatabbra lévő BENICZKY-féle homokbánya, melyben a rétegek alul 15 fokkal dőlnek DNy-ra, míg a felső rétegek vízszintesnek látszanak. A felső rétegekben nagy horzsaköves riolittufa-zárványok vannak, a miről külön kell majd szólanom. E mediterrán homokot helyenként 1—2.5 m pleistocén kavics födi. Magában a mediterránban sok kövület van, bár a czápafogak kivételével a többi erősen kilúgozott lévén, rossz megtartású. A fauna maga egyáltalában csak az egyed-számot illetőleg gazdag, míg a nemeket s fajokat illetőleg nem.

Eddig a következő kis faunát gyűjtöttem itt :

Cidaris avenionensis, DESMOUL.

« *Peroni*, COTT.

Pecten (Aequipecten) praescabriusculus, FONT. (i. gy.)

« *Beudanti*, BAST. ? (i. gy.)

Exogyra (Aetostrion?) miotaurinensis, SACCO. (gy.)

Ostrea digitalina, DUB.

Turitella sp.

Balanus sp. ind.

Oxyrhina xyphodon, AG.

« *Desorii*, AG.

Lamna (Odontaspis) elegans, AG.

« « *cfr. duplex*, AG.

« « *cuspidata*, AG.

« « *subulata*, AG.

Dendrophyllia-kra emlékeztető, mállott széthulló korallok.

Kopott kövült fadarabok.

Tovább északnyugat felé haladva, az abbahagyott SCHOSSEBERGER-féle bányabevágásban durvább kavicsot találunk pár száz méter hosszúságban föltárva, melyben az *Ostrea gingensis*, SCHLOTH alakkörébe tartozó nagy ostréák töredékes példányai találhatóak. E föltárásnak északnyugati végében a kavicsnak fekvő rétege van föltárva körülbelül 3 m vastagságban finom anomias homok képében. E réteg föltárási viszonyai nem a legkedvezőbbek, de a mennyire megítélhető, e homok dőlése átlag délnyugati. Valószínűleg ez a lazább kőzet az oka, hogy északfelé a térszín laposodik. Az úgynevezett «anomias homokot» Budapest közelebbi környékén eddig nem ismertük a felületről.

A rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról írott értekezésemben azonban én mutattam ki, hogy az ottani «Forrásfüzdő» kútjában több mint 36 m vastagságban fúrták át ez anomias homokot. Hogy a fölületen is tetemes vastagságban van meg, igazolja a szelvény folytatása. Átkelve ugyanis a Dörzsuk fasortól délkeletre lévő kocsúton a Sospatak vagy Szilasvölgy jobb oldalára, ott a dombtetőre vezető kocsút sekély bemetszésében agyagos homok van föltárva, melyből *anomia*-töredéket gyűjtöttem. E domb keleti lejtőjén a kisszentmihályi téglagyár

bányájában ugyancsak az anomias homok és a fekvőjét tevő *Pectunculus obovatus*-os agyag van föltárva, melyről az előbbi fejezetben külön szóltam.

E szelvény nagyjából azonos a Böckh Hugó-tól¹ Verőczéről ismertetett szelvénynyel, a mennyiben a Verőczétől keletre fekvő 4. sz. vasúti őrház fölötti föltárásban a *pectunculus obovatus* rétegekre közvetlenül szintén az anomias homok telepszik, majd kavicsos *Cyrena semistratas* réteg *Polumides plicatus*-sal, a mely réteg eddigi ismereteink szerint itt külön nincs kifejlődve, s végre erre az itt is igen elterjedt *pecten praescabriusculus*-os kavicsos homok telepszik.

Tovább északkelet felé, a téglagyári bányával szemközti majortól délre lévő szántóföldön, az Árpád-teleptől Czinkotára vezető út mellett, homokkötömböket találtam kiszántva. Ezekben ugyan meghatározásra alkalmas kőületek nincsenek, de a sok kőületnyomból és töredékből a felső-oligocénre volnék hajlandó következtetni. A mely esetben e homokkölcenséket tartalmazó rétegek a téglagyári rétegeknek fekvőjét tennék. Ez annál valószínűbb, mert az agyagban helyenként szintén vannak kőületes homokkölcensék. Innen keletre dislocatiós-vonalat kell fölvenni, a mit indokol az az érdekes fölfedezésem is, hogy a Csömör északi végénél lévő homokbányában föltárt homok és konglomerátum *nem pannonkorszakbeli elegyes vízű réteg*, mint azt Böckh János Csömör környékének fölvevő geologusa Budapest környékének geologiai térképén föltünteteti és reambulálója Schafarzik Ferencz is átveszi, *hanem alsó-mediterrán tengeri üledék és pedig anomias homok*. A rétegek dőlése itt nehezen mérhető, úgylátszik kismérvű helyi zavarok miatt. Ezek a rétegek a rákosszentmihályi bányák anomia tartalmú rétegeivel lapos antiklinálét látszanak alkotni, itt a rétegek valamivel kisebb fokban dőlnek és pedig K felé vagy kevéssé KÉK felé körülbelül 8—10°-kal.

Itt a következő, többnyire rossz megtartású, vagy kőbelek és lenyomatok alakjában megőrzött kis faunát sikerült gyűjtenem:

Korall meghatározhatatlan benyomata.

¹ Nagymaros környékének földtani viszonyai. 8. lap.

- Lumulites* sp. pár benyomata és kőbele.
Hemitelyris De Buchi, MICHX. sp. var. *perumbonata*, SACC.?
Anomia ephippium, L. var. *costata*, BROCC. (pár példány.)
Ostrea sp. töredekek.
Pecten sp. (cfr. *gloriamaris*, DCB.)
Turritella sp. (cfr. *imbricata*, LAMK.?)
Oxyrhina xiphodon, NOETL. (non AG.)?

Ez a fauna, bár alakjait rossz megtartásuknál fogva biztosan meghatározni nem lehet, annyit bizonyít, hogy nem pannon korszakbeli üledéssel van dolgunk, a mint ezt eddig BöCKH JÁNOS nyomán mindenki hitte, hanem tengeri üledéssel, mely nyugat felé összefüggésben van a többi tengeri neogénnel.

Kirándulásaimnak egyik legfőbb eredménye e lelethely üledékei korának a helyesbitése, a mi megváltoztatja a burdigaleni és pannoniai emeletek elterjedésére vonatkozó eddigi ismereteinket.

Ezek után természetes, hogy a HLAVÁCS GYULÁ-nak szóban lévő munkájához mellékelte térkép is helytelen, minthogy azt nem saját megfigyelései, hanem az irodalmi, illetve térképi adatoknak minden kritika nélküli átvétele alapján szerkesztette, holott a több mint 50 év előtt nyitott homokbánya figyelmes megsejtelése alapján valószínűleg nem rajzolt volna *Csömörtől* nyugatra pannon időszakbeli üledékeket, hanem e helyett a burdigaleni emelet keleti határát Csömörig és Czinkotáig terjesztette volna ki.

Eme megfigyeléseim alapján Budapest geológiai térképén nemcsak a Mátyásföld, illetve rákosszentmihályi és a czinkotai mediterrán szigetek közötti futóhomok helyére kell az alsó-mediterrán, illetve kattiai emelet képződményeit berajzolva e szigeteket egymással összekötni, hanem az alsó-mediterránt egészen Csömörig kiterjeszteni.

Vizsgálataim alapján nemcsak a Rákosszentmihály és Csömör közötti területen módosul lényegesen a térkép, hanem Mátyásföldön és Rákosszentmihálytól DK-re is.

Mátyásföldön ugyanis a Felsőmalomhoz vezető kocsitűt melletti legkeletibb, épülőfélben lévő ház udvarán ásott kútban

1 m barna humuszos futóhomok, majd körülbelül 2·5 m sárga homok alatt több mint 10 m vastagságban ugyanaz a zöldes-fehér homok van föltárva, mint a milyent a Sospatak baloldalán tárnak föl a homokbányák. A homok itt is telve van:

Pecten (Aequiptecten) praescabriusculus, FONT. és
Exogyra (Actostrion?) miotaurinensis, Sacc. héjjaival.

HLAVÁCS GYULA szintén emlit a Mátyásföldről fúrott kutat, mely 194·30 m mély, ebből ő a felső 1 m-t holocén, a 15·40 m vastag kék agyagot és sötétszinű agyagos homokot pannon, vagy a mint ő helytelenül nevezi pontusi, korszakúnak, míg a többi 177·90 m-t burdigaleni emeletbelinek veszi.

Bár a pannoniai emeletbe tartozó agyagból és agyagos homokból nem emlit kövületet, melylyel állítását beigazolná, mindamellett a közeli Czinkotán elterjedt pannoniai üledékekkel való petrográfiai és településbeli egyezőség alapján hajlandó vagyok e rétegeket valóban pannon korszakbeliek gyanánt elfogadni. A tölem ismertetett előbbi kütszelvényben, bár csak kevésel van Hlavács Gy. helyétől ÉK-re, a pannoniai üledék hiányzik, úgy hogy a tölem és Hlavácstól ismertetett kutak közé kell a pannonnak itteni északkeleti határát megrajzolni, ami ugyancsak a Hlavács-tól közölt térképnek a helytelenségét igazolja, a csömöri pannoniai előfordulással egyetemben.

A pannon alatti kvarczhomokból már emlit Hlavács Gyula kövületet, a *glauconiá*-t, mely eddigi ismereteink szerint a krétára jellemző, s Hlavács e glauconiás rétegeket mégis a burdigaleni emeletbe helyezi, a miből világos, hogy a kövületet bezáró rétegek vagy nem a neogénbe tartoznak, hanem a krétába, vagy a palæontologiai meghatározás rossz. A szomszéd Czinkotán megállapított ama tény, hogy a pannoniai üledékek közvetlenül a *Pecten (Aequiptecten) praescabriusculus* tartalmú rétegekre települnek, valamint, hogy a tölem iment ismertetett kútban ugyancsak az itt pár száz méter vastagságban kifejlődött pectenés homok van föltárva, ez utóbbi föltevés mellett bizonyít, hogy t. i. rossz palæontologiai meghatározással állunk szemben. Így tehát a krétakövületet éppen úgy, mint a jurabelieket is törölnöm kell Budapest kövületjegyzékéből.

Az itt közölt újabb megfigyeléseim közül fontosságra nézve egyike a legfontosabbaknak az, hogy a térkép rákosszentmihályi és mátyásföldi, illetve sósipataki mediterrán szigetei között is megtaláltam az összekötő kapesot és pedig igen érdekes rétegek képeben.

A Czinkotához tartozó «Felső-Mátyásföld»-ről a Margit-utczában ásott kútból durvább homok alól 13.5 mélyből finom csillámdús kvarchomokot kaptam KARDOS JÓZSEF-től, melyben a *Salicornaria farciminoidea*, JOHNST. és finom echinodermata-tüskék vannak nagy mennyiségben, ezeken kívül:

Ostracoda-k.

Antedon sp. karizei.

Kovaszivacsok Monaxon tüi.

Polystomella crista, L. i. gy.

» *macella* F. M. sp.

Textularia graminum, D'ORB. ?

Miliolina (Quinqueloculina) sp.

Heterolepa Dutemplei, D'ORB. sp. stb.

A rétegeknek itt uralkodó átlagos dőléséből ítélve ez a salicornariás finom homok a *Pecten præcabriusculus* durva homok fölött és a nyugatra föltárt spongia-tüs finom homok alatt fekszik. E spongiás rétegeket az Elman-telepnek az északkeleti részében a Petőfi-utca 24. számú és a Szt.-István utczában még házszám nélküli, Szergi Sándor telkének a kútjában a humuszos futóhomok alatt, több méter vastagságban finom zöldes homok képeben találtam meg, melyben márgás erek, majd homokkölencsék vannak. Ez az egész homokos rétegösszlet, de különösen annak alsó része tele van kovaszivacsok tüivel és vázrészeivel.

Az eddig említett képződmények között e spongiás rétegek a legérdekesebbek, a mennyiben eddig a magyar harmadidőszaki üledékekből nem ismertünk szivacsokat; míg ebben a kovaszivacsok nagy mennyiségben vannak.¹ Képviseleve van ez érdekes fauná-

¹ Újabban NOSZKY JENŐ késmárki főgimnáziumi tanár, a Magyarhoni Földtani Társulatnak 1911 januárius 4-én tartott szakülésén, említett Nógrádból mediterrán réteget, melyben ő szivacsüstüket talált. Ez az adat még nincsen közölve.

ban a kovaszivacsoknak valamennyi osztálya s főleg a tetractinellidák és még inkább a hexactinellidák; úgy hogy e rétegeink e tekintetben az északolaszországiakkal egyezők.¹

A sekély vizet kedvelő monactinellidák és tetractinellidák, valamint a társaságukban lévő foraminiferák és a bryozoák közül a *Crisia* és *Hornera* is sekély mélységre utal. E faunát egyéb palæontologiai újdonsággal együtt később ismertetem meg.

Az újabban létesített föltárások közül a legnyugatibb, melyről itt szólni akarok, az, mely a Zuglóban tárja föl a burdigaleni emelet rétegeit. Ugyanis 1910-ben a zuglói telep-
 utczában vízgyűjtőcsatornát építettek, melyben, amennyire ezt a szeptember havában már kideszkázott fal közeiből, a kihányt anyagból és a munkafelügyelő közléséből megítélhettem, a következő rétegek vannak föltárva: Legfölül 0.5 m sárga humusz-
 szos futóhomok, majd alatta fekete humuszos futóhomok van 0.5—1 m vastagságban. Ezek alatt az alluviális rétegek alatt közvetlenül sárga finom kavics van, mely a Rákospatak völgye felé, a hol alatta finom agyagos kék homok is van föltárva, csak 2—3 m vastag, míg ellenben nyugat felé, ahol már a homok mélyebbre sülyed, e kavicsot 5 m vastagon tárták föl. E kavicsban az alsómediterránunkra jellemző ostreák gyakoriak, főleg *Ostrea gingensis* SCHLOTH. sp. Találtam a kihányt kvarc-
 kavicsban mállott amfibolos andesitkavicsot is.

A gyűjtőcsatornának nyugati részében alul az említett csillámos, agyagos kék homok van föltárva (2—3 m) kövülettöredékekkel, iszapolási anyagában pedig a következő foraminiferákat találtam:

Polystomella macella F. M. sp.

» *striatopunctata*, F. M. sp.

Rotalia Beckarii, L. sp.

Miliolina sp. stb.

Az eddigiekben láttuk, hogy Hlavács a budapest-környéki neogénre tett ama kijelentését, hogy t. i. ezt «már részletesen

¹ MALFATTI P.: Contributo alla Spongiofauna del Cenozoico italiano. (Palæontographica Italica. V. VI. 1901.)

ismerjük» s így ő «valamelyes lényegesebb újabb adattal nem igen bővítheti ismeretöket»: csakis saját megnyugtatására tette, a mennyiben munkáját nem a természet nyomán, hanem a régi, jórészt elévült irodalom alapján állította össze minden kritika nélkül. Mert Hlavács Gyula-val szemben tapasztalataim alapján állíthatom, hogy nyitott szemmel járó geologusnak és palaeontologusnak nem lehet Budapest környékére kirándulást tenni, hogy új adatokkal ne gazdagítsa ismereteinket. Az előzőben közöltek mindössze néhány kirándulás eredményei s máris lényegesen módosítják Budapest geológiájára vonatkozó ismereteinket; a pesti oldal geológiai térképét pedig jórészt átalakítják, a mint azt még folytatólagos értekezéseimben is bizonyítani fogom.

Láttuk, hogy a budai márgában a tölem eddig ismertetett pteropodás rétegen kívül, mely ügylátszik a budai márga felső szintjét jellemzi, egy másik szintjét is találtam a márga alsó részében, melyet a *Balantium*-nemnek nagy mennyisége jellemz, a felső szint *Valvatella*-jával szemben. Ugyanaz a föltárás arra is újabb bizonyítékot szolgáltat, hogy a budai márga rétegösszletén belül több bryozoás szint, illetve fácies van, a mi Hantken Miksa ama fölfogása mellett látszik bizonyítani, hogy a bryozoás márga csak fáciese a budai márgának, nem pedig mélyebb szint, mint azt Hofmann Károly hitte.

A Duna balparti részén az oligocén kattiai emelete Budapest környékéről csakis Gödről volt eddig ismeretes s ez értekezésem alapján most Rákosszentmihályról ismerjük meg, ahol a gödövel egyező dőléssel és csapással van kifejlődve. Így a diluviális homoknak térképezett területre Rákosszentmihálynál mint új képződmény berajzolandó a *pectunculus obovatusos* homok.

Az a három alsó-mediterrán sziget, mely a térképen Czikota-, Csömör-, Mátyásföld- és Rákosszentmihálynál szerepel, egymástól diluviálisnak vett homokkal elválasztva, megfigyeléseim alapján összevonandó, azzal a kis megszakítással, a mit Kísszentmihályon a kattiai emelet színe elfoglal. Alsó-mediterrán térképezendő Rákosszentmihálytól nyugat felé is, az itt ismertetett zuglói előfordulás alapján egészen idáig és kelet felé pedig Böckh János csömöri pannonfoltjainak rovására egészen a

esömöri szőlőhegyig, minthogy kimutattam, hogy BÖCKH JÁNOS édesvizi pannon homokja alsómediterrán tengeri üledék. Hogy HLAVÁCS munkája csakis az íróasztal mellett készült, az oka annak, hogy a térkép adatait kritika nélkül kellett átvennie s így rosszul rajzolja meg térképén a burdigaleni és pannoniai emelet határát kelet felé.

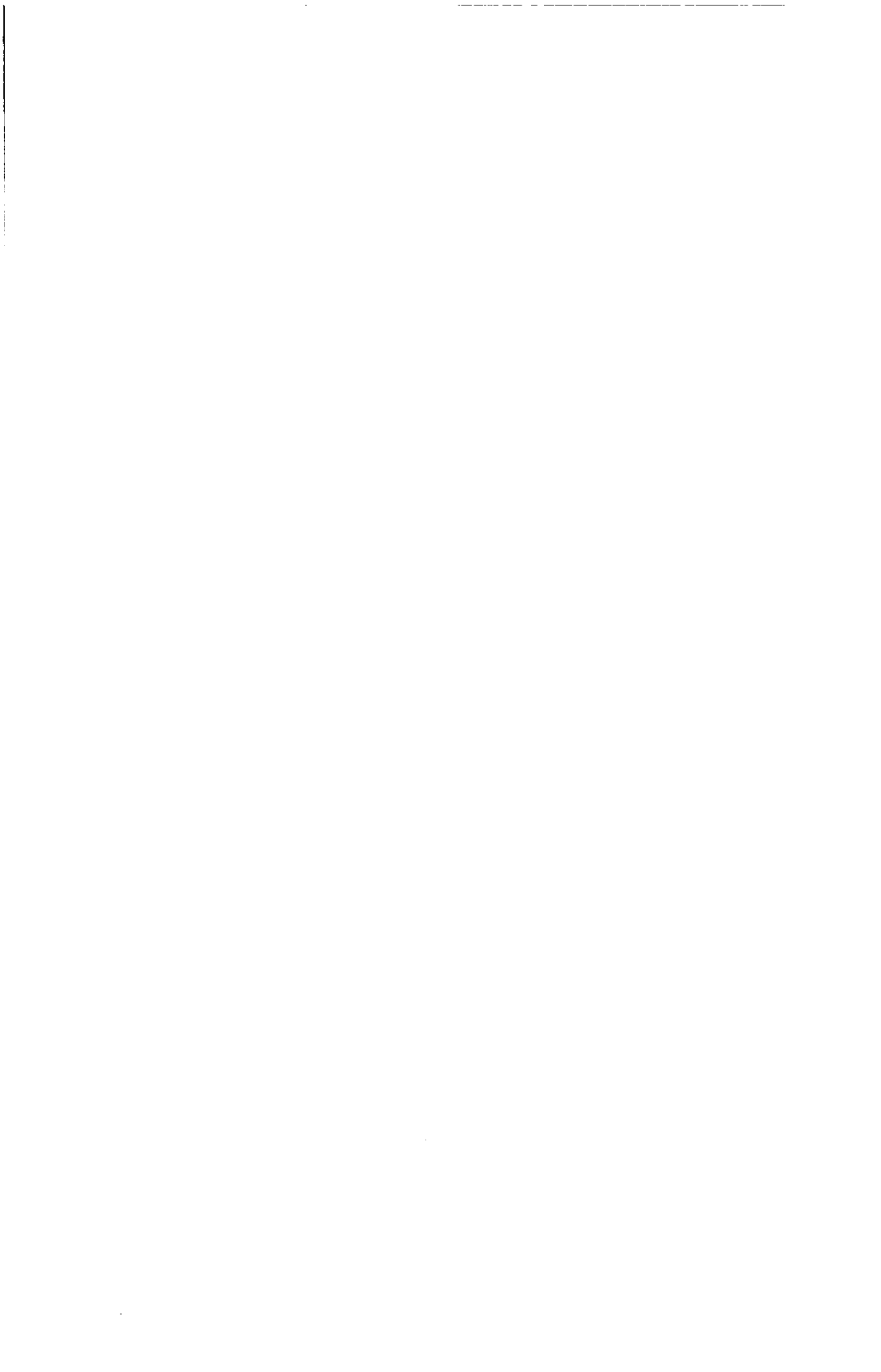
Az itt közölt újabbi megfigyeléseim alapján a pesti oldal alsó-mediterránjának (burdigaleni emelet) a rétegsora tetemesen megbővült, úgy hogy ma már párhuzamba állítható a gödi rétegsorral, a mint erről a mellékelt 2. számú szelvény meggyőző. A rétegsor ott is az anomias homokkal kezdődik, amely fölfelé átmege a pecten praescabriusculusos homokba vagy kavicsba.

A pár száz méter vastagságú pecten praescabriusculusos réteg-komplexum durvább és finomabb kavics, homok, homokkő, agyagos homok és vékony márgás padok váltakozó rétegeiből áll. A petrografiai fáciesnek megfelelőleg változik a zoológiai fácies is. A finom homokban az *anomiák*, a finom kavicsban és durvahomokban *pecten praescabriusculus*, a durva kavicsban nagy, vastaghéjú ostreaák (*ostrea gingensis*), a finom meszes márgás homokban és homokkőben a *kovaszivarsok* uralkodnak. E rétegeknek a faunája nem mondható valami nagyon változatosnak, a mennyiben kevés nem van benne képviselve, de ezek többnyire nagy egyedszámban. A kővületek közül sok teljesen porrá mállik, mint pl. a korallak; azok pedig, a melyek nem mállanak el azokban a vizet könnyen átbocsátó rétegekben, azoknak héjja, mint minden sekélyvizi kavicsos, homokos parton élő állaté, erősen koptatott s azért sokszor biztosan meg sem határozható. További részletesebb gyűjtések és vizsgálatok még ezekről az itt említett helyekről is sok újat fognak eredményezni, különösen a mikrofauna szempontjából, a melyet én itt nem soroltam föl, bár elég gazdag anyagom van belőle. Meg vagyok róla győződve, hogy még bűvár-utódaimnak is sok tenni-valójuk akad e területen, a mi igazolja, hogy HLAVÁCS GYULA csak önmagáról mondhatta, miszerint *lényegesebb újabb adattal nem igen bővítheti ismereteinket*, mert mások még nagyon bővíthetik. A budai márga alsó részében is a tölem ismertett lelethelynek minden egyes rétegében (27) gazdag mikro-

fauna van, némelyik sok bryozoával, a mi még a későbbi tanulmányokhoz szolgáltat anyagot.

A budapest-környéki alsó-mediterrán faunájára érdekes új alakok a *Cidaris avenionensis*, DESMOUL, *Cidaris Peroni*, COTT. és az *Exogyra (Actostrion?) miotaurinensis*, SACCO., a *Pecten præscabriusculus*-jellegezte rétegekből. Az *Antedon*-nak karizei a *Salicornaria farciminoidea*-jellegezte homokból és ugyanebből, valamint a fölötte lévő homokos rétegekből a *kovaszivacsok*, melyek Magyarország területéről eddig a harmadidőszaki üledékekből egyáltalában ismeretlenek.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 januárius 16.-án tartott üléséből.)



Táblamagyarázat.

1. *ábra.* Coremium a citromhéjnak egy részletén; *a* a citromhéj keresztmetszete, *b* sűrű szövetű hypha-fonadék rétege, *d* normális conidium-fructificatio, a közepe táján coremium emelkedik (*co*), 3 folyadék-cseppel (*v*) a nyélrészén (csekély nagyítás).

2—6. *ábra.* Különböző coremium-alakok ugyanarról a citromhéjról, *k* conidium-fructificatio (csekély nagyítás).

7—12. *ábra.* Fokozatos fejlődési állapotai a conidium-képződésnek, egy almán létesült coremium fejrészből, részben még fiatal basidiumokkal; *h* hyphák, *v* a conidiumtartónak végsejtje, *o* a közvetlen alatta levő iz-sejtnék oldalága, *ba* basidium, *st* sterigma ($2\frac{50}{1}$ nagyítás).

13. *ábra.* Egy coremium nyelének az alapi része összeköttetésben az almahús sejtjeivel; *k* a conidiumnak csirázási helye, egy hypha-ágon redukált conidium-fructificatióval, *v* végsejt, *ba* basidium, *st* sterigma, *k* conidiumok, *kr* kristálytűk ($2\frac{50}{1}$ nagyítás).

14. *ábra.* Hypha egy citromhéjon képződött coremium nyélrészéből, hasonló tökéletlen oldali fructificatióval, mint a 13. ábrán; *f* egyszerű és *g* gazdagabb fructificatióval ($2\frac{25}{1}$ nagyítás).

15. *ábra.* Korai conidium-képződés és tökéletlenül fejlődött conidiumtartó a Penicillium glaucum-ból; *k* egy conidium csirázási helye, *ba* egy hypha-ága végén conidium-láncolatot létesít ($2\frac{25}{1}$ nagyítás).

16. *ábra.* Csirázó conidiumok egy coremium-fructificatióból véve
1 nagyítás).

17. *ábra.* Bunkósan felfuvódott iz-sejtek egy vegetatív hyphából, szőlő-cukor-tenyészetén ($2\frac{50}{1}$ nagyítás).

A FÁJDALOM EGYSÉGÉRTÉKÉNEK KÉRDÉSE.

(Székfoglaló értekezés.)

UDRÁNSZKY LÁSZLÓ lev. tagtól.

A fájdalomnak, ennek a sajátos jellegű, kínos érzésnek különböző fajtáit nem tudjuk még minden irányban egységesen és kielégítő módon elemezni és értelmezni. A fájdalom a régibb felfogás szerint azért nyilvánul oly sokféle alakban, mert a fájdalmas érzések különböző ideig tartanak, és mert a fájdalomnak gerjedése és szétterjedése ép úgy, mint az eloszlása is sokféleképpen történik. A fájdalom jellegének és természetének alakulásában egyébként a fájdalmat fakasztó külső vagy belső inger minőségének is kell juttatnunk szerepet. Arra is gondolhatunk, hogy a fájdalomnak közismert változatai nem a fájdalom-idegkészülékek izgalma nyomában gerjedő érzéseknek valóságos és jól észrevehető minőségeiből erednek, hanem, hogy a tulajdonképeni fájdalomhoz valamilyen másféle érzés is csatlakozik, illetve másféle érzések is csatlakoznak, a melyeknek minőségi jellege a fájdalomnak tér- és időértékével sokféle lehetőség szerint összeszővődve, sokféle változat keletkezésére ad alkalmat.

THUNBERG T.¹, a ki a bőrrel borított testfelületen kísérletezett, valószínűnek tartja, hogy általában kétféle fájdalom-idegkészülék, tehát kétféle fájdalom is van. Az egyik idegkészüléknek izalmából az éles, metsző, szúró fájdalomérzés, a másikkal pedig a kevésbé körülírt, tompa fájdalom száрма-

¹ Untersuchungen über die bei einer einzelnen momentanen Hautreizung auftretenden zwei stechenden Empfindungen. Skand. Archiv für Physiol. XII. köt. 394—442. I. 1902.

zik. Az éles, szűrő, metsző fájdalmat megkapjuk, ha a testfelületre ható ingerként kis tömegű, illetve csekély érintkezés-felületű tárgyat alkalmazunk, míg a tompa fájdalom inkább a nagyobb tömegű, illetve tekintélyesebb érintkezés-felületű tárggyal történő ingerlésre fakad. A kétféle fájdalom alakulásában fontos körülménynek vehetjük, hogy az első fajta ingerlés, t. i. a kis tömegű, illetve csekély érintkezés-felületű tárggyal történő ingerlés nyilván inkább csak a felszínes rétegek idegkészülékeiben gerjeszt izgalmat, míg a nagy tömegű, illetve tekintélyesebb érintkezés-felületű tárggyal való ingerlés kétségtelenül mélyebbre is hatolhat. E szerint tehát a kétféle fájdalomérzés idegkészülékei környéki részének a testfelületen való elhelyezkedése is olyas, hogy az éles, szűrő, metsző fájdalmat közvetítő idegkészülékek környéki szervei a köztakarónak felszínesebb rétegeiben, a tompa fájdalmat közvetítő idegkészülékek környéki szervei pedig a köztakarónak mélyebb rétegeiben vannak. A fájdalom jellegére és a fájdalom alakulásának módjára az ingerként alkalmazott tárgy tömegének és érintkezés-felületének nagyságán felül az ingerlés időértékének is van hatása. Ez valószínűen főként abban nyilvánul, hogy a hirtelenebb és rövidebb ideig tartó ingerlés inkább éles, a lassúbb és hosszasan elhúzódó ingerlés pedig inkább tompa fájdalmat fakaszt.

A fájdalomérzések dualistikus osztályozását más alapon is elérhetjük, és pedig oly módon, hogy a fájdalomérzéseket a tiszta és a vegyes fájdalomérzések csoportjaiba foglaljuk. Ez osztályozás szerint a tiszta fájdalomérzésen azt a fájdalmat értjük, a mely a kellő erősségekben alkalmazott igen kis felületű, szinte pontszerű ingerléssel gerjeszthető, és pedig a testfelületnek oly területrészein, a hol egészen különösen hangolt és különös működésű idegkészülékek, az ú. n. fájdalompontok vannak. A vegyes fájdalomérzésen pedig azt a fájdalmat kell értenünk, a mely többnyire nagyobb felületű ingerléssel gerjeszthető, és pedig rögtönösen is, ha t. i. az inger intenzitása kellő, és ha oly testfelületrész ingerléséről van szó, a mely területen a nagyobb felületű ingerlés hatáskörébe jutó, nagyobb számú fájdalompontok társaságában más valamilyen érzékszervnek vagy érzékszerveknek az illető ingerrel izgatható környéki készülékei is van-

nak. Minden oly esetben, a midőn a nagy felületen alkalmazott inger intenzitása kezdetben csekély, eleinte, feltéve, hogy az ingerlés hatáskörébe került területen az illető inger számára hozzáférhető másféle érzékszervi készülékek is vannak, valamilyen nem fájdalmas érzés gerjed. Ehhez azután az ingerlés intenzitásának megkívánt fokozása rendén többé-kevésbé jól észrevehető fájdalom csatlakozik, a melyet a vele egybekapcsolt, illetve egybekapcsoltnak tetsző, nem fájdalmas érzés változatosan színez. A vegyes fájdalomérzés tehát tulajdonképen valamilyen nem fájdalmas érzéstől színezett, tarkított fájdalom.

A beosztásnak ez a módja természetesen azt a tételt is tartalmazza, hogy a fájdalom egészen különálló érzésfajta. Ha a fájdalmat FREY M.¹ és követői szerint valóban teljesen külön érzés-modalitásnak minősítjük, képzelnünk kell, hogy a vegyes fájdalom nem egyszerűen annak az érzékszervnek izalmából fakadó érzés, a mely érzékszerv az egyébként hatásos ingerlésnek kisebb intenzitás-fokozatán is már többé-kevésbé jól észrevehető (nem fájdalmas) érzéssel reagált. A meleg- és hidegfájdalmon pl. azt kell értenünk, hogy a fájdalmat melegézés vagy hideg-ézés kíséri és színezi.

A fájdalomérzést ép úgy, mint bármely életjelenséget, ama szabályok és elvek szerint kell elemeznünk, a melyeket minden természetfolyamat elemzésében követni szoktunk. A fájdalmat kiváltó ingerlésnek erősségén, intenzitásán felül az ingerlésnek térértékére és időbeli viszonyaira is figyelemmel kell lennünk. Az ingerlés és a nyomában fakadó izgalom térértékének jelentőségét már WEBER E. H.² megismerte, és pedig azzal az egy-

¹ Beiträge zur Physiologie des Schmerzsinns. Ber. der. math.-phys. Klasse der kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig. XLVI. köt. 185—196; 283—296. I. 1894. Beiträge zur Sinnesphysiologie der Haut. III. Mitteilung. U. o. XLVII. köt. 166—184. I. 1895. Untersuchungen über die Sinnesempfindungen der menschlichen Haut. 1. Abhandlung. Druckempfindung und Schmerz. Abhandlg. d. Sächs. Academie. Math.-phys. Cl. XXIII. köt. 175—266. I. 1896.

² R. WAGNER. Handwörterbuch der Physiologie. III. köt. II. rész. Braunschweig. F. Vieweg u. Sohn, 1846. 553. I.

szerű és könnyen utánozható kísérlettel, hogy ugyanaz az inger, a mely kis bőrfelületre hatva, egyszerű hőérzést (mai felfogásunk szerint melegérzést vagy hidegérzést) fakaszt, nagyobb bőrfelületre hatva fájdalmat okoz. A magas vagy alacsony hőmérsékletű víz ingerhatását pl. jól elviseljük, ha csupán egyik ujjunkat mártjuk a vízbe, ellenben egész kezünket nem tudjuk soká a vízben tartani, ha ennek hőmérséklete a kezünkéhez viszonyítva igen magas vagy igen alacsony.

A tiszta fájdalomérzést csakis oly módon vizsgálhatjuk és elemezhetjük, hogy a fájdalompontokat igen kis felületű, szinte pontszerű ingerekkel felkutatjuk, szabatosan meghatározzuk az ingernek az intenzitását, melynek alkalmazása esetén a fájdalompontok izgalma jól észrevehető fájdalom gerjedését eredményezi, és azt is megállapítjuk, hogy meddig kell az illető intenzitású ingernek a fájdalompontokra hatnia abból a célból, hogy éles, jól észrevehető fájdalom fakadhasson. A vegyes fájdalom elemzésében a nagy felületű ingert, a megvizsgálandó területnek bizonyos vegyes fájdalomérzésfajtákra vonatkozásban el nem kerülhető előkészítése után, mindjárt oly intenzitásfokozatban alkalmazhatjuk, hogy az a fájdalomküszöböt is elérje, tehát hogy az érzés, mely az ingerlés nyomában várható, legott valamilyen más, az illető ingerléssel az illető területen gerjeszthető nem fájdalmas érzéstől kísért és színezett fájdalom legyen.

Lehet azonban olyan módon is eljárunk, hogy az illető területen egyébként hatásos, nagy felületű ingerléssel előbb valamilyen nem fájdalmas érzést fakasztunk, és az inger intenzitását azután mindaddig fokozzuk, míg végtére az addig nem fájdalmas érzéshez jól észrevehető fájdalom is csatlakozik, vagyis a míg végtére vegyes fájdalomérzés gerjed.

Az eddigi algesimetriás vizsgálódásban általában inkább az állandó intenzitású inger nyert alkalmazást, vagyis a vegyes fájdalomérzés elemzése oly módon történt, hogy a nagy felületű inger legott az ettől az ingertől egyáltalában gerjeszthető valamilyen nem fájdalmas érzésnek, és az illető terület fájdalomérzékenységéhez mérten a fájdalomnak küszöbértékéhez is illő intenzitás-fokozatban alkalmaztatott. Az ilyen irányú vizsgáló-

dásnak különösen THUNBERG F.¹ igyekezett pontos alapot adni. Az ő módszere szerint a testfelület valamelyik területrészének melegfájdalomérzékenységét tetszés szerint választott és bizonyos határig eléggé állandó hőmérsékletű ingerhatásokkal elemezhetjük, és egyben eléggé pontosan meg is határozhatjuk az ingerelt testfelületrészre vitt azt a melegmennyiséget, mely a fájdalom fakasztásához szükséges. Legegyszerűbben úgy járhatunk el, hogy a bőr melegfájdalmának gerjesztésére szánt, különböző vastagságú fém- (pl. ezüst-) lemezeket előzetesen vízfürdőn 100°-ra melegítjük. A meleg fémlemezek vastagságuk szerint más és más melegmennyiséget adnak át a bőrnek. Azt a melegmennyiséget, a mely a jól észrevehető fájdalomérzés fakasztásához szükséges, a mely tehát a fájdalom küszöbértékét képviseli, egybevetően a fémlemezek súlyára is vonatkoztathatjuk. Ha ezt minden esetben az ingerhatásnak területességére, pl. 1 cm²-nyi felületre illően számítjuk, tapasztaljuk, hogy a fájdalom küszöbét a testfelület legnagyobb részén 45–60 mgr. súlyú, 100°-os ezüstlemezzel elérhetjük. A kezeknek és az ujjaknak tenyéri felületén, továbbá a lábakon stb. azonban csak nagyobb, 100–1000 mgr. súlyú ezüstlemezzel lehet fájdalmat fakasztani. A 45–60 mgr. súlyú ezüstlemezke 167,4–223,9, az 1 gr. súlyú 3720 mgr.-caloriányi stb. meleget ad át az 1 cm²-nyi bőrfelületnek. Ezen az úton a melegfájdalom fakasztásához szükséges ingerhatást caloriákban is kifejezhetjük.

A fájdalom gerjesztéséhez szükséges ingerhatás időértékét figyelemre méltató vizsgálódás köréből példaként ZEYNEK R.² és GRÜTZNER P.³ tanulmánya említhető. ZEYNEK a váltakozó áram-

¹ Bidrag till Kännedomen om hudsinnenas fysiologi. Upsala läkaref. förh. XXX. köt. 521–557. I. 1894. 5. Untersuchungen über die relative Tiefenlage der kalte-, wärme- und schmerzpercipirenden Nervenenden in der Haut, und über das Verhältniss der Kältenervenenden gegenüber Wärmereizen. Skand. Arch. f. Physiol. XI. köt. 382–435. I. 1901.

² Über d. Erregbarkeit sensibler Nervenendigungen durch Wechselströme. Göttinger Nachrichten. 1899. 94–103. I. Ref.: ASHER-SPIRO. Ergebnisse der Physiologie. II. évf. II. rész. 116. I. 1903.

³ Über die chemische Reizung sensibler Nerven. Archiv f. d. ges. Physiologie. LVIII. köt. 69–104. I. 1894.

nak fájdalmat fakasztó ingerhatását elemezve, az áramváltakozás frequentiájának jelentőségét igyekezett megállapítani, és 1"-ben 0.3—5000 váltakozás¹ határán belül az áramváltakozás frequentiája és a bizsergésszerű² bőrizgalom gerjesztéséhez szükséges áramerő között kétféle arányt tapasztalt. A küszöbérték eléréséhez szükséges áramerő gyérebbe áramváltakozás esetében a váltakozás frequentiájával egyenes arányban, igen szapora váltakozás esetében pedig az áramváltakozás frequentiája négyzetgyökének arányában növekedett. GRÜTZNER a chemiai ingerrel gerjeszthető fájdalom elemzése érdekében a bőrt megsértette, a sebfelületet különböző halogensók normal-oldataival érintette, és meghatározta az időt, a mely az egyik és a másik anyag oldatának a sebfelületre való jutásától a jól észrevehető fájdalom fakadásáig eltelt. Kitént, hogy a *NaJ* normal oldatának 5"-ig, a *NaBr*-ének 10, a *NaCl*-ének pedig 50"-ig kellett a sebfelülettel érintkeznie, hogy fájdalomgerjesztő hatása érvényesülhessen.

Ha a vegyes fájdalomérzést, illetve annak alakulását oly módon elemezzük, hogy a fájdalmat állandó intenzitású ingerlés helyett mindinkább fokozódó intenzitású ingerléssel fakasztjuk, tisztában kell lennünk azzal, hogy az ilyes kísérleti feltételek között többféle változó értékkel dolgozunk. Különösen pedig nem szabad elfelejtenünk, hogy abban az időben, mely az eleinte még nem fájdalmas érzést fakasztó ingerlés alkalmazásának pillanatától az ingerlés intenzitásának fokozása közben és ennek hatására alakuló fájdalom gerjedéséig eltelik, többfajta folyamat van változó arány szerint keverten képviselve. Ez az időérték általában véve a nem fájdalmas érzés vagy érzések reac-

¹ ZEYNEK a gyér ingerlés (1"-ben 0,3—1) céljára sinus-áramot alkalmazott, melyet oly tekercsből nyert, a melyben egy egyenáramtól átvárt második tekercs egyenletesen forgott, a szaporább ingerlést (1"-ben 5—110 áramváltakozás) pedig KOHLRAUSCH-inductoriummal, illetve (1"-ben 600—5000 áramváltakozás) különös szerkezetű dynamogéppel végezte.

² THUNBERG-nek (NAGEL W. Handbuch d. Physiologie d. Menschen. III. köt. Braunschweig. F. Vieweg u. Sohn, 1905. 669. l. 1. jegyzet) azt az ellenvetését, hogy ZEYNEK kísérletei talán inkább a nyomás-idegkészülékre vonatkoznak, nem pedig a fájdalomidegkészülékre, nem osztatom.

tióidejének és a tiszta fájdalomérzés reactioidejének¹ algebrai összege. A viszonyok azonban nem annyira egyszerűek, mint a hogy azt az első pillanatra hihetnők. Az áttekintést és a számbaveendő tényezőknek kellő méltatását különösen az idegkészülék ingerlékenységének az a módosulása bonyolítja és nehezíti, mely már az állandó intenzitású ingerléssel végzett kísérletekben is tapasztalható, és az illeszkedés, a megszokás, a fáradás, az ellentétesség, a compensatio stb. hatása és közbelépése következtében támad. Az idegkészülék ingerlékenységét módosítani tudó mindez a hatás a fokozódó intenzitású ingerléssel végzett kísérlet keretében még sokkal több változat szerint szövődhetik egybe, mint az állandó intenzitású inger alkalmazása esetében. Mindennek a jelenségnek szigorú megállapítása és becslése nem egyszer szinte áthidalhatatlan nehézségekbe ütközik, mert vegyes érzésről lévén szó, az idegkészülék ingerlékenységének módosulása külön érvényesül az egyik és a másik érzéscsoportra való vonatkozásában, ezenfelül azonban az a kölcsönhatás is elemzésre szorul, a mely az egyik érzéscsoportot közvetítő idegkészülék ingerlékenységének módosulása és a másik fajta érzést közvetítő idegkészülék állapotváltozása között létezik.

Az elemzés tulajdonképen akkor helyes és teljesen kielégítő, a mikor mindezt a tényezőt és körülményt figyelembe vehetjük és megbecsülhetjük. Az egybevetés céljára bizonyos alapon és bizonyos szempontból eléggé használható adatokhoz azonban oly módon is eljuthatunk, ha az érzések complexumából valamelyik érzésfajtának bizonyos egységértékeit kiragadjuk és megállapítjuk.

Ezt a célt a vegyes fájdalomra való vonatkozásban az idő

¹ A fájdalomérzések reactioideje hosszabb szokott lenni, mint a nem fájdalmas érzéseké. Különösen a fájdalompontok izgalmának lappangásideje többnyire igen tekintélyes. Egyébként a fájdalomérzés küszöbértéke is rendszeren jóval nagyobb, mint az ugyanazon a testtájékon ugyanazzal az ingerléssel gerjeszthető nem fájdalmas érzéseké. Ezt különösen oly esetekben lehet tapasztalunk, a midőn a fájdalmat nagy felületű ingerléssel fakasztjuk. Az ingerlés felületértékének kisebbedése a nem fájdalmas érzésnek és a fájdalomnak küszöbértékei között levő különbséget apasztja.

értékének figyelembevételével igyekeztem elérni, és pedig oly módon, hogy meghatározni törekedtem az inger-intenzitás fokozásának azt a mértékét, a mely az ilyen kísérletre egyébként alkalmas testtájékon az idő egységében szükséges a végből, hogy valamilyen nem fájdalmas érzéshez jól észrevehető fájdalom csatlakozzék, vagyis hogy vegyes fájdalomérzés gerjedjen.

Az ilyen egységérték létesülésében nem egy, hanem több idegkészülék állapotváltozása vesz részt. Ezeknek szerepe és a kísérletes meghatározásban való jelentősége nem azonos. Az egységérték, a melyet tulajdonképen megállapítani kívánunk, a fájdalomra vonatkozik. A nem fájdalmas érzés arra való, hogy határértéket kapjunk, a melytől az ingerlés intenzitásának további fokozását számíthatjuk.

A vegyes fájdalom kiváltásához szükséges inger-intenzitás fokozásának az idő egységére jutó részét rövidség kedvéért a fájdalomérzés, helyesebben a vegyes fájdalom időegységértékének nevezem. Ez az időre is vonatkoztatott fájdalomküszöb, vagyis fájdalom-időküszöb. Czélszerűbbnek vélem azonban, ha a «fájdalom-időküszöb» elnevezésnek használatát annak az időnek jelzésére korlátozzuk, a meddig valamilyen állandó, nem változó, különösen pedig nem fokozódó intenzitású ingernek az idegkészülékre hatnia kell abból a czélből, hogy az inger minősége, az izgató felület nagysága és fizikai sajátságai, továbbá az inger hatáskörébe jutó testtájék jellege stb. szerint tiszta, vagy vegyes fájdalom gerjedhessen.

A kísérlet tárgyaként a vegyes fájdalmak sorából a melegfájdalmat választottam. Erre több ok késztetett. Egyszer az a tapasztalás, hogy a meleggel való ingerlés segélyével gerjeszthető egyszerű melegérzést többnyire eléggé élesen tudjuk megismerni, és egyben eléggé jól tudjuk ettől az érzéstől a kísérletre egyébként alkalmas területen a meleginger fokozásának nyomában fakadó melegfájdalmat megkülönböztetni. A «forró» érzésnek az egyszerű melegérzés és a melegfájdalom közé való iktatódása¹ a megfigyelést nem nehezíti, sőt bizonyos te-

¹ L. ALRUTZ S. Studien auf dem Gebiete des Temperatursinns. Skand. Archiv f. Physiologie X. köt. 340—352. I. 1900. Untersuchungen über die

kintetben megkönnyíti. Az is előnyös, hogy a melegidegkészülék és a fájdalomidegkészülék ingerlékenységének különbsége a melegézés és a melegfájdalom között eléggé tekintélyes intervallumot létesít, melyben az ingerlés intenzitásának a fájdalom gerjesztése céljából szükséges fokozása jól mérhető.¹

Az inger-intenzitás fokozódásának az időegységre jutó részét hőfokokban fejezem ki.

Az inger küszöbértékeinek alakulásában, a hőhatással gerjesztett egyes fájdalomérzésekre való vonatkozásban, és a hőidegkészülékeket (helyesebben a meleg- és hidegidegkészülékeket), valamint a hőhatással izgatható fájdalomidegkészülékeket illetően, más egyebeken felül, főként két tényezőt kell méltatnunk. Az egyik a hőmérséklet, még pedig az idegkészüléknek és környezetének saját hőmérséklete, az ingerként használt tárgy érintkezési felületének hőmérséklete, és a két hőmérséklet között levő különbség. A másik tényező a hőmérsékletnek, illetve a hőmérsékletkülönbségnek az a változása, melyet felidézünk, a midőn az idegkészülékektől és azok környezetétől bizonyos időn belől bizonyos melegmennyiséget elvonunk, illetve fordítva az idegkészülékekhez és azok környezetéhez bizonyos időn belől bizonyos melegmennyiséget juttatunk. Minthogy kísérleteimben és az ezek eredményeire alapított számításaimban egy változó és egyelőre nehezen értékelhető tényezőt, t. i. az idegkészülék ingerlékenységének az inger-intenzitás fokozódásához való illeszkedésből eredő módosulását amúgy sem kerülhettem el, aligha származott volna lényeges előny abból, ha az inger intenzitásának a fájdalomküszöb eléréséhez szükséges fokozását abszolút értékekben, caloriákban igyekeztem volna kifejezni. Épen ezért a hő-

Temperatursinne. Ztschr. f. Psycholog. XLVII. köt. 161—162. és 241—286. l., 1908.

¹ A melegfájdalomnak kísérleti tárgyként való választására egyébként még az is serkentett, hogy a melegézésnek és a melegfájdalomnak kísérletes tanulmányozásával intézetemben már több mint tíz éve foglalkozunk. A kísérletezés technikájának begyakorlásán felül arra is volt alkalmunk, hogy kellően kitapasztaljuk, miként lehet a kísérlet sokféle hibáját kirekeszteni, a ki nem rekeszthető hibákat pedig miként lehet értékelni és mérlegelni.

mérsékletváltozást, melyre szükségem volt, hogy az egyszerű melegérzést melegfájdalommal felváltathassam, az ingerként használt felület hőfokokban kifejezett hőmérsékletének változásával jeleztem.¹

A melegfájdalom egységértékének számítására azokat a kísérleti adataimat használtam, melyeket a száj szervei melegérzékenységének és melegfájdalomérzékenységének tanulmányozása közben gyűjtöttem,² és pedig a következő tájékokon:

Az ajkak pirján, a két szájjugban, továbbá az alsó- és a felső-ajkon a középvonalban, valamint ettől 1—1 cm-nyire jobb és balfelé, mindenütt 2 mm-nyire a bőr határától. Az alsó- és a felsőajak belső felületén a középvonalban, valamint ettől 2—2 cm-nyire jobb és bal felé, mindenütt 1 cm-nyire az ajakpír szélétől.

A száj nyálkahártyáján mindkét oldalon közvetlenül a szájjug mellett, továbbá az I. præmolaris foggal, valamint az I. és a III. őrlő foggal szemben, a zárt fogsor articulációs vonalának magasságában, valamint e vonal és a nyálkahártyának alsó és felső áthajlása között középtávolságban levő vonalaknak magasságában, és végül a fogak megetti köz hátulsó falának közepén.

A száj nyálkahártyájának alsó és felső áthajlásában minden egyes fog irányában.

Minden egyes fog inyének ajaki, buccalis és nyelvi felületén, mindenütt 2 mm-nyire a fogmeder szélétől.

A kemény szájpadráson a középvonaltól jobbra és balra, a középvonal és az I. præmolaris, illetve az I. és II. őrlőfog között a közepén.

A lágy szájpadráson mindkét oldalon 1—1 cm-nyire a középvonaltól, 0,5—0,5 cm-nyire a nyelv-szájpadrásív előtt, továbbá 1,5—1,5 cm-nyire a középvonaltól a nyelv-szájpadrásív és a garat-szájpadrásív között.

¹ L. erről a kérdésről: ALRUTZ S., Zeitschr. f. Psycholog. XLVII. köt. 193. l.

² A száj szerveinek melegérzékenysége és melegfájdalomérzékenysége. Dolgozatok PURJESZ ZSIGMOND negyedszázados tanári működésének emlékére. Budapest. Hornyánszky V. 1906. 635—680. l.

A nyelvcsap első felületén.

A nyelv felső felületén, és pedig a nyelvnek úgy a hegyén, mint a hátán és a testén, 1—1 cm-nyire jobbra és balra a középvonaltól.

A nyelv hegyén a középvonalban, továbbá a nyelv hegyén, hátán és testén a jobb és a bal szél közepén.

A nyelv alsó felületén 2—2 cm-nyire a nyelv hegyének csúcsától a nyelv töve felé, 1—1 cm-nyire jobbra és balra a középvonaltól, továbbá mindkét oldalon a csipkés redő közepén.

A száj fenekén jobbra és balra a nyelvféktől, 1—1 cm-nyire a nyelvvalatti redő mögött, továbbá 1—1 cm-nyire jobbra és balra a nyelvvalatti nyálszemölcstől.

A kísérletes eljárás részleteit illetően idézett dolgozatomra utalok. Ezeket a kísérleteket is azzal a perfusiós hőérzésmérővel végeztem, a melyet utasításom szerint LUTZE FERENCZ, a kolozsvári m. kir. Ferencz-József tudományegyetem mechanikusa készített, és a melylyel VERESS E.¹ saját magán a bőrrel borított testfelület melegfájdalomérzékenységének területi elosztását vizsgálta. A készüléket a kísérlet színhelyeként választott testfelületrész alakulására való tekintettel kissé módosítanom kellett. Változtatnom kellett a hőérzésmérő csúcsának, vagyis a készülék ama részének alakján, mely a megvizsgálandó testfelület-résszel közvetlen érintkezésbe kerül. A más testfelülettájékokon jól alkalmazható, kúp alakú végrész helyébe könyökbehajtott, kihegyezett kúpot készítettem. Ez a hőérzésmérőre akként illeszthető, hogy az egész készüléket két részre osztó válaszfalnak alsó, kellően idomított széle a könyökbehajtott, kihegyezett végkúpot majdnem egész hosszúságában egyenlőtlenül felező válaszfal széléhez szorosan odasimul. A perfusiós hőérzésmérőnek két kamrája között közlekedést csupán az a szűk rés létesít, mely a válaszfalnak a könyökbehajtott, kihegyezett végkúp csúcsa felé tekintő szabad széle és a végkúp fedőlapja között van. A készüléken átáramoltatott és a hőérzésmérő hőmérsékletét szabályozó

¹ Adatok a melegérzékenység területi elosztásának ismeretéhez. Értesítő az Erd. Múz. Egl. Orv.-Term. Szakosztályából, XVII. évf. 1—87. l. Arch. f. d. ges. Physiolog. LXXXIX. köt. 1—86. l. 1902.

víz vagy más folyadék a készüléknek egyik kamarájából a másikba csupán ezen a szűk résen keresztül juthat, és áramlása közben a készülékbe iktatott, külön erre a célra választott alakú hőmérőnek a hőérzésmérő kihegyezett végkúpja könnyökéig letolható kénesőtartóját veszi körül.

Számításaimban csupán azokat a küszöbértékeket vettem figyelembe, melyeknek feljegyzése közben lehetően pontosan ellenőrizhettem, hogy a perfusiós hőérzésmérő melegítésére használt víz a készüléken $4,9 \text{ cm}^3$ -nyinél nagyobb, és $18,8 \text{ cm}^3$ -nyinél kisebb másodpercztérfogattal áramlott át. A készülék hőmérsékletének változtatására és szabályozására használt folyadék áramlásgyorsasága jelentőségének megismerése érdekében végzett külön kísérletekből ugyanis az derült ki, hogy az e vizsgáló eljárással, annak berendezésénél fogva kapcsolatos kísérleti hibát, a folyadék áramlásgyorsaságának az említett másodpercztérfogatokkal jelzett határain belül lehet legkielégítőbben elkerülni, illetve apasztani. A kísérletnek ez a hibája onnét ered, hogy a hőmérő kénesőtartója nem ér teljesen a hőérzésmérő végkúpjának fedőlapjához. A hőmérő kénesőszálának állása a valóságban a hőérzésmérőn keresztül áramló folyadék oly részletének hőmérsékletét jelzi, mely részlet az ingerlés czéljára közvetlenül használt fedőlaphoz valamivel később jut el, mint a mely pillanatban a fedőlap hőmérsékletét a kísérlet közben leolvassuk. Ennek következtében abban a pillanatban, a midőn a kísérleti egyén a hőérzésmérővel gerjeszthető egyik vagy másik érzés küszöbértékének elérését jelzi, a hőmérő kénesőtartóját a valóságban más hőmérsékletű folyadék veszi körül, mint a milyen hőmérsékletű folyadékkal ugyanakkor az ingerként szereplő fedőlap érintkezik.

A kísérleti hibának nagysága egyébként kiszámítható és a talált küszöbértékek ezen az alapon helyesbíthetők. A kísérleti hiba (h) nagyságának számítására használt képlet ¹

¹ $0,0969 =$ a hőmérő kénesőtartója és a fedőlap közé elférő folyadék térfogatát jelző számnak $(1,25)$ logaritmususa; $mphv =$ a készüléken keresztül áramló folyadék hőmérsékletének egy másodperczre jutó változása; $mpt =$ a készüléken keresztül áramló folyadék másodpercztérfogata.

$$\log h = 0,0969 + \log mphv - \log mpt$$

alkalmazásával végrehajtott számításból kitűnt, hogy a hiba a készüléken keresztül áramló folyadék gyorsaságának 4,9 és 18,8 cm³-nyi másodpercztérfogatokkal jelzett határain belől, 0,02 és 0,25° között ingadozik. Ez a hiba a melegfájdalom egységértékének számítására használt számadatokat illetően túlnyomóan még ennél is szűkebb határok között marad, a mennyiben az itt feldolgozott kísérleteknek legnagyobb részét 8—11 cm³-nyi másodpercztérfogat alkalmazásával végeztem. Ezekre a másodpercztérfogatértékekre való vonatkozásban pedig a hiba a számítás szerint 0,03—0,13°.

A hőérmérőnek az ingerlés czéljára való felületként szereplő kerek véglapja a melegfájdalom egységértékének számításában értékesített valamennyi kísérletben 2,5 mm-nyi átmérőjű, annak felülete tehát 4,9 mm²-nyi volt. Ez az érintkezéssel nagyobb, semhogy vele melegpontokat, illetve fájdalompontokat külön-külön felkutatni lehetne, a mint az BLIX M.,¹ ALRUTZ S.² és KIESOW F.³ készülékeivel lehetséges; viszont azonban az ingerként használt felület kiterjedése gyors illeszkedést biztosít, gyorsabban, mint a néhány cm²-nyi érintkezés-felületű temperatorok. A készülék véglapjának, vagyis az ingerlésre használt felületnek egyébként nem csupán a nagysága, hanem a simasága is figyelmet érdemel. A hővezetés az ingerlés hatáskörébe kerülő testfelületrész és az ingerként használt tárgy felülete között annál kedvezőbb, illetve annál kedvezőtlenebb feltételekre talál, a hőingerlés hatásossága tehát annál nagyobb, illetve annál kisebb, minél nagyobb, illetve minél kisebb az ingerlő és az ingerelt felület érintkezéspontjainak száma.

A fájdalom egységértékeinek számítására használt küszöb-

¹ Experim. Beiträge zur Lösung der Frage über die spezifische Energie der Hautnerven. Zeitschrift f. Biologie. XX. köt. 141—156. l. 1884.

² Studien auf dem Gebiete d. Temperatursinns. Skand. Archiv f. Physiologie. VII. köt. 321—340. l. 1897.

³ Ein einfacher Apparat zur Bestimmung der Empfindlichkeit von Temperaturpunkten. W. WUNDR's Philosophische Studien. XIV. köt. 589—590. l. 1898.

értékek megválogatásában még arra is kell ügyelni, hogy a testfelületrészek, a melyen a kísérletek történtek, anatómiai alakulása a fájdalmat gerjesztő ingerlés hatásosságának érvényesülését módosíthatja-e, és ha módosítja, ezt miként és mily mértékben teszi. Épen ilyen szempontból esett választásom a száj szerveinek nyálkahártyával borított felületén gyűjtött küszöbértékekre. A melegfájdalom időegységértékeinek számításában való értékesítésre a bőrrel borított testfelületrészeken talált küszöbértékek-nél alkalmasabbnak tartom a nyálkahártyával fedett testfelületrészeken végzett kísérletekkel gyűjthető adatokat. Az a sokfajta akadály, a melybe a fokozatosan előtörő hőmérsékletváltozás az idegkészülékekig való eljutása közben ütközik, a nyálkahártyákon általában véve sokkal egyenletesebben van elosztva, mint a bőrön, a hol a szarusodásnak és még több másféle folyamatnak és tényezőnek sokfajta változata a testfelületrészeknek érzékenységében, ingerfogékonyságában nehezebben áttekinthető eltéréseket létesít.

A száj szervein végrehajtott kísérletek sorából egyelőre 772-nek eredményét dolgoztam fel. E 772, részint a középvonalban, részint a jobb, illetve a bal oldalon végzett kísérlet rendén talált küszöbértékek felhasználásával számított egységértékeket az I. tábla tartalmazza. A számadatok csoportosítása a melegfájdalmat megelőzőt egyszerű melegézés küszöbértékei alapján történt, és pedig oly módon, hogy egy-egy rovatba oly adatokat fogtam egybe, a melyeket az $1-1^{\circ}$ határán belől maradt egyszerű melegézés-küszöbértékekkel indult kísérletek során talált fájdalom-küszöbértékek feldolgozása révén kaptam. A kísérletek számát jelző adatok áttekintése legott elárulja, hogy az egészben 36 és $64,9^{\circ}$ közé eső melegézés-küszöbökkel indult kísérletek közül melyik típus volt a leggyakoribb, vagyis hogy az ingerlésnek hőfokban kifejezett intenzitása, abban a pillanatban mérve, a midőn a melegfájdalmat megelőzőt egyszerű melegézés észrevehetővé vált, a kísérletben milyen fokozatok szert oszlott meg.

Valamennyi feldolgozott kísérlet eredményének, illetve az ebből számított egységértékeknek figyelembevételéből kitetszik, hogy a melegfájdalom egységértéke az említett feltételek között,

és az említett testfelülete részekén végrehajtott kísérletekben középértékben $0,76^\circ$ volt. Az ingerként alkalmazott tárgy érintkezésfelületének hőmérsékletét tehát egy másodperczben $0,76^\circ$ -kal kellett növelni abból a czélból, hogy az egyszerű melegézés melegfájdalomba csapjon át.

Az I. tábláról az is olvasható, hogy a középvonalban, és viszont a jobb, illetve a bal oldalon végrehajtott kísérletekben talált küszöbértékekből számított egységértékek nem azonosak, és a melegfájdalom egységértékének mind a 772 kísérlet eredménye alapján számított középértékétől is eltérnek. Átlagos egységértékként a középvonalra (38 kísérlet) $0,735^\circ$, a jobb oldalra (373 kísérlet) $0,744^\circ$, a bal oldalra (361 kísérlet) pedig $0,786^\circ$ jut. E számok alapján mondhatnók, hogy a bal oldal általában nagyobb egységértékkel szerepel, mint a jobb oldal, illetve a középvonal. Minthogy azonban a középvonalban sokkal kevesebb kísérletet végeztem, mint az ettől oldalt eső tájékokon, a testfelülettájékok tehát erősen eltérő kísérletszámmal vannak képviselve, az átlagos egységértékek különbségeinek fejtegetésétől tartózkodom.

Az $1-1^\circ$ határán belől maradt melegézés-küszöbökkel indult kísérletek eredményei alapján számított egységértékek csoportjaiból külön méltathatjuk azokat, a melyek minden egyes, $1-1^\circ$ határán belől maradt melegézés-küszöbvel jelölt fokozaton, legalább tíz kísérlet során gyűjtött adatok feldolgozásának középszámai. Ha ez egységértékeknek az egyszerű melegézés küszöbértékeit jelző hőfokokhoz való viszonyát graphice ábrázoljuk (II. tábla)¹, kitetszik, hogy a melegfájdalom egységértékének középszáma a 39 és $52,9^\circ$ között talált melegézés-küszöbökkel indult kísérletekre illően kis eltéréssel közel ugyanaz, míg az 53 és $59,9^\circ$ között talált egyszerű melegézéshez csatlakozott melegfájdalom egységértékének középszáma annál jóval nagyobb.

Ez a körülmény különösen figyelemreméltó, mert arra a

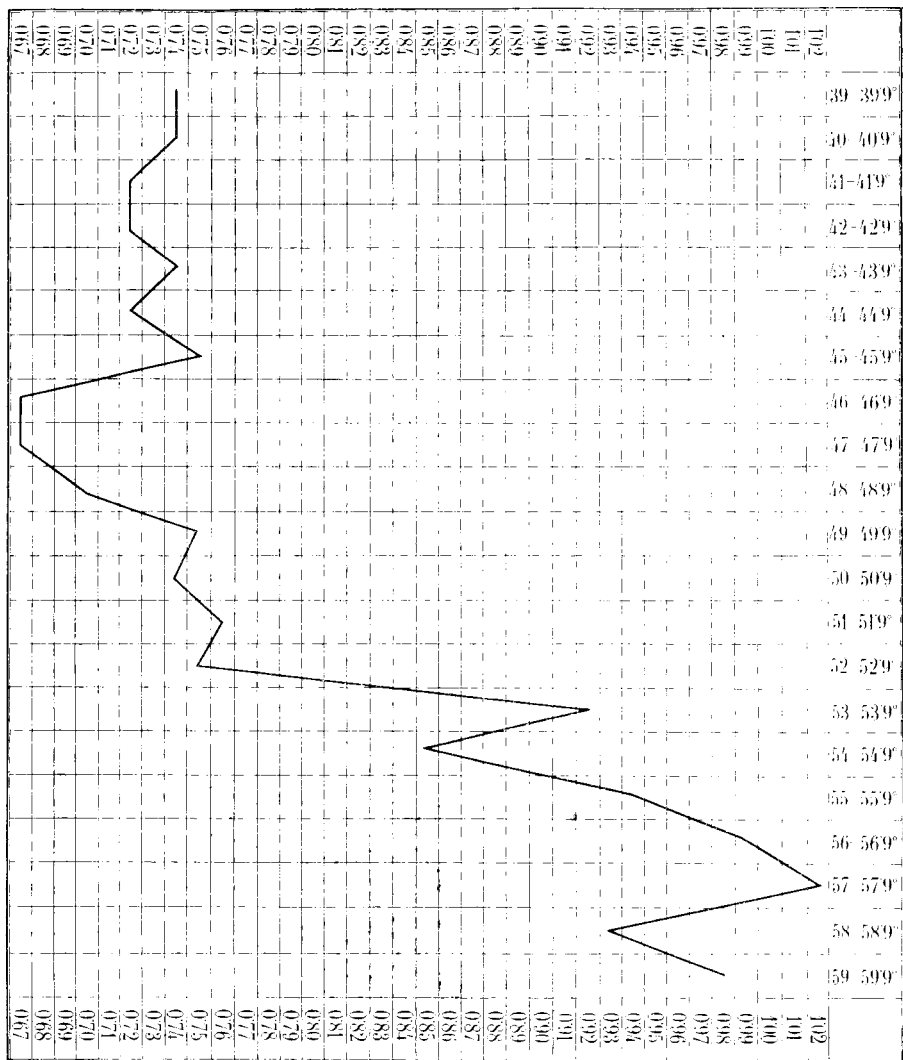
¹ A függélyes hasábok a 39 és $59,9^\circ$ közé esően, $1-1^\circ$ határán belől maradt melegézés-küszöbökkel indult kísérletek eredményei alapján számított egységértékek középszámaikat tartalmazzák. A tábla két oldalán levő számsorok a $0,67$ és $1,02^\circ$ közé eső egységértékrovatokat jelzik.

I. Tábla.

Az egyszerű melegérés küszöbértéke	A melegfájdalom egységértéke			A középvoalban			A jobboldalon			A baloldalon						
	A kísérletek száma	közép-érték	min.	max.	A kísérletek száma	A melegfájdalom egységértéke		A kísérletek száma	A melegfájdalom egységértéke		A kísérletek száma	A melegfájdalom egységértéke				
						közép-érték	min.		max.	közép-érték		min.	max.	közép-érték	min.	max.
36·0—36·9°	2	0·6325	—	—	1	0·6550*	—	—	1	0·6100*	—	—	—	—		
37·0—37·9°	5	0·6258	0·423	0·860	1	0·5800*	—	—	1	0·6160*	—	—	3	0·6443	0·423	0·860
38·0—38·9°	8	0·5295	0·100	1·020	2	0·6030	0·575	0·631	3	0·8566	0·710	1·020	3	0·4866	0·100	0·700
39·0—39·9°	11	0·7446	0·500	1·200	4	0·8070	0·500	1·200	4	0·6600	0·510	0·810	3	0·7077	0·615	0·825
40·0—40·9°	24	0·7371	0·070	1·250	3	0·7346	0·500	1·033	5	0·8606	0·575	1·250	16	0·6990	0·070	0·930
41·0—41·9°	24	0·7209	0·074	0·987	6	0·7308	0·592	0·980	10	0·7685	0·074	0·987	8	0·6519	0·316	0·833
42·0—42·9°	34	0·7227	0·073	1·300	5	0·6344	0·475	0·812	19	0·7160	0·073	1·250	10	0·7797	0·460	1·300
43·0—43·9°	34	0·7396	0·131	1·450	4	0·7707	0·625	0·900	13	0·7810	0·260	1·450	17	0·7006	0·131	1·120
44·0—44·9°	44	0·7226	0·230	1·400	3	0·8243	0·760	0·880	20	0·7162	0·230	1·300	21	0·7143	0·237	1·400
45·0—45·9°	42	0·7530	0·090	1·425	3	0·6610	0·500	0·750	24	0·7058	0·090	1·320	15	0·8469	0·358	1·425
46·0—46·9°	54	0·6651	0·070	1·337	1	0·6250*	—	—	24	0·6687	0·233	1·337	29	0·6637	0·070	1·250
47·0—47·9°	46	0·6704	0·110	1·250	1	0·6660*	—	—	21	0·6755	0·120	1·250	24	0·6662	0·110	1·025
48·0—48·9°	74	0·7049	0·190	1·400	1	0·7500*	—	—	38	0·6625	0·190	1·180	35	0·7497	0·225	1·400

49·0—49·9°	64	0·7494	0·137	1·400	1	1·0660*	—	—	37	0·7494	0·220	1·400	26	0·7372	0·137	1·300
50·0—50·9°	71	0·7415	0·120	1·350	—	—	—	—	40	0·6773	0·120	1·150	31	0·8245	0·130	1·350
51·0—51·9°	48	0·7635	0·300	1·400	—	—	—	—	29	0·7223	0·300	1·350	19	0·8264	0·430	1·400
52·0—52·9°	45	0·7479	0·133	1·400	1	1·0120*	—	—	18	0·7058	0·366	1·200	26	0·7670	0·133	1·400
53·0—53·9°	38	0·9182	0·450	1·350	—	—	—	—	16	0·8496	0·450	1·230	22	0·9681	0·483	1·350
54·0—54·9°	22	0·8523	0·085	1·350	—	—	—	—	13	0·7640	0·085	1·275	9	0·9799	0·500	1·350
55·0—55·9°	18	0·9415	0·184	1·450	—	—	—	—	10	0·9960	0·450	1·450	8	0·8734	0·184	1·300
56·0—56·9°	12	0·9936	0·633	1·300	—	—	—	—	4	0·9372	0·633	1·300	8	1·0227	0·800	1·233
57·0—57·9°	13	1·0178	0·700	1·300	—	—	—	—	6	1·0845	0·850	1·300	7	0·9607	0·700	1·300
58·0—58·9°	11	0·9336	0·500	1·450	—	—	—	—	5	1·0500	0·700	1·450	6	0·8366	0·500	1·230
59·0—59·9°	13	0·9846	0·350	1·400	—	—	—	—	5	1·0400	0·450	1·400	8	0·9500	0·350	1·400
60·0—60·9°	5	0·9498	0·666	1·233	—	—	—	—	3	0·7720	0·666	0·850	2	1·2165	1·200	1·233
61·0—61·9°	2	1·1500	1·100	1·200	—	—	—	—	1	1·2000*	—	—	1	1·100*	—	—
62·0—62·9°	6	0·9666	0·650	1·200	1	0·6500*	—	—	1	0·7000*	—	—	4	1·1125	1·000	1·200
63·0—63·9°	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0·7666*	—	—	—	—	—	—
64·0—64·9°	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0·9300*	—	—	—	—	—	—
Együtt ...	772	0·7618	0·070	1·450	38	0·7352	0·475	1·200	373	0·7438	0·073	1·450	361	0·7861	0·070	1·425

* Külön rovat nyitásának elkerülése érdekében a középértékek rovatába van iktatva az oly számérték is, a mely szám egyetlen egy kísérlet eredményét képviseli.



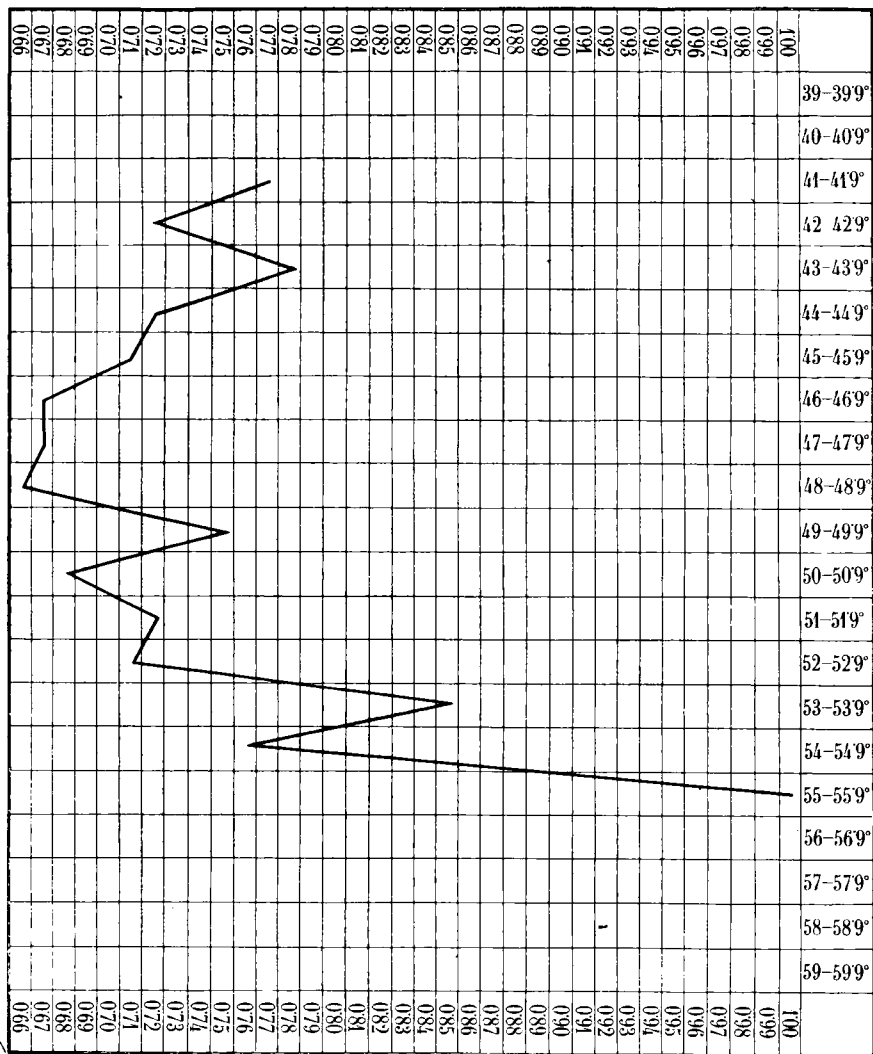
mélyreható különbségre utal, melyet az egyszerű melegézés gerjedésében érdekelt idegkészülékek adæquat ingerének ezekre az idegkészülékekre, és viszont a fájdalom idegkészülékeire való hatásában képzelnünk kell. A melegpontok adæquat ingere az idegkészülékek és azok környezete hőmérsékletének emelkedése, vagyis bizonyos melegmennyiségnek az idegkészülékekhez való jutása. Minél hirtelenebben támadhat a hőmérsékletnek ez a változása, minél hamarabb tudjuk a megkívánt melegmennyiséget az idegkészülékekhez eljuttatni, a melegpontoknak annál hevesebb reactiójára számíthatunk. Ezzel szemben a melegfájdalom egységértékeinek aránylag széles határokon belől közel azonos volta tanúsítja, hogy a fájdalom idegkészüléke, illetve ennek az a része, a melynek izgalma a melegfájdalom közvetítésében szerepel, az inger-intenzitás változásának gyorsasága iránt kevésbé érzékeny, és inkább az inger-intenzitás fokozódásának mértékére reagál.

Az egységértékek középszámainak az egyszerű melegézés küszöbértékeit jelző hőfokokhoz való viszonyát ábrázoló görbét két részre lehet széttagolnunk oly módon, hogy külön görbébe foglaljuk a jobb oldalon (III. tábla),¹ és külön görbébe a bal oldalon (IV. tábla) végrehajtott kísérletek eredményei alapján nyert viszonzyszámokat.² Az így készített két görbének alakja nem azonos. Ez ép úgy eredhet a két oldal idegkészülékeinek érzékenységében elképzelhető különbségből, mint abból a körülményből, hogy az egyik és a másik oldalon nem jutott minden esetben egyenlő számú kísérlet egy-egy fokozatra.

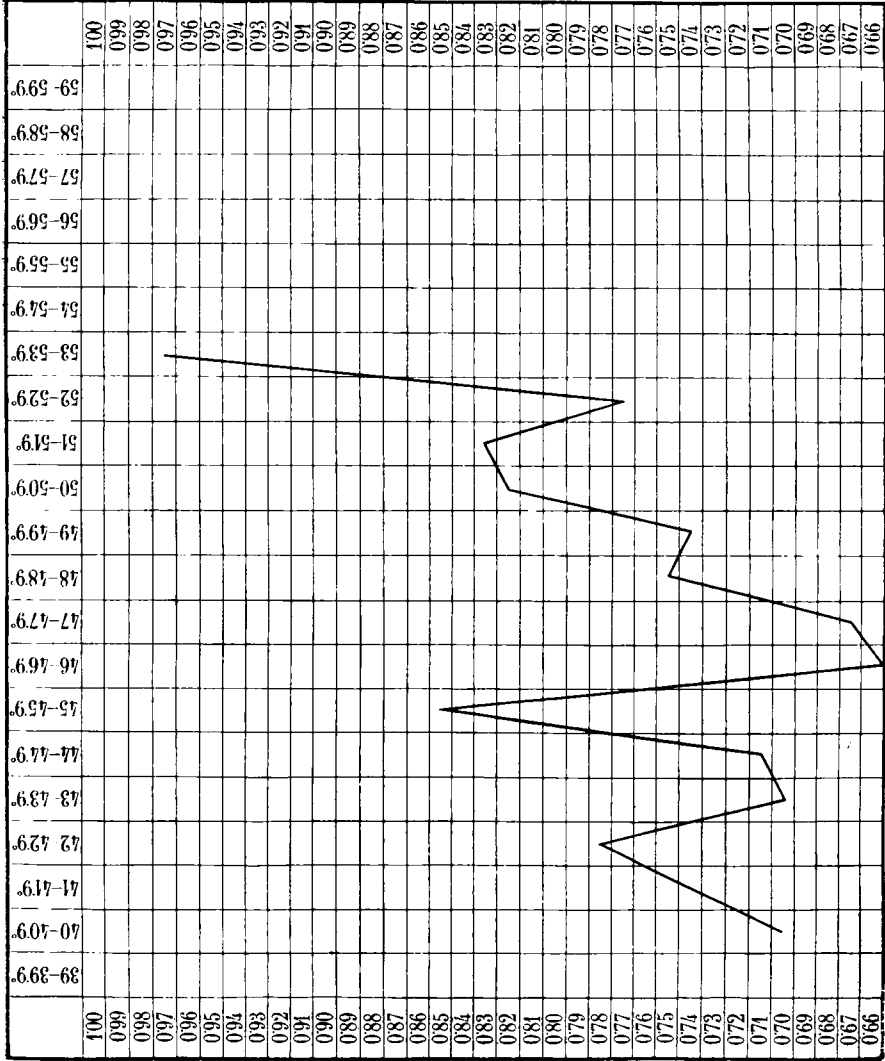
Tulajdonképen fontosabb az a közös jelleg, melyet a két görbén észrevehetünk. Ez abban nyilvánul, hogy a melegfájdalom egységértékének tekintélyes és fokozatos előrehaladásában csupán csekélyebb visszaesésekkel zavart nagyobbodása úgy az egyik, mint a másik görbén körülbelül ugyanazzal a melegézés-küszöbértékkel jelzett fokozaton indul meg, és hogy az egység-

¹ A III. és IV. táblának beosztása ugyanaz, mint a II.-é.

² A középvonalban végrehajtott kísérletek adatai alapján ilyen görbét nem szerkeszthettem, mert a kísérleti felület középvonali részén nyert értékfokozatok egyikére sem jutott tiz kísérlet.



IV. Tábla.



értékeknek ez a nagyobbodása a kísérlet kezdetét jelző meleg-érzés-küszöbértékek nagyobbodásával kapcsolatosan mind kifejezettebbé válik. Ha egyáltalában megengedhető, hogy a melegfájdalmat a forrónak érzésével, vagyis azzal az érzéssel hasonlítsuk egybe, mely az egyszerű melegérzés és a melegfájdalom közé iktatódva, mintegy átmeneti fokozatot létesít, nem érdektelen, hogy ALRUTZ S., a ki a forróérzést legtűzotesebben tanulmányozta, tapasztalta, hogy a forróérzés küszöbe a bőr hőmérsékletével egyenes arányban emelkedik és sülyed.¹

Ama sokfajta tényező sorában, mely az idegkészülékek ingerlékenységét módosítja, az egyszerű melegérzésnek és a melegfájdalomnak küszöbértékeit is módosítja, kétségtelenül egyik legfontosabb az illeszkedés. Ezen általában azt szokás érteni, hogy ha a test felületét érintő tárgynak, hőmérséklete az érintkezés egész idejében az egész érintkezés-területen állandó, bizonyos határokon belül végtére semmiféle hőérzés, sem meleg-, sem hidegérzés nem tapasztalható, mert a test felületének érintett része, illetve annak idegkészülékei az érintkezés-terület hőmérsékletéhez hangolódnak, illeszkednek. A megvizsgálandó testfelületrészek a tulajdonképeni kísérletekre való előkészítése általában véve annak ilyes, bizonyos állandósult hőmérséklethez való illeszkedtetése.

Az illeszkedés alakulására az érintkezés-felület nagysága szembeszökő hatással van. HOLM K. G.² tapasztalta, hogy az idegkészüléknek az érintkezéssel állandó hőmérsékletéhez való hangolódnak, 22 cm²-nyi érintkezés-felület alkalmazása esetében, még igen szélső hőmérsékleteken is 2—4 perc múlva befejeződik; a mérsékelt hőmérséklethatárokon való illeszkedés sokkal gyorsabb. Ugyancsak gyorsabb az illeszkedés mindannyiszor, valahányszor az érintkezés-felületet lehetőleg megkisebbitjük.

Az illeszkedés azonban nem csupán az állandó inger-intenzitással szemben, hanem az inger változása közben is lehetséges. Minthogy az a körülmény, hogy az idegkészülék milyen

¹ I. é. Ztschr. für Psychologie. XLVII. 189. 1.

² Die Dauer der Temperaturempfindungen bei konstanter Reiztemperatur. Skand. Archiv f. Physiologie. XIV. köt. 242—248. 1. 1903.

hőmérsékleten van akkor, és valóban állandó hőmérsékleten van-e akkor, a mikor az érintkezés-felület állandó hőmérsékletéhez való illeszkedésnek külső jelei már kifejezettek, nem igen állapítható meg, nehéz eldönteni, vajjon lehet-e valóban magán az idegkészüléken a vér hőmérsékletétől eltérő valamilyen állandó hőmérséklethez való illeszkedésről szólni. Az érintkezéssel állandó hőmérsékletének elérése még nem biztosítja, hogy az idegkészülék hőmérséklete a kísérletnek egész további idejében szintén állandó marad. Az állandó hőmérséklethez való illeszkedés tehát csak viszonylagos folyamat.

A melegfájdalom küszöbértéke az olyan kísérletekben, midőn az ingerként alkalmazott tárgy érintkezés-felületének hőmérsékletét lassan emeljük, magasabb, mint az olyan esetekben, a mikor az ingerintenzitás fokozása gyorsabban történik. Az idegkészülékeknek a fokozatosan emelkedő hőmérséklethez való hangolódását, illeszkedését még tüzetesebben kell tanulmányozni. Nem igen tudjuk még határozottan körülírni, hogy az ingerintenzitás fokozódásához való illeszkedés, a milyen kísérleteimben is szerepelt, minő hatással lehet a melegfájdalom egységértékeinek alakulására. Egyelőre csupán annyit mondhatunk valószínűnek, hogy a melegfájdalom egységértékeinek a magasabb melegérzésküszöbökkel kapcsolatosan tapasztalható nagyobbodása, ennek az egészen sajátos feltételek között gerjesztett hangolódásnak, illeszkedésnek a kifejezője.

Az idegkészülékek ingerlékenységét és ezzel a küszöbértékeket módosító tényezők közül az illeszkedésen felül még a társérzések jelentősége érdemel említést. Minthogy kísérleteimben az egyszerű melegérésnek és a melegfájdalomnak kíséretében támadt minden társérzést is figyelembe vettem és feljegyeztem, ezeknek a melegfájdalom egységértékére való hatása méltatható.

A melegfájdalom egységértéke abban a 14 kísérletben a 772 közül, a melyben a fokozatosan emelkedő hőmérséklettel történt ingerlés izérzést is fakasztott, az illető melegérés-küszöbhez tartozó fokozatra egyébként jellemző középszámnál valamivel kisebb volt. Majdnem még kifejezettebb és ugyancsak ily irányú hatása volt a viszketésnek is, mely a 772 kísérlet közül

7-ben a melegfájdalomhoz csatlakozott, illetve azt részben meg is előzte. A melegfájdalom egységértékének az egyik és a másik esetben is tapasztalható kisebbedése arra látszik utalni, hogy a fájdalomhoz csatlakozó, azt kísérő bizonyos társérzések a fájdalom észrevezését megkönnyíthetik, az idegkészülékek ingerlékenységét növelhetik.

A melegfájdalomnak vázolt egységértékei nem lehetnek általános érvényűek, és szigorúan véve csupán a vázolt feltételek között végrehajtott kísérletekre és az említett testfelületrészek idegkészülékeinek működésére vonatkoztathatók. Olyas általános következtetésre azonban jogot adnak, hogy ha a melegfájdalom elemzésébe az idő funkcióját a vázolt módon beillesztjük, az egybevetés céljaira bizonyos fenntartással alkalmazható egységértékekhez juthatunk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 április 18.-án tartott üléséből.)

ADATOK A PHYLLOPODA ANOSTRACA-ALREND EDDIG ISMERT FAJAINAK ISMERETÉHEZ.

DADAY JENŐ r. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

Ide-tova három éve már, hogy BOUVIER E. L., a párisi természetrajzi múzeum entomológiai osztályának igazgatója felkért a felügyelete alatt álló gyűjtemény *Phyllopodái*-nak tanulmányozására s a rendkívül gazdag anyagot rendelkezésemre bocsátotta. A tanulmányozást a *Phyllopoda anostraca*-csoporton kezdettem. Eleinte csupán az éppen említett gyűjteményben levő fajok ismertetését terveztem, de egyfelől az irodalmi adatok rendkívüli szétszórtsága, másfelől és legfőképpen a jóformán páratlan gazdagságú anyagon végzett vizsgálatok eredménye e tervem megváltoztatására s az egész csoport monographiás feldolgozására irányította figyelmemet. Jelent ugyan meg a szóban forgó *Phyllopoda*-csoportra vonatkozó négy monographiás dolgozat, még pedig 1852-ben BAIRD (1.), 1853-ban GRUBE (3.), 1883-ban PACKARD (4.) és 1886-ban SIMON (5.) tevékenysége folytán, de az azóta leírt fajokra vonatkozó adatokat, a melyeknek száma SARS G. O., THIELE és mások munkássága folytán feltűnően meggyarapodott, eddig még senki sem foglalta össze, sőt PACKARD és SIMON dolgozatában sem található meg az 1883, illetőleg 1886 ig megjelent valamennyi adat, minthogy azok specialiter az északamerikai, illetve a franciaországi fajokat tárgyalják.

Mindamellettt is, hogy a párisi természetrajzi múzeum gyűjteményének anyaga már egymaga elég lehetett volna ter-

vem megvalósításához, minthogy a földnek minden részéből, Australia és Polynesia kivételével minden világrészről, a sarkköri, mérsékelt és æquatorialis övből egyaránt tartalmaz fajokat, sőt a két utóbbiból különösen sokat, mégis a végeredmény értékének növelése érdekében néhány más múzeum idevonatkozó gyűjteményét is belevontam vizsgálataim körébe. Rendkívül sok becses adat birtokába juttatott a szentpétervári múzeumnak idevonatkozó gyűjteménye, a melyet SKORIKOW A. igazgató szíves közbenjárásával az igazgatóság a legnagyobb készséggel bocsátott rendelkezésemre s a mely különösen az arcticus zóna fajaiban páratlan gazdaságú, mintegy kiegészítette a párisi természetrajzi múzeumot. S hogy a mérsékelt övi, különösen európai fajokat is érdemlegesen méltathassam, az előbb említett múzeumoké mellett felhasználtam dr. HORVÁTH G. igazgató szivességéből a Magyar Nemzeti Múzeum s a dr. APÁTHY I. igazgató előzékenységéből az Erdélyi Nemzeti Múzeum gyűjteményének példányait is. De rendelkezésemre állottak e mellett ANNANDALE N. superintendens kegyes jóvoltából a calcuttai «Indian Museum» idetartozó fajai is. A fajokra vonatkozó adatok számat gyarapította végre SARRS G. O., ISHIKAWA, JUDAY CH. és WOLF E. is, a kik kérésemre a legnagyobb előzékenységgel néhány oly fajt bocsátottak rendelkezésemre, a mely csupán saját gyűjteményükben volt meg.

Tanulmányaim végeredménye gyanánt a vizsgálataim alapján megkülönböztetett családok, alcsaládok, nemek és az eddig ismert összes fajok meghatározására szolgáló táblázatokat állítottam össze. Szükségesnek láttam azonban, mintegy tájékoztató bevezetésül, az egész *Phyllopora anostraca*-alrend jellemait is röviden összefoglalni, hogy így a meghatározó táblázatok adatainak lényege felől útmutatást nyújtsak. Meg kell még jegyezni azt, hogy a családok, alcsaládok, nemek és fajok latin leírása a szükséges rajzok kíséretében (egy új genus és három új faj kivételével) az épen most megjelent «Monographie systematique des Phylloporés anostracés» című munkámban található meg.

Alr. Phyllopoda anostracá.

A test megnyúlt, puha, héj nélküli, csupán hajlékony takarója van, fejre, törzsre és potrohra tagolódott; csaknem valamennyi szelvénye önálló.

A fej a törzs szélességét leggyakrabban többé-kevésbé fölülmulja. A homlok mindkét nemen vagy egyszerű, vagy pedig a himen néha különféle függelékekkel fegyverzett, ritkán a himen változatos fejtető-nyujtvány van. A homlokfolt változatos alakú. A kétoldali összetett szem kocsányos, mozgatható, fejcskékjük leggyakrabban sima, igen ritkán tüskés.

A felső csápok fonálformák, különböző hosszúságúak, izeletlenek vagy izeltek, végcsúcsukon érző sörtéket vagy pálczikákat viselnek.

A hímek alsó csápjai vagy izeletlenek, ágasok, vagy pedig két- vagy háromizűek, térdesek, izelik vagy simák, egyszerűek, vagy pedig különböző alakú és szerkezetű függelékekkel és nyujtványokkal fegyverzettek (2. ábra). A nőstények alsó csápjai izeletlenek, némileg csenevész, lapítottak, különböző alakúak és szerkezetűek.

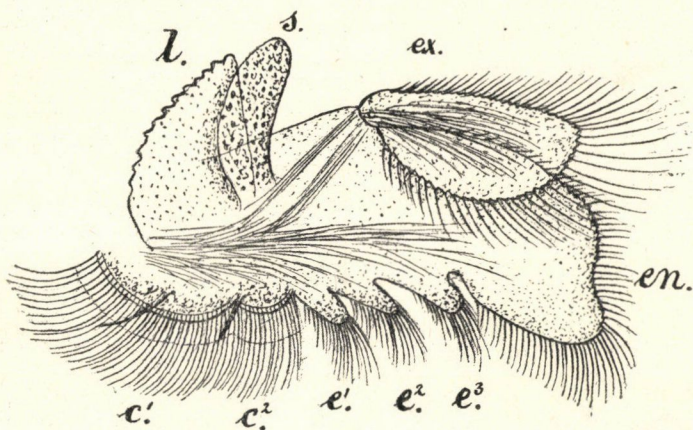
A felső ajak többé-kevésbé lapított, puha, izomtartalmu, hátulsó végén némileg ujjforma nyujtványt visel. A felső állkapcsok izeletlenek, kissé ivesek, belső végükön apró, nagyszámú fogacskával fegyverzettek, tapogatójuk csenevész, vagy hiányzik; az előbbi esetben csupán kis halmocskát alkot. A két pár alsó állkapocs izeletlen, jól elkülönült tapogató nélkül. Az első alsó állkapocspár karomformán görbült, belső fele lapított, belső szegélyén meglehetősen nagy sörték sorával fegyverzett. A második alsó állkapocspár csenevész, változatos alakú és szerkezetű.

A törzs 11, 17 vagy 19 lábpárt viselő szelvényből összetett, hátrafelé fokozatosan vékonyodik, a potroh hosszát a villa-függelékek nélkül nem éri el, vagy kissé meghaladja.

A potroh nyolcz- vagy kilencszelvényes, szelvényei leggyakrabban hengeresek, igen ritkán lapítottak, jól elkülönültek, vagy ritkán némileg összeolvadtak, különböző hosszúak. A potroh két első szelvénye úgynevezett ivarszelvény, a többinél na-

gyobb, gyakran egybeolvadt és határai elmosódottak. Az utolsó potrohszelvény leggyakrabban rövidebb a többinél, s vagy egyszerű, vagy pedig villafüggelékeket visel.

A villafüggelékek vagy mozdulatlanok s az utolsó potrohszelvénynyel egybenőttek, vagy mozgékonyak s az utolsó potrohszelvénynyel ízesültek; alakjuk, nagyságuk és szerkezetük rendkívül változatos, szegélyeik leggyakrabban különbözőképen sőréssek.



1. ábra. *Branchinecta ferox* (M. Edw.)

♀ 5. lába. c^1 , c^2 coxalis karélyok; e^1 , e^2 , e^3 enditák; *en* endopoditum; *ex* exopoditum; *s* branchialis tömlő; *l* branchialis lemez.

A lábpárok száma 11, 17 vagy 19, alakjuk és szerkezetük majdnem hasonló. Valamennyi láb lapos, karélyos, leveles, több részletből összetett. Az utolsó lábpár kivételével a többinek alkotó részei a következők (1. ábra): 1. a hátulsó vagy alsó szegélyen az alap közelében két különemű *coxalis karély*, melyek kétizű, hosszú, befelé hajló szegélysörtével fegyverzetek (1. ábra c^{1-2}); 2. az alsó vagy hátulsó szegély közelében három *enditum*, melyek leggyakrabban kúpformák, ritkán ujjformák, csúcsukon és oldalaikon sőréssek, néha tüskések is (1. ábra c^{1-3}); 3. a külső csúcson a karélyforma, nagy, változó alakú és szerkezetű *endopoditum* (1. ábra *en*); 4. a felső vagy elülső szegélyen, az alap közelében egy vagy két *branchialis*

lemez különböző nagyságban és szerkezettel (1. ábra *l*); 5. a branchiális lemez mellett kívül az elülső vagy felső szegélytől kissé eltávolodva, az alak, szerkezet és mekkoraság tekintetében változatos *branchiális tömlő* (1. ábra *s*); 6. az elülső vagy felső szegély külső csücsán az endopoditummal ízesülő, alakban, szerkezetben és mekkoraságban változatos *exopoditum* (1. ábra *ex*); Az utolsó lábpár leggyakrabban a többinél sokkal kisebb, cse-nevész coxalis karélyokkal, branchiális lemezzel és branchiális tömlővel, vagy ezek nélkül.

A him külső ivarkészüléke az egybeolvadt két genitális potrohszelvényen ül. A penis mindkét oldalon két-, néha három-izű, csücsíze leggyakrabban megnyúlt, féregforma, fölületén sima vagy tüskés, előbbi esetben erős, fűrészesen fogazott tüskével végződik.

A kész peték a potroh két genitális szelvényéről lelógó egyetlen petezacskóba gyűlnek meg, melynek alakja, szerkezete és mekkorasága tág korlátok között ingadozik. A petezacskó egyetlen nyílása csücsön ülő, a hátulsó végén fekszik.

A fejlődés átalakulással történik és szabadon úszó nauplius-tárvával kezdődik.

Az alrend képviselői az egész földön tenyésznek, még pedig túlnyomóan ideiglenes édesvízű, ritkábban állandó, konyhasós vízű medenczékben.

*

A *Phyllopora anostraca*-alrend körébe tartozó *Branchiopodák*at a korábbi búvárok vagy két, vagy három családba csoportosították. PACKARD a *Polyartemiidae* és *Branchipodidae*, SIMON és SARS G. O. a *Polyartemiidae*, *Branchipodidae* és *Thamnocephalidae*, míg GROCHOWSKI a *Polyartemiidae*, *Branchipodidae* és *Artemiidae* családokat különböztette meg. Az említett búvárok valamennyien első sorban a törzs szelvényeinek és lábpárjainak számát vették irányadónak a megkülönböztetésnél, de SIMON, SARS G. O. és GROCHOWSKI a potrohszelvények számára, illetőleg a potroh hátulsó végének szerkezetére is nagy súlyt fektetett.

Az előzőkben említett családok közül én, mint az alább

összeállított táblázatból is kitűnik, csupán a *Polyartemiidae*-családot tartom meg a régi értelmezés szerint, míg a többi teljesen mellőzöm, illetőleg újakkal helyettesítem. A családok megkülönböztetésénél első sorban szintén a törzs szelvényeinek és lábpárjainak számát veszem irányadónak, de a további részletekben már csupán a him fejének és fejfüggelékeinek szerkezetére vagyok tekintettel, minthogy a jelenben ismert fajokon csupán ez szolgáltat figyelembe vehető differentialis bélyegeket.

E mellett azonban nem került el figyelmemet a potroh szelvényeinek s a lábak branchialis lemezeinek a száma, a villafüggelékek fejlettségi foka s a penis második ízének szerkezete sem; de ezeket a részletes összehasonlításból nyert eredmények miatt nem értékesíthettem a családok megkülönböztetésénél. Hogy ezt kellőképen illusztrálhassam, elég leendő, ha a következő néhány adatot említem.

Első tekintetre úgy látszik, hogy a potroh szelvényeinek száma a 11-törzsszelvényes nemek csoportosításánál kielégítő eredményre vezethet, a mennyiben találunk közöttük nyolcz- és kilenczpotroh-szelvényeseket. De ha a nyolczpotroh-szelvényes nemeket, az *Artemiát*, *Artemiellát* és *Parartemiát* szervezeti viszonyaik tekintetében összehasonlítjuk, kénytelenek vagyunk konstatálni, hogy teljesen lehetetlen őket egy családba egyesíteni, különösen a *Parartemiát*, a mely a *Branchipodopsis*-genusszal áll rokonságban.

A potroh villafüggelékei fejlettségének foka sem nyújt a családok megkülönböztetésénél semmi támasztó pontot, mert csenevész, az utolsó potroh-szelvényről le nem ízelődött villafüggelékeket nemcsak az *Artemianál*, hanem a *Branchinertellanál* is találunk, sőt leizelődött és aránylag jól fejlett villafüggelékek az *Artemia salina* egyik varietásán is találhatók.

A törzs lábainak kopoltyúlemezei, illetőleg ezeknek száma első tekintetre fontosnak látszanak a családok megkülönböztetésénél, a mennyiben a genusok túlnyomó többségének törzslábain csupán egy, kisebb részén ellenben két kopoltyúlemez van, még pedig nemcsak a *Polyartemiidae*-család körében, hanem a *Branchinactella*-, *Pristicephalus*-, *Chirocephalopsis*- és *Chirocephalus*-genusok fajain is, holott mindezeknek szervezeti viszo-

nyai annyira elütők, hogy a három utóbbi kivételével teljesen lehetetlen őket egy családba egyesíteni. Épen így nem egyesíthető azonban egy családba az a többi genus sem, a melynek törzslábain csupán egy branchialis lemez van, mert az *Artemia*-, *Branchipus*-, *Dendrocephalus*- és *Streptocephalus*-genus mégis csak nem tekinthető egy törzsből fejlődöttnek, vagy legalább is nagyon közeli rokonságban állónak.

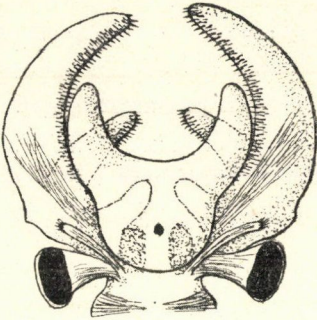
A penis apicalis izének szerkezete első tekintetre már igen fontos különbséget mutat a családok bizonyos csoportjain belül, úgy, hogy ezen alapon jóformán két nagy csoportba is oszthatnak azokat. Az egyik csoport penisének második íze felületén fogaeskás, míg a másiké sima, de csúcsán megnyúlt tüskenyujtványt visel. Az első csoportba tartozik a *Polyartemiidae*-, *Branchipodidae*- és *Streptocephalidae*-család, továbbá a *Branchinertidae*-család az *Artemioopsis* s a *Chirocephalidae*-család az *Eubbranchipus*-, *Pristicephalus*-, *Chirocephalopsis*- és *Chirocephalus*-genus kivételével, melyek a második csoportot képviselik. De a mint nem egyesíthetők feltűnően elütő szerkezeti viszonyaik miatt a fogazott penises nemek valamennyien egy nagy családba, úgy nem egyesíthetők a sima felületű penissel bíró genusok sem.

Az összes szerkezeti viszonyokra és legfőképen a hímek fejének és fejfüggelékeinek változatos szerkezetére való tekintettel a mostanig ismert *Phyllopoda anostraca*-fajokat a következő táblázatban feltüntetett családokba osztom be. A családok keretén belül előbb a genusok, majd pedig az egyes genusok keretében a fajok meghatározó táblázatát állítom össze.

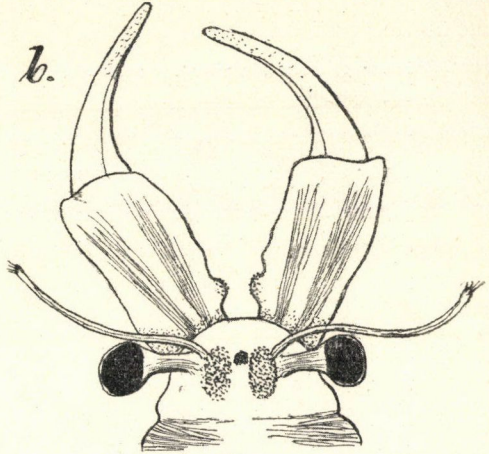
A Phyllopoda anostraca-alrend családjainak meghatározó táblázata.

1. A törzs lábpartviselő 11 szelvényből összetett; a hím alsó csáppárja két- vagy háromízű. 2.
A törzs lábpartviselő 17 vagy 19 szelvényből összetett; a hím alsó csáppárja ízeletlen. *Polyartemiidae* Auct. (2. ábra a).
2. A hím alsó csáppárja kétízű. 3.
A hím alsó csáppárja háromízű. *Streptocephalidae* n. fam. (2. ábra e).
3. A hím alsó csáppárjának alapizei önállóak vagy alapjukon csak igen kis mértékben összenöttek. 4.

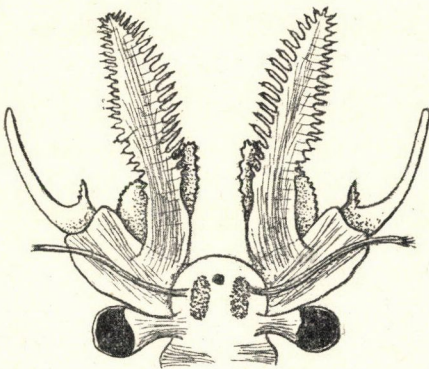
a.



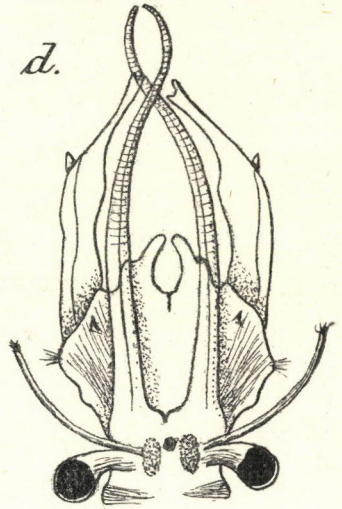
b.



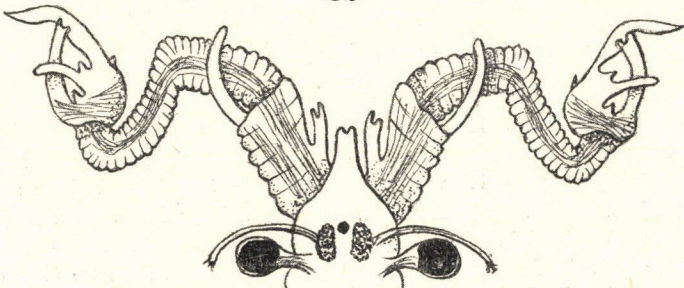
c.



d.



e.



2. ábra. a Polyartemiidæ. (*Polyartemia forcipata* FISCH.); b Branchinectidæ (*Branchinecta orientalis* Sars); c Chirocephalidæ (*Chirocephalus* ² *appendicularis* Vávr.); d Branchipodidæ (*Branchipus stagnalis* L.); e Streptocephalidæ (*Streptocephalus cirratus* DAD.).

- A him alsó csáppárjának alapízei egymással és a fejjel összenöttek, homlokpajzsot alkotnak. — — — *Branchipodidae* n. fam. (2. ábra d).
4. A him homloka egyszerű; az alsó csáppár alapíze lemezes függelékek nélkül. — — — — — *Branchinectidae* n. fam. (2. ábra b).
- A him feje gyakran homlokfüggelékkal, vagy pedig igen különböző szerkezetű antennalis függelékekkel. *Chirocephalidae* n. fam. (2. ábra c).

A megelőző táblázatban feltüntetett öt családból ez időszereint összesen 20 genus ismeretes, a melyek maguk és fajaik családonként a következő összeállítás alapján ismerhetők fel, illetőleg különböztethetők meg.

I. Csal. POLYARTEMIIDÆ. AUCT.

1. A lábpárok száma 19; a him homlokfüggeléke kétszarvú; a him alsó csáppjai háromágúak — — — — — *Polyartemia* S. FISCH.
Egyetlen faj a — — — — — *Polyartemia forcipata* S. FISCH.
2. A lábpárok száma 17; a him homlokfüggeléke csenevész, kúpforma, vagy hiányzik; a him alsó csáppjai három- vagy négyágúak.
Polyartemiella n. gen.

Gen. POLYARTEMIELLA DAD.

- a) A him homlokán csenevész, kúpforma nyujtvány; a him alsó csáppjai négyágúak. — — — — — *Polyartemiella Hanseni* (MURD).
- b) A him homloka egyszerűen kerekített, nyujtvány nélkül; a him alsó csáppjai háromágúak. — — — — — *Polyartemiella Judayi* DAD.

II. Csal. BRANCHINECTIDÆ DAD.

1. A potroh nyolez szelvényből összetett; a him alsó csáppjainak apicalis íze oldalt összenyomott. — — — — — Subfam. *Artemiinae* n. subf. 2.
A potroh kilencz szelvényből összetett; a him alsó csáppjainak apicalis íze leggyakrabban háromélű és sarlóforma.
Subf. *Branchinectinae* n. subf. 3.
2. A him alsó csáppjainak alapízei kissé összenöttek; a him alsó csáppjainak apicalis íze oldalt összenyomott, széles, némileg megnyúlt négyyszögletű, végsőcsúsa hegyes. — — — — — *Artemia* LEACH.
A him alsó csáppjainak alapízei önállóak; a him alsó csáppjainak csúcsíze oldalt összenyomott, szalagforma, keskeny, belső oldala vajt, a külső ellenben íves, végsőcsúsa kerekített, befelé görbült.
Artemiella DAD.
3. A villafüggelékek mozgékonyak, az utolsó potrohszelvénytől éles ízesüléssel elválasztottak; egyetlen kopolyúlemezzel. — — — — — 4.

- A villafüggelékek mozdulatlanok, az utolsó potrohszelvénynyel egyben-
nőttek; két kopoltyúlemezzel. — — — — — *Branchinectella* DAD.
4. A him alsó csápjainak apicalis íze sarlóforma, egyszerű; az 1—10.
lábbár endopoditjának alsó vagy hátulsó csúca többé-kevésbé meg-
nyúlt és hegyesen kerekített. — — — — — *Branchinecta* VERR.
A him alsó csápjainak apicalis íze ágas; az 1—10. lábpár endopodit-
jának alsó vagy hátulsó csúca nem nyúlt meg és szélesen kerekített.
Artemiopsis G. O. SARS.

Gen. ARTEMIA LEACH.

A potroh a törzs hosszát többé-kevésbé, az utolsó potrohszelvény
pedig az utolsóelőttiét sokkal fölülmulja. — — *Artemia salina* (L.).
A potroh rövidebb a törzsnél; az utolsó potrohszelvény az utolsóelőtti-
nél nem, vagy csak kevésbé hosszabb. — — *Artemia Jelskii* GRUB.

Gen. ARTEMIELLA DAD.

A genus jellemeivel bíró egyetlen faj. — *Artemiella Skorikowi* DAD.

Gen. BRANCHINECTELLA DAD.

A genus jellemeivel bíró egyetlen faj. *Branchinectella salina* (Dad.).

Gen. BRANCHINECTA VERR.

1. A nőtény törzsének szelvényein kisebb-nagyobb pleuralis nyujt-
ványok. — — — — — 2.
Mindkét ivaregység törzsének szelvényei pleuralis nyujtványok nélkül. 3.
2. A nőtény 2—5. és 9—11. törzsszelvényén kúpforma kis pleuralis nyujt-
ványok; az első genitális szelvény két oldalán karélyforma nyujtvány.
Branchinecta Gairii Dad.
A nőtény törzsének 2—7. szelvénye levélforma pleuralis függelékek-
kel, az első ivarszelvény hátoldalán kétoldalt erős tüskével fegyverzett.
Branchinecta Tolli (G. O. SARS.).
3. A him alsó csápjainak basalis íze alapja közelében belső szegélyén
éles, tönötten tüskés halmoeskával. — — — — — 4.
A him alsó csápjainak basalis íze alapja közelében belső szegélyén
halmoeska nélkül. — — — — — 5.
4. A him alsó csápjainak apicalis íze oldalt összenyomott, végsőcsúsan
kerekített, kissé befelé görbült. — — *Branchinecta coloradensis* PACK.
A him alsó csápjainak apicalis íze háromélű, végsőcsúca öblösen
tompított, kétszágú. — — — — — *Branchinecta granulosa* Dad.

5. A him alsó csápjainak basalis íze belső szegélyén sima. — — — 6.
A him alsó csápjainak basalis íze belső szegélyén sörtés vagy tüskés. 8.
6. A him alsó csápjainak apicalis íze sarlóforma, végsőcsúsa felé erősen vékonyodik, hegyescsúsu, többé-kevésbé háromélű. — — — 7.
A him alsó csápjainak apicalis íze kevésbé íves, oldalt összenyomott, mindenütt csaknem egyenlő széles, végsőcsúsa kerekített.
Branchinecta Lindahli PACK.
7. A him villafüggelégeinek külső szegélye sörtétlen.
Branchinecta ferox (M. EDW.).
A him villafüggelégeinek külső és belső szegélye egyaránt sörtés.
Branchinecta orientalis G. O. SARS.
8. A him alsó csápjainak basalis íze belső-végső csúcsán ujjforma nyujtványnyal; az apicalis íz végsőcsúsa felé erősen vékonyodik, sima.
Branchinecta paludosa (O. F. M.)
A him alsó csápjainak basalis íze belső-végső csúcsán sima; az apicalis íz mindenütt egyforma széles, végsőcsúsa közelében hátulsó szegélyén halmocskás, külső oldalán kiemelkedéssel fegyverzett.
Branchinecta Iheringi LILLJ.

Gen. ARTEMIOPSIS G. O. SARS.

A genus jellemeivel bíró egyetlen fajjal.

Artemiopsis Bungei G. O. SARS.

III. Csal. CHIROCEPHALIDÆ DAD.

1. A him alsó csápjainak basalis íze lemezes, fűrészforma függelékek nélkül; apophysis nines; a penis apicalis íze leggyakrabban tüskés fölületű; egyetlen kopoltyúlemez. — — — — — 2.
A him alsó csápjainak basalis íze fűrészforma, lemezes függelékkel és apophysisrel; a penis apicalis íze síma, hosszú, némileg sarlóforma tüskével végződik; két kopoltyúlemez.
Subfam. *Chirocephalinae* n. subf. 3.
2. A him fején különböző szerkezetű homlokfüggelék; a penis apicalis íze simafölületű, csúcsán sarlóforma tüskenyujtványnyal.
Subfam. *Eubranchipodinae* n. subf. 5.
A him feje vagy fejtetői, vagy a homlok közepéről eredő, igen különböző szerkezetű függelékkel; a penis apicalis íze fölületén tüskés.
Subfam. *Branchinellinae* n. subf. 6.
3. A him alsó csápjainak basalis ízén egyetlen lemezes, többé-kevésbé fűrészforma függelék. — — — — — 4.
A him alsó csápjainak basalis ízén két, egymástól különböző lemezes függelék. — — — — — *Chirocephalus* (PREV.) DAD.

4. A him homloka egyszerű; a him alsó csápjainak apicalis íze sarlóforma vagy egyenes. — — — — — *Pristicephalus* DAD.
A him homlokán orrmányforma nyujtvány; a him alsó csápjainak apicalis íze többé-kevésbé csavart. — — — *Chirocephalopsis* DAD.
5. A him homlokának két oldalán némileg fűrészforma lemezes függelék; a penis apicalis íze síma fölületű, csúcán sarlóforma tüskenyujtványnyal. — — — — — *Eubranchipus* VERR.
6. A him homlokfüggeléke kocsányos, kétágú, a homlok közepéről, vagy csaknem a fejtetőről indul ki, különböző alakú és szerkezetű. — — — 7.
A him homlokfüggeléke kocsányos, rövid, egyszerű, a homlok közepéről indul ki; a him alsó csápjainak basalis ízén hátoldali apophysis. *Eubranchinella* DAD.
7. A him és nőstény valamennyi potrohszervénye elkülönült, hengeres; a villafüggelékek mindig elkülönültek. — — — — — 8.
A him és nőstény valamennyi potrohszervénye lapított; a villafüggelékek egybeolvadtak, kerekített lemezt alkotnak. *Thamnocephalus* PACK.
8. A fej csápforma függelékek nélkül; valamennyi láb endopoditja egyforma szerkezetű. — — — — — 9.
A fej csápforma függelékekkel; a két első lábpár endopoditja a többiétől elütő szerkezetű; a him alsó csáppárjának basalis ízén a distalis belső csúcsról kis ujjforma nyujtvány indul ki. *Dendrocephalus* DAD.
9. A him alsó csáppárjának basalis ízén a distalis belső csúc egyszerű, nyujtvány nélkül. — — — — — *Branchinella* SAYCE.
A him alsó csáppárjának basalis ízén a distalis belső csúcsról fűrészforma függelék indul ki. — — — — — *Branchinellites* DAD.

Gen. CHIROCEPHALUS (PREV.) DAD.

1. A him alsó csápjain a basalis íz fűrészforma antennális függeléke alapja közelében külső szegélyén hosszú, ujjforma nyujtványok nélkül. Subgen. *Chirocephalellus* DAD. 2.
A him alsó csápjain a basalis íz fűrészforma antennális függeléke alapja közelében külső szegélyén igen hosszú, ujjforma nyujtványokkal. Subgen. *Chirocephalus* s. str. DAD. 6.
2. A him alsó csápjain a basalis íz fűrészforma antennális függelékének basalis hártájája fűrészforma nyujtvány nélkül. — — — — — 3.
A him alsó csápján a basalis íz fűrészforma antennális függelékének basalis hártájája fűrészforma nyujtványnyal. — — — — — 5.
3. A him alsó csápjain a basalis íz fűrészforma függelékének basalis hártájája végszegélyén nem bemetszett, különböző nyujtványokkal fegyverzett. — — — — — 4.
A him alsó csápjain a basalis íz fűrészforma antennális függelékének

basalis hártýája végső szegélyének közepén erősen bemetszett, kétosztatú; a basalis íz apophysise ékforma; az apicalis íz egyszerű, sima.

Chirocephalus turkestanicus DAD.

4. A him alsó csápjainak basalis íze ékforma apophysissal; az első láb-pár endopoditjának alsó vagy hátulsó zuga kifelé megnyúlt, hegyes; a nőstény 2—7. első potrohszelvénye tüskeforma oldali nyujtványokkal.

Chirocephalus sinensis THIELE.

A him alsó csápjainak basalis íze bunkós apophysissal; az első láb-pár endopoditjának alsó vagy hátulsó zuga nem nyúlt meg, szélesen kerekített; a nőstény potrohszelvényei valamennyien simák.

Chirocephalus Bairdi (BRAUER).

5. A him alsó csápjainak basalis íze ékforma apophysissal; az 1—2. láb-pár endopoditjának hátulsó vagy alsó zuga kifelé megnyúlt, hegyes.

Chirocephalus altaicus DAD.

A him alsó csápjainak basalis íze bunkós apophysissal; az 1—2. láb-pár endopoditjának hátulsó vagy alsó zuga nem nyúlt meg, szélesen kerekített. — — — — *Chirocephalus appendicularis* VAVR.

6. A him alsó csápjainak basalis íze ékforma apophysissal; a fűrészforma antennalis függelék basalis hártýája végszegélyének közepén erősen bemetszett, kettő osztott; a nőstény 1—7. elülső potrohszelvénye kétoldali tüskeforma nyujtvánnyal. *Chirocephalus spinicaudatus* SIM.

A him alsó csápjainak basalis íze bunkós apophysissal; a fűrészforma antennalis függelék basalis lemeze belső végsúcsán megnyúlt; a nőstény potrohszelvényei simák. — — *Chirocephalus stagnalis* (SHAW).

A genusnak hiányosan ismert faja. — *Chirocephalus Bobrinskii* ALC.

Gen. PRISTICEPHALUS DAD.

1. A him alsó csápjainak apicalis íze többé-kevésbbé sarlóforma, símacsúcsú, belső szegélyén kiemelkedéssel, nagy szélesen íves. — — — 2.

A him alsó csápjainak apicalis íze egyenes, csúcsán karmos, szegélyei simák. — — — — *Pristicephalus recticornis* (BRAUER).

2. A him alsó csápjainak apicalis íze alapján nyujtvány nélkül. — — 3.
A him alsó csápjainak apicalis íze alapján nyujtvánnyal.

Pristicephalus carmuntanus (BRAUER).

3. A him alsó csápjainak apicalis íze belső szegélyén halmocskával; az alapíz bunkós apophysissal. — — *Pristicephalus Josephinae* (GRUBE).

A him alsó csápjainak apicalis íze belső szegélyén szélesen íves; a basalis íz apophysis nélkül. — — — — *Pristicephalus priscus* DAD.

Gen. CHIROCEPHALOPSIS DAD.

1. A him homlokán különböző alakú és szerkezetű orrmányforma nyujtvány, a felső ajak alapja előtt semmi függclék. — — — — 2.

A him homloka ormányforma nyujtvány nélkül, alatt a felső ajak alapja előtt szarunemű ormányfüggelék.

Chirocephalopsis Grubii (Dyb.).

- A nőtény potrohszelvényei többé-kevésbé hengeresek. — — — 3. A nőtény 3—8. hátulsó potrohszelvénye erősen elszélesedett, oldali, egybefolyt tarajjal. — — — *Chirocephalopsis birostratus* (S. FISCH.).
- A him alsó csápjainak basalis íze bunkós apophyssissal; az apicalis íz alapi nyujtvány nélkül; a homlokon igen kicsiny, kúpos, csőrforma nyujtvány. — — — — *Chirocephalopsis claviger* (S. FISCH.). A him alsó csápjainak basalis íze apophysis nélkül, vagy csenevész apophyssissal; az apicalis íz bunkós, alapi nyujtvánnyal; a homlokon lapos, lemezforma, négyszögletű, ormányszerű nyujtvány.

Chirocephalopsis rostratus DAD.

Gen. EUBRANHIPUS VERR.

- A him és nőtény minden testszelvénye sima fölületű. — — — 2. A him potrohszelvényei hátulsó zugukban mindkét oldalon tuskéval. 3. A nőtény 9 és 10. torszelvénye oldalt túskeforma nyujtvánnyal.

Eubranhipus gelidus (HAY.).

- A him homlokfüggelékei az alsó csápok basalis izénél sokkal rövidebbek, lándzsaformák, fűrészfogazott szegélyűek.

Eubranhipus vernalis VERR.

A him homlokfüggelékei az alsó csápoknál sokkal hosszabbak, végcsúcsuk felé keskenyednek, végső harmadukban fűrészesek.

Eubranhipus Holmanii (RYD.)

- A potroh nyolecz szelvényből összetett; a villafüggelékek törformák.

Eubranhipus serratus FORB.

A potroh kilencz szelvényből összetett; a villafüggelékek szélesek, végcsúcsuk tompított. — — — — *Eubranhipus Bundyi* FORB.

Gen. EUBRANCHINELLA DAD.

A genus jellemeivel bíró egyetlen faj.

Eubranchinella abiadi (BRAUER).

Gen. BRANCHINELLA SAYCE.

- A him homlokfüggeléke nem hosszabb az alsó csápok basalis izénél. 2. A him homlokfüggeléke sokkal hosszabb az alsó csápok basalis izénél. — 3.
- A homlokfüggelék két ága szegélyein fűrészfogazott; csak a második genitális szelvény hátulsó zúgai folytatódnak tuskéba, a him többi potrohszelvénye tuskétlen. — — *Branchinella australiensis* (RICHT.). A him homlokfüggelékei épszélűek; a him valamennyi potrohszelvénye hátulsó zugaiban tuskés. — — — — *Branchinella spinosa* (M. EDW.).

3. A him homlokfüggeléke csaknem középen kettéhasított; a him alsó csápjainak apicalis íze belső vagy alsó zugán egyszerű. — — — 4. A him homlokfüggeléke alapi negyedében kettéosztott; a him alsó csápjainak apicalis íze alapi belső vagy alsó zugában nyujtványyal.

Branchinella Gissleri DAD.

4. A him homlokfüggelékének ágai csak szegélyükön tüskések; a him alsó csápjainak basalis íze csupasz. — — — *Branchinella eyrensis* SAYCE. A him homlokfüggelékének ágai szegélyükön rövid, némileg karélyforma, keskeny nyujtványokkal; a him alsó csápjainak basalis íze alant csaknem közepén két kis, kúpforma halmocskával.

Branchinella ornata (WOLF).

Gen. BRANCHINELLITES DAD.

A him alsó csáppárjának balis íze hasi oldalán egyszerű; a homlokfüggelék ágain a felső ágacska egyszerű, a kettéosztott alsó ágacskánál rövidebb, sarlóforma. — — — *Branchinellites Kugenumaensis* (ISH.) A him alsó csáppárjának basalis íze hasi oldalán hat kis tüske hosszorával, a homlokfüggelék ágain a felső ágacska egyszerű, az alsó ágacskánál sokkal kosszabb, nyelvforma. *Branchinellites Chudeaui* DAD.

Gen. DENDROCEPHALUS DAD.

1. A him alsó csápjainak apicalis íze csúcsán hegyesen kerekített; a him 1—2. lábpárjának endopoditján csak egy felső nyujtvány.

Dendrocephalus cervicornis (WELTN.)

2. A him alsó csápjain az apicalis íznek csúcsa karmos; a him 1—2. lábpárjának endopoditján két felső nyujtvány.

Dendrocephalus Geayi DAD.

Gen. THAMNOCEPHALUS PACK.

A genus jellemeivel bíró egyetlen faj. *Thamnocephalus platyurus* PACK

IV. Csal. BRANCHIPODIDIÆ DAD.

1. A potroh kilencz szelvényből összetett; az utolsó potrohszelvény a többinél rövidebb, a villafüggelékektől elkülönült.

Subf. *Branchipodinae* DAD. 2.

A potroh nyolcz szelvényből összetett; az utolsó potrohszelvény a többinél sokkal hosszabb, a villafüggelékekkel egybenőtt.

Subf. *Parartemiinae* DAD.

Az alosalád jellemeivel bíró egyetlen nem és faj.

Parartemia zietziana SAYCE.

2. A him fején a fejtetőről kiinduló függelék ; a villafüggelékek törformák, szegélyeiken sörtések. — — — — — 3.
A him feje fejtetői függelék nélkül ; a villafüggelékek sarlóformán erősen befelé íveltek, szegélyeik különbözőképen sörtézettek.
Branchipodopsis G. O. SARS.
3. A him fején a fejtetőről kiinduló, ostorforma két függelék.
Branchipus SCHAEFF.
A him fején a fejtetőről kiinduló lemezes, kocsányos, csúcreszletében ágas, páratlan függelék. — — — — — *Tanymastix* (SIM.) DAD.

Gen. BRANCHIPODOPSIS G. O. SARS.

1. A him homlokpajzsának antennális függeléke különböző szerkezetű oldali halmocskákkal. — — — — — 2.
A him homlokpajzsának antennális függeléke lapított, oldali halmocskák nélkül, belső végsúcса megnyúlt ; az utolsó potrohszelvény alul sima. — — — — — *Branchipodopsis Kalaharensis* WOLF.
2. A him homlokpajzsának antennális függeléke csak hátoldali, az elülső szegélyhez közeledett vagy ettől távolodott halmocskával. — — — 3.
A him homlokpajzsának antennális függeléke háti és hasi halmocskával ; az utolsó potrohszelvény alul két tüskével.
Branchipodopsis Wolffi DAD.
3. A him homlokpajzsának antennális függelékén a hátoldali halmocsa az elülső szegélyhez közeledett. — — — — — 4.
A him homlokpajzsának antennális függelékén a hátoldali halmocsa az alaphoz közeledett, megnyúlt, tüskeforma ; az utolsó potrohszelvény alul két tüskével. — — — — — *Branchipodopsis tridens* WOLF.
4. A him homlokpajzsán az antennális függelék háti halmocskája kúpforma, háti oldalán rövid, erős, a csúcshoz közeledett tüskével ; az utolsó potrohszelvény alatt két tüskével.
Branchipodopsis affinis G. O. SARS.
A him homlokpajzsán az antennális függelék kissé megnyúlt négyszögletű, belső zuga kicsúcsosodott és a csúcs közelében erős, rövid, hátoldali tüskével fegyverzett ; az utolsó potrohszelvény sima.
Branchipodopsis Hodgsoni G. O. SARS.

Gen. BRANCHIPUS SCHAEFF.

1. A him valamennyi potrohszelvénye egyszerű, hátulsó szegélyük sima ; a him alsó csápjai apicalis ízének alsó oldalán a középén túl kifelé irányuló ujjforma nyujtvány. — — — *Branchipus stagnalis* (L.).
2. A him 2—7. elülső potrohszelvényének hátulsó szegélyén fölül négy ujjforma rövid nyujtvány ; a him alsó csápjainak apicalis ízén a hasoldalán a középén kifelé irányuló némileg négyszögletű lemez.
Branchipus Blanchardi DAD.

Gen. TANYMASTIX (SIM.) DADAY.

1. A him alsó csápjainak apicalis ízén a végcsúcs közelében kerekített karélyok; a penis alapján alul két tüskeforma nyujtvány. — — — — — 2.
A him alsó csápjainak apicalis ízén a végcsúcs mellett egy belső kúpforma halmocska; a penis alapján alul fogacska, kúpforma nyujtvány. — — — — — *Tonymastix Perrieri* DAD.
2. A him alsó csápjainak apicalis ízén a belső szegély sima, épszélű.
Tonymastix affinis DAD.
- A him alsó csápjain az apicalis íznek belső szegélye kétkarélyos.
Tonymastix lacunae (GUER).

5. Csal. STREPTOCEPHALIDÆ DAD.

1. A him homloka többé-kevésbé kerekített, függelék nélküli.
Subgen. *Streptocephalellus* DAD. 2.
A him homlokán különböző alakú és szerkezetű függelék. — — — — — 3.
2. A him homloka meglehetősen hegyesen kerekített, közepén alig észrevehetőn öblös; az alsó csápok ollójának ujjai simák.
Streptocephalus Purcelli G. O. SARRS.
A him homloka meglehetősen szélesen kerekített, épszegélyű; az alsó csápok ollójának ágai fűrészesen tüskések.
Streptocephalus papillatus G. O. SARRS.
3. A him homloknyujtványa meglehetősen rövid, csúcsán kerekített, vagy csúcsa közepén kissé öblös. Subgen. *Streptocephalus* s. str. DAD. 4.
A him homloknyujtványa meglehetősen hosszú vagy megnyúlt, különböző alakú és szerkezetű ágakra oszlott.
Subgen. *Streptocephalopsis* DAD. 16.
4. A villafüggelékek többé-kevésbé megnyúltak, törformák, végcsúcsuk felé különbözően vékonyodnak. — — — — — 5.
A villafüggelékek szélesek, lapítottak, levélformák.
Streptocephalus lamellifer THIELE.
5. A him alsó csápjainak basalis íze csupán egy külső nyujtvánnyal; az alsó csápok ollójának szárai nem ágasok, simák vagy fűrészesen tüskések. — — — — — 6.
A him alsó csápjainak basalis íze a külső, csápforma nyujtványon kívül még további három belsővel vagy felsővel; az alsó csápok ollójának alsó szára ágas. — — — — — *Streptocephalus dichotomus* BAIRD.
6. A him néhány potrohszelvénye hátulsó szegélyén fölül tüskék félgűrűjével. — — — — — 7.
A him valamennyi potrohszelvénye sima fölületű. — — — — — 8.
A him néhány hátulsó potrohszelvénye fölületén tüskés, szétszórtan álló tüskékkel. — — — — — *Streptocephalus gracilis* G. O. SARRS.

7. A him három első potrohszelvénye hátulsó szegélyén fölül 8—10 kis tüskével fegyverzett; az alsó csápok basalis ize alapján egyszerű.
Streptocephalus spinosus DAD.
- A him 5—7. potrohszelvénye hátulsó szegélyén fölül nagyobbacska tüskék félgyűrűjével; az alsó csápok basalis ize belső alapján függelékkal. — — — — — *Streptocephalus cirratus* DAD.
8. A him alsó csápjain az ollók szára simák. — — — — — 9.
 A him alsó csápjain az ollók felső szára felső szegélyén fűrészösen tüskézett. — — — — — *Streptocephalus torvicornis* (WAGA.)
9. A him alsó csápjain az ollók felső vagy külső szárának oldali járulékos lemeze elülső szegélyén sima. — — — — — 10.
 A him alsó csápjain az ollók felső vagy külső szárának oldali járulékos lemeze elülső szegélyén halmocskás. — — — — — 13.
10. A him villafüggelékai törformák, végsőcsuk felé fokozatosan kissé vékonyodnak, szegélyeik egyformán és tömötten sörtések. — — 11.
 A him villafüggelékai megnyúltak, végsőcsuk felé erősen vékonyodnak, szegélyük proximalis felében sörtés, a distalisban tüskés.
Streptocephalus similis BAIRD.
11. A him alsó csápjain az ollók felső vagy külső szára térdes, két fele egyenes. — — — — — 12.
 A him alsó csápjain az ollók szárai hullámosak, előre tekintenek.
Streptocephalus texanus PACK.
12. Az ollók alsó vagy belső szára sarlóforma, kifelé hajlott, a felső ollószár járulékos lemeze jól fejlett. — — — *Streptocephalus Sealii* RYD.
 Az ollók alsó vagy belső szára egyenes, a felső ollószár járulékos lemeze csenevész. — — — — — *Streptocephalus bimariss* GURN.
13. A him alsó csápjain az ollók felső vagy külső szárának oldali járulékos lemeze elülső szegélyén egyetlen kúpforma halommal. — — — 14.
 A him alsó csápjain az ollók felső vagy külső szárának oldali járulékos lemeze elülső szegélyén két kis kúpforma halommal. — — — 15.
14. A him alsó csápjain az ollók törzsének proximalis alsó zuga kerekített; az alsó vagy belső ollószár rövid, fölfelé görbült, végsőcsuca tompán kerekített, mindenütt egyforma széles.
Streptocephalus Dregei G. O. SARR.
- A him alsó csápjain az ollók törzsének proximalis alsó zuga tüskébe megy ki; az alsó vagy belső ollószár megnyúlt, kifelé görbült, végsőcsuca felé erősen vékonyodik. — *Streptocephalus distinctus* THIELE.
15. A him villafüggelékai erősen megnyúltak, keskenyek, végsőcsuk felé erősen elvékonyodnak, külső szegélyükön sörtések, belső szegélyüknek proximalis negyedében sörtések, egybűt apró, pácziakaforma tüskékkel fedettek. — — — — — *Streptocephalus macrourus* DAD.
 A him villafüggelékai megnyúltak, meglehetősen szélesek, végsőcsuk felé kis mértékben keskenyednek, szegélyeik egyformán és sűrűn sörtések. — — — — — *Streptocephalus vitreus* (BRAUER).

16. A him homlokfüggeléke nem hosszabb az alsó csápok basalis ízénél, keskeny. — — — — — 17.
 A him homlokfüggeléke hosszabb az alsó csápok basalis ízénél — 18.
 17. A him homlokfüggelékének csúca hegyes, mélyen bemetszett, két törforma ágra osztott; a him 3—7. hátulsó potrohszelvénye hátulsó szegélyén fölül hártvás, négy különböző függeléssel.

Streptocephalus Rothschildi DAD.

A him homlokfüggeléke végsúcán kissé szélesedett, három rövid ágra osztott; a him potrohszelvényei simák.

Streptocephalus cafer (Lov.)

18. A him homlokfüggeléke törforma, hegyes csúca osztatlan; a him potrohszelvényei simák. — — — — — *Streptocephalus sudanicus* DAD.
 A him homlokfüggeléke kétágú — — — — — 19.
 A him homlokfüggeléke több különféle ágra osztott. — — — 20.
 19. A him homlokfüggeléke orrmányforma, végsúcán mélyen öblös, kétágú, szegélyei fűrészfogasok. — *Streptocephalus proboscideus* (FRAUENF.).
 A him homlokfüggeléke rövid basalis kocsánnyal, két törforma, megnyúlt ággal, belső szegélyén igen kis tüskékkel.

Streptocephalus Zeltneri DAD.

20. A him homlokfüggeléke négyágú, ágai különböző szerkezetűek és nagyságúak; az alsó csápok ollóinak felső szára oldalsó járulékos lemez nélkül. — — — — — 21.
 A him homlokfüggeléke öt, különböző nagyságú és szerkezetű ágra osztott; az alsó csápok ollóinak felső vagy külső szára oldalsó járulékos lemezzel. — — — — — *Streptocephalus Neumanni* THIELE.
 21. A him 2—8. elülső potrohszelvénye hátulsó szegélyén fölül 2—4 rövid, kúpforma halmocskával. — — — *Streptocephalus Bouvieri* DAD.
 A him 2—8. elülső potrohszelvénye hátulsó szegélye mellett fölül 2—4 meglehetősen hosszú tüskével. — — *Streptocephalus spinifer* GURN.
 A táblázatba be nem osztható fajok. *Streptocephalus floridanus* PACK.

Streptocephalus Archeri G. O. SARS.

Hiányosan leírt és fel nem ismerhető faj. *Branchipus pellucidus* JOS.

Az előzőekben összefoglalt adatokból megállapíthatjuk azt, hogy a *Phyllopoda anostraca*-alrendből ez idő szerint összesen 87 faj ismeretes, a melyek közül azonban kettő, névszerint a *Streptocephalus Archeri* G. O. SARS. és a *Streptocephalus floridanus* PACK. hiányosan ismert, kettő pedig, névszerint a *Chionocephalus Bobrinskii* ALC. és a *Branchipus pellucidus* JOS. egészen bizonytalan.

A fajok között található néhány olyan is, a melynek köréből egy, esetleg több varietás is ismeretes, s ezek a következők:

<i>Artemia salina</i> (L.) var. <i>Köppeniana</i> S. FISCH.
“ “ var. <i>Milhausenii</i> G. FISCH.
“ “ var. <i>arietina</i> S. FISCH.
“ “ var. <i>principalis</i> SIM.
<i>Chirocephalus spinicaudatus</i> SIM. var. <i>Chyzeri</i> DAD.
“ “ var. <i>croatica</i> STEUER.
“ <i>stagnalis</i> (SHAW.) var. <i>salinus</i> DAD.
“ “ var. <i>carinatus</i> DAD.
<i>Streptocephalus Purcelli</i> Sars. var. <i>Sarsi</i> DAD.
“ <i>dichotomus</i> BAIRD. var. <i>simplex</i> GURN.
“ <i>torvicornis</i> (WAGA) var. <i>rubricaudatus</i> KLUNZ.
“ “ var. <i>BUCHETI</i> DAD.
“ “ var. <i>BRAUERI</i> DAD.

Streptocephalus distinctus THIELE var. *annanarivensis* THIELE.
Megjegyzem itt különben azt, hogy az *Artemia salina* (L.) első három varietása, valamint a *Streptocephalus torvicornis* (WAGA) var. *rubricaudatus* KLUNZ. is ez ideig önálló faj gyanánt szerepelt.

Az előző meghatározó táblázatokban bemutatott nemek és fajok közül a *Branchinellites* új nem. A *Branchinecta Gaini*, *Branchinellites Cludeaui* és *Streptocephalus sudanicus* új fajok leírását, minthogy az előbb említett összefoglaló munkámból hiányzik, az alábbiakban közlöm.

Branchinecta Gaini DAD.

3. ábra.

DADAY E. 2. a. p. 242. fig. 1. a—q.

Him. A test méreti viszonyai a termőhelyek szerint meglehetősen változók. A törzs a potrohnál rövidebb, szelvényei egyszerűek. A potroh szelvényei hengerek, különböző hosszúságúak, a 6—8. szelvény sokkal hosszabb, mint a minő széles s a többi szelvéynél sokkal hosszabb. A 4—8. szelvény hátulsó szegélyének közelében, mindkét oldalon egy-egy szemölcsös, érző sörtét viselő korongocska van.

A villafüggelékek törformák, az utolsó potrohszelvényről leizelődtek s ennek hosszát jóval meghaladják, de a két utolsó-
nak együttes hosszát nem érik el, szegélyeik sűrűn sörtések.

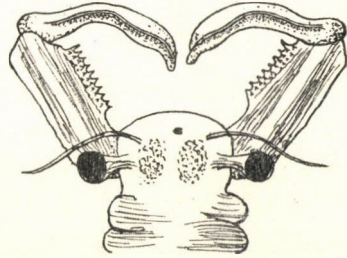
A fej homloka szélesen íves, sima. Az alsó csápok basalis ize proximalis részében térdes, belső vagy elülső szegélyén ta-

rajos, taraja hátoldalán és szegélyén fogacsás (3. ábra). Az alsó csápok apicalis íze a basalisnál rövidebb, némileg sarlóforma, csúcsán hegyes, befelé görbült, külső vagy hátulsó oldalán domború, belső vagy elülső oldalán homorú, különböző helyzetben különböző alakot mutat.

A kocsányos szemek csaknem fél oly hosszúak, mint a felső csápok, bunkójuk sima.

A lábak endopoditja hátrafelé többé-kevésbé megnyúlt, kúpforma, alsó vagy hátulsó szegélyén tüskés. Az 1—10. lábpár branchiális lemeze meglehetősen nagy, szegélye fűrészesen tüskés. A 11. lábpár branchiális lemeze és zacskója csenevész és csak kis halmocskát alkot.

A penis alapján belül széles, csúcsán kerekített, kúpforma kiemelkedés van. A basalis íz proximalis harmadának belső szegélyén kis kúpforma nyujtvány ül, csúcsa közelében külső szegélyén finom kis tüskékkel borított halmocska emelkedik.



3. ábra.

Branchineeta Gaini Dad. ♂ feje
10-szeresen nagyítva.

Hossza a homloktól a villafüggelékek csúcsáig 11—18·2 mm; törzshossza 5—8 mm; a potroh hossza 5—9 mm; a villafüggelékek hossza 1—1·2 mm.

Nőstény. A test méreti viszonyai a himéit meghaladják. A törzs 9—11. szelvényének kétoldalt a hátulsó csúcson kúpforma pleuralis nyujtványa van. A potroh első genitális szelvényének hátulsó csúcsa mindkét oldalon megnyúlt, kúpforma karélyt alkot. A második genitális szelvény hátulsó zugai ki és hátrafelé megnyúltak, rövid, kúpforma, szemecskés nyujtványban végződnek. A 3. potrohszelvény hátulsó szegélyén a hátoldal közelében, mindkét oldalon egy-egy rövid, tüskeszerű nyujtvány emelkedik ki. Az 5—7. potrohszelvényen a hátulsó szegély közelében kétoldalt egy-egy érző sörtét viselő, szemölcsös korong van.

A villafüggelékek a himéivel egyezők.

A fej homloka sima. Az alsó csápok kúpformák, hegyesen

végződnek, belső szegélyük közepén kerekített karély emelkedik, külső szegélyükön némileg hullámosak; hátoldalukon kissé duzadtak.

A lábak szerkezete a himekéhez hasonlít. A 11. láb páron a branchialis lemez egészen hiányzik.

A petezacskó széles orsóforma, hátulsó vége hegyes, oly hosszú, mint az első öt potrohszelvény együtt. Az élő peték zöldes színűek.

Hossza a homloktól a villafüggelékek csücséig 18—20 mm; a törzs hossza 8 mm; a potroh hossza 9—10 mm; a villafüggelékek a hossza 1.3—1.5 mm; a petezacskó hossza 5 mm.

Az antarkti területnek ezt az első *Phyllopora anostraca*-faját GAIN L. legelőször *Petermann*-szigeten (65° 10' 34" déli szélesség és 66° 32' 30" nyugati hosszúság) találta 1909 február 7.-én a hóolvadás után sziklamélyedésekben keletkezett kis tócsákban és feljegyzései szerint a márczius 5.-én gyűjtött példányok a hajón 2 hétig éltek; márczius 13.-án a tócsákban már csak kevés példány volt, míg márczius végén teljesen elpusztultak a faj képviselői. A *Petermann*-szigettől délre fekvő kis szigetek tócsáiban a *Branchinecta Gaini*, GAIN L. feljegyzései szerint 5—7 mm vastag jégkéreggel borított és körülbelül 20 m magasságban fekvő tócsákban tenyésztett. GAIN L. márczius 4.-én gyűjtött innen példányokat, a melyek sokkal kisebbek a *Petermann*-szigeten gyűjtötteknél.

A *Branchinecta Gaini*-faj némi hasonlatosságot mutat a *Branchinecta Lindahli* PACK., *Branchinecta coloradensis* PACK. és *Branchinecta Tolli* (SARS. G. O.) fajokhoz, még pedig a két elsőhöz hasonlít a him alsó csápjai apicalis ízének szerkezetében, a *Branchinecta Tolli* fajhoz pedig abban, hogy a nőstény 9—11. törzsszelvényének kis pleuralis nyújtványa van. De a him alsó csápjai basalis ízének szerkezetével emlékeztet a *Branchinecta Gaini* a *Branchinecta paludosa* (O. F. M.) fajra. Ezek a körülmények arra engednek következtetést, hogy a *Branchinecta Gaini* az előbb említett fajokkal közös őstől származott és valószínűleg ő az őse a Délamerikában tenyésző *Branchinecta Iheringi* LILL. és *Branchinecta granulosa* DAD. fajoknak. E feltevés mellett szól az a körülmény, hogy a *Branchinecta*-genus legtöbb faja alacsony hőmérsékletű vízben

tenyészik s így bizonyosnak látszik az, hogy a *Branchinecta Iheringi* LILLJ. és *Branchinecta granulosa* DAD. csak lassú alkalmazkodás után telepedhetett meg állandóan a délamerikai melegebb vizű termőhelyeken.

A *Branchinecta Gairi* termőhelyeinek természeti viszonyai egyezőeknek mondhatók az *Artemiella Skorikowi* DAD. és *Branchinecta Tolti* (SARS. G. O.) arktikus fajokéival, melyek közül az első a 67°, a második a 68° északi szélesség alatt tenyészik.

Branchinellites DAD.

DADAY E. 2. a. p. 254. fig. 4. a—l.

A test egészen véve közepes nagyságú. A törzs hosszabb, mint a potroh a villafüggelékek nélkül; szelvényei sima fölületűek. A potroh szelvényei szélesebbek, mint a milyen hoszszúak és mindkét ivaregyéven simafölületűek.

A villafüggelékek törformák, egyenesek, keskenyek, az utolsó potrohszelvényről leizelődtek, mozgékonyak, egyenletesen sörtések.

A him feje meglehetősen keskeny, homloka villásan ágas függelékét visel. A homlokfüggelék az alsó csáppár hosszát kétszer is meghaladja, két fő ágra tagolt, melyek különböző nagyságú és szerkezetű három ágacsára pamatolódnak. A nőstény homloka egyszerűen kerekített, sima.

A him alsó csápjai kétízűek, önálló, a fejjel mozgékonyan kapcsolódnak. A him alsó csápjainak basalis ízén apophysis nincs, de distalis belső csúcsán fűrészforma, lapított csápfüggelék van; az apicalis íz sarlóforma, sima. A kocsányos szemek bunkója simafölületű.

Valamennyi láb endopoditja hasonló szerkezetű s egy branchialis lemezes. Az endopodit alsó vagy hátulsó csúcsa kerekített.

A penis apicalis íze féregforma, tüskésfölületű.

E genus, melynek egyik fajtát korábban a *Branchinella*-genus tagja gyanánt *Branchinella Kugenummaensis* (ISH.) néven ismertettem (p. 271. Fig. 42), a him homlokfüggelékének fejlettségével és szerkezetével csakugyan nagyfokú rokonságot mutat a *Branchinella*-genus-szal, de a him alsó csáppárjának basalis ízén az antero-interior csúcsról emelkedő antennalis függelék-

kel oly nagy mértékben elüt, hogy megkülönböztetését teljesen indokoltnak tartom. Máskülönb e genus antennalis függelékével némileg a *Chirocephalinae*-alcsalád *Pristicephalus* és *Chirocephalopsis*-genusaira emlékeztet, azzal a különbséggel, hogy antennalis függeléke nem az alsó csáppár basalis ízének proximalis negyedében ered, mint az említett genusoké, hanem az apicalis végről indul ki. Tekintettel a him antenualis és frontalis függelékének jelenlétére, e genus összekötő kapcsot alkot a *Chirocephalinae*- és *Branchinellinae*-alcsaládok, valamint a *Branchinella*- és *Dendrocephalus*-genusok között.

Branchinellites Chudeaui DAD.

4. ábra.

DADAY E. 2. a. p. 256. fig. 4. a—l.

Hím. A test közepes nagyságú. A potroh szelvényei az utolsónak kivételével csaknem egyforma hosszúak, simafölületűek. Az utolsó potrohszelvény az előtte valónál csaknem kétszer keskenyebb, háromszöghöz hasonlít.

A villafüggelékek törformák, aránylag szélesek, oly hosszúak, mint a hat utolsó potrohszelvény együtt, szegélyeik tömötten és egyneműen sörtések.

A fej homlokfüggeléke az alsó csápok hosszát kétszer meghaladja, három részre tagolódott (4. ábra), 8—9 mm hosszú. A homlokfüggelék basalis része aláfelé íves, hasoldalán két szegélye mentén meglehetősen erős újjforma tüskék sorával fegyverzett, 4—4.5 mm hosszú. A frontalis függelék középső része rövid, két ágra hasadt s ezek belső szegélyükön erős sörték sorát viselik. A homlokfüggelék csúcsrészelete két fő ágacsára tagolódik, melyeknek egyike hosszabb, sarlóformán görbült, hengeres, nem osztott, alsó lapján tüskékkal fegyverzett, másika ellenben végső harmada közelében két kis ágacsára hasadt s ezek ollóformán állanak egymással szemben, belső szegélyük tüskés. (4. ábra.)

A felső csápok az alsók basalis ízének hosszát jóval meghaladják. Az alsó csápok basalis ízének distalis belső csúcsán eredő fűrészforma antennalis függelék külső szegélyén hat hosszú vékony, újjforma nyujtvány, belső szegélyén hat rövid, erős

tüske emelkedik. Az alsó csáp basalis ízének alsó lapján egy hosszorban hat kis halmocskán rövid tüskék ülnek. Az alsó csápok apicalis íze sarlóforma, síma, csúcán karmocskát visel.

Testhossza a homloktól a villafüggelékek csúcsáig 14—14·5 mm; törzhossza 7 mm; a potroh hossza 4·5—5 mm; a villafüggelékek hossza 2·5—3 mm., az antennalis függelék hossza kinyújtva 8—9 mm.

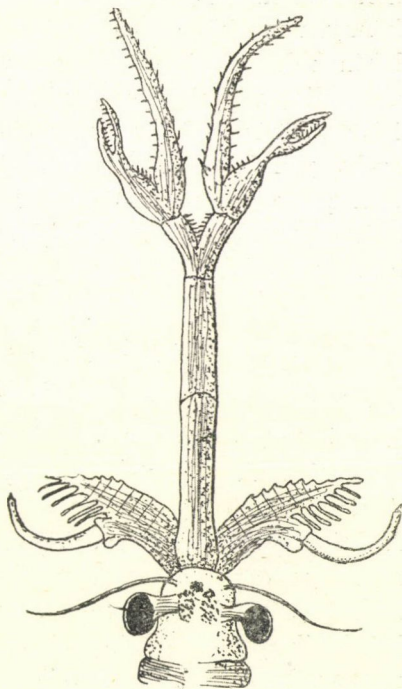
Nőstény. A test méreti viszonyaiban a híméhez hasonlít. A törzs a potrohnál vastagabb, hosszabb, szelvényei síma fölületűek. A potroh hátrafelé gyengén vékonyodik, szelvényei csaknem egyforma hosszúak az utolsónak kivételével, szélesebbek, mint a milyen hosszúak, általában hasonlítanak a híméihez, síma fölületűek. A villafüggelékek törformák, kevésse hosszabbak, mint az öt utolsó potroh-szelvény együtt, meglehetősen keskenyek, szegélyeik egyenmően és tömötten sörtések.

A fej homloka kerekített, síma. A felső csápok kétszer oly hosszúak, mint az alsók, ostorformák. Az alsó csápok lapítottak, némileg kúpformák, kétszerte hosszabbak, mint szélesek, elülső szegélyük kissé öblös, végcsúcsuk tüskébe megy ki.

A lábak szerkezete olyan, mint a hímekéi.

A petezacskó némileg orsóforma, hegyes csúcsával a hatodik potrohszelvényig ér le.

A test egész hossza a homloktól a villafüggelékek csúcsáig 14 mm; a törzs hossza 7 mm; a potroh hossza 5 mm; a villafüggelékek hossza 2 mm; a petezacskó hossza 3·5 mm.



4. ábra. *Branchinellites Chudeani* DAD.
♂ feje 10-szeresen nagyítva.

Termőhelye: Simbidissi, a Niger folyó középső medencéjében. Gyűjtötte CHUDEAU R. 1909 jún. 10.-én. A rendelkezésemre állott példányok a párisi Musée nat. hist. tulajdonát teszik.

Az előzőkben ismertetett s a CHUEADU R. L. tiszteletére elnevezett új faj nagy mértékben hasonlít a *Branchinellites* (*Branchinella*) *Kujenumaensis* (ISH.) fajhoz, de azért a kettő könnyen megkülönböztethető egymástól a him frontalis függelékének hossza és szerkezete, valamint a him alsó csáppárján a basalis íz szerkezete alapján. Némi különbség mutatkozik a két faj között a lábak endopoditjának szerkezetében s a potroh szelvényeinek hosszában és ehhez mérten szélességében is. Ehhez hozzátehetem még azt, hogy a *Branchinellites* (*Branchinella*) *Kujenumaensis* (ISH.) japáni termőhelyekről, tehát a legkeletibb Ázsiából ismeretes.

Streptocephalus sudanicus DAD.

5. ábra.

DADAY E. 2. a. p. 261. fig. 5. a—h.

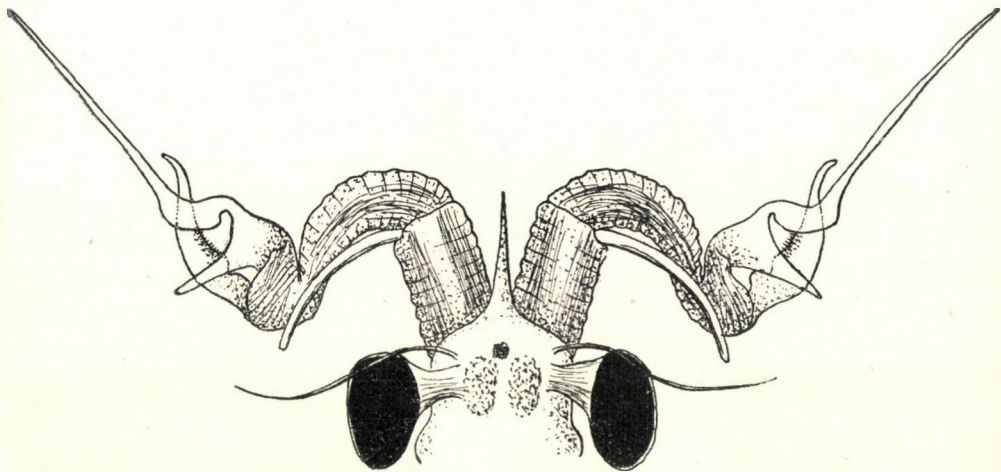
Hím. A test méreti viszonyai a közepest meghaladják. A törzs oly hosszú, mint a potroh a villafüggelékek nélkül, szelvényei simafölületűek. A potroh meglehetősen vékony, hét első szelvénye csaknem egyforma hosszú, a nyolczadik a többinél sokkal hosszabb, a kilencedik végre valamennyinél rövidebb. Mindenik potrohszelvény simafölületű. A villafüggelékek törformák, keskenyek, szegélyeiken egyneműen sörtések, oly hosszúak, mint a három utolsó potrohszelvény együtt.

A homlok közepéről törforma, keskeny, hegyes frontalis függelék emelkedik ki, mely majdnem oly hosszú, mint az alsó csáppár basalis íze (5. ábra).

A felső csáppár sokkal hosszabb, mint az alsónak basalis íze. Az alsó csáppár basalis ízének csápforma nyujtványa sarló formán gyengén íves, kevéssel hosszabb, mint maga a basalis íz. A középső csápiz belső oldaláról a tapintó nyujtványok hiányzanak. Az apicalis ollóiz külső vagy felső ágának oldalsó lemeze erős tüskenyujtványt alkot; maga az ág alapján kissé kiszélesedett és kis távolságban térdesen hajlott; innen kezdve

erősen vékonyodik, fölülte egészen sima, hossza feltűnő, egészben 2·5 mm. A belső vagy alsó ollóág a külsőnél sokkal rövidebb, egészben véve fölfelé ívelt, de végesúcsa közelében lefelé hajlik (5. ábra); belső szegélye mentén finoman sörtézett. A nagy kocsányos szemek nem érik el a felső csápok félhosszát.

A lábak endopoditja kerekített csúcsú négyszögre emlékeztet, hátrafelé nem nyúlt meg. Az egyetlen branchiális lemez szegélye fogazott. A 11. lábpár branchiális zacskójának csúcsa fűrészfogazott, míg a többi lábé sima.



5. ábra. *Streptocephalus sudanicus* DAD. ♂ feje 10-szeresen nagyítva.

A penis basalis ízének alapján belül tüskézett, ujjforma nyujtvány emelkedik.

A test egész hossza a homloktól a villafüggelékek csúcsáig 19·5—21 mm; a törzs hossza 9 mm; a potroh hossza 8—9 mm; a villafüggelékek hossza 2·5—3 mm.

Nőstény. A test méreti viszonyai a himéivel egyeznek. A törzs és potroh szelvényei sima fölületűek. A villafüggelékek oly hosszúak, mint a három utolsó potrohszelvény együtt.

A homlok sima, tompán íves. A felső csápok csaknem kétszer oly hosszúak, mint az alsók. Az alsó csápok lapítottak, némileg téglalommá, de distalis hátulsó vagy külső csúcsuk tom-

pán kerekített, kétszernél többször hosszabbak, mint a minő szélesek.

A lábak szerkezete egyezik a hímekéivel.

A petezacskó megnyúlt, keskeny orsóforma, hátulsó vége kissé fölfelé görbült, hossza nem éri el egészen az öt első potrohszelvény együttes hosszát.

Testhossza a homloktól a villafüggelékek csúcsáig 23 mm; a törzs hossza 10 mm; a potroh hossza 10 mm; a villafüggelékek hossza 3 mm; a petezacskó hossza 6 mm.

Termőhelye: Nioro, Sudanban, gyűjtötte ZELTNER F. 1908 októberben; a vizsgált példányok a párizsi Musée d. hist. natur. tulajdonai.

E faj homlokfüggelékének hosszával bizonyos fokig összekötő kapcsolatot alkot a *Streptocephalus* s. str. és *Streptocephalopsis* subgenusok között. A genus eddig ismert fajai közül e faj a hím alsó csáppárja apicalis izének szerkezetével némileg a *Streptocephalus lamellifer*-re emlékeztet, jellemző különben reá a homlokfüggelék szerkezete és hossza, valamint a hím alsó csáppárján az ollóíz felső vagy külső szárának feltűnő hosszúsága és vékonysága.

Az idézett irodalom.

1. BAIRD W.: Monograph of the Family Branchipodae, a Family of Crustaceans belonging to the Division Entomostraca etc. Proc. zool. Soc. of London. Part. 20. 1852. p. 18. Tab. 22. 20.

2. DADAY E.: Monographie systématique des Phyllopo des anostracés. Annal. d. Scienc. Natur. Zool. Ser. 9. 1910. p. 91. Fig. 1—84.

2a. DADAY E. Quelques Phyllopo des anostracés nouveaux etc. Ann. d. Scienc. Natur. Zool. Ser. 9. Vol. 12. p. 241. Fig. 1—5.

3. GRUBE A.: Bemerkungen über die Phyllopo den, nebst einer Uebersicht ihrer Gattungen und Arten. Arch. f. Naturg. 17. Jahrg. 1853. p. 71. Tab. 5—8.

4. PACKARD A. S.: A monograph of the Phyllopo d Crustacea of North America, with remarks of the order Phyllocardia. 1883.

5. SIMON E.: Étude sur les Crustacés du sous-ordre des Phyllopo des. Annal. de la Soc. entom. de France. 6. Sér. 6. Tom. 1886. p. 398. Tab. 5—7.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 nov. 14.-én tartott üléséből.)

A LINEARIS DIFFERENCIÁLRENDSZEREK ELMÉLETÉHEZ.

(Új sorozat, I. közlemény.)

SCHLESINGER LAJOS levelező tagtól.

Bevezetés.

Hét közleményben, melyeket 1904—1906-ban szerencsém volt a Tekintetes Akadémiának bemutatni,¹ beszámoltam ama vizsgálataimról, a melyeket RIEMANN-nak a lineáris differenciálegyenletekre vonatkozó posthumus értekezéséhez fűztem és melyek a differenciális egyenletek elméletének egy új tárgyalási módjához vezettek. E vizsgálataimat 1908-ban egy német nyelven megjelent könyvben foglaltam össze.² A tölem RIEMANN-félének nevezett problémát, mely ugyan RIEMANN nevezett dolgozatából veszi eredetét, de melynek megfogalmazása és első tárgyalása tölem származik, azóta több matematikus tárgyalta, nevezetesen HILBERT, O. D. KELLOG, PLEMELJ, R. FUCHS, GARNIER, GAMBIER, BIRKHOFF, BRODÉN, CASPER; egyéb tölem fölvetett, ez elméletre vonatkozó kérdéssel pedig foglalkoztak ugyancsak BIRKHOFF, R. FUCHS, GARNIER. Hogy milyen vonatkozásban vannak az említett szerzők dolgozatai az enyéimmal, azt azokon a helyeken fogom részletezni, a melyeken ezekre a dolgozatokra reflektálnom kell. Itt e bevezető sorokban csak reámutatni kívá-

¹ Lásd az Értesítőnek 22. (1904) kötetét p. 228 és 486, 23. (1905) kötetét p. 102 és 139, 24. (1906) kötetét p. 117, 619 és 741.

² Vorlesungen über lineare Differentialgleichungen, Leipzig, Teubner. Egyszerűség kedvéért mindig ezt a munkát fogom idézni.

nok azokra a kérdésekre, a melyekkel a jelen dolgozatban és annak folytatásaiban foglalkozom.

Fölállítottam volt¹ bizonyos egész transcendens függvények rendszerét

$$(A) \quad A_{ik}^{(v)} = E_{ik}^{(v)}(A_{11}^{(1)}, \dots, A_{nn}^{(\sigma)}), \quad (i, k=1, 2, \dots, n; v=1, 2, \dots, \sigma)$$

a melyekkel valamely kanonikus differenciálrendszer alapszubsztitucziói mint a reziduumok függvényei elő vannak állítva. Ezek a függvények avval a tulajdonsággal bírnak, hogy az $A_{ik}^{(v)}$ -k bizonyos egyértékűleg megfordítható algebrai transzformációi mellett nem változnak. Ezeknek a transzformációknak a tényleges fölállítása teszi a jelen dolgozatnak a tárgyát. Reámutattam volt a római matematikai kongresszuson tartott előadásomban arra, hogy a RIEMANN-féle probléma megoldhatósága ki volna mutatva, ha sikerülne ezekre az egész transcendens függvényekre nézve hasonló tételt bebizonyítani, mint a PICARD-féle tétel az egy változó egész transcendens függvényeire nézve. E függvényeknek automorphismusa a jelzett transzformációk mellett azonban arra a gondolatra vezet, hogy e bizonyítást a KRONECKER-féle karakterisztikus integrálra alapítsuk. Ezt egyik következő közleményemben keresztül fogom vinni. Ha az $A_{ik}^{(v)}$ -k az a_1, \dots, a_σ singularis pontoktól független mennyiségek (FUCHS-féle probléma), akkor az (A) egyenletek az $A_{ik}^{(v)}$ -ket mint az a_1, \dots, a_σ függvényeit értelmezzük. Ezekre a függvényekre fölállítottam egy igen egyszerű alakú differenciálrendszert.² E differenciálrendszernek általános integrálegyenletei az (A) egyenletek. Egyik tételemből továbbá következtethető, hogy e rendszernek rögzített elágazó pontjai vannak;³ e rendszernek independens tárgyalását szintén egyik következő dolgozatomban fogom adni.

A jelen dolgozat tisztán algebrai természetű; az itt levezetendő eredmények függvénytani alkalmazásait csak ezután fogom kifejteni.

¹ Vorlesungen, p. 245, (17) egyenlet.

² Lásd az i. h. p. 325, v. ö. u. o. p. 328.

³ V. ö. $n=2, \sigma=3$ esetre R. FUCHS, GAMBIER és GARNIER dolgozatait. GARNIER legújabbán az $n=2$ esetet tetszőleges σ -ra is tárgyalja.

I.

Legyen

$$\frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n y_{\lambda} a_{\lambda k}, \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

a miben

$$a_{ik} = \sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x - a_{\nu}}, \quad (i, k=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

egy kanonikus lineáris differenciálrendszer. Ha

$$\frac{dz_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n z_{\lambda} a'_{\lambda k}, \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

a miben

$$a'_{ik} = \sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A'_{ik}^{(\nu)}}{x - a_{\nu}} \quad (i, k=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

egy hasonló alakú rendszer, mely avval a tulajdonsággal bír, hogy az (1)-gyel ugyanabba az osztályba (RIEMANN értelmében) tartozik, akkor tudva van,¹ hogy

$$z_k = \sum_{\lambda=1}^n y_{\lambda} r_{\lambda k}, \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

a miben az r_{ik} -k az x -nek racionális függvényei. Ezeknek a racionális függvényeknek a közelebbi vizsgálata az, a mivel ebben a fejezetben foglalkozni akarok.

Egyszerűség kedvéért itt is, úgy, mint előbbi e tárgyra vonatkozó dolgozataimban, föl fogom tételteni, hogy az összes szinguláris pontokhoz tartozó fundamentálegyenletek nem bírnak többszörös gyökkel. Ha tehát az a_1, \dots, a_{σ} pontokat a végtelen távoli ponttal l_1, \dots, l_{σ} metszetekkel összekapcsoljuk, és $(A_{ik}^{(\nu)})$ az a fundamentálszubsztitúció, melyet az

$$(y_{ik}) = \int_{x_0}^x (a_{ik} dx + \delta_{ik})$$

integrálmatrix az l_{ν} metszet átlépésével szenved, akkor úgy az

$$|A_{ik}^{(\nu)} - \delta_{ik} \omega| = 0 \quad (\nu=1, 2, \dots, \sigma)$$

¹ Lásd pld. Vorlesungen über lineare Differentialgleichungen (Leipzig, 1908) p. 226 s köv.

egyenletek, mint a

$$|A'_{ik}{}^{(\sigma+1)} - \delta_{ik}\omega| = 0,$$

egyenlet, a hol

$$(A'_{ik}{}^{(\sigma+1)}) = (A'_{ik}{}^{(1)})^{-1} \dots (A'_{ik}{}^{(\sigma)})^{-1},$$

esupa egyszerű gyökkel bírnak.

Ha az (1) és (3) rendszerek kitevői az összes szinguláris pontokra nézve egymással egyeznek, akkor az *alaplemma szerint*¹ az (5) relációkban az r_{ik} -k állandók.

Az ilyen rendszereket nem tekintjük egymástól különbözőknek; képviselőjük legyen az a rendszer, a melynek az az integrálmatrixa, a mely $x = x_0$ -ban a (∂_{ik}) egységmatrixra redukálódik, az l_v metszeteken az $(A'_{ik}{}^{(v)})$ szubsztitucióval szorzódik. Ha már most az (1) és (3) rendszerek valóban különböznek és ha az (1) rendszer kitevői $r_i^{(v)}$, a (3) rendszer kitevői pedig

$$\rho_i^{(v)} \\ (i=1, 2, \dots, n; v=1, 2, \dots, \sigma+1),$$

akkor

$$\rho_i^{(v)} = r_i^{(v)} + g_i^{(v)}, \quad (6)$$

a hol $g_i^{(v)}$ pozitív vagy negatív egész számok, a melyeknek az összege (a FUCHS-féle relatio folytán)² zéró, de a melyek nem mind egyenlők zéróval.

A különböző (1) alakú és ugyanabba az osztályba tartozó rendszerek, tehát ezeknek a $g_i^{(v)}$ egész számoknak a rendszerével vannak jellemezve, vagy más szóval, ha azokat az (5) alakú transzformációkat tekintjük, a melyek az (1) rendszertől valamely vele ugyanabba az osztályba tartozó (3) rendszerhez elvezetnek, akkor ezek a transzformációk *csoportot* alkotnak, a mely *holoédric* *isomorph* a (6) egyenletekkel előállított csoporttal. Az isomorphismus holoédrikus volta az alaplemmanak a következménye, mely lemma szerint ugyanis (lásd az id. h.) valamely (1) rendszer a kitevők (determináló fundamentál egyenletek gyökei) és az x_0 pont megadásával egyértékűleg van meghatározva.

¹ Lásd pld. Vorlesungen, p. 234.

² Lásd pld. Vorlesungen, p. 232.

A (6) egyenletekkel adott csoport nyilvánvalóan *commutativ*, azonkívül bizonyos egyszerű *alaptanszformációkból* összerakható, a melyek következésképen jellemezhetők. Legyen $\mathfrak{T}(e'_\alpha^{(\nu)}, e'_\beta^{(\mu)})$ az a transzformáció, a melynek az (1) rendszerre való alkalmazásával $r'_\alpha^{(\nu)}$ egygyel szaporodik és $r'_\beta^{(\mu)}$ egygyel csökken, míg az összes többi kitevő nem változik; akkor ezekből a transzformációkból a csoport minden transzformációja összerakható. De ezek még fölösleges transzformációkat is tartalmaznak, a mennyiben nem mind független egymástól. Ugyanis áll, hogy

$$\mathfrak{T}(e'_\alpha^{(\nu)}, e'_\beta^{(\mu)}) \mathfrak{T}(e'_\gamma^{(\rho)}, e'_\alpha^{(\mu)}) = \mathfrak{T}(e'_\gamma^{(\rho)}, e'_\alpha^{(\nu)}) \mathfrak{T}(e'_\alpha^{(\nu)}, e'_\beta^{(\mu)}) = \mathfrak{T}(e'_\gamma^{(\rho)}, e'_\beta^{(\mu)}) \quad (7)$$

Egymástól független alaptanszformációk rendszere e szerint különbözőképen állítható elő. Erre későbben visszatérünk.

II.

Foglalkozunk mindenekelőtt a $\mathfrak{T}(e'_\alpha^{(\nu)}, e'_\beta^{(\mu)})$ transzformáció tényleges fölállításával. Paradigmaként vegyük azt a transzformációt, a mely az (1) rendszerre alkalmazva $r'_1^{(\nu)}$ -t $(r'_1^{(\nu)} - 1)$ -gyé és $r'_\alpha^{(\sigma+1)}$ -et $(r'_\alpha^{(\sigma+1)} + 1)$ -gyé változtatja át, a melynek jegye tehát

$$\mathfrak{T}(e'_\alpha^{(\sigma+1)}, e'_1^{(\nu)})$$

Az (1) rendszernek $x = \alpha$, ponthoz tartozó integrálmatrixa $(\eta_{ik}^{(\nu)})$ e pont környezetében ekkép írható:

$$\eta_{ik}^{(\nu)} = (x - \alpha_\nu)^{r'_i^{(\nu)}} (\varepsilon_{ik}^{(0)} + \bar{\varepsilon}_{ik}^{(1)}(x - \alpha_\nu) + \dots \text{in inf.})$$

a hol ¹ az $\varepsilon_{ik}^{(0)}$ kezdő koefficiensek determinánsa

$$|\varepsilon_{ik}^{(0)}| \neq 0.$$

Tegyük:

$$(\eta_{ik}^{(\nu)}) (\varepsilon_{ik}^{(0)})^{-1} = \eta_{ik} = (x - \alpha_\nu)^{r'_i^{(\nu)}} (\delta_{ik} + \varepsilon_{ik}^{(1)}(x - \alpha_\nu) + \dots \text{in inf.}),$$

akkor (η_{ik}) eleget tesz az

$$\frac{d\eta_{ik}}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n \eta_{i\lambda} \left(\frac{\partial \lambda k}{\partial x} r'_\lambda^{(\nu)} + \sum_{\mu \neq \nu} \frac{\mathfrak{A}_{\lambda k}^{(\mu)}}{x - \alpha_\mu} \right) \quad (i, k=1, 2, \dots, n) \quad (1_\nu)$$

¹ Lásd az i. h. p. 147 s. köv.

differenciálrendszernek, a hol ²

$$\mathfrak{A}_{ik}^{(\mu)} = (\varepsilon_{ik}^{(0)}) (A_{ik}^{(\mu)}) (\varepsilon_{ik}^{(0)})^{-1}.$$

Ha tehát az $x = a_\nu$ pont környezetében :

$$\sum_{\mu \neq \nu} \frac{\mathfrak{A}_{ik}^{(\mu)}}{x - a_\mu} = \tau_{ik}^{(0)} + \tau_{ik}^{(1)} (x - a_\nu) + \dots \text{in inf.},$$

akkor a rekurziós képlet értelmében ² lesz

$$(\varepsilon_{ik}^{(1)}) (\delta_{ik} r_i^{(v)}) - (\delta_{ik} (r_i^{(v)} + 1)) (\varepsilon_{ik}^{(1)}) = -(\tau_{ik}^{(0)}),$$

azaz :

$$(r_k^{(v)} - 1 - r_i^{(v)}) \varepsilon_{ik}^{(1)} = -\tau_{ik}^{(0)}, \quad (7)$$

a hol

$$\tau_{ik}^{(0)} = \sum_{\mu \neq \nu} \frac{\mathfrak{A}_{ik}^{(\mu)}}{a_\nu - a_\mu},$$

vagy matrix alakban kifejezve a $\tau_{ik}^{(0)}$ elemeket az eredeti (1) differenciálrendszer állandóival :

$$(\tau_{ik}^{(0)}) = \sum_{\mu \neq \nu} \frac{(\varepsilon_{ik}^{(0)}) (A_{ik}^{(\mu)}) (\varepsilon_{ik}^{(0)})^{-1}}{a_\nu - a_\mu}. \quad (8)$$

Hogy most az (1.) differenciálrendszert egy ugyanabba az osztályba tartozó rendszerre átalakítsuk, melyben $r_1^{(v)}$ helyébe $r_1^{(v)} - 1$ és $r_\alpha^{(\sigma+1)}$ helyébe $r_\alpha^{(\sigma+1)} + 1$ lép, tegyünk

$$\zeta_{ik}^{(v)} = (\eta_{ik}) (s_{ik}) = (\eta_{ik}^{(v)}) (\varepsilon_{ik}^{(0)})^{-1} (s_{ik}), \quad (9)$$

a hol

$$s_{ik} = a_{ik} + \frac{\beta_{ik}}{x - a_\nu}, \quad (10)$$

a_{ik} , β_{ik} állandók. A (9) transzformációt elvégezve kapjuk, hogy

$$(9_a) \zeta_{ik}^{(v)} = (x - a) r_2^{(v)} \left[\frac{\beta_{ik}}{x - a_\nu} + (a_{ik} + \sum_{\lambda} \varepsilon_{i\lambda}^{(1)} \beta_{\lambda k}) + \sum_{\lambda} (\varepsilon_{i\lambda}^{(1)} a_{\lambda k} + \varepsilon_{i\lambda}^{(2)} \beta_{\lambda k}) (x - a_\nu) + \dots \text{in inf.} \right].$$

¹ V. ö. az i. h. p. 165.

² Lásd az i. h. p. 149, (23) egyenlet.

Az a_{ik} , β_{ik} állandókat most mindenekelőtt akkép kell választanunk, hogy a $\zeta_{ik}^{(v)}$ elemek $r_1^{(v)} - 1$ kitevőhöz tartozzanak, míg a ζ_{ik} elemek ($i = 2, 3, \dots, n$) kitevői nem változnak. Vegyünk ezért

$$\begin{cases} \beta_{ik} = 0, \\ \beta_{1k} \neq 0, \end{cases} \quad (i=2, 3, \dots, n) \quad (11)$$

akkor

$$\begin{cases} \zeta_{1k}^{(v)} = (x-a_v)^{r_1^{(v)}-1} [\beta_{1k} + (a_{1k} + \sum_{\lambda} \varepsilon_{1\lambda}^{(1)} \beta_{\lambda k}) (x-a) + \dots \text{in inf.}] \\ \zeta_{ik}^{(v)} = (x-a_v)^{r_i^{(v)}} [\alpha_{ik} + \varepsilon_{i1}^{(v)} \beta_{1k} + \dots \text{in inf.}] \end{cases} \quad (i=2, 3, \dots, n)$$

A kezdőkoefficiensek matrixa e szerint

$$\begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1n} \\ a_{21} + \varepsilon_{21}^{(1)} \beta_{11} & a_{22} + \varepsilon_{21}^{(1)} \beta_{12} & \dots & a_{2n} + \varepsilon_{21}^{(1)} \beta_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} + \varepsilon_{n1}^{(1)} \beta_{11} & a_{n2} + \varepsilon_{n1}^{(1)} \beta_{12} & \dots & a_{nn} + \varepsilon_{n1}^{(1)} \beta_{1n} \end{pmatrix}$$

és ennek determinánsa

$$\begin{vmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \quad (12)$$

kell, hogy zérótól különböző legyen. Azonkívül meg az (s_{ik}) matrix determinánsának is zérótól különbözőnek kell lennie; e determináns

$$|s_{ik}| = \frac{1}{x-a} \begin{vmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} + |a_{ik}|; \quad (13)$$

ha $|a_{ik}| \neq 0$ volna, akkor az $|s_{ik}| = 0$ egyenlet az x -nek oly véges értékét szolgáltatná, a mely lényegtelen singularis pontja volna a transzformált differenciárendszernek; ezt kikerülendő, kell tehát hogy

$$|a_{ik}| = 0, \quad (14)$$

és így $|s_{ik}|$ mindig zérótól különböző, ha ez a (12) determinánsra nézve áll.

Vizsgáljuk most a transzformált differenciálrendszert az α_ν -tól különböző singularis pontok környezetében.

Ha az (1) rendszer residuumos matrixait kanonikus alakra transzformáljuk, akkor legyen

$$(A_{ik}^{(\mu)}) = (B_{ik}^{(\mu)})^{-1} (\partial_{ik}^{(\mu)}) (B_{ik}^{(\mu)}); \quad (\mu=1, 2, \dots, \sigma+1) \quad (15)$$

e szerint

$$(\varepsilon_{ik}^{(0)}) = B_{ik}^{(\nu)},$$

és általánosan az α_μ szinguláris ponthoz tartozó integrálmatrix kezdő koefficienseinek matrixa nem más, mint $(B_{ik}^{(\mu)})$.¹

E szerint az (1.) differenciálrendszerre nézve, az $x = \alpha_\mu$ ponthoz tartozó kezdőkoefficiensek matrixa

$$(B_{ik}^{(\mu)}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1}, \quad (\mu=1, 2, \dots, \sigma+1) \quad (16)$$

a (9) transzformációval átalakított rendszerre nézve pedig

$$(B_{ik}^{(\mu)}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} (s_{ik})_{x=\alpha_\mu} = (B_{ik}^{(\mu)}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} \left(a_{ik} + \frac{\delta_{i1} \beta_{1k}}{\alpha_\mu - \alpha_\nu} \right),$$

a mely utóbbi matrix determinánása zérótól különböző lévén, *a végesben fekvő* α_μ ($\mu \neq \nu$) pontok mellett a kitevők nem szenvednek változást. Az átalakított rendszernek $x = \infty$ -hez tartozó integrálmatrixa következőkép írható:

$$\zeta_{ik} = \left(\frac{1}{x} \right)^{r_i^{(\sigma+1)}} \sum_{\lambda=1}^n \left(\bar{B}_{i\lambda} + C_{i\lambda} \frac{1}{x} + \dots \text{in inf.} \right) \left(a_{\lambda k} + \frac{\beta_{\lambda k}}{x - \alpha_\nu} \right),$$

a hol

$$(\bar{B}_{ik}) = (B_{ik}^{(\sigma+1)}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1},$$

tehát

$$\zeta_{ik} = \left(\frac{1}{x} \right)^{r_i^{(\sigma+1)}} \left\{ \sum_{\lambda} \bar{B}_{i\lambda} \alpha_{\lambda k} + \sum_{\lambda} (C_{i\lambda} \alpha_{\lambda k} + \bar{B}_{i\lambda} \beta_{\lambda k}) \frac{1}{x} + \dots \text{in inf.} \right\}. \quad (17)$$

Itt a kezdő koefficiensek matrixának determinánása

$$\left| \sum_{\lambda} \bar{B}_{i\lambda} \alpha_{\lambda k} \right| = |\bar{B}_{ik}| |\alpha_{ik}| = 0,$$

mivel (14) szerint $|\alpha_{ik}| = 0$.

¹ Lásd az i. h. p. 270, (11) egyenlet.



Azt akarjuk elerni, hogy a ζ_{ak} elemek $r_{\alpha}^{(\sigma+1)}+1$ kitevőhöz tartozzanak. Erre szükséges, hogy

$$\bar{B}_{a1} a_{1k} + \bar{B}_{a2} a_{2k} + \dots + \bar{B}_{an} a_{nk} = 0, \quad (18)$$

($k=1, 2, \dots, n$)

azaz úgy kell megválasztani az a_{ik} -kat, hogy a

$$\bar{B}_{a1}, \bar{B}_{a2}, \dots, \bar{B}_{an}$$

mennyiségek a (18) egyenleteket kielégítsék. Ez a (14) föltétel szerint csakugyan lehetséges. Ezután a ζ_{ak} -knál a zárójel elé írva az $\frac{1}{x} r_{\alpha}^{(\sigma+1)}+1$ -ik hatványát, a kezdő koeficiensek matrixában az α -dik sor

$$\sum_{\lambda} C_{a\lambda} a_{\lambda k} + \bar{B}_{a1} \beta_{1k}, \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

az i ($\neq \alpha$)-ik sor pedig

$$\sum_{\lambda} \bar{B}_{i\lambda} a_{\lambda k}. \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

E matrix determinánsa tehát így szól:

$$\begin{matrix} \alpha\text{-ik sor:} \\ i\text{-ik sor:} \end{matrix} \left| \begin{matrix} \sum_{\lambda} C_{a\lambda} a_{\lambda k} \\ \sum_{\lambda} \bar{B}_{i\lambda} a_{\lambda k} \end{matrix} \right| + \left| \begin{matrix} \bar{B}_{a1} \beta_{1k} \\ \sum_{\lambda} \bar{B}_{i\lambda} a_{\lambda k} \end{matrix} \right|; \quad (19)$$

minthogy az első tagból kiválik az eltűnő $|a_{ik}|$ faktor, arról kell gondoskodnunk, hogy a második tag zérótól különböző legyen. Az a_{ik} és a $\beta_{11}, \dots, \beta_{1n}$ mennyiségeket tehát olyképp kell megválasztani, hogy:

1. a $|\bar{B}_{i\lambda}| |a_{ik}|$ determináns α -ik sorában csupa zérók álljanak (akkor t. i. a (18) egyenletek teljesülnek) és hogy
2. ha e determinánsban az α -ik sor elemeit

$$\bar{B}_{a1} \beta_{11}, \dots, \bar{B}_{a1} \beta_{1n}$$

-nel helyettesítjük, egy el nem tűnő determináns adódjék.

III.

Mindenekelőtt azt látjuk, hogy a 2. alatti föltételnek nem tehetünk eleget, ha

$$\bar{B}_{a1} = 0, \quad (20)$$

ez esetben a transzformáció nemcsak a kitevők megkívánt módosítását, hanem még egy más meg nem kívánt módosítását eszközözi, azaz a $\mathfrak{T}(e_a^{\sigma+1}, e_1^{(v)})$ transzformáció illuzoriussá válik. Ha a (20) egyenlet nem teljesül, akkor az 1. és 2. feltételeket következőképpen teljesíthetjük.

Legyen $\frac{x_2}{x_1}, \dots, \frac{x_n}{x_1}$ derékszögű koordináták rendszere egy $(n-1)$ méretű *euklidesi-térben*. Az

$$\bar{B}_{a1} x_1 + \bar{B}_{a2} x_2 + \dots + \bar{B}_{an} x_n = 0 \quad (21)$$

síkban vegyünk n pontot, melynek koordinátáit

$$a_{1k}, a_{2k}, \dots, a_{nk} \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (22)$$

-val jelöljük és melyek közül $n-1$ nem fekszik egy $(n-3)$ méretű síkban. Akkor az $(n+1)$ -ik

$$\beta_{11}, \dots, \beta_{1n}$$

koordinátás pontot csak akkép kell választanunk, hogy a (21) síkon kívül legyen. A (22) pontok közül az $n-1$ utolsót akkép választjuk, hogy a (21) síknak a koordinátatengelyekkel való metszőpontjai; tehát például:

$$\begin{aligned} \bar{B}_{a1} a_{13} + \bar{B}_{a2} a_{23} &= 0, & a_{33} &= \dots = a_{n3} = 0, \\ \bar{B}_{a1} a_{12} + \bar{B}_{a3} a_{32} &= 0, & a_{22} &= \dots = a_{n2} = 0, \\ \bar{B}_{a1} a_{15} + \bar{B}_{a4} a_{45} &= 0, & a_{25} &= \dots = a_{n5} = 0, \\ \bar{B}_{a1} a_{14} + \bar{B}_{a5} a_{54} &= 0, & a_{24} &= \dots = a_{n4} = 0, \end{aligned}$$

stb.;

az első pontot pedig vegyük úgy, hogy

$$\bar{B}_{a2} a_{21} + \bar{B}_{a3} a_{31} = 0, \quad \bar{B}_{a4} a_{41} + \bar{B}_{a5} a_{51} = 0, \quad \text{stb.}$$

tehát páros $n=2p$ esetén

$$\begin{aligned} \bar{B}_{a, 2p-2} a_{2p-2, 1} + \bar{B}_{a, 2p-1} a_{2p-1, 1} &= 0, \\ \bar{B}_{a, 2p} a_{2p, 1} + \bar{B}_{a1} a_{1, 1} &= 0, \end{aligned}$$

míg páratlan $n=2p+1$ esetén

$$\begin{aligned} \bar{B}_{a, 2p} a_{2p, 1} + \bar{B}_{a, 2p+1} a_{2p+1, 1} &= 0, \\ a_{11} &= 0, \end{aligned}$$

az utolsó esetben e pont tehát végtelen távoli.

Az (a_{ik}) matrix tehát ekkép írható:

$n=2p$ esetén

$$(a_{ik}) = \left\{ \begin{array}{cccccccc} \bar{B}_{\alpha, 2p} & \bar{B}_{\alpha 3} & -\bar{B}_{\alpha 2} & \bar{B}_{\alpha 5} & -\bar{B}_{\alpha 4} & \dots & \bar{B}_{\alpha, 2-p2} & \bar{B}_{\alpha, 2p} \\ -\bar{B}_{\alpha 3} & 0 & \bar{B}_{\alpha 1} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \bar{B}_{\alpha 2} & -\bar{B}_{\alpha 1} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\bar{B}_{\alpha 5} & 0 & 0 & 0 & \bar{B}_{\alpha 1} & \dots & 0 & 0 \\ \bar{B}_{\alpha 4} & 0 & 0 & -\bar{B}_{\alpha 1} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \bar{B}_{\alpha, 2p-2} & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\bar{B}_{\alpha 1} & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -\bar{B}_{\alpha 1} \end{array} \right\} \quad (23)$$

$n=2p+1$ esetén pedig

$$(a_{ik}) = \left\{ \begin{array}{cccccccc} 0 & \bar{B}_{\alpha 3} & -\bar{B}_{\alpha 2} & \bar{B}_{\alpha 5} & -\bar{B}_{\alpha 4} & \dots & \bar{B}_{\alpha, 2p+1} & -\bar{B}_{\alpha, 2p} \\ -\bar{B}_{\alpha 3} & 0 & \bar{B}_{\alpha 1} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \bar{B}_{\alpha 2} & -\bar{B}_{\alpha 1} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\bar{B}_{\alpha 5} & 0 & 0 & 0 & \bar{B}_{\alpha 1} & \dots & 0 & 0 \\ \bar{B}_{\alpha 4} & 0 & 0 & -\bar{B}_{\alpha 1} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ -\bar{B}_{\alpha, 2p+1} & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \bar{B}_{\alpha 1} \\ \bar{B}_{\alpha, 2p} & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -\bar{B}_{\alpha 1} & 0 \end{array} \right\} \quad (23a)$$

Az $|a_{ik}|$ determináns tehát mindkét esetben zéróval egyenlő.

Az $(n+1)$ -dik pontot most egyszerűen az origóba helyezhetjük, minthogy föltevésünk szerint $(\bar{B}_{\alpha 1} \neq 0)$ a (21) sík az origót nem tartalmazza; tehát

$$\beta_{11} = 1, \beta_{12} = 0, \dots, \beta_{1n} = 0. \quad (24)$$

E szerint most már a (12) alatti determináns értéke egyszerűen

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} = \bar{B}_{\alpha 1}^{n-1} \neq 0,$$

a kezdő koefficiensek determinánsa pedig (19) szerint:

$$\bar{B}_{\alpha 1} \left| \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & \dots \\ \star & \bar{B}_{i1} \bar{B}_{\alpha 3} - \bar{B}_{i3} \bar{B}_{\alpha 1} & -\bar{B}_{i1} \bar{B}_{\alpha 2} + \bar{B}_{i2} \bar{B}_{\alpha 1} & \dots \\ & & & \\ & & & \end{array} \right| \begin{array}{l} \alpha\text{-dik sor} \\ i\text{-dik sor} \\ (i \neq \alpha); \end{array}$$

az i -edik sor és első oszlopban álló tagokat \star -gal jelöltük, mert értékük a determináns értékére nézve közömbös. Ha e tagok helyébe \bar{B}_{i1} -et írunk és az első oszlop elemeit $\pm \bar{B}_{\alpha k}$ -val megszorozva a k -adik oszlop tagjaihoz hozzáadjuk, akkor determinánssuk így szól:

$$\bar{B}_{\alpha 1} \begin{vmatrix} 1 & -\bar{B}_{\alpha 3} & \bar{B}_{\alpha 2} & \dots \\ \bar{B}_{i1} & -\bar{B}_{i3} \bar{B}_{\alpha 1} & \bar{B}_{i2} \bar{B}_{\alpha 1} & \dots \end{vmatrix} \begin{array}{l} a\text{-dik sor} \\ i\text{-dik sor } (i \neq \alpha), \end{array}$$

értéke tehát

$$\bar{B}_{\alpha 1}^{-1} |\bar{B}_{ik}| \neq 0.$$

Összefoglalva mondhatjuk tehát: ha

$$s_{ik} = a_{ik} + \frac{\partial_{i1} \delta_{k1}}{x - a_\nu}$$

-ben az a_{ik} -kat a (23), illetőleg (23a) egyenletek szerint választjuk, akkor az (1_v) differenciálrendszer egy ép ily alakú és ugyanabba az osztályba tartozó differenciálrendszerre lesz átalakítva, melyben $r_1^{(\nu)}$ helyébe $r_1^{(\nu)} - 1$ és $r_\alpha^{(\sigma+1)}$ helyébe $r_\alpha^{(\sigma+1)} + 1$ lépett, míg a többi kitevőben változás nem állott be. Az eredeti (1) rendszer ezen differenciálrendszerre alakul át

$$(y_{ik}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} (s_{ik}) \quad (25)$$

transzformáció alkalmazásával. A transzformált rendszerben az $x = a_\nu$ -hez tartozó kezdő koefficiensek matrixa (lásd p. 7):

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ a_{21} + \varepsilon_{21}^{(1)} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} + \varepsilon_{n1}^{(1)} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad (26)$$

az $x = a_\mu$ -hez ($\mu \neq \nu$) tartozó kezdő koefficiensek matrixa: (l. p. 9)

$$(B_{ik}^{(\mu)}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} \left(a_{ik} + \frac{\partial_{i1} \delta_{k1}}{a_\mu - a_\nu} \right), \quad (27)$$

az $x = \infty$ -hoz tartozó kezdő koefficiensek matrixa pedig (l. p. 10)

$$\begin{pmatrix} \left(\sum_{\lambda} C_{\alpha\lambda} a_{\lambda k} + \bar{B}_{\alpha 1} \delta_{1k} \right) & a\text{-dik sor} \\ \sum_{\lambda} \bar{B}_{i\lambda} a_{\lambda k} & i\text{-dik sor } (i \neq \alpha). \end{pmatrix} \quad (28)$$

A (26), (27), (28) alatti matrixok determinánsai $\bar{B}_{\alpha 1}$ -nek $(n-1)$ -dik hatványával arányosak¹ és ha $\bar{B}_{\alpha 1} \neq 0$, maguk is zérótól különbözök.

IV.

Hogy a (26), (27), (28) alatti matrixok mikénti függését az (1) differenciálrendszerhez tartozó $(B_{ik}^{(\lambda)})$ matrixaitól teljesen át-lássuk, még az $\varepsilon_{ik}^{(1)}$ és C_{ik} mennyiségeket kell közelebbről meg-vizsgálunk. Az $(\varepsilon_{ik}^{(1)})$ -ra nézve már megállapítottuk, hogy (lásd a (7), (8) egyenletet)

$$((r_i^{(v)} + 1 - r_k^{(v)}) \varepsilon_{ik}^{(1)}) = \sum_{\mu \neq v} \frac{(B_{ik}^{(v)}) (A_{ik}^{(\mu)}) (B_{ik}^{(v)})^{-1}}{a_v - a_\mu}. \quad (29)$$

A mi a (C_{ik}) -kat illeti, írjuk az (1_v) rendszert az $x = \infty$ pont környezetében:

$$\frac{d\eta_{ik}}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n \eta_{i\lambda} \left[\frac{a_{\lambda k}^{(1)}}{x} + \frac{a_{\lambda k}^{(2)}}{x^2} + \dots \text{in inf.} \right], \quad (1_v)$$

a hol tehát

$$\frac{a_{ik}^{(1)}}{x} + \frac{a_{ik}^{(2)}}{x^2} + \dots = \sum_{\lambda=1}^{\sigma} \frac{\mathfrak{A}_{ik}^{(\lambda)}}{x - a_\lambda},$$

$$(\mathfrak{A}_{ik}^{(\lambda)}) = (B_{ik}^{(v)}) (A_{ik}^{(\lambda)}) (B_{ik}^{(v)})^{-1},$$

és így

$$(a_{ik}^{(1)}) = (B_{ik}^{(v)}) \left(\sum_{\lambda=1}^{\sigma} \mathfrak{A}_{ik}^{(\lambda)} \right) (B_{ik}^{(v)})^{-1},$$

$$(a_{ik}^{(2)}) = (B_{ik}^{(v)}) \left(\sum_{\lambda=1}^{\sigma} a_\lambda \mathfrak{A}_{ik}^{(\lambda)} \right) (B_{ik}^{(v)})^{-1}, \text{ stb.}$$

Ha most az $x = \infty$ -hez tartozó integrálmatrix sorbontásait

$$\eta_{ik} = \left(\frac{1}{x} \right)^{r_i} \left(\bar{B}_{ik} + C_{ik} \frac{1}{x} + \dots \text{in inf.} \right)^2$$

¹ A (26) determinánsa $\bar{B}_{\alpha 1}^{n-1}$, a (27)-é $|B_{ik}^{(\mu)}| |B_{ik}^{(v)}|^{-1} \frac{\bar{B}_{\alpha 1}^{n-1}}{a_\mu - a_v}$, a (28)-é pedig $|B_{ik}| \cdot \bar{B}_{\alpha 1}^{n-1}$. A transzformáló (s_{ik}) matrix determinánsa [lásd (13)]

$$|s_{ik}| = \frac{1}{x - a_v} \bar{B}_{\alpha 1}^{n-1}.$$

² $r_i^{(0+1)}$ helyébe rövidség kedvéért itt r_i -t írunk.

belehelyettesítjük, akkor lesz

$$\begin{aligned} \left(-r_i \bar{B}_{ik} \left(\frac{1}{x} \right)^{r_i+1} - (r_i+1) C_{ik} \left(\frac{1}{x} \right)^{r_i+2} + \dots \right) = \\ = \left(\frac{\bar{B}_{ik}}{x^{r_i}} + \frac{C_{ik}}{x^{r_i+1}} + \dots \right) \left(\frac{a_{ik}^{(1)}}{x} + \frac{a_{ik}^{(2)}}{x^2} + \dots \right) \end{aligned}$$

és ebből

$$\begin{aligned} (-r_i \bar{B}_{ik}) &= (\bar{B}_{ik})(a_{ik}^{(1)}), \\ (-(r_i+1) C_{ik}) &= (\bar{B}_{ik})(a_{ik}^{(2)}) + (C_{ik})(a_{ik}^{(1)}), \text{ stb.} \end{aligned}$$

E szerint a C_{ik} -k a következő lineáris egyenletrendszerből adódnak:

$$\sum_{\lambda=1}^n C_{i\lambda} (-a_{\lambda k}^{(1)} - \delta_{\lambda k} (r_i+1)) = \sum_{\lambda=1}^n \bar{B}_{i\lambda} a_{\lambda k}^{(2)},$$

e rendszer determinánsa pedig

$$| -a_{\lambda k}^{(1)} - \delta_{\lambda k} (r_i+1) | = \prod_{k=1}^n (r_i+1 - r_k) \neq 0. \quad (30)$$

Azt mondhatjuk tehát, hogy a C_{ik} -k racionális függvényei a $B_{ik}^{(v)}$ -knek, a melyeknek nevezőiben az el nem tűnő $|B_{ik}^{(v)}|$ determinánsokon kívül még csak a (30) alatti kifejezés szerepel, a mely utóbbi kifejezés, tekintve azt, hogy az (1) rendszer determináló egyenlet gyökeire mindig azt a kirovást teszszük (v. ö. p. 2), hogy különbségei nem egész számok, szintén zérótól különböző. Még arra nézve kell néhány magyarázó szót mondanunk, hogy a $B_{ik}^{(v)}$ -ből való racionális összetételt mikép értsük.

Ha az (1) rendszerben szereplő $A_{ik}^{(v)}$ reziduumokat adva képzeljük, akkor az

$$| A_{ik}^{(v)} - \delta_{ik} r^v | = 0 \quad (31)$$

($v=1, 2, \dots, \sigma$)

determináló egyenletek gyökeit a racionális tartományhoz adjungáljuk. Ezekkel a gyökökkel azonban racionálisan ki tudjuk fejezni a $B_{ik}^{(v)}$ -ket, a mely mennyiségekben különben még bizonyos tetszésszerinti arányossági tényezők szerepelnek.

Ha most még az $x=\infty$ -hez tartozó determináló egyenlet

$$| -\sum_{v=1}^{\sigma} A_{ik}^{(v)} - \delta_{ik} r^v | = 0 \quad (32)$$

gyökeket is adjungáljuk, akkor a $B_{ik}^{(\sigma+1)}$ -ek is racionálisan ismeretesek. Ha tehát az

$$r_1^{(v)}, \dots, r_n^{(v)} \quad (v=1, 2, \dots, \sigma)$$

mennyiségeket, nemkülönben az

$$(B_{ik}^{(v)}) \quad (v=1, 2, \dots, \sigma)$$

matrixokat, a mely utóbbiakra csak az a kirovás teendő, hogy determinánsaik zérótól különbözők, adva képzeljük, *akkor az ezen mennyiségekkel meghatározott racionális tartományhoz még csak a (32) egyenlet gyökei kell adjungálnunk*, hogy a $B_{ik}^{(\sigma+1)}$ -ek is racionálisan ismeretesek legyenek. Ezen *genustartomány* az, a melyen belül dolgozni akarunk. Az előbbiek szerint mondhatjuk tehát, hogy a transformált differenciálrendszerre vonatkozó kezdőoefficiensek matrixai, azaz a (26), (27), (28) matrixok ehhez a genustartományhoz tartoznak és hogy a nevezőkben csakis a $|B_{ik}^{(v)}|$ determinánsok és az

$$r_i^{(v)} + 1 - r_k^{(v)} \quad (v=1, 2, \dots, \sigma+1; \quad i, k=1, 2, \dots, n)$$

különbségek szerepelnek. Az a_1, \dots, a_σ szinguláris pontok affixumait rögzített mennyiségeknek képzeljük. Ezek a mennyiségek természetesen expliczite is szerepelnek a szóban forgó matrixok elemeiben, de impliczite is, a mennyiben az $\varepsilon_{ik}^{(1)}$ is C_{ik} -kban is előfordulnak. A nevezőkben azonban mindig csak az $a_v - a_\mu$ különbségek fordulnak elő.

V.

A (25) alatti transzformációval az (1) differenciálrendszer az ugyanabba az osztályba tartozó olyan rendszerré fog átalakulni, a melynek az az integrálmatrixa, mely az (1) rendszer (y_{ik}) integrálmatrixának megfelel, az $x = x_0$ -ban, mely pontban

$$(y_{ik})_{x=x_0} = (\delta_{ik}),$$

a

$$(B_{ik}^{(v)})^{-1} (s_{ik})_{x=x_0} = (B_{ik}^{(v)})^{-1} \left(a_{ik} + \frac{\delta_{i1} \delta_{k1}}{x_0 - a_v} \right) \quad (33)$$

mátrixra redukálódik. Ha tehát (y_{ik}) -ra a

$$(z_{ik}) = (y_{ik}) (B'_{ik}{}^{(\nu)})^{-1} (s_{ik}) (s_{ik})_{x=x_0}^{-1} (B_{ik}{}^{(\nu)}) \quad (34)$$

transzformációt alkalmazzuk, akkor az oly (3) alakú rendszert kapjuk, a melynek (z_{ik}) integrálmatrixa $x = x_0$ -ban szintén (δ_{ik}) -ra redukálódik és mely rendszerben a kitevők a

$$\mathfrak{T}(e_{\alpha}^{(\sigma+1)}, e_1^{(\nu)})$$

transzformációnak megfelelően átalakultak. Ennek a (3) rendszernek a kezdő koefficienseit jelöljük $B'_{ik}{}^{(\lambda)}$ -val, úgy hogy tehát

$$A'_{ik}{}^{(\lambda)} = (B'_{ik}{}^{(\nu)})^{-1} (\delta_{ik} r_i^{(\lambda)}) (B'_{ik}{}^{(\nu)}),$$

$$(\lambda=1, 2, \dots, \sigma+1)$$

a hol

$$A'_{ik}{}^{(\sigma+1)} = - \sum_{\nu=1}^{\sigma} A'_{ik}{}^{(\lambda)},$$

$$r_i^{(\lambda)} = r_i^{(\lambda)}, \quad (\lambda \neq \nu; i \neq 1, \alpha)$$

$$r_{\alpha}^{(\sigma+1)} = r_{\alpha}^{(\sigma+1)} + 1,$$

$$r_1^{(\nu)} = r_1^{(\nu)} - 1;$$

akkor a $(B'_{ik}{}^{(\nu)})$, $(B_{ik}{}^{(\mu)})$, $(B'_{ik}{}^{(\sigma+1)})$ mátrixok, a (26), (27), (28) mátrixokból úgy nyerhetők, hogy ezeket jobbfelől az

$$\left(a_{ik} + \frac{\delta_{i1} \delta_{k1}}{x_0 - a_{\nu}} \right)^{-1} (B_{ik}{}^{(\nu)}) \quad (35)$$

matrixszal komponáljuk. Ennek a matrixnak a determinánása

$$| B_{ik}{}^{(\nu)} | \cdot \frac{x_0 - a_{\nu}}{B_{\alpha 1}^{n-1}}, \quad (36)$$

ennélfogva (lásd az ¹ jegyzetet a 193. lapon)

$$| B'_{ik}{}^{(\nu)} | = (x_0 - a_{\nu}) | B_{ik}{}^{(\nu)} |,$$

$$| B'_{ik}{}^{(\mu)} | = \frac{x_0 - a_{\nu}}{a_{\mu} - a_{\nu}} \cdot | B_{ik}{}^{(\mu)} |, \quad (\mu \neq \nu) \quad (37)$$

$$| B'_{ik}{}^{(\sigma+1)} | = (x_0 - a_{\nu}) | \bar{B}_{ik} | | B_{ik}{}^{(\nu)} | = (x_0 - a_{\nu}) | B_{ik}{}^{\sigma+1} |.$$

A kezdőmatrixok elemei pedig, azaz a $B'_{ik}{}^{(\lambda)}$ -k ismét a IV. fejezetben jellemzett genustartományhoz tartoznak, nevezőjükben azonban most még a $\bar{B}_{\alpha 1}$ $(n-1)$ -dik hatványa szerepel, mivel az $(s_{ik})_{x=x_0}^{-1}$ matrix elemei az

$$|s_{ik}|_{x=x_0} = \frac{1}{x_0 - a_v} B_{\alpha 1}^{n-1}$$

-gyel osztva vannak.

Ha az $r_1^{(v)}$ helyett valamely $r_\beta^{(v)}$ -t egygyel kisebbíteni és $r_\alpha^{(\sigma+1)}$ -et egygyel nagyobbítani akarunk, akkor a transzformált rendszer kezdő koefficiensei a jellemzett genustartomány oly függvényei lesznek, a melyeknek nevezőiben $B_{\alpha\beta}$ $(n-1)$ -dik hatványa szerepel. Ily módon tehát teljesen jellemeztük azt a vonatkozást, a mely a

$$\mathfrak{F}(e_\alpha^{(\sigma+1)}, e_\beta^{(v)})$$

transzformációval átalakított differenciálrendszer kezdő koefficiensei és az eredeti rendszer kezdőkoefficiensei között fennáll.

Most pedig könnyen áttérhetünk a

$$\mathfrak{F}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)}) \quad (\lambda \neq v)$$

transzformációra is. Ha t. i. az (1) rendszer független változóját

$$x = a_\lambda + \frac{1}{\xi - a'_{\sigma+1}}$$

szubstituczióval átalakítjuk, akkor az (1) rendszer

$$x = a_1, \dots, a_\lambda, \dots, a_\sigma, \infty$$

szinguláris pontjainak helyébe a

$$\xi = a'_1, \dots, \infty, \dots, a'_\sigma, a'_{\sigma+1}$$

pontok lépnek, a hol $a'_{\sigma+1}$ tetszésszerű véges mennyiség és

$$a'_v = a'_{\sigma+1} + \frac{1}{a_v - a_\lambda} \quad (v \neq \lambda)$$

A transzformált rendszer alakja pedig ez:

$$\frac{dy_k}{d\xi} = \sum_{\mu=1}^n y_\mu \left(\sum_{v \neq \lambda} \frac{A_{\mu k}^{(v)}}{\xi - a'_v} + \frac{A_{\mu k}^{(\sigma+1)}}{\xi - a'_{\sigma+1}} \right), \quad (1')$$

a hol

$$A_{ik}^{(\sigma+1)} = - \sum_{v=1}^{\sigma} A_{ik}^{(v)},$$

úgy hogy az (1') rendszernek $\xi = \infty$ -hez tartozó residuumos matrixa ($A_{ik}^{(\lambda)}$). Ha most ezt az (1') rendszert annak a transzformációnak vetjük alá, a melyet az előbbi fejezetekben az (1) rendszerre nézve tanulmányoztunk, akkor az

$$s_{ik} = a_{ik} + \frac{\beta_{ik}}{\xi - a'_v} \quad (38)$$

-ben az a_{ik} -k (23), (24) alatti előállításában csak

$$D_{ik} = (B_{ik}^{(\lambda)}) (B_{ik}^{(v)})^{-1} \quad (39)$$

-nek veendő és így a $\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)})$ transzformációval az (1) rendszer oly rendszerre alakul át, a melynek kezdő koefficiensei a mi genustartományunkhoz tartoznak, a nevezőkben pedig a (39) alatti matrix ($\alpha\beta$) indexes elemének az $(n-1)$ -dik hatványa szerepel. E transzformáció expliczit alakja pedig ez:

$$(y_{ik}) (B_{ik}^{(v)})^{-1} (s_{ik}) (s_{ik})_{x=x_0}^{-1} (B_{ik}^{(\lambda)}),$$

a hol

$$s_{ik} = a_{ik} + \frac{\delta_{ii} \delta_{k1} (a_\lambda - a_v) (x - a_\lambda)}{x - a_v}.$$

A $\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)})$ transzformáció ezek szerint csak akkor válhat illuzóriussá, ha a (39) alatti matrixnak ($\alpha\beta$) indexes eleme eltűnik. Akkor ugyanis, általánosan szólva, a transformált rendszer kezdő matrixainak elemei végtelenné válnak.¹ Ha a β -t rögzített számnak tekintjük, akkor ez a szinguláris eset minden $\alpha = 1, 2, \dots, n$ értékre nézve nem következhet be, mert a (39) matrixban a β -edik oszlop összes elemei nem lehetnek zérók. Rögzített β mellett a transzformáció *egyik* α -ra nézve tehát okvetlenül keresztül vihető. Ép így mondhatjuk, hogy rögzített α mellett a transzformáció valamelyik β -ra nézve okvetlenül keresztül vihető lesz. Ha tehát a $\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)})$ -t elvégezni akarjuk, akkor következésképpen járhatunk el. Tegyük föl, hogy a (39) alatti matrix β -dik oszlopában a γ -dik elem zérótól különböző, a mit könnyen érthető módon ekkép jelölünk:

¹ Erre az esetre PLEMELJ hívta föl a figyelmet, Jahresbericht der Deutschen Mathem. Vereinigung XVIII (1909) p. 15; v. ö. u. o. p. 21 s. köv. különösen p. 23.

$$[(B_{ik}^{(\lambda)}) (B_{ik}^{(v)})^{-1}]_{\gamma\beta} \neq 0,$$

akkor (lásd a (7) egyenletet)

$$\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)}) = \mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\gamma^{(\lambda)}) \mathfrak{T}(e_\gamma^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)}). \quad (40)$$

Tegyük föl másrészt, hogy

$$[(B_{ik}^{(\lambda)}) (B_{ik}^{(v)})^{-1}]_{\alpha\delta} \neq 0,$$

akkor

$$\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)}) = \mathfrak{T}(e_\delta^{(v)}, e_\beta^{(v)}) \mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\delta^{(v)}), \quad (41)$$

a hol megjegyzendő, hogy a (40), (41) egyenletek jobb oldalain szereplő transzformációk sorrendje közömbös. Ez az észrevétel arra indít, hogy az eddig vizsgált

$$\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)}) \quad (\lambda \neq v)$$

transzformációk mellett még a

$$\mathfrak{T}(e_\delta^{(v)}, e_\beta^{(v)}) \quad (\delta \neq \beta)$$

transzformációkat is részletesebben vizsgáljuk, mert ily módon a $\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)})$ transzformáció keresztülvihetőségét biztosító föltételnek más és más tanulságos alakját nyerjük.

VI.

Paradigmaként vegyük a $\mathfrak{T}(e_2^{(v)}, e_1^{(v)})$ transzformációt, a melynek révén tehát $r_1^{(v)}$ átalakul $(r_1^{(v)} - 1)$ -gyé és $r_2^{(v)}$ átalakul $(r_2^{(v)} + 1)$ -gyé. A II. fejezet jelöléseit fölhasználva, okoskodásunkat közvetlenül a (9) alatti egyenlethez fűzhetjük. A β_{ik} , a_{ik} -kra nézve a következő föltételeket kell kielégíteni:

Hogy $\zeta_{1k}^{(v)}$ az $r_1^{(v)} - 1$ kitevőhöz tartozzék, szükséges, hogy legalább egyik $\beta_{1k} \neq 0$ legyen. Hogy továbbá $\zeta_{2k}^{(v)}$ az $r_2^{(v)} + 1$ kitevőhöz tartozzék, kell hogy

$$\beta_{2k} = 0, \quad a_{2k} + \sum_{\lambda=1}^n \varepsilon_{21}^{(\lambda)} \beta_{\lambda k} = 0.$$

Hogy végre $\zeta_{ik}^{(v)}$ ($i = 3, \dots, n$) az $r_i^{(v)}$ kitevőhöz tartozzék, kell hogy

$$\beta_{ik} = 0, \quad (i \neq 3, \dots, n)$$

és az (1') rendszer kezdő koeficiensei a mi genustartományunkbeli raczionális függvények, a melyeknek nevezőiben most az $\varepsilon_{21}^{(1)}$ szerepel, mivel e mennyiség, mint az $|s_{ik}|$ értéke, az $(s_{ik})_{x=x_0}^{-1}$ matrix elemeinek a nevezője. Erre az $\varepsilon_{21}^{(1)}$ -re már a II. fejezetben (lásd (7) egyenlet) azt találtuk, hogy

$$\varepsilon_{21}^{(1)} = \frac{-\tau_{21}^{(v)}}{\gamma_1^{(v)} - 1 - \gamma_2^{(v)}}$$

és (lásd a (8) egyenletet)

$$\tau_{ik}^{(v)} = \sum_{\mu (\neq v)} \frac{(B_{ik}^{(v)}) (A_{ik}^{(\mu)}) (J_{ik}^{(v)})^{-1}}{a_v - a_\mu}.$$

Ha az (1) rendszerre általánosan a $\mathfrak{T}(e_\delta^{(v)}, e_\beta^{(v)})$ transzformációt alkalmaztuk volna, akkor a transzformált rendszer kezdő koeficienseinek nevezőiben

$$\varepsilon_{\delta\beta}^{(1)} = \frac{-\tau_{\delta\beta}^{(v)}}{\gamma_\beta^{(v)} - 1 - \gamma_\delta^{(v)}}$$

szerepelt volna. Összefoglalva kimondhatjuk tehát a következő eredményt:

Ha az (1) differenciálrendszerre a $\mathfrak{T}(e_\alpha^{(\lambda)}, e_\beta^{(v)})$ transzformációt alkalmazzuk, akkor a transzformált rendszer kezdő koeficiensei raczionális függvényei az eredeti rendszer kezdő koeficienseinek és a determináló egyenletek gyökeinek; e raczionális függvények nevezőiben az $\gamma_i^{(v)} - 1 - \gamma_k^{(v)}$ különbségeken kívül más mennyiség nem szerepel mint a

$$(B_{ik}^{(\lambda)}) (J_{ik}^{(v)})^{-1} \tag{45}$$

matrix $(\alpha\beta)$ indexes eleme, ha $\lambda \neq v$, illetőleg a

$$(J_{ik}^{(v)}) \left(\sum_{\mu (\neq v)} \frac{A_{ik}^{(\mu)}}{a_v - a_\mu} \right) (B_{ik}^{(v)})^{-1} \tag{46}$$

matrix $(\alpha\beta)$ indexes eleme, ha $\lambda = v$. Megjegyzendő, hogy a (45) és (46) matrixok az (1) rendszernek minden

$$(y_{ik}) (\gamma_{ik})$$

alakú transzformációjára nézve, hol (γ_{ik}) állandó matrixot jelent, *invariánsok*.

†A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 nov. 14.-én tartott üléséből.)

SZERVEZETI RENDELLENESÉGEK, MINT A SZÁRMAZÁSTAN ÚTMUTATÓI.

MÉHELY LAJOS r. tagtól.

A származástan a legnehezebb tudományok egyike, mert mint minden tudomány, a mely az étellel, a természetnek ezzel a legfenségesebb, de egyúttal legrejtelmesebb jelenségével kapcsolatos, a származástan is mindenkor nélkülözni fogja a kézzelfogható bizonyítékokat s a vele foglalkozó buvár mindig csak az összehasonlításból levont következtetésre, a logikai reflexióra fog támaszkodhatni ítéletében.

Az exact tudományok abban az ismerettani bélyegben különböznek a biológiai tudományoktól, hogy vizsgálódásaik tárgyait lehetőleg egyszerűsített és pontosan ellenőrizhető föltételek közé, tehát pontosan ismeretes környezetbe helyezhetik, úgy hogy vizsgálataik eredményét legfeljebb műszereik és érzéki megfigyeléseik esetleges hiányossága befolyásolhatja. Nem úgy a biológiai tudományok, a melyek sem a mérés eszközeiben, sem a mérték egységében nem támaszkodhatnak az ellenőrizhető valóságra, hanem mindig csak föltevésekből indulhatnak ki, a lehetőségek és valószínűségek határán mozognak s az észszerűnek felismert eredményeket csupán a logikai egybevetés fonalán közelíthetik meg. Ebből következik, hogy a biológiai meghatározások sohasem lehetnek oly szigorúan szabatosak, mint az exact tudományokéi, hogy a biológiai tudományokban lehetetlen olyan élesen meghatározott, exact viszonyosságokat és összefüggéseket megállapítani, mert az élőlények, a melyek belső föltételei rendkívül sokfélék és bonyolódottak, csak természetes környezetükben, a rájuk ható erők és okok egyetemességében értelmezhetők.

S éppen ez a felbonthatatlan egyetemesség homályosítja el a biológiai meghatározások szabadoságát. Nekünk talán egyetlen tételünk sincs, a mely szabadoság tekintetében kiállhatná a versenyt például a mechanikának azzal az egyszerű alaptörvényével, hogy «a tömegvonzás gyorsulása arányos a vonzó tömeggel és fordított arányban áll a távolság négyzetével». Mi még nagyon messze vagyunk attól, hogy az életjelenségek igazságait matematikai képletekkel tudjuk kifejezni, sőt még eme jelenségek alaptermészete dolgában sem vagyunk mindig teljesen bizonyosak, úgy hogy a megítélés többféle lehetőségét mindig a meghatározás szabadosága síni meg.

Ha már az élőlények szervezetének szabványos viszonyai is ily nehezen ítéltetők meg, még sokkal bajosabb, mert az exact bizonyításnak még kevésbé hozzáférhető, a szervezet rendellenességeinek értelmezése. S mégis vannak esetek, a mikor a természetbuvár előtt éppen a szervezet rendellenes sajátosságai alapján tárulnak fel nagyjelentőségű és mélyértelmű vonatkozások, — távlatok, a melyek megelevenítik a közelben rejlő, de közelségük dacára is gyakran élettelen, mert önmagukban kifürkészhetetlen jelenségeket.

Ezek körébe tartoznak alább előadandó megfigyeléseim.

★

A szervezet rendellenességei fejlődésük iránya s ehhez képest a levonható következtetések természete szerint is különbélek. Némelyikük nagyon közeli forrásra vezethető vissza s legfeljebb az egyént érintő külső vagy belső, de mindenkép közeli okok behatásának eredménye, másikkal eredete azonban a messze múltba vész s nem az egyénnek, hanem az egész törzsnek fejlődéstörténetére vet világot.

Az első csoportba tartoznak pl. azok a szervezeti rendellenességek, a midőn a fejlődő magzat valamilyen erőszakos behatás következtében fölösszámú testtagokat fejleszt. Ekként jön létre a négy lábú csirke, a hat lábú béka, a kétfejű borjú, hal vagy kígyó stb., mely esetekben a magzatkor behatás helyén fölösszámú testtagok keletkeznek. Ezek a jelenségek egyéni túlfejlődések (superregeneratiók), a melyek esetlegesen, minden ha-

tározott irány nélkül s roppant sokféleségben mutatkoznak. Az ilyen esetek kétségkívül nagyon érdekesek, mert mélyebb bepillantást engednek a szerveződés általános törvényeibe,¹ azonban a származástan eszmekörében alárendelt jelentőségűek.

Az utóbbi szempontból sokkal nevezetesebbek azok a rendellenességek, a midőn egyes testrészek vagy szervek, ámbár nagyrítkán, de bizonyos rendszerességgel, bizonyos állandó helyen és meglehetősen hasonló alakban a szabványos állapottól eltérő módon fejlődnek ki. Az ilyen rendellenességek egy korábbi ősalak hasonló viszonyaira mutatnak rá s mint a származástani kutatásnak és elmélkedésnek rendkívül értékes tárgyai általában a visszaütés (*atavismus*) neve alatt ismeretesek.

Mint aránylag gyakran előforduló példára, a jelenkori ló olyan alakjaira hivatkozom, a midőn egyes példányok rendes ujjukon kívül (rendszerint elülső lábukon) még egy, sőt néha két csökevényes ujjat viselnek. A többujjúság (*polydactylia*) ilyen esetében a ló lába némikép a szarvasmarháéhoz hasonló s vannak esetek, hogy a vendégujj a földet érintő rendes patában végződik.² Ezt a jelenséget általában akként értelmezik, hogy a többujjú ló a Felső-Miocæn s az Alsó-Pliocæn korban élt háromujjú őseire a *Hipparion*-ra üt vissza, a mi annál valószínűbb, mert az alkalmilag kifejlődő vendégujj a rendes ujjnak hol a belső, hol a külső oldalán jelenik meg, tehát hol a *Hipparion* második, hol a negyedik ujjának felel meg.

¹ V. ö. MÉHELY LAJOS, A fölősszámú végtagok keletkezéséről (9 rajzzal). Állattani Közlemények, I, 1902, p. 19—34 Német nyelven a «Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn» cz. folyóiratban, XX, 1904, p. 239—259.

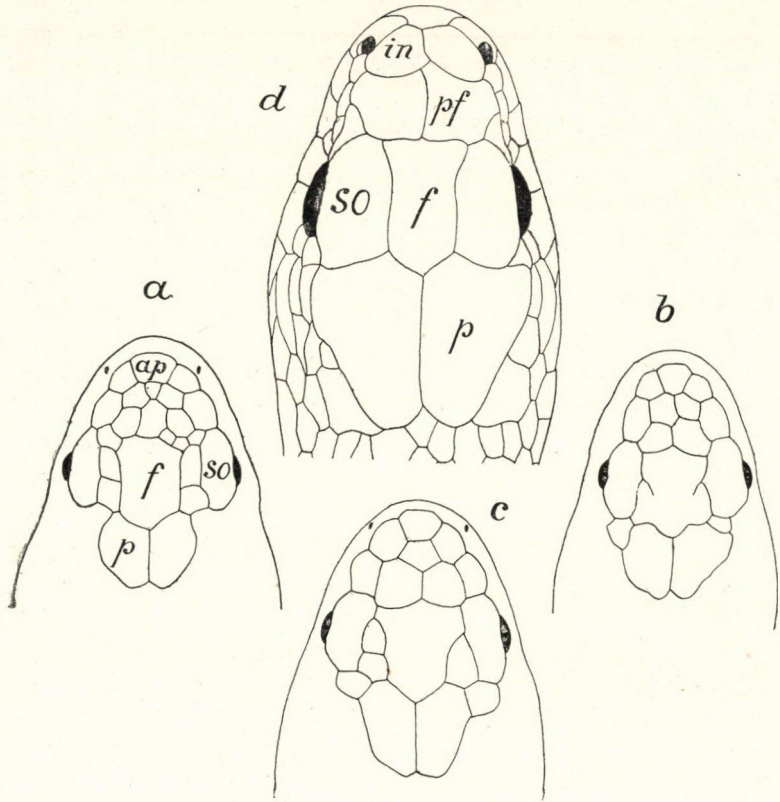
² Dr. MOJSISOVICS ÁGOSTON, a gráci műegyetem néhai tanára egy ilyen 12 éves magyar parasztlovat ismertetett (Über einen seltenen Fall von Polydactylismus beim Pferde; Anatomischer Anzeiger, IV, 1889, p. 256.), 1899-ben pedig a temesmegyei Orczyfalváról került egy hasonló csikó a budapesti állatorvosi főiskola birtokába, melynek anatomiai viszonyait dr. ZIMMERMANN ÁGOSTON ismertette (A lovak polydaktyliájáról; Veterinarius, XXV, 1902, p. 523, 3. és 4. ábra). Ugyanilyen kétujjú csikót látott dr. Soós LAJOS Gračac-on, Lika-Krbava megyében (Ann. Mus. Hung., V, 1907, p. 472.).

Ezek előrebocsátásával rátérhetek a visszaütésnek ama jelenségeire, a melyek legutóbbi tanulmányaim folyamán ötlöttek szemembe s a melyek nézetem szerint nagyon alkalmasak a származástan egyes homályos területeinek a megvilágítására. Eseteim a kígyók és gyíkok köréből valók.

Ismeretes, hogy a rákosi vipera (*Vipera Ursinii* BONAP.) feje tetejét meglehetősen szabályosan kifejlődött pajzsok borítják, melyek közül egy-egy a szem fölött fekvő felső szempajzs (*scutum supraoculare*), továbbá egy páratlan homlokpajzs (*sc. frontale*) és két hátulról hozzacsatlakozó falpajzs (*sc. parietale*) állandóan ki van fejlődve (1. rajz a). Szabályszerű jelenség, hogy a felső szempajzsok mindegyikét egy hosszú, vagy több kisebb pajzs választja el a homlokpajzstól, azonban a M. Nemzeti Múzeum gyűjteményében egy olyan fiatal himpéldány van a Rákosról,¹ melyen a felső szempajzsok egész hosszúságukban érintkeznek a homlokpajzssal (1. rajz b), úgy hogy a fej tetejét öt, csaknem teljesen összezáruló nagy pajzs borítja be. Nagyon hasonló viszonyokat tüntet fel egy az alsó-ausztriai Guntramsdorf környékére való megleltkorú himpéldány, melyre dr. WERNER FERENC bécsi egyetemi tanár kezemen levő gyűjteményében akadtam rá. A különbség csak annyi, hogy itt csupán a homlokpajzs elülső része csatlakozik a felső szempajzsokhoz, hátulsó része azonban a baloldalon két, a jobb-oldalon pedig egy közbeiktatott pajzsocska által van tőlük elválasztva (1. rajz c). A megegyezés annál nagyobb, mert a rákosi példány homlokpajzsának két oldalszélén egy-egy barázda látszik, mely a homlokpajzs hátulsó szélének hullámos alakjával együtt a guntramsdorfi példány közbeiktatott pajzsocskáira emlékeztet.

Ez a rákosi viperán teljesen szokatlan, a kezem közt levő 33 példány közt mindössze kétszer előforduló jelenség nézetem szerint csakis visszaütésképpen értelmezhető, mely a Viperidák ősalakjára utal s a mely ősalak, ha nem tévedek, a nem-mérges siklóforma kígyók, STRAUCH Azemiophidiái, illetőleg BOULENGER Colubrinái közt keresendő. Az utóbbi csoportnak a

¹ LÓSY JÓZSEF polg. isk. tanár gyűjtése.



1. rajz. Különféle kígyók fejevértje.

a = *Vipera Ursinii* BONAP. Öreg nőstény P.-Sz.-Mihály környékéről.

b = *Vipera Ursinii* BONAP. Fiatal hím példány a Rákosról.

c = *Vipera Ursinii* BONAP. Meglett korú hím példány Guntramsdorf környékéről.

d = *Zamenis gemonensis* LAUR. Cirkvenicai példány. *ap* = orrtetőpajzs (sc. *apicale*); *so* = felső szempajzs (sc. *supraoculare*); *f* = homlokpajzs (sc. *frontale*); *p* = falpajzs (sc. *parietale*); *in* = orrfedőpajzs (sc. *internasale*); *pf* = orrtőpajzs (sc. *praefrontale*).

fajai ugyanis csaknem kivétel nélkül megegyeznek abban a külső bélyegben, hogy fejevértjük kilencz nagy, szorosan összezáródott pajzsból van összetéve (1. rajz *d*) s minthogy a rákosi vipera fentebb említett két példányán is megtaláljuk a Colub-

rinák fejevértjének hátulsó, öt pajzsból álló zárt complexumát, ebben félreismerhetetlen származástani kapcsolat nyilatkozik meg, a mely még szorosabbá válik azáltal, hogy a rákosi viperán észlelt rendellenesség némelykor a közönséges viperán (*V. berus* L.) is előfordul,¹ továbbá, hogy a nem-mérges siklók kilencz pajzsból álló fejevértjét a mérges siklók (*Proteroglypha* és *Opisthoglypha*) legtöbbje, sőt még a Viperidák családjába tartozó csörgőkígyók némelyike (*Ancistrodon*, *Sistrurus*) is megőrizte, úgy hogy ez a pajzscomplexum mindenképen nagyon ősi bélyegnek tekinthető. Igaz, hogy az a két pár pajzs, mely a Colubrinák arczorrának tetejét borítja be [az orrfedő s az orrtőpajzsok (*scuta internasalia* és *praefrontalia*; l. rajz d)] a viperákon már állandóan kisebb pajzsokra bomlott fel (l. rajz a—c), ez azonban épen az előrehaladt fejlődés jele, mely a fentebbi föltevést nem érinti.

Egyébként, hogy a rákosi viperán észlelt rendellenesség valóban visszaütésnek tekintendő, az a fejlődés általános törvényeiből is önként következik, mert a méregkészülék oly bonyolódott alkotású, hogy a hozzátartozó méregmirigy, a méregvezető, a sajátságos szerkezetű méregfog, a csökevényessé vált és saját haránttengelye körül forgatható felső állkapocs, a marást lehetővé tevő izomkészülék s maga a bonyolódott összetételű méreg is csak fokozatosan, nagyon hosszú idők folyamán jöhetett létre, a miből világos, hogy a viperáknak valamilyen nem-mérges ősalaktól kellett származniok.

A kérdés megítélésében természetesen a paleontologia tanúságtételeit sem szabad mellőznünk s ezek, ámbár az újabb leletek némi meglepetéssel jártak, eddig nem döntik meg fentebbi föltevésünket. Viperafogat elsöben is LARTET-nek sikerült a sausani Felső-Miocénból kimutatni, azután COPE E. D. az északamerikai Felső-Miocénból csörgőkígyó-maradványokat ismertetett,² KINKELIN F. pedig a mainzi medenceze Alsó-Miocén-

¹ A szerajevói múzeumnak egy, a boszniai Glamoč vidékére való fekete példánya (var. *praester* L.) van kezem közt, melyen csaknem hajszálnyi pontossággal ismétlődik a *V. Ursinii* guntramsdorfi példányán tapasztalt rendellenesség.

² Neues Jahrb. f. Mineral., I, 1893, p. 224.

kori meszéből írta le a *Provipera Boettgeri* méregfogát,¹ mely leletből arra következtet, hogy «a méregfogak nem újabbkori szerzemények», a miből viszont az következne, hogy a Viperidák geologiailag régebbiek a Colubridáknál. Ennek ellenében WERNER az igazi mérges kígyókat a törzs geologiailag legfiatalabb hajtásának tekinti,² mely vélemény már csak a mérgekészülék phylogeniája alapján is jogosultnak látszik, annak dacára, hogy siklóforma maradványok az Alsó-Miocennnél régibb időből eddig még nincsenek kimutatva.³

Az előrebocsátottak szerint tehát nincs okunk kételkedni abban, hogy a viperák a kígyók törzsfejlődésének későbbi szakaszában, még pedig valamilyen siklóforma ősalakból jöttek létre, és ha valamely viperának a fejetetején az ősi fejevérthez hasonló pajzscsoportra bukkanunk, ezt a jelenséget teljes joggal tekinthetjük az ősalapotra való visszaütésnek. Teljes meggyezésről természetesen szó sem lehet, mert, mint a visszaütés valamennyi esetében, úgy itt is csak néminemű hasonlóság jut kifejezésre.

Megengedem, hogy a rákosi vipera ama két példányán felőtlő sajátságot más módon is lehetne értelmezni, nevezetesen De VRIES, a jeles amsterdami botanikus 1901-ben megjelent nagy munkája⁴ óta, a mióta — mint PLATE találóan mondja⁵ — «számos buvár már mindenütt ugrásszerű variációkat szimatol», ebben az esetben is föl lehetne tenni, hogy ilyen hirtelen keletkezett, ugrásszerű variációval van dolgunk, ezt a föltevést azonban a magam részéről teljesen alaptalannak kellene tar-

¹ KINKELIN F., Ein fossiler Giftzahn; Zool. Anz., XV, 1892, p. 93.

² WERNER F., Ueber Giftschlangen; Verh. zool.-bot. Ges. Wien, XLI, 1891, Sitz.-Ber., p. 38.

³ A legrégebbi siklóforma-maradványok (Colubridák és Elaphidák) a Mainz közelében levő weisenaui alsó-miocen kori édesvízi mészkőből ismeretesek (ZITTEL, Handbuch der Paläontologie, I. Abth., III. Bd., 1887—1890, p. 633).

⁴ HUGO DE VRIES, Die Mutationstheorie. I. Die Entstehung der Arten durch Mutation, Leipzig, 1901.

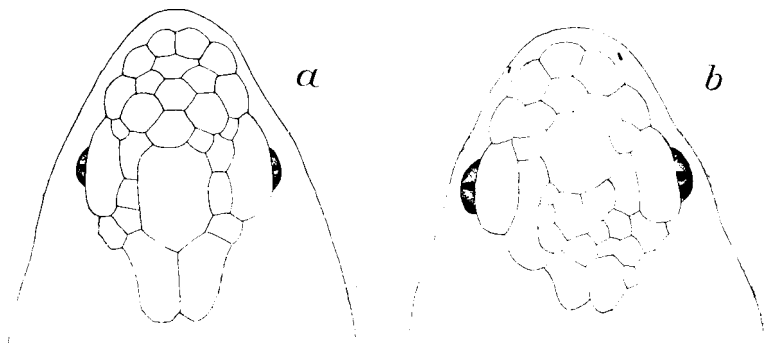
⁵ PLATE L., Selectionsprinzip und Probleme der Artbildung, III. Aufl., Leipzig, 1908, p. 116.

tanom. Alaplatannak pedig azért, mert nézetem szerint a természetben olykor tagadhatatlanul előforduló mutatók, vagyis ugrásszerű variatók, mindig a haladó fejlődés irányában mozognak s a fejlődésnek egy oly siettetett, vagyis gyorsabb ütemben elért fokozatát képviselik, a mely az illető szűkebbkörű rokonság törzsfjlődésében még nem fordult elő, tehát merőben új. Ekkent állítván fel a mutatio criteriumát, kétségtelen, hogy a rákosi vipera rendellenes fejpaizsai nem tartozhatnak ebbe a kategoriába. Nem tartozhatnak pedig azért, mert nemcsak magán a rákosi viperán, hanem annak legközelebbi testvérfaján is nem a fejpaizsok összeolvadása, hanem ellenkezőleg azok szétesése jellemzi a haladó fejlődés útját.

Ennek igazolásául ki kell emelnem, hogy a rákosi vipera orrcsúcsának a tetején rendszerint egyetlen egy orrtetőpaizsot (*scutum apicale*) találunk (1. rajz *a*), mely azonban 33 példány között 6-szor, tehát már az összes esetek 18%-ában két kicsiny paizsra van felbomolva (2. rajz *a*). Még nyomatékosabb az a jelenség, hogy a rákosi viperának testvérfaja, a Boszniában és Herzegovinában élő *Vipera macrops*, a melyet e néven csak e napokban különböztettem meg az alakkör más fajaitól, épen homlok- és falpaizsainak szétDarabolódása által tér el rokonaitól (2. rajz *b*), a miből ismét nyilvánvaló, hogy ebben az esetben is a fejpaizsok szétesése, kisebb paizsokra és pikkelyekre való széthasadozása jelzi a haladó fejlődés útját, úgy hogy a rákosi vipera ama két példányán tapasztalható összeolvadás teljesen kiüt a fejlődés jellemző irányából s mint ilyen semmikép sem tekinthető mutatióknak, hanem annál nagyobb valószínűséggel értelmezhető valamely siklóforma ősalakra való visszaütésnek.

Az előrebocsátottakból kitűnik, hogy ámbár a rákosi vipera fejpaizsai tekintetében már meghaladta az ősbibb Azemiophidiák kilencztagú paizscomplexumát, egyes példányain némelykor még kiváltódik a szervezetben lappangó ősi sajátság. Ez a jelenség pedig lényegileg ugyanolyan, mint a mikor a mai ló lábán alkalmilag kiüt a pliocenkorii *Hipparion* második vagy negyedik ujja, mely vendégujjak szintén nem tekinthetők mu-

tatióknak, mert a lovak törzsfjlődésében az ujjak számának fokozatos megesappanása jellemzi a fejlődés irányát, egy korábbi fokozatnak a felbukkanása tehát nem lehet a haladó fejlődésnek a jele, hanem ellenkezőleg, a szervezetnek hirtelen hanyatlását jelenti, s épen ebben rejlik a visszaütésnek egyik legfőbb bélyege. A visszaütés tehát alapjában veve mindig egy korábbi, egy alacsonyabb fejlődésnek a kiváltódása, — egy oly fokozatnak, a mely a szerveződés az öröklés



2. rajz.

a = a *Vipera Ursinii* fejének előrésze felülről, a széttagolt orrtetőpajzsokkal; nőstény példány a bugaczi pusztáról.

b = a *Vipera macrops* MÉH. fejének előrésze felülről, a széttagolt homlok- és falpajzsokkal; koritói nőstény példány.

törvényeinél fogva állandóan ott szunnyad a szervezetben, azonban csak nagyritkán, bizonyos határozott föltételek mellett jut kifejezésre.

A visszaütés nemcsak mint fejlődési jelenség rendkívül érdekes, hanem a származástan szempontjából is nagyjelentőségű, mert bizonyos szabályszerűen ismétlődő visszaütések fonalán világos képet nyerhetünk a törzsfjlődés korábbi fokozatairól, a melyek talán örökre rejtve maradtak volna a kutató szeme előtt; a visszaütésnek oka azonban ez idő szerint még teljesen ismeretlen.

Én magam már gyakran próbálgattam a visszaütés okainak rejtjelmeibe behatolni, azonban mindekkoráig csupán egy

olyan mozzanat ragadta meg figyelmemet, a mely alkalmasnak látszik a kérdésre boruló homály eloszlatására. Ez a mozzanat a regeneratio bizonyos jelenségeivel kapcsolatos, a melyek lényegét az alábbiakban óhajtom vázolni.

Ismeretes, hogy a gyikoknak nagyon számos faja igen könnyen elveszti a farkát. A galléros gyikok (*Lacerták*) farka már eredetileg önesonkításra (autotomiára) van berendezve, a mely abban áll, hogy a megtámadott állat odaveti farkát ellenségének s a míg ez azzal foglalatoskodik, addig ő maga elmenekül. Az elvesztett fark azután kipótlódik (regenerálódik), azonban sok esetben egészen más pikkelyek fejlődnek ki rajta, mint a milyeneket az eredeti fark viselt. Ennek — különösen BOULENGER¹ és WERNER² vizsgálataiból — már sok példája ismeretes, én pedig ezúttal több, eddig ismeretlen esettel szaporíthatom azok számát.

A Dalmáziában és Hercegovinában előforduló *Lacerta mosorensis* KOLOMB. példányai közt olyan megújult farkú alakra bukkantam, a melynek farkpikkelyei lényegesen különböznek az eredeti fark szabványos pikkelyeitől. A míg ugyanis az eredeti, sérületlen fark felső oldalát örvösen álló, hátul tompán kihegyezett, erőteljes középormót viselő, hosszúkás négyszögű pikkelyek borítják, addig a regenerált fark felső oldalán a rendes örvös pikkelyek között helyenként a halpénzhez hasonló, kerekített szélű, ú. n. cycloid-pikkelyek mutatkoznak, a melyek rézsütös ívben haladó sorokat alkotnak (3. rajz *a*).

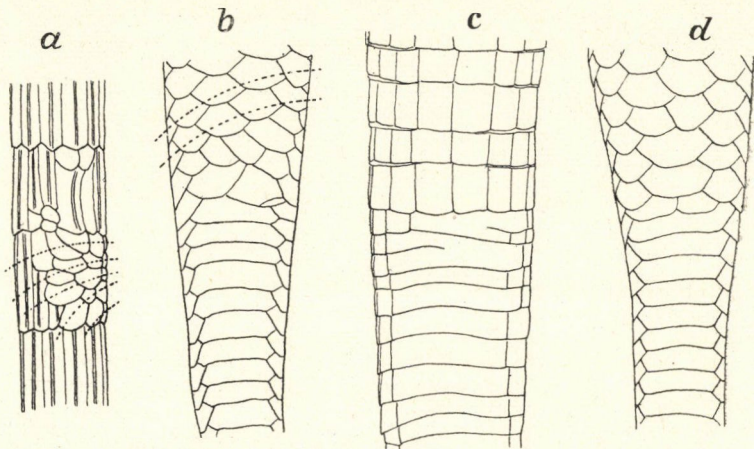
Ez a rendkívül szokatlan s eddig ismeretlen jelenség első szempillantásra teljességgel érthetetlen, azonban ha tudjuk, hogy a Scincoideák farkának felső oldalát rendszerint ilyen cycloid-pikkelyek borítják (3. rajz *b*), akkor valószínűnek fogjuk tartani, hogy a *Lacerta mosorensis* említett esetében valamely scincoideaforma ősalakra való visszaütéssel van dolgunk, mely nézet annál jogosultabb, mert számos más szervezeti bélyeg is

¹ G. A. BOULENGER, On the Scaling of the reproduced tail in Lizards; Proc. Zool. Soc. of London, 1888.

² F. WERNER, Über die Schuppenbildung des regenerirten Schwanzes bei Eidechsen; Sitzungsber. Akad. Wien, CV, 1896.

a mellett szól, hogy a galléros gyíkok őseit a Scincoideák közt kell keresnünk.

De maga a 3. *b* rajzon összehasonlítás kedvéért feltüntetett Scincoidea-fark (az újguineai *Ablepharus Boutonii* DEJ. var. *Peronii* COCT. farka) is rendkívül érdekes, mert felső olda-



3. rajz. Regenerált gyíkfarkak.

a = *Lacerta mosorensis* KOLOMB. Crkvice (Déli Dalmácia). A fark hátoldala.

b = *Ablepharus Boutonii* DEJ. var. *Peronii* COCT. Simbang (Új-Guinea). A fark hátoldala.

c = *Lacerta oxycephala* DB var. *Tomasinii* SCHREIB. Crkvice (Déli Dalmácia). A fark hasoldala.

d = *Ablepharus Boutonii* DEJ. var. *Peronii* COCT. Simbang (Új-Guinea). A fark hasoldala.

Az eredeti példányok a Magy. Nemzeti Múzeum gyűjteményében vannak.

lán, addig, a meddig sérületlen, rézsútos sorokat alkotó cycloid-pikkelyeket visel, azonban hátulsó, megújult részében keresztben fekvő, nagy, hatszöges pajzsok borítják, annak jeléül, hogy valamely még ősbibb fokon a Scincoideák farka ilyen nagy pajzsokkal volt felruházva.

Nem kevésbé nevezetes az a szervezeti rendellenesség, a melyet az ugyancsak Dalmáciában és Herzegovinában élő

Lacerta oxycephala DB nevű gyík regenerált farkának alsó oldalán vettem észre (3. rajz *c*). Ennek a fajnak a sérületlen farka alulról hosszúkás négyszögű, hátul lecsapott és teljesen sima pikkelyekkel borított, a melyek két középső sora csaknem még egyszer oly széles, mint a szomszédos sorok. A fark regenerált részén azonban hosszú, négyszögű, keresztben fekvő pajzsok ötlenek fel, olyanformán, mint az előbb említett újguineai *Scincoidea* megújult farkán (3. rajz *d*), mely jelenség ismét arra vall, hogy a galléros gyíkok a *Scincoidea*tól, vagy legalább ezekkel együtt valamilyen *scincoidea*forma ősalaktól származtak.

A jelzett visszaütések eddig egyetlen *Lacertáról* sem voltak ismereteseek, engem azonban teljességgel nem lep meg, hogy épen a *Lacerta mosorensis*-en és a *Lacerta oxycephala*-n akadtam rájuk, mert ezeknek a fajoknak egész szervezete, legfőbbképen pedig koponyájuk nagyon kezdetleges alkata határozottan arról tanúskodik, hogy a *Lacerták* legősibb csoportjába tartoznak, a melyet épen ennek okából az *Archaeolacertae* névvel ruháztam fel.¹ A mennyiben tehát ez a két gyíkfaj még nem nagyon távolodott el az egész csoport ősalakjától, nem is nagyon meglepő, hogy még elevenen élnek benne a *scincoidea*-forma ősrre visszamutató egykori tulajdonságok, a melyek — miként láttuk — alkalomadtán még mai nap is kiválódnak.

Ebben az esetben abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy a szervezetben lappangó ősi vonások kiütésének a z o k á t i s felismerhetjük, mert minthogy az eredeti farkon sohasem, hanem csupán a regenerált farkon jelentkezik a visszaütés, kétségtelen, hogy az ősi bélyegeket a regeneratio szólította elő. Sajnos azonban, hogy a regeneratio nagyon bonyolódott jelenségcomplexum, a melynek előidézésében bizonyára a tényezők egész halmazata részes, úgy hogy ha világosabban akarunk látni, akkor az okok nagy tömegét egyes élesebben szemügyrevehető, egyszerűbb vagy legalább is megfoghatóbb tényezőkre kellene felbontanunk. Ezt mindenesetre könnyebb óhajtani, mint meg is valósítani, mind-

¹ MÉHELY LAJOS, *Archaeo- és Neolacerták*; *Állattani Közlemények* VI, 1907, p. 98.

azonáltal aligha tévedünk, ha fölteszszük, hogy a regeneratio, a visszapótlás folyamata, túlságosan kimeríti a szervezet energiáját, mert fölötte sok építőanyagot és formáló erőt emészt fel, mely erő és anyagveszteség a fajlagos formáló erő megcsappanását vonja maga után. A szervezetnek sem elég anyaga, sem elég ereje nem marad arra, hogy a regenerált farkat a fajt jellemző pikkelyruhával szerelje föl, a csonkítás következtében meggyengült állapotában tehát mintegy félmunkát végez s csakis egy alacsonyabb fejlődési fokot tud létrehozni. Az alacsonyabb, tökéletlenebb fokozat kifejlesztése természetesen kevesebb energiát igényel, nem többet, mint a mennyi a szervezetnek rendelkezésére állt akkor, a mikor a törzsfejlődés alacsonyabb fokán vesztegelt s a megfelelő fejlődési fokot létrehozta. Ennyi energia-mennyiség mindenestre mai nap is rendelkezésére áll a szervezetnek, mert ennyi az öröklés törvényeinél fogva állandóan fel van benne raktározva, de az a többlet, a mely a fajt mai nap jellemző haladottabb állapot létrehozásához szükséges, a csonkítás következtében elveszett s azért marad félbe a regenerált farkon a visszapótlás teljessége, azért tökéletlen a visszapótlás munkája és eredménye.

Bizonyára ez az oka annak, hogy az eredet szerinti bélyegek, a közös családi vonások, minden rokonsági kötelékben egyformán regenerálódnak, azonban a törzsfejlődés végső szakaszaiban létrejött faji bélyegek nem pótlódnak ki, így pl. a gyíkok ősbibb fajainak regenerált farkán megjelennek a származástani ősalak cycloid pikkelyei, azonban a fajokat egymástól elválasztó tarajok, tüskék, bibircsek és egyéb szarukinövések, mint a melyek a törzsfejlődés legújabb szerzeményei, sohasem regenerálódnak,¹ a miből világos, hogy a visszaütésnek az igazi oka a szervezeti energia megcsappanásában rejlik.

Ezen a kerülő úton egy élettani törvényt sikerült megállapítanunk, a melynek próbaköveként most már a rákosi vipera kezdetben említett rendellenességeit kapcsolhatjuk be elmélke-

¹ F. WERNER, Sitzungster. Akad. Wien, CV, 1896, p. 142.

désünk láncolatába. Emlékezzünk vissza, hogy abban a két esetben a homlokpajzs egybeolvadt a vele szomszédos pajzsokkal s ennek következtében — a rendes állapottól eltérően — egész hosszúságában vagy legalább elülső részében a két felső szem-pajzsral találkozik. Már most tudván azt, hogy a rákosi vipera alakkörének fejlődési irányát a fejpajzsok szétDarabolódása jellemzi, föl kell tennünk, hogy ebben a két esetben nem volt meg a szervezetnek a szétDaraboláshoz megkívántató ereje, vagyis itt is a szervezeti energia megesappanása okozta a kevesebb energiát kívánó ősbib állapotra való visszaütést. Minthogy azonban ez a jelenség sem csonkítással, sem regenerációval nem kapcsolatos, s minthogy az illető pajzsok összeolvadásának már az embryonális állapotban kellett megtörténnie, nyilvánvaló, hogy az energia megesappanásának is már a magzat fejlődésében kellett bekövetkeznie, a mi csak úgy lehetséges, ha ez a két egyén olyan tojásból fejlődött, a melyben kevesebb energiakészlet, vagyis kevesebb tápláló szik volt felhalmozva, mint a többiben.¹

Igénytelen tapasztalataim és gondolataim előterjesztése után szabad legyen arra is rámutatnom, hogy a buvárok nagyon különféleképen értékelik a visszaütés jelenségeit. Némelyek, így KOHLBRUGGE,² azt állítják, hogy az ú. n. atavistikus jelenségek «közömbös variatiók», s hogy «a visszaütés tana nem tekinthető tényeken alapulónak». Ez a nézet kétségkívül túllő a czélon és én inkább PLATE véleményéhez csatlakozom, a ki nagyon fontosnak tartja, hogy «legyen egy oly fogalmunk, mely az új képződmények hasonlóságát ama korábbi állapotok szerint értelmezi, a melyek ha nem is esetről-esetre, de általában mégis a morphologiai és physiologiai alapszerzetben öröklődtek s épen azért mai nap is a korábbiakhoz hasonló variatiókat hozhatnak létre».³

¹ Eme gondolat helyessége több más példával is igazolható, így a réti lóhere (*Trifolium pratense*) ötlevelű fajtája kedvezőtlen viszonyok közt számos háromlevelű visszaütést hoz létre (PLATE, Festschr. zum 60. Geburtstage R. Hertwigs, II, 1910, p. 592).

² I. H. F. KOHLBRUGGE, *Der Atavismus*, Utrecht, 1897.

³ L. PLATE, *Vererbungslehre und Deszendenztheorie*; Festschr. zum 60. Geburtstage Richard Hertwigs, II, 1910, p. 592.

Tagadhatatlan, hogy az ősök tulajdonságait sok esetben csak fölteszszük, sok esetben azonban határozottan felismerhetjük őket, a miben gyakran a keresztezési kísérletek is nagy segítségünkre vannak. Így pl. EWART kísérleteiből kiderült,¹ hogy ha barna arabs kancza kvagga-ménnel kereszteződik, akkor az ivadék lábain sötétszínű harántsávok jelennek meg, a melyekkel a szülők egyike sem volt felruházva. Ezek az ősalak bélyegegként lappangtak a szervezetben s a kereszteződés révén váltódtak ki. Sőt bizonyos esetekben hatalmunkban van, hogy az atavistikus tulajdonságokat a keresztezett fajták célszerű megválasztásával úgyszólván tetszés szerint előszólítsuk az utódokban. Így, ha a fehér egeret sárga, barna, fekete vagy ezüstszürke színű egerrel párosítjuk, akkor annak valamennyi, vagy legalább a legtöbb utóda olyan színű lesz, mint a közönséges szürke egér. Barna- és sárgaszínű kanári madarat keresztezve olyan zöldszínű fiókákat kapunk, a melyek a teneriffai vadkanáritól alig különböztethetők meg. Ebből látjuk, hogy a fehér egér, vagy a sárgaszínű kanári szervezetében még ott szunnyad az ősi sajátság, a mely megfelelő ösztönzésre rendszeresen kiváltódik.

Ekkent keletkeznek a hybrid-atavismusok, a melyek bizonyára más tényezőknek köszönik létrejöttüket, mint a mi eseteinkben ismertetett spontan-atavismusok. De bármilyen is az indító ok, mindenkép a tudomány érdekében van, hogy a szervezeti rendellenességeket a származástan távlatából mérlegeljük, mert ha az eredmény talán nem is lesz mindig föltétlenül helyes, bizonyára sokszor a megismerés igazgyöngye fogja jutalmazni fáradozásunkat.

¹ J. C. EWART, Guide to the Zebra Hybrids on exhibition at the R. Agric. Soc. Show, Edinburgh, 1900.

NEHÉZSÉGGYORSULÁS-MÉRÉSEK BUDAPESTEN.

OLTAY KÁROLY-tól.

1. Az 1908. év folyamán báró Eötvös Loránd önmagyméltósága megbízásából számos délmagyarországi állomáson végeztem invariabilis ingákkal nehézséggyorsulás-méréseket. A relatív értékeket szolgáltató módszer kiegészítése végett a potsdami «Geodätisches Institut»-ban is végeztem lengésidő-megfigyeléseket s felhasználva az ezen állomásnak nagyarányú mérésekkel meghatározott nehézséggyorsulását, minden állomásonra levezethettem a nehézséggyorsulás abszolút értékeit. E méréseim alkalmából a programmba vett állomásokon kívül még Budapesten is végeztem lengésidő-megfigyeléseket abból a célból, hogy az ezután Magyarországon végzendő relatív ingaméréseknek megbízható abszolút értéket biztosíthassak. Budapesten is, épen úgy mint Potsdamban, úgy a délmagyarországi állomások észlelése előtt, mint utána is mértem a lengési időket, úgy hogy az egész mérés Potsdam, Budapest, délmagyarországi állomások, Budapest, Potsdam sorrendben történtek.

A mérési eredményeknek részletes, a pontosság-vizsgálatokra is kiterjeszkedő publikálása csak ezután fog megtörténni. A jelen cikk keretében a Budapesten végzett mérések végeredményeit szándékozom közzétenni, hogy azok bárki által felhasználhatók legyenek s egyúttal az összehasonlítás megejthetése végett ismertetni szándékozom a Budapesten eddig végzett nehézséggyorsulás méréseredményeit. Ilyen méréseket végzett 1885-ben dr. GRUBER LAJOS a Központi Meteorológiai Intézet részéről, továbbá 1893-ban O. KŘIFKA százados a cs. és k. Katonai Földrajzi Intézet megbízásából. A GRUBER-féle mérések eddigelé nem voltak véglegesen kiszámítva, mert a mérőrúd hosszára

és táglási együtthatójára vonatkozó adatok Sèvresből már csak akkor érkeztek meg, mikor GRUBER már súlyos beteg volt. A Központi Meteorologiai Intézet előzékenyen rendelkezésemre bocsátotta a fentemlitett adatokat tartalmazó okmányt, minek alapján kiegészítve GRUBER eredményeit, e czikk keretében közlöm majd e kétségtelenül értékes mérések végeredményét.

2. *Saját méréseim.* A relativ ingamérések a potsdami «Geodätisches Institut» legutóbbi modelljének megfelelő négy ingás műszerrel történtek, mely műszer P. STÜCKRAT műhelyében készült. A közös stativon nyugvó négy inga a lengések időtartamának mérése alatt egy kettősfalú fémburával volt lefedve, a mi nagy mértékben elősegítette a belső tér s így az ingák hőmérsékletének állandóságát. A 112, 113, 114 és 115 számmal jelölt ingák anyaga sárgaréz, lengésidejük igen közel $\frac{1}{2}$ másodperc. Hőmérsékleti és légsűrüségi állandóikat a potsdami «Geodätisches Institut»-ban határoztam meg, felhasználva az Intézet e célra szolgáló rendkívül praktikus berendezéseit. A lengési idők mérése egy STERNECK-féle coincidentia-készülékkel történt. Coincidentia-órául a 141-es számú STRASSER-féle félmásodperces ingaóra szolgált, melyet a «Geodätisches Institut» igazgatója, F. R. HELMERT bocsátott szives előzékenységgel rendelkezésemre. A coincidentia-óra járását a poláris vertikális síkján való átmenetek megfigyelésével vezetem le; műszerül egy STARKE-KAMMERER-féle universalis műszer szolgált. Az átmenetek közvetlen megfigyelése a szem- és fülmethodussal egy KNOBLICH-féle félmásodperczet ütő chronométerrel történt; a chronométert az időmeghatározások alatt 4—5-ször összehasonlítottam a coincidentia-órával egy FUESSTÖL származó chronograph segítségével.

Budapesten a lengésidő-megfigyelések a kir. József műegyetem fizikai épületében az elektrochemiai tanszék laboratoriumában történtek, melyet dr. SZARVASY IMRE műegyetemi tanár kiváló előzékenységgel engedett át. A geodéziai helyiségek ugyanis ez időben még építés alatt állottak. A használt helyiség az alagsorban az épület keleti oldalán van. Az ingák mind a két észlelés alkalmából ugyanazon a helyen lengtek és pedig a déli faltól 4·7 m-re, a keleti faltól 3·6 m-re.

E laboratorium központi fűtéssel van ellátva s mint a többi alagsori helyiségben, itt is végigvonulnak a vezeték főcsövei. A szeptemberi észlelésekkor a fűtés nem volt még üzemben s ekkor a helyiség hőmérséklete bámulatosan egyenletes volt. Ellenben a december-januári észlelések alkalmával, bár az egész mérés alatt a fűtőtestek zárva voltak, a vezeték főcsövei miatt a fűtés hatása — habár csekély mértékben — érezhető volt, mert a helyiség hőmérsékletében circa 3° C-t kitévő napi ingadozásokat hozott létre. Minthogy azonban a mérés berendezésénél fogva úgy emelkedő mint süllyedő hőmérsékleten is történtek lengéssidő-megfigyelések, a hőmérséklet-változás a végeredményül nyert lengési időben nem okozott systematikus hibát.

A budapesti ingaállomás coordinátái

$$\begin{aligned}\varphi &= 47^{\circ}28'49'', \\ \lambda &= 19^{\circ} 3'11'' \text{ kel. Greenw.}, \\ m &= 108\cdot 0 \text{ m.}\end{aligned}$$

Potsdamban az ingák mind a két alkalommal a «Geodätisches Institut» ú. n. «Mittelkeller»-jében lengtek $3\cdot 7$ m-rel mélyebben mint a «Pfeiler 31», a melyre a potsdami abszolút mérések vonatkoznak. E magasságkülönbségnek megfelelően a lengési idők $+3\cdot 0 \times 10^{-7}$ sec reductióval számítottak át a «Pfeiler 31»-re.

E helyen a nehézséggyorsulás értéke:

$$g = 981\cdot 274 \text{ cm/sec}^2;$$

a hely coordinátái:

$$\begin{aligned}\varphi &= 52^{\circ}22\cdot 9', \\ \lambda &= 13^{\circ}4\cdot 1' \text{ kel. Greenw.}, \\ m &= 86\cdot 5 \text{ m.}\end{aligned}$$

Erre nézve lásd: *dr. F. Kühnen und dr. Ph. Furtwängler: Bestimmung der absoluten Grösse der Schwerkraft mit Reversionspendeln. Veröffentlichungen des Kön. Geodätischen Institutes, Neue Folge, Nr. 27.*

Egy sorozat alatt a négy inga lengési idejének egymás után való megfigyelését érte, a 24 óra alatt észlelt két illetve négy sorozatot időben symmetriásan osztottam el, hogy a hő-

mérséklet járásából, továbbá az órajárás systemás változásaiból származó periodusos természetű hibákat a napi értékekből kiküszöbölhessem.

A mérések időtartamára, az észlelt sorozatok és a végzett időmeghatározások számára nézve az alábbi táblázat nyújt felvilágosítást:

Folyószám	Állomás	A mérések időtartama	Észlelt sorozatok száma	Lengés idő megfigyelések száma	Idő meghatározások száma
1	Potsdam I. mérés	1908 aug. 20—22.	6	24	2
2	Budapest I. "	" szept. 19—21.	6	24	3
3	Budapest II. "	" dec. 26. —1909 jan. 2.	16	64	2
4	Potsdam II. "	1909 jan. 15—17.	4	16	2

A mérések végeredményeül az egyes ingákra a következő redukált lengési időket kaptam:

Állomás	Lengési idő mp.-ben									
	115 sz. inga		113 sz. inga		112 sz. inga		114 sz. inga		Közép	
Potsdam I. mérés	^s 0.501	1439	^s 0.501	1611	^s 0.501	0692	^s 0.501	1605	^s 0.501	1337
Budapest I. mérés		2516		2696		1786		2686		2421
Budapest II. mérés		2507		2703		1774		2693		2419
Potsdam II. mérés		1435		1620		0694		1614		1341

Ezen értékeknek megfelelően:

	115 sz. inga	113 sz. inga	112 sz. inga	114 sz. inga	Közép
Potsdam I—II.	+ ^s 0.000 000 4	- ^s 0.000 000 9	- ^s 0.000 000 2	- ^s 0.000 000 9	- ^s 0.000 000 4
Budapest I—II.	+	9-	7+	12-	7+
					2

A mint látjuk, az ingák a mérések alatt teljesen kielégítő mértékben invariabilisok maradtak.

A potsdami és budapesti lengési idők különbségeiből, a potsdami abszolút értéket felhasználva, a budapesti állomásra a következő nehézséggyorsulási értéket kapjuk:

$$g = 980.852 \text{ cm/sec}^2;$$

mely érték vonatkozik a

$$\begin{aligned} \varphi &= 47^\circ 28' 49'', \\ \lambda &= 19^\circ 3' 11'' \text{ kel. Greenw.}, \\ m &= 108 \text{ m.} \end{aligned}$$

adatokkal definiált helyre.

Relatív meghatározásunk pontosságára nézve közölhetem pontossági vizsgálataim végeredményeit.

A mérési eredményül nyert lengési időben levő ε hiba egy állandó és egy változó részből tevődik össze, a változó rész pedig ismét egy szabályos és egy szabálytalan részből.

$$\varepsilon = a + \varepsilon_{sz} + \varepsilon_v.$$

A szabálytalan hiba származik a coincidentia-észlelésnek, az amplitudo mérésének, a hőmérő, a barometer, a hygrometer leolvasásoknak véletlen hibáiból, továbbá az órajárás véletlen ingadozásaiából és az ingahossz véletlen változásaiából.

A szabályos hibát az órajárás periodusos hibái, továbbá az ingák valódi hőmérséklete és a hőmérők mutatta hőmérséklet közötti különbségek hozzák létre.

Az állandó hiba összetevődik a reductio-képlet állandóinak, az időmeghatározásoknak, az együttlengés-méréseknek hibáiból, továbbá az ingahossz időbeli állandó jellegű megváltozásaiából.

Az állandó hibát meg lehet határozni az öt létrehozó tényezőknek külön-külön való vizsgálatával.

A szabályos és szabálytalan hiba kifejezésre jut a mérések ismétlése alkalmával nyert mérési eredményeknek egymástól való eltéréseiben. Ez eltérésekből meg lehet határozni a szabályos hiba állandó részét (β) és a véletlen hibát, mely utóbbi magában foglalja a szabálytalan hibát, továbbá a szabályos hiba ama részét, mely visszamarad, ha belőle az állandó részét levonjuk.

Ha tehát μ -vel jelöljük a lengési idő középérteljes hibáját, μ_v -vel a közép véletlen hibát, akkor

$$\mu^2 = \alpha^2 + \beta^2 + \mu_v^2.$$

α is, β is állandó hiba; szétválasztásuk a meghatározás különböző módja miatt szükséges.

A részletesen elvégzett vizsgálatok μ , α , β és μ_v -re az egyes állomásokon az alábbi táblázatban összefoglalt értékeket szolgáltatottak.

Állomás	α	μ_v	β	μ
Potsdam I. mérés	$\pm 3.0 \times 10^{-7}$ sec	$\pm 0.5 \times 10^{-7}$ sec	$\pm 1.1 \times 10^{-7}$ sec	$\pm 3.3 \times 10^{-7}$ sec
Potsdam II. mérés	± 3.0	± 0.7	± 1.3	± 3.4
Budapest I. mérés	± 3.0	± 0.9	± 1.5	± 3.6
Budapest II. mérés	± 3.0	± 0.6	± 1.9	± 3.2

Az ugyanazon állomáson nyert lengési időket számtani közepekké foglalva össze kapjuk az illető állomáson a végeredmény levezetésére felhasznált lengési időt. Ezeknek a közép-hibája a fentiek szerint kitesz

$$\pm 2.4 \times 10^{-7} \text{ sec-ot,}$$

úgy a potsdami, mint a budapesti észlelésnél. Ennélfogva a két lengési időből levezetett lengési idő különbségnek középhibája

$$\pm 3.4 \times 10^{-7} \text{ sec,}$$

a mi a nehézséggyorsulás-differenciában

$$\pm 0.0013 \text{ cm/sec}^2$$

értéket tesz ki.

Relativ meghatározásunk középhibája tehát a g értékének $\pm 1/750,000$ -ére tehető.

3. *O. Krifka mérései.* Az 1893. év nyarán a cs. és kir. katonai földrajzi intézet részéről O. KRIFKA kapitány végzett Budapesten relativ ingaméréseket. A munkálatok és eredményeik

a «*Mitteilungen des k. u. k. Militär-Geogr. Institutes*» 1893. évi XIII. kötetében publikáltattak a következő cikkben: *R. von Sterneck: Relative Schwerebestimmungen ausgeführt im Jahre 1893*. A budapesti mérések a cikk első fejezetében a 208—253. oldalon vannak részletezve.

A mérések egy STERNECK-féle relativ ingakészülékkel végeztek (Nr. 2) három inga (jelei: I, II, VII) ismételt észlelésével. A lengési idők levezetése coincidentiák észlelésével egy NARDIN-féle chronometer útján történt. A coincidentia-chronometer járásának levezetése három chronometerrel való összehasonlítás útján ment végbe, melyeknek állásai időmeghatározásokkal állapították meg. Az időmeghatározások egy 22 cm-es körü universalis műszerrel történtek napmagasságok mérésével. Ez utóbbi méréseket K. Koss sorhajóhadnagy végezte.

O. KRIFKA relativ meghatározásainál kiinduló állomásul Bécs szolgált és pedig a «Militär-Geogr. Institut» ú. n. «Kellerpfeiler»-e. E hely coordinátái STERNECK szerint:

$$\varphi = 48^{\circ}12'40'',$$

$$m = 183 \text{ m};$$

a nehézséggyorsulás értéke pedig

$$980.876 \text{ cm/sec}^2.$$

Ez az érték a VON OPPOLZER által a bécsi császári csillagvizsgáló intézetben (Kaiserliche Sternwarte) végzett absolut meghatározásokból van levezetve. Lásd «*Mitteilungen des k. u. k. Militär-Geogr. Institutes*» X. Band 1890. és XII. Band 1892. A két hely közt végzett direct összekapcsolások alapján

$$g_{\text{Mil. Geogr.}} = g_{\text{Sternwarte}} + 0.010 \text{ cm/sec}^2.$$

Megjegyzem, hogy a potsdami «Geodätisches Institut» végzett relativ ingaméréseket Potsdam és a «Mil.-Geogr. Institut», továbbá Potsdam és a «Sternwarte» között. E mérésekből indirecte levezetve

$$g_{\text{Mil. Geogr.}} = g_{\text{Sternwarte}} + 0.006 \text{ cm/sec}^2.$$

Lásd *E. Borres. Relative Bestimmungen der Schwerkraft...*

Veröffentlichung des kön. preuss. Geodätischen Instituts. Neue Folge 23, 2. oldal.

Budapesten az észlelések színhelye a tudomány-egyetem fizikai intézetének a labororium alatti alagsori helyisége volt, melyet báró Eötvös Loránd öngyméltósága bocsátott az észlelők rendelkezésére. A helyiség egyenletes hőmérsékletével az észlelésre rendkívül alkalmasnak bizonyult; az inga állványa a mezei állomásokon használt szállítható pillérre volt ráerősítve.

Az észlelési hely koordinátái a czikk szerint

$$\varphi = 47^{\circ}29'43'',$$

$$m = 122 \text{ m.}$$

A mért lengési idők az amplitudo, a hőmérséklet, a lég-sűrűség és az órajárás miatt szükséges reductiókkal számítottak át végtelen kis ívre, 0° Celsius hőmérsékletre, egységsűrűségű levegőre és csillagidőre. Az alátámasztás együttlengése nem vétetett figyelembe.

A budapesti mérések előtt és után a bécsi kiinduló állomáson kétszer-kétszer történt lengésidő megfigyelés. Az eredmények tabellarisan összeállítva a következők:

Datum	Az ingák redukált lengési ideje			
	I. sz. inga	II. sz. inga	VII. sz. inga	Közép
1893 márc. 6—8.	^s 0.500 6055	^s 0.499 0085	^s 0.508 1228	^s 0.502 5789
máj. 2—3.	6049	0068	1210	5776
közép	6052	0076	1219	5782
julus 27—28.	0.500 6066	0.499 0086	0.508 1224	0.502 5792
szept. 26—27.	6059	0079	1185	5774
közép	6062	0082	1204	5783

A mint látható, az invariabilitás feltétele a méréseknél ki volt elégítve.

A budapesti mérések 1893 június 22.-én kezdődtek és június 25.-én fejeződtek be. Ez alatt az idő alatt minden inga 6-szor észleltetett, tehát a végeredményül felhasznált lengési idő 18 egyszerű meghatározásból származik.

A mérések eredménye :

$$g = 980.860 \text{ cm sec}^2,$$

mely érték vonatkozik a

$$\begin{aligned} \varphi &= 47^\circ 29' 43'', \\ \lambda &= 19^\circ 3' 50'' \text{ kel. Greenw.}, \\ m &= 122 \text{ m} \end{aligned}$$

adatokkal definiált helyre,

Pontossági vizsgálatok közölve nincsenek; a publicatióból rendelkezésre álló adatokból pedig nem lehet a pontosságra jellemző középhibát levezetni, mert hiányzanak az állandók hibáira és az időmeghatározások pontosságára vonatkozó adatok. A fenti g érték az ú. n. «bécsi rendszerre» vonatkozik, mert az OPOLZER-féle abszolút mérés adta g érték szolgált kiindulásul. Ha az ú. n. «potsdami rendszerre» akarnók átszámítani, vagyis arra a rendszerre, melynek alapjául a legmodernebb műszerekkel és módszerekkel meghatározott potsdami g érték szolgál, akkor

$$-0.00016 \text{ m. sec}^2$$

correctióval kell ellátni. Lásd «*Jahresbericht des Direktors des kön. preuss. Geodätischen Institutes für die Zeit von Apr. 1907 bis Apr. 1908*», 7. oldal.

A potsdami rendszerben :

$$\begin{aligned} g &= 980.844 \text{ cm/sec}^2 \\ \varphi &= 47^\circ 29' 43'', \\ \lambda &= 19^\circ 3' 50'' \text{ kel. Greenw.}, \\ m &= 122 \text{ m.} \end{aligned}$$

4. Dr. Gruber Lajos mérései. Az 1885. év nyarán dr. GRUBER LAJOS a Központi Meteorologiai Intézet tudós observatora végzett abszolút nehézséggyorsulás-méréseket Budapesten. Mérései és eredményei a Magyar Tudományos Akadémia kiadásában megjelenő «*Értekezések a math. tudományok köréből*» című sorozat XIII. kötetének 1. számában 1886-ban jelentek meg «*A földnehézség meghatározása Budapesten 1885-ben*» cím alatt.

GRUBER abszolút méréseihez a Repsold & Söhne cégtől származó $\frac{3}{4}$ másodperczes reversiós ingát használt. Az inga anyaga sárgaréz, az élek achatból valók s ugyancsak achatlapon lengtek. A mérőrúd szintén sárgarézből készült s rajta az egyik végén két segédvonással ellátott 0 vonás, a másik végén pedig 557·9 mm-től 569·1 mm-ig terjedő 0·1 mm-es beosztás van. A mérőrúd hőmérsékletének mérésére fémthermometer szolgált. Az inga hőmérsékletének mérése közelebről nem ismertetett higany-hőmérővel történt, a melyet az észlelés folyamán több ízben a fémthermometerrel egyszerre olvasott le s így redukálta a lengés megfigyelése alatt leolvasott higany-hőmérő állásokat. A lengési idő mérése a coincidentia módszerrel egy DENT-féle (734. sz.) ingaórával történtek. A coincidentia óra járását minden egyes észlelési napra külön időmeghatározásokkal vezette le és pedig ERTEL-teodolittal megfigyelt meridián átmenetek segítségével. Egy-egy időmeghatározás két sarkcsillag és 5—6 délcillag átmeneteinek megfigyeléséből állott.

A mérések a lehetséges négy felszerelésben végeztek, minden felszerelésben 4—4 helyzetben. Az aug. 9-től szept. 11-ig tartó mérések alatt 8 észlelési napon át 32 egyszerű észlelést: éltávolságmérést és lengésidő-meghatározást végzett symmetriás időbeosztással. A mérések színhelye a Központi Meteorologiai Intézetnek a bécsi kapu alatt levő területén felállított faházikó volt. A hőmérséklet-változások a helyiségben eléggé erősek voltak, olykor a reggel 7-től délután 2-ig terjedő idő alatt 15°-ot is kitettek.

Az ingahely coordinátái dr. STEINER assistens szives közlése szerint:

$$\begin{aligned}\varphi &= 47^{\circ}30'12'', \\ \lambda &= 19^{\circ} 1'55'' \text{ kel. Greenw.}, \\ m &= 152 \text{ m.}\end{aligned}$$

GRUBER eredményei a következők: Az észlelési helyen a másodpercz-inga hossza a mérőlépték 24·44° C hőmérsékletén

$$L = 993\cdot3133 \text{ mm.}$$

Illetve, ha a függelékben közölt együttlengési reductiót

$$dL = + 0\cdot0481 \text{ mm-t}^1$$

is tekintetbe vesszük,

$$L = 993\cdot3614 \text{ mm.}$$

A mérések befejezése után GRUBER a műszer mérőrúdját elküldte Sèvresbe, hogy ott a Bureau International des Poids et Mesures megállapítsa egyenletét. A tanulmányozás eredményét GRUBER már nem dolgozhatta fel, mert időközben súlyos beteg lett s betegségéből nem is gyógyult fel. A Bureau International által kiadott okmány a Meteorologiai Intézet levéltárába került s onnan bocsátották rendelkezésemre.

A mérőrúd vizsgálatát Mr. BENOIT akkori másodigazgató felügyelete és vezetése mellett Mr. PALAZ végezte az Intézet universalis comparatorján vízszintes helyzet mellett. Az összehasonlításra két normál méter szolgált, az egyik bronzból, a másik iridium-platinából való. Ezeknek egyenletei és osztási hibái előzetes gondos tanulmányokból már ismeretesek voltak.

Az összehasonlítás végeredményei 5 észlelési sorozatból vannak levezetve; az észlelési sorozatokban az átlagos hőmérséklet szélső határértékei $+4\cdot3$ és $+19\cdot4^\circ$ C. A komparálások 1886 jul. 29.-én kezdődtek és 1887 január 24.-én fejeződtek be. Az eredményeket feltüntető «Certificat» 1887 junius 10.-én kelt.

A «Certificat» szerint a mérőrúd egyenlete a 0 és 560\cdot0 mm vonások közt a következő:

$$B = 559^{\text{mm}}\cdot979^{\mu 0} [1 + 0\cdot000018242l].$$

A B érték valószínű hibája $\pm 1^{\mu}$ alatt van.

A «Certificat» megadja az egyes osztási vonások hibáit 0°

¹ A függelékben az inga-stativ együttlengését tanulmányozva, annak értékét dinamikai és statikai módszerekkel állapítja meg. A dinamikai mérés eredménye

$$dL = + 0\cdot0443 \pm 0\cdot0016 \text{ mm,}$$

a statikai mérés eredménye

$$dL = + 0\cdot0520 \pm 0\cdot0018 \text{ mm.}$$

A közölt és felhasznált érték a kettő számtani közepe.

hőmérsékleten. Az erre vonatkozó táblázatból a GRUBER méréseiben szerepelt osztási vonásokra nézve a correctiók a következők:

559·4 mm vonásnál	$-0\cdot022 \overset{\text{mm}}{\underset{\mu}{1}},$
559·5 " " "	$-0\cdot0216.$

Végül a fémhőmérőre nézve a «Certificat» közli, hogy 1° hőmérséklet-változásnak a fémhőmérőn 7·5 mikron ($\pm 0\cdot2\mu$) eltolódás felel meg.

Ezen adatok segítségével a másodperczinga végleges hossza GRUBER méréseiből a következőkép vezethető le:

24·44 C foknál észlelt hossz	— — — — —	993·3614 mm
Reductio 0 fokra	— — — — —	+ 0·4458 "
Reductio a mérőskála hibái miatt	— — — — —	— 0·0218 "
A másodpercz-inga hossza az észlelési helyen	—	<u>993·7854 mm</u>

Ennélfogva a nehézségi gyorsulás

$$g = 980\cdot827 \text{ cm sec}^2,$$

mely érték vonatkozik a

$$\begin{aligned} \varphi &= 47^\circ 30' 12'', \\ \lambda &= 19^\circ 1' 55'' \text{ kel. Greenw.}, \\ m &= 152 \text{ m} \end{aligned}$$

adatokkal definiált helyre.

Az absolut meghatározásból eredő fenti g érték pontosságára nézve GRUBER nem közöl részletes vizsgálatokat. Adataiból azonban a pontosságra nézve eléggé megközelítő érték vezethető le. GRUBER megadja a másodpercz-inga hosszának közép-hibáját

$$\mu_L = \pm 0\cdot0012 \text{ mm}$$

értékkel, mely értéket a négyféle felszerelésben észlelt 8 meghatározás eredményeinek eltéréseiből vezeteli le. Ez az érték jellemző a súlypontmeghatározás, a lengési időmérés, az időmeghatározás hibáira. Nem jut benne kifejezésre a hőmérsékleti constansnak, az éltávolság-mérésnek, az együttlengés-meghatározásnak hibája.

Az éltávolság-mérés középhibája	— — —	$\pm 0\cdot0021$ mm
A komparálás középhibája	— — — — —	$\pm 0\cdot0012$ «
Az együttlengés-mérés középhibája	— —	$\pm 0\cdot0030$ «

Egybevetve e hibákat, a másodperc-inga fenti értékének középhibáját

$$\pm 0\cdot0040 \text{ mm-nek}$$

vehetjük, azaz a g érték középhibája:

$$\pm 0\cdot0040 \text{ cm/sec}^2,$$

a mi megfelel a g értéke $\pm 1/240000$ részének. Ezen értékekben azonban még nincs benne a hőmérsékleti együttható meghatározásának hibájából származó hatás.

5. Összefoglalás. A Budapesten eddig végzett nehézséggyorsulás-mérések végeredményeit tabelláris összeállításban az alábbi táblázat tünteti fel (*I. táblázat*). Ezen összeállításban feltüntettem az észlelési helyre vonatkozó elméleti nehézséggyorsulás-értékeket (γ_0) is, melyeket a HELMERT-féle 1901-es képletből számítottam ki. Ez a képlet a következő:

$$\gamma_0 = 978\cdot030 \overset{\text{cm}}{(1 + 0\cdot005302 \sin^2\varphi - 0\cdot000007 \sin^2 2\varphi)}.$$

Lásd: R. Helmert, *Der normale Theil der Schwerkraft im Meeresniveau, Sitzungsberichte der k. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrgang 1901, pag. 336 és Jahresbericht des Direktors des kön. Geodätischen Instituts für die Zeit von April 1907 bis April 1908, pag. 7.*

A különböző mérésekből származó nehézséggyorsulási értékek különböző helyekre vonatkoznak, tehát összehasonlításuk szigorúan csak úgy történhetnék, ha az egyes állomásokat relatív mérésekkel összekötve egymásra redukálnánk. Ha eltekintünk az egyes állomások között lehetséges nehézséggyorsulási rendellenességektől, akkor összehasonlításra felhasználhatjuk az utolsó rovatban feltüntetett $g_0 - \gamma_0$ értékeket. Ezeket vizsgálva fetűnően nagy a bécsi rendszerből levezetett nehézséggyorsulás-érték eltérése, az abszolút mérésből és a potsdami rendszerből levezetett értékektől. Ez a nagy eltérés azonnal megszűnik, ha a КРИКА-

I. Táblázat.

Állomás — Észlelő Datum	Az állomás koordinátái			A mérés minősége	Mért nehézség gyorsulás g	Reductio a tenger- szinre	Nehézség gyorsulás a tenger- színen g_0	Theor. nehézség gyorsulás a tengersz. γ_0	$g_0 - \gamma_0$
	φ északi	λ Greenw.-től kelet.	m Adria f.						
Kir. Meteorológiai Intézet Dr. Gruber Lajos 1885. aug. 9.—szept. 11.	47°30'12"	19°1'55"	+ 152 m	Abszolút mérés Repsold-féle $\frac{3}{4}$ mp-es re- versios ingá- val	cm/sec ² 980,827	cm/sec ² + 0,047	cm/sec ² 980,874	cm/sec ² 980,845	cm/sec ² + 0,029
T. E. Fizikai Intézet Kritka O. 1893. márcz. 6.— szept. 27.	47°29'43"	19°3'50"	+ 122 m	Relatív mérés invariabilis ingákkal vo- natkoztatva Bécseré	980,860	+ 0,037	980,897	980,842	+ 0,055
Műegyetem Oltay Károly 1908. aug. 20.— 1909. jan. 17.	47°28'49"	19°3'11"	+ 108 m	Relatív mérés invariabilis ingákkal vo- natkoztatva Potsdamra	980,852	+ 0,033	980,885	980,841	+ 0,044

féle relativ meghatározást a potsdami rendszerre vonatkoztatjuk. Ezt megtettem az alábbi táblázatban. (II. táblázat).

A mint e táblázat mutatja, a három $g_0 - \lambda_0$ érték között már lényegesen kisebbek az eltérések. Ha elhanyagolom az egyes állomások között lehetséges nehézséggyorsulási rendellenességeket s veszem a három $g_0 - \lambda_0$ érték közepét, a mi

$$+0.037 \text{ cm/sec}^2\text{-et}$$

tesz ki, akkor ez érték középhibája

$$\pm 0.004 \text{ cm/sec}^2,$$

azaz a g értékének $\pm 1/240000$ -ed része.

Az az érdekes körülmény, hogy a bécsi rendszerből és a potsdami rendszerből levezetett nehézséggyorsulások egymástól igen közel abban az értékben térnek el, mely érték a két rendszer különbsége, tudományos szempontból igen kívánatosná tenné, hogy a műegyetemi állomás relativ mérésekkel a bécsi állomással kapcsolhatnák össze, még pedig azzal a szabotossággal, a melylyel a potsdami rendszerhez való kapcsolás történt. Ezt az új mérést a műegyetem geodéziai intézetének az ilyen természetű mérésekre alkalmas helyiségeiben vélném végrehajtandónak, mert az elektrochemiai labororium csak a fűtés nélküli évszakokban tekinthető termikus szempontból kifogástalannak. A geodéziai helyiség állomása és az elektrochemiai labororium állomása közti nehézséggyorsulási differenciát relativ mérésekkel könnyen le lehetne vezetni.

Ha azonban sor kerülne ezekre a fentemlített szempontokból igen kívánatos mérésekre, ha ezekbe még a potsdami állomást is bele vonnók, tisztázni lehetne egy rendkívül fontos kérdést. Az ezideig Európában végzett nagyszámú relativ ingamérés ugyanis főleg az OPPOLZER-féle bécsi abszolút mérésekhez, illetve az újabbak a HELMERT-féle potsdami abszolút mérésekhez csatlakoznak, tehát főleg a bécsi rendszerhez, illetve a potsdami rendszerhez tartoznak. A két rendszer értékeinek egymásba való átszámítására ismerni kell a két rendszer különbségét, a mit a bécsi és a potsdami állomások között végzett direct vagy indirect relativ mérésekből lehet levezetni. BORRASS

II. Táblázat.

Állomás — Észlelő Datum	Az állomás koordinátái			A mérés minőségére	Mért nehézség gyorsulás g	Reductio a tenger- szintre	Nehézség gyorsulás a tenger- szinten g_0	Theor. nehézség gyorsulás a tengersz. g_0	$g_0 - g_0$
	φ északi	λ Greenw.-től kele.	m Adria f.						
Kir. Meteorológiai Intézet Dr. Gruber Lajos 1885. aug. 20.—szept. 11.	47°30'12"	19°1'55"	+ 132 m	Abszolút mérés Repsold-féle $\frac{3}{4}$ mp-es re- versziós ingá- val	cm/sec ² 980,827	cm/sec ² + 0,047	cm sec ² 980,874	cm sec ² 980,845	cm sec ² + 0,029
T. E. Fizikai Intézet Kífika O. 1893. márcz. 6.— szept. 27.	47°20'43"	19°3'50"	+ 122 m	Relatív mérés invariabilis ingákkal vo- natkozottatva Potsdamra	980,844	+ 0,037	980,881	980,842	+ 0,039
Méegyetem Oltay Károly 1908. aug. 20.— 1908. jan. 17.	47°28'49"	19°3'11"	+ 108 m	Relatív mérés invariabilis ingákkal vo- natkozottatva Potsdamra	980,852	+ 0,033	980,885	980,811	+ 0,044

professor az eddig végzett direct és indirect összekapcsolások közül a legjobbakat kiválasztva, a két rendszer különbségére a következő értéket kapta:

$$k = g \text{ (a potsdami rendszerben)} - g \text{ (a bécsi rendszerben)} = \\ = +0.016 \text{ cm/sec}^2.$$

Ezzel azonban a rendszerek különbségének kérdése még nincsen véglegesen elintézve. Ugyanis a két rendszer különbségének legmegbízhatóbb értékét a két alapvető állomás direct összekapcsolásából lehet levezetni. Ilyen direct összekapcsolás három van, még pedig STERNÉCK 1892. évből való mérése szerint

$$k = +0.019 \text{ cm/sec}^2,$$

KÜHNEN 1894. évből való méréséből

$$k = +0.016 \text{ cm/sec}^2,$$

s BORRASS 1901. évi mérése alapján

$$k = +0.012 \text{ cm/sec}^2.$$

Ezek az értékek, tekintve azt, hogy a relativ mérésekkel elérhető pontosság igen közel

$$\pm 0.001 \text{ cm/sec}^2,$$

nem egyeznek meg egymással annyira, mint a mennnyire a mai műszerek és módszerek alkalmazása mellett azt joggal elvárhatnók.

A bécsi és a potsdami rendszer különbségének kérdése tudományos szempontból rendkívül fontos s a magyar tudománynak nagy érdeme volna, ha e fontos kérdés tisztázása Magyarország részéről történnék. Az alkalom meg volna akkor, a mikor a bécsi állomásból is levezetnők a műegyetemi állomás nehézséggyorsulását. A mérést Potsdam, Bécs, Budapest, Bécs, Potsdam sorrendben hajtva végre, tisztázódnék a rendszer-különbség fontos kérdése és e mellett létesülne Budapesten egy állomás, melynek nehézséggyorsulása azzal a gonddal és szabatosággal volna meghatározva, a mely a mai műszerek és módszerek alkalmazása mellett egyáltalán elérhető.

KÉSZÜLÉK A RÖNTGEN-SUGARAKNAK ABSOLUT EGYSÉGEKBE VALÓ MÉRÉSÉRE, FŐKÉPEN THERAPIAI CZÉLOKRA.

SZILÁRD BÉLÁ-tól.¹

1.

Adott Röntgen-sugárzás biológiai hatásmennyiségét, Q , a sugárzás intenzitása S , «keménysége» P a besugárzott testfelület nagysága S és sugárzás időtartama T , határozza meg. Ehhez járul még több alkalmi tényező F a besugárzott test, illetve egyén érzékenysége szerint.

Az eddigi vizsgálatokból valószínű, hogy a különböző keménységű sugarak hatásmódja egymástól nem igen különbözik, de minthogy csak a valóban *elnyelt* sugarak hatnak s a «lágú» sugarak elnyelhetőbbek, mint a kemények, az előbbieket hevesebben s így látszólag másként hatnak, mint az utóbbiak.

Közelítő helyességgel mondhatjuk, hogy a Röntgen-sugarak biológiai hatása közelítőleg arányos az elnyelt sugármennyiséggel. Általában

$$Q = \frac{I \cdot S \cdot T}{P} \cdot F.$$

A miből következik, hogy, ha az alkalmazott sugár penetráló képessége (P) igen nagy, vagyis ha igen kevéssé elnyelhető, biológiai hatása végtelen kicsiny lesz.

$$Q_{P=\infty} = \frac{I \cdot S \cdot T}{\infty} \cdot F = 0.$$

¹ A párisi Curie-laboratoriumban készült dolgozat.

2.

A sugár valamilyen határozott biológiai hatásmennyiségének adagolása nyílt kérdés, a mióta csak a besugárzásokat orvosi célokra használják.

Mint hogy magára a sugárzás keletkeztetésére használt eszközben a sugárzást létrehozó tényezők kevéssé ismertek, eddig minden olyan törekvés, mely a sugárzás körülményeinek a gerjesztő tényezőkből vagy a besugárzást kísérő jelenségekből való meghatározására irányult, meddő maradt. A nyert sugármennyiség nem állapítható tehát meg sem a gerjesztésre használt áram tényezőiből, sem az induktor szikrahosszából, sem a cső egyes állandóinak ismeretéből, mint a hogyan a csőben áthaladó áram intenzitásából sem. A méréseket tehát mindenesetre magán a már létrejött sugáron, miután a csőből már kilépett, kell végezni.

Aránylag egyszerű volna ez, ha adott állandó intenzitású és állandó keménységi fokú sugarakat adó csövek léteznének. Ez esetben az egész mérés egyszerű időmérésre redukálnék. A mai Röntgen-csövek egyelőre azonban olyanok, hogy sugaraiknak úgy intenzitása, mint keménysége gyorsan, néha hirtelen változik. Tehát minden tényezőt külön-külön s állandóan mérnünk kellene, a mi annyit tesz, hogy minden időegység alatt külön-külön kellene ismernünk úgy az intenzitás, mint a keménység értékét.

Többen törekedtek már olyan eszköz szerkesztésére, a mely a keménységet, intenzitást és időt együttesen mérje, vagyis a hatást totalizálja, mint az élősejtek. Az efféle eszköz elvének megválasztása nagy gondot okoz. Egyrészt, mert a Röntgen-sugarak kölcsönhatásainak mennyiségi vonatkozásai kevéssé ismeretesek, másrészt pedig, mert a kölcsönhatásra van szükség, melynek eredménygörbéje a sugarak hatásgörbéjéhez olyan viszonyban álljon, mint a biológiai hatásgörbe, azaz a sugarak intenzitása, keménységi és időtényezői hasonlóan totalizálódjanak, mint az élősejteké.

3.

Ezideig a következő módszerek alkalmazását kísérlették meg:

I. Fluorimetria.

A baryumplatinocyanidon vagy egyéb a Röntgen-sugarak hatása alatt fluoreskáló anyagon egységnyi intenzitás okozta fluorescentia fényét összehasonlítja a megmérendő sugár okozta fluorescentiával. Az elvet BENOIST alkalmazta először a Röntgen-sugarak áthatoló képességének (keménységnek) mérésére. Intenzitás-méréseket ezen az elven először GUILLENIMOT kísérelt meg. A fluorimetria valóban jól használható kellő formában akár az intenzitás, akár a keménység mérésére, de mindegyik esetben külön-külön elrendezést igényel és mennyiség-mérésre csak úgy használható, ha minden keménység és intenzitás időtényezőjét külön-külön ismerjük.

A fluorimetriai hatásgörbe az alkalmazott fluoreskáló anyag természete szerint a keménységi tényezők függvényében erősen változik s az eddigi vizsgálatokból egyelőre nem tudjuk, hogy melyiknek a hatásgörbéje egyezik meg közelítőleg a biológiai hatásgörbével.

II. Chemiai kölcsönhatások.

1. *Physico-chemiai kölcsönhatások.*

a) HOLZNECHT-féle reagens. Valószínűleg alkáli fém-haloidokból álló pastillák, melyek a sugarak hatására megszíneződnek, a színeződés foka a mértéke a sugárzásnak.

Elttekintve attól, hogy a színeltérések összehasonlítása az előre beállított színskálával igen nehéz, maga a jelenség lefolyása bizonytalan természetű és számos a sugárzástól független tényezőtől függ; a választott egység tehát önkényes és bizonytalan.

b) SABOURAUD-NOIRÉ-féle reagens. Baryumplatinocyanid, mely a sugarak hatására megbarnul. Az összehasonlítás alapja itt sem abszolút, a színek összeegyeztetése bizonytalan s végül maga a folyamat itt is a sugárzástól független számos tényezőtől függ.

2. Fotografiai hatás.

KIENBÖCK megkísérelte a fotografiai hatásnak a sugárzás mértékéül való felhasználását. E módszernek is nagy akadálya az előre beállított színskálával való összehasonlítás nehézsége, de meg az elmaradhatatlan előidézés is.

3. Tulajdonképpeni chemiai hatás.

A sugarak a chloroformos jodoformoldatból jódot választanak ki. Egyes szerzők szerint a kiválasztott jódmennyiség mértéke a sugárzás mennyiségének. Vizsgálataim szerint ez az oldat igen finnyás s a belejutó tisztátalanságok vagy fénysugarak hatására szintén elbomlik.

Főként hasznavehetetlen azonban az oldat 1. mert különböző korú oldatok vagy különböző edényekben eltartott oldatok bomlás-sebessége különböző, és 2. mert az egyszer bomlásnak indult oldat önként tovább bomlik. Ez oldat sajátjaival: Sur l'autocatalyse et décomposition d'une système photochimique (Comptes rendus 1905. I.) című értekezésemben már bővebben foglalkoztam.

III. Hőelektromos hatás.

Kísérleteim szerint érzékeny thermoelemmel a Röntgen-sugarak mennyisége megmérhető. Ez ideig azonban nem sikerült egyszerű kísérleti berendezést találnom.

IV. Elektromos hatások.

1. A Röntgen-sugarak mennyiségének mérésére megkísérlettek már a selencellának a sugárzás hatása alatt szerzett vezetőképességét is felhasználni. A selencella sajátjaiban azonban rendkívül változékonyak és ezért mennyiségi mérésekre megbízhatatlan.

Egyébként eredménygörbéje már a priori sem lehet azonos a biológiai eredménygörbével.

Úgy a selencella, mint az összes fennebb tárgyalt eszközök

abban a közös hibában leledzenek, hogy vagy félhomályban, vagy csak teljes sötétségben használhatók.

2. Ionometria. A Röntgen-sugarak a gázokat ionizálják, elektromos vezetőképességgel ruházzák fel. Hatásukra az elektromos töltéssel ellátott gázkondenzátorokból a töltés ionok formájában távozik.

VILLARD kísérte meg először ezt az elvet mérési czélokra felhasználni és pedig oly módon, hogy nagyfeszültségű áramforrásból egy kondenzátorba bizonyos elektromos töltést juttatott el a sugarak hatása alatt. Minden bizonyos elektromosság-mennyiség ezután egy számlálót hozott működésbe, úgy hogy a mérés eredménye a számláló mutatóján közvetlenül leolvasható volt.

4.

Az ionometriára alapított méréseknek az orvosi gyakorlatban számos előnye van az összes többi fölött.

I. A mérés maga közvetlenül magán a sugárzáson történik, miután az már elhagyta a csövet; független tehát a sugárzás minden keletkeztető és kísérő tényezőjétől.

II. A jelenség maga nem érzékeny más hatásokra, mint maga a sugárzás.

III. A sugárzás ionizáló képessége és biológiai hatása az eddigi vizsgálatok alapján párhuzamosnak vehető fel.

IV. A sugarak mennyiségének mérése abszolút elektromos egységben végezhető. Hogy valamely ezen az elven szerkesztett műszer valóban czélszerű legyen, szükséges, hogy:

1. A folytatólagosan adagolt sugárzás-mennyiségeket folytatólagosan tudja mérni.

2. Hogy adatai folytonosak legyenek, azaz ne csak meghatározott minimális mennyiségeket számláljon meg.

3. Hogy az adatok leolvasása tüvel és skálával történhessék, tehát függetlenül az észlelő minden fogyatékosától.

4. Hogy a mérés közvetlenül a sugarak felhasználása helyén, a tulajdonképpeni mérőműszertől távol eső helyen történhessék, hogy az operateur a sugarak hatáskörén kívül tartózkodhassék és ott állandóan végezhesse a leolvasást.

5. A műszer csak a Röntgen-sugarak iránt legyen érzékeny és ezek iránt is csak valamilyen meghatározott pontban; szükséges, hogy a műszer minden külső zavaró hatástól mentes legyen.

6. A műszer minden egyéb berendezéstől függetlenül működjék.

Megkísérlettem egy oly műszer szerkesztését, a mely e követelményeknek megfelel.

5.

A műszer¹ elve, a sugarak hatására folytatólagosan elszabaduló ionok mennyiségét (számát) oly módon mérni, hogy töltött elektromos kondenzátort sűtünk ki s a kondenzátor visszamaradó töltését állandóan megfigyeljük.

6.

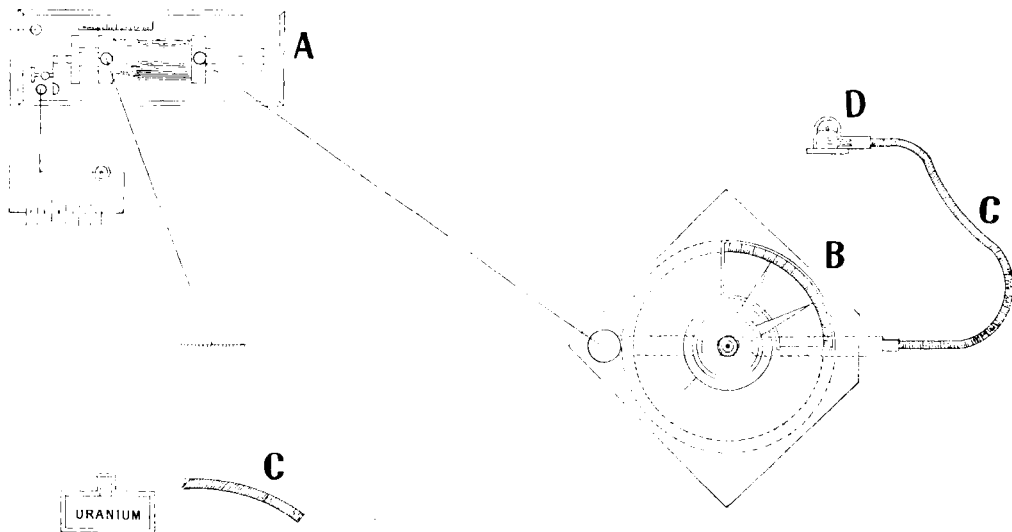
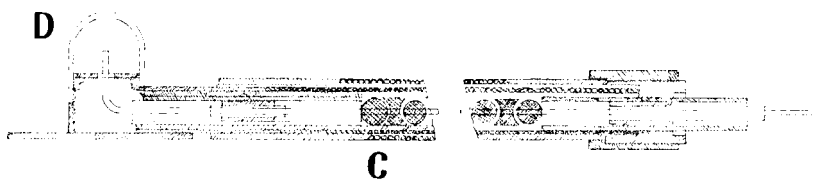
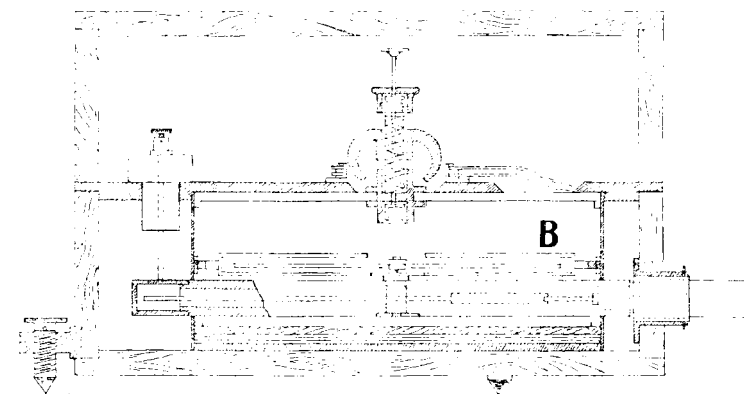
A sugárzás egységéül ajánlom azt a sugárzás-mennyiséget, a mely a készülék felfogójából (lásd alább) egy millió iont szabadít el normális nyomás és hőmérsék mellett, feltéve, hogy a felfogó térfogata 1 cm^3 , besugárzott felülete 1 cm^2 , melyre a sugarak merőlegesen esnek; felteszem továbbá, hogy a felfogó ezüstből készült és hengeralakú. Ezt az egységet megaiionnak nevezem.

7.

A műszer a következő részekből áll: A töltőből, mely a kondenzátor táplálására szükséges töltést adja, a tulajdonképeni mérő rendszerből *B*, a mely jelzi a felfogóból *D* folytatólagosan elszabadított ionok számát; a felfogó a mérő rendszerrel *C* hosszú hajlékony vezetővel van összekötve.

A töltő egy kicsiny és a műszer födelébe épített RUMKORFF-féle induktorból áll, melyet egy kicsiny akkumulátor táplál.

¹ Forgalomba hozza a «Laboratoire de produits radioactifs» Paris, 15, rue de Jussieu.



A másodlagos tekercs egyik sarka a mérőrendszer fémborítékával közlekedik. A másik sarok pedig fémcsőben végződik, a melynek tengelyében a fémcsőtől teljesen izoláltan vékony fémsodrony áll. A fémsodrony és fémcső közötti távolság akkora, továbbá felületük úgy van megválasztva, hogy a fémsodronyra túlnyomó részben mindig a negatív töltés kerül. A töltőrendszer biztos működését, illetve valóban unipoláris voltát az induktorhoz kapcsolt kapacitás helyes megválasztásával érjük el.

Az induktor vasmagjára helyezett fémcső ide-oda tolásával a töltés nagysága szabályozható.

Maga a mérő-műszer szilárd túból áll, a melynek hegye köralakú skálán mozog. A tü igen könnyű, késalakú alumíniumból készült és középpontjában kicsiny, igen kemény aczélból készült csapágyat hordoz, az egész tü a csapágy alá van támasztva, finom, igen hegyes csúcsból álló tengelyre. A tü fémkerettel van körülvéve, a melylyel fémes összeköttetésben áll. A tü, tengely és csapágy együttesen borostyánkőcsőre van építve, oly módon, hogy az egész köralakú fémdoboz középpontjában egy elektromosan teljesen izolált rendszert alkot. E rendszer fölött a doboznak ólomüvegből készült fedelén kicsiny harangalakú mágnes van elhelyezve. E mágnes segítségével a tü úgy van irányítva, hogy nyugalmi állapotában környező fémkeretének síkjában marad.

A borostyánkőcső középvezetékét fémsodrony alkotja, a mely a cső egyik végén a töltő izoláltan álló fémsodronyában végződik. A fémsodronynak a borostyánkőcső másik oldalán kibúvó vége szabadon áll és beleillik a vezető egyik végébe. A vezető maga hajlékony, több szál összesodort fémsodronyból áll. E fémsodrony 1 cm átmérőjű s ebonitból készült artikulált tagokból álló rendszer középpontján áthaladva jut el a felfogóig.

Az ebonitból készült artikulált rendszer kaucsukcsőbe van húzva, ez ismét hajlékony, fémből való gázvezető csőbe.

A felfogó kicsiny fémdobozból áll, melynek oldalai és feje vastag fémből készültek, felső oldala gyanánt pedig tetszésszerűen különböző vastagságú alumínium-, csillám- vagy ezüstlemezek alkalmazhatók; ezeken át kerülhet be a megmérendő sugárzás a felfogóba. A felfogó belseje vastag ezüstréteggel van be-

vonva s középpontjában izoláltan kicsiny, az izolált vezetővel összekötött fémelektrodot visel. A műszer mérőrendszerének doboza, a vezető és felfogó fém borítéka távol tartja a Röntgen-sugarak hatását a műszer minden más pontjától mint maga a felfogó, a gondos isolatio pedig meggátolja, hogy a töltés másutt mint a felvevőn át távozhasson. Az artikulált systema következtében pedig a vezető megőrzi kapacitásának állandóságát. Így tehát a felfogóból ionok formájában távozó töltés nagysága a sugárzásnak valóban mértéke lehet.

8.

A mérőrendszer erőpárját a mágneses vonzás és az elektrostatikai taszítás alkotja. Felteszszük, hogy a kettő egymással állandóan egyensúlyban van. Nagyjában feltehetjük, hogy a tű keretének síkjába irányítható, a rendszer elektromos töltése zérus; a zérus helyzete állandónak vehető, minthogy csakis az irányító mágnes helyzetétől függ.

A műszer érzékenysége, illetve a tű megfelelő egyensúlyi helyzetei bizonyos mértékben az irányító mágnes mágneses terének intenzitásától függenek; idővel az irányító mágnes gyengülhet. Hogy ezt kompenzálhassuk, a mágnes függélyes irányban mozdítható, ezzel egyúttal a műszer érzékenysége is szabályozható. A töltött mérőrendszer szabályosan áll dobozában, azaz a tű és keretének viszonylagos pontjai a doboz belső falától hasonló távolságban vannak.

A rendszer egyik ágának szabálytalanságait a másik ág telát automatásan kompenzálja.

A mérőrendszer töltésének potenciálja száz Volt körül jár, mikor a tű kitérése 10° . Tekintettel a felfogó kicsiny méreteire, az áram telítettnek tekinthető minden, a műszerrel mérhető intenzitású sugárzásra nézve.

A sugarak okozta töltésvesztéshez viszonyítva, a levegő és az isolatio fogyatékoságából eredő töltésvesztés elhanyagolható. Így a teljesen megtöltött műszer 48 óra alatt veszi el teljesen töltését, ezzel szemben közepes erősségű és közepes minőségű sugarakat adó Röntgen-lámpa tiz percz alatt okoz hasonló hatást.

9.

A fennebb említett sugáregység gyakorlatilag megvalósítható, ezzel a gyakorlati egységgel történik különben a skála osztályrészeinek megállapítása is.

Ugyanis a felfogóhoz olyan dobozt illesztünk, a melynek fenekén ismert sugárzású uranoxyd foglaltatik. A megtöltött műszert ezzel sütvé ki, mindenkor ellenőrizhetjük skálánk helyességét. Mivel az irányító mágnes úgy függőleges, mint horizontális síkban elmozdítható, az eltérések vele korrigálhatók. Így történik a műszer beszabályozása is, mielőtt forgalomba kerül. Ha súlyt helyezünk arra, hogy méréseink igen pontosak legyenek s hogy a skála hosszú ideig megtartsa az eredeti értékét, a műszert a Röntgen-csővet tápláló induktortól lehetőleg távol helyezzük el, még pedig úgy, hogy az irányító mágnes sarkai a mágneses meridián megfelelő irányában legyenek. A műszer tüjét, ha nyugalmi állapotban van, a K csavarral rögzítjük.

10.

Ha a műszerrel a lehető legjobb körülmények között óhajtunk dolgozni, a Röntgen-csővet tápláló induktortól lehetőleg távol állítsuk fel, hogy annak vasmagja az irányító mágneset és ezzel együtt az egész mérőrendszert ne befolyásolja. Előnyös továbbá a műszert úgy elhelyezni, hogy mágnesének sarkai a mágneses meridián megfelelő irányába nézzenek. A műszer olyan csavarokkal van ellátva, melyek segítségével gyorsan fixálható s azután horizontális helyzetbe hozható.

Daczára annak, hogy a műszer teste a Röntgen-sugarak zavaró hatása ellen kellőleg védve van, mégis előnyös a műszer és a sugárzás forrása közé fémlapot helyezni.

Mikor a műszer nyugalomban van, a tű alkalmas berendezéssel rögzíthető.

11.

A töltő elsődleges áramkörét zárva, megtöltjük a műszert. A töltés hatására a tű elhagyja eredeti helyzetét, kileng, majd csakhamar bizonyos helyzetben megállapodik.

E kilengés mértéke a beraktározott töltés nagyságának.

Próbálgatással (a töltő vasmagvát környező fémcső szabályozásával) elérhetjük, hogy e kilengés nagysága mindig ugyanaz legyen, ez azonban sohasem szükséges. A mérés céljaira elegendő bármilyen kiindulási pontot választani (melynek értékét mutatja a skála), a mit egy, a skála fölé helyezett mutatóval megjelölünk. Minthogy a skála osztályrészei úgy készültek, hogy az egyes osztályrészek értéke egymás között egyenlő,¹ az adatok értéke érintetlen marad; az ionok formájában elszabadított töltés nagysága független lévén úgy a beraktározott töltés mennyiségétől, mint e töltés potenciáljától,² egyre megy a tűt a 40. osztályrészig tölteni és az 50.-ig kisütni, vagy az 50.-ig tölteni és a 60.-ig kisütni.

A vezető hossza két méter lévén, az operateur a mérőműszerrel teljesen a sugarak határán kívül helyezkedhetik el, mi alatt maga a felfogó a besugárzott testrésze van felerősítve.

12.

Természetes, hogy a készülékkel egyfolytában mérhető sugárzásmennyiség nem végtelen. Igen nagy sugárzásmennyiséget a műszerrel különbözőképpen mérhetünk meg:

1. Hosszabb hajlékony vezetőt használunk. E módon növeljük a műszer elektromos kapacitását s így az egyszerre beraktározható töltés nagyságát.

2. A felfogónak $\frac{1}{100}$ milliméteres alumíniumlemezről készült födelét vékonyabb-vastagabb ezüstlemezrel³ pótoljuk. Ez elnyeli a sugárzás egy részét, még mielőtt a felfogóba jutna. Természetesen ismerni kell az alkalmazott ezüstlemez absorbeáló képességét.

Úgy az első, mint a második módszer növeli a skála osztályrészeinek növelését s így csökkenti a műszer érzékenységét.

¹ A skála osztályrészei egymástól nem egyenlő távolságra fekszenek.

² Bizonyos határok között természetesen.

³ BENOIST vizsgálatai szerint a sugarakkal szemben arradiochroikus fém, azaz a lágysugarakat olyan mértékben nyeli el, mint a keményeket.

3. Úgy alkalmazzuk a műszert, a mint van, s a mikor ki-sült, a besugárzást félbeszakítjuk, a műszert újra töltjük s a sugárzást újból megindítva, a mérést folytatjuk.

13.

Bizonyos esetekben kiválóan érdekes lehet valamilyen testtől valóban elnyelt sugárzás mennyiségének az ismerete. E mennyiséget úgy mérhetjük, hogy két műszert alkalmazunk, melyek egyikének felfogója a test hátlapjára kerül. A míg egyrészt a két mérés adatából a valóban elnyelt sugármennyiség kitűnik, másrészt a két adat egymáshoz való viszonya az alkalmazott test elnyelő képességéről ad felvilágosítást. Hasonló mérés világosíthat fel bennünket az alkalmazott sugárféleség minőségéről.

14.

Némely esetben a sugárzás intenzitásának ismeretére van szükségünk. Az átlagos intenzitást $\frac{\text{megaion}}{\text{secundum}}$ egységekben megkaphatjuk.

15.

A műszerrel meghatározhatjuk a valamilyen radiogramm készítésére szükséges viszonyokat. Elegendő e célból bármilyen körülmények között egyetlenegy helyesen exponált radiogrammot készíteni, a felfogó egyidejű alkalmazásával. A felfogóhoz jutott hasonló hatás mindig hasonló fotografiai hatást fog okozni.¹

¹ Ez természetesen, mint a hogyan a 14. alatt mondottak is, csak közelítőleg érvényes. Szigorúbb következtetések sikerrel vonhatók azonban, ha az áthatott test sűrűségét számításba vesszük.

A NÖVÉNYI SEJTEK ELEKTROLYT FELVÉTELE ÉS AZ ADSORPTIO.

SZÜCS JÓZSEF-től.

Az OVERTON¹-féle elmélet értelmében a plasmahártya lecithin-cholesterin elegyből áll. Mindazon vegyületek, a melyek ez elegyben oldhatók, diffusio útján jutnak a sejt belsejébe. Mivel a növényi test anyagforgalmára nézve nélkülözhetetlen ásványi sók legtöbbször lecithin-cholesterinben oldhatatlan, valószínű, hogy ezeket valamely más módon veszi fel a sejt, vagy pedig az OVERTON-féle tétel nem állhat meg.

Általában valamely vegyület egy folytonos hártján csak akkor hatolhat át, ha az előbbi az utóbbiban oldódik [NERNST²], vagy pedig, ha megfordítható folyamatok (chemiai reactio, adsorptio) állnak elő, melyek következtében a hártya a diffundáló anyagot megköti és bizonyos egyensúlyi állapot beálltaig a másik oldalon leadja. Minthogy a plasmahártya legalább részben alkali-fehérjéből³ is áll, melynek nagyfokú reactióképessége az ásványi sókkal szemben eléggé ismeretes, valószínű, hogy a chemiai reactio, illetőleg adsorptio útján való felvételnek a sejt anyagforgalmában is nagy szerepe van. Ha bizonyos elektrolytok

¹ OVERTON, Vierteljahrschrift d. naturf. Ges. in Zürich, 40 (1895), 159; OVERTON, ugyanott 41 (1896), 383. (Festschrift); OVERTON, ugyanott 44 (1899), 88; OVERTON, Zeitschr. f. physik. Chemie, 22 (1897), 189; OVERTON, Jahrb. f. wiss. Bot., 34 (1900), 669; OVERTON, Studien über die Narkose, Jena (1901).

² NERNST, Zeitschr. f. physik. Chemie, 6, 37.

³ J. Szűcs, Studien über Protoplasmapermeabilität. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Kl. 119 (1910), 737.

felvételét csakugyan chemiai reactio közvetíti, akkor elegyekben — melyeknek mindegyik tagja a plasmahártya ugyanazon gyökétől megkötötve jut a sejtbe — az egyik ion jelenlétének más, ugyanazon töltésű ion felvételét késleltetni kell. Végeredményében azonos folyamat áll elő, ha az elegyben levő mindkét só a plasmahártya adsorbeálja, mert mint MASIUS¹ vizsgálataiból ismeretes, valamely vegyület adsorptiójának nagysága más, szintén adsorbeálódó vegyület jelenlétében csökken.

J. LOEB² kísérletei óta tudjuk, hogy bizonyos kationok mérgező hatása más kationok jelenlétével ellensúlyozható. Mint-hogy ez esetben a kationok egymásra való hatásáról szó sem lehet, ezért a jelenség okát szintén a «mérgező» ion felvételének csökkenésében kell keresnünk.

Wo. OSTWALD³-nak bolharákokon (Gammarus) végzett vizsgálatai mutatják, hogy az ásványi sók mérgező hatása és concentratioja között az összefüggést az adsorptio kitevős egyenlete fejezi ki, vagyis az ásványi sók mérgező hatása valószínűleg adsorptiójukon alapszik. Az OSTWALD-féle kísérletek nem bizonyítják az ásványi sóknak adsorptio útján való felvételét, mert elképzelhető, hogy a felvett só csak a sejt belsejében adsorbeálja azon anyag, melyre az említett egyenlet értelmében való hatását kifejti. Ez utóbbi feltevés már csak azért is igen vonzó-nak tetszik, mert BREDIG és IKEDA⁴ megállapította, hogy a mérgek hatását bizonyos katalysatorokra is az adsorptio kitevős egyenlete fejezi ki.

¹ MASIUS, Über die Adsorption in Gemischen. Dissertation, Leipzig, 1908. L. t. Freundlich, Kapillarchemie, Leipzig, 1909.

² V. ö. J. LOEB, Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen, 112. Leipzig, 1906, és ugyanezen szerzőnek ott idézett eredeti munkáival, l. t. OSTERHOUT-nak, O. LOEW-nek és japán tanítványainak munkáit. E kérdés irodalmának jó összeállítása található: L. R. v. PORTHEIM u. M. SAMEC, Flora, 99 (1909) 260.

³ Wo. OSTWALD, Pflüger's Archiv. 106 (1905), 568; Wo. OSTWALD, u. o. 120 (1907), 19; Wo. OSTWALD és A. DERNOSCHKE, Koll. Zeitschr. 6 (1910) 297; lásd továbbá H. MORAWITZ, Kolloidchem. Beihefte 1 (1910) H. 8—9; H. MORAWITZ, Koll. Zeitschr. 6 (1910) 259.

⁴ BREDIG és IKEDA, Zeitschr. f. phys. Chem. 37 (1901) 1; és FREUNDLICH, Kapillarchemie 386.

Hogy az ásványi sók csakugyan adsorptio révén jutnak a sejtbe, azt a következő kísérletem teszi valószínűvé.¹ A legtöbb bázisos anilinfesték a sejtet életében festi. Bizonyos kationok jelenléte a festékfelvételt késlelteti. A kation koncentrációja és a festékfelvétel lassúdása között az összefüggést bizonyos határokon belül az adsorptio kitevős egyenlete adja. Minthogy a festék felvételének gyorsaságát — annak állandó koncentrációja mellett — elsősorban a plasmahártya határozza meg, ebből következik, hogy a kationok hatása valószínűleg a plasmahártyától való adsorptiójukon alapszik.

A jelen dolgozat célja, hogy megvizsgálja az ásványi sók adsorptio útján való felvételének szükségszerű következményeit, és pedig:

1. az összefüggést valamely ásványi só koncentrációja és mérgező hatása között;²

2. bizonyos ionok mérgező hatásának csökkenését más, szintén adsorbeálódó, de kevésbé mérges ionok jelenlétében.

Mindkét kérdést ugyanazon módszer segítségével oldottam meg és azért a kísérletek methodikáját együttesen tárgyalom.

*

Növekedésükben és szaporodásukban megakadályozott gyökérsajtkek nem reagálnak láthatólag a föld nehézségerejére. Általában a gyökerek geotropikus reakciójának elmaradása egyzersmind a gyökérsajtkek növekedésének és szaporodásának megszűnését jelzi. Kisebb-nagyobb koncentrációban minden vegyület meg tudja akadályozni a gyökér növekedését. Ahányszor gyorsabban veszi fel a gyökér egy és ugyanazt a vegyületet, annyszor rövidebb idő alatt pusztítja el az illető anyag a gyökéret.

¹ J. Szűcs, l. c. 763, l. t. ; J. Szűcs, Koll. Zeitschr. 7 (1911) (Referatum).

² Wo. OSTWALD-nak állati sejteken végzett kísérletei után valószínű volt, hogy az ásványi sók mérgező hatása és koncentrációja között a növényeknél is ugyanez az összefüggés áll fenn. En a kérdést csak azért vizsgáltam meg, mert Wo. OSTWALD magyarázata e kísérletek értelmezésére nem egészen kielégítő és a dolgozat folyamán alkalmam lesz erre többször is rámutatni.

Kísérleteimben a geotropikus reactio kimaradását használtam fel a mérgezés megállapítására. Kísérleti tárgyul Cucurbita Pepo csiragyökere szolgált. E célból a magvak kb. 24 óráig vezeték-vízben áztak, azután testájukat eltávolítottam. Az így előkészített magvak két napig kb. 27° C hőmérséklet mellett csiráztak olyan helyzetben, hogy a kikelő gyökérek a cotyledonok hossz-tengelyének irányába estek. A csiranövények közül az 1--2 cm hosszú, egyenes gyökérekkel bírókat használtam fel kísérleteimhez.

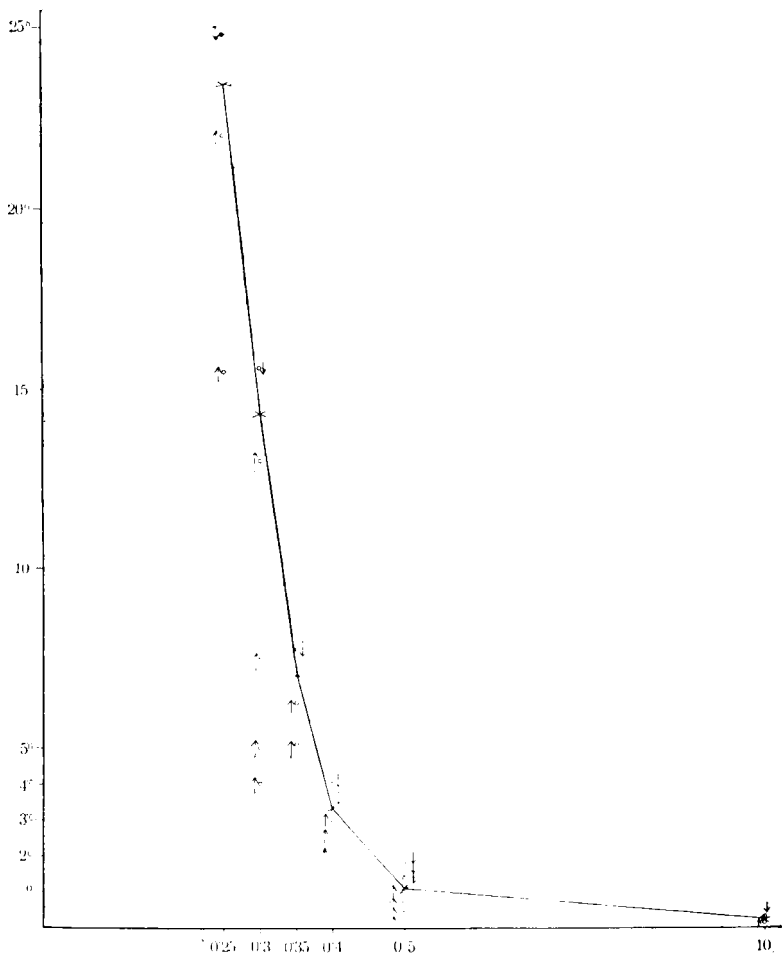
Közvetlenül a kísérlet előtt az endo- és perispermium maradványát eltávolítottam, a növényeket destillált vízzel lemostam és hajlított gombostűre tűzve függélyes irányban a kérdéses oldatba helyeztem, egyrészt vigyázva arra, hogy az oldat minden oldalról érje a gyökérkét, a hypocotylt és a cotyledonok alsó harmadát, másrészt pedig a gombostű és az oldat ne érintkezék egymással. Bizonyos idő múlva a csiranövényeket az oldatból kivéven, gyorsan többször egymásután destillált vízzel leöblítettem és a rajtuk levő felesleges vizet ecsettel felitattam. Miután a cotyledonokat nedves kötőgyapotba csavartam, az egész növénykét vízszintes helyzetben újból gombostűre tűztem, páratelt harang alá állítottam és 24 óra eltelte után a gyökereken és hypocotylokön a geotropikus reactio bekövetkezését vagy kimaradását megvizsgáltam.

I. A só concentratiója és mérgező hatása közötti összefüggés.

A következő táblázat első oszlopában jelezve van a só és annak concentratiója, a másodikban a behatás ideje, a harmadikban az oldat hőmérséklete (két mérés középértékéből meghatározva) és végül a negyedikben az eredmény, a mely feltünteteti 24 órai horizontális irányban való fekvés után a geotropikus reactio bekövetkezését vagy kimaradását, ha a csiranövény előzőleg adott ideig az illető só megfelelő concentratiójú oldatában volt.

I. Tábla. (1. ábra.)

Kísérleték száma	I.	II.	III.	IV.			Hány %-a egyöke- reknek nem mu- tatott reakciót
	Az $AlCl_3$ conc. (norm. kife- jezve) (C)	A behatás ideje (óra, perc) (t)	Hőmérsék (C°-ban)	A növények száma, melyek			
				erősen	gyöngén	egyálta- lán nem	
				reagáltak a nehézségerőre			
1	1 n	0°5'	23°	4	2	4	40%
2	1	0°15'	23·5°	—	2	8	80%
3	0·5	0°15'	21°	11	1	1	7·69%
4	0·5	0°30'	21°	6	4	3	23%
5	0·5	0°48'	21°C	5	—	5	50%
6	0·5	0°49'	23·5	6	5	7	38·8%
7	0·5	0°59'	24°	4	4	4	33·33%
8	0·5	1°1'	25°	1	8	5	35·71%
9	0·5	1°12'	23°	—	3	12	80%
10	0·5	1°23'	25°	3	2	15	75%
11	0·5	1°54'	23°	—	1	13	92·85%
12	0·5	1°32'	23·5°	—	—	13	100%
13	0·4	2°6'	24°	3	6	10	52·63%
14	0·4	2°38'	25·5°	4	7	1	8·33%?
15	0·4	3°1'	24·5°	4	3	11	61·11%
16	0·4	3°43'	26·7°	—	2	8	80%
17	0·4	4°1'	25°	1	1	12	85·71%
18	0·35	5°5'	26·7°	5	2	6	46·15%
19	0·35	6°17'	26°	7	1	7	46·66%
20	0·35	7°38'	24·5°	—	—	12	100%
21	0·3	4°0'	26·0°	13	—	2	13·33%
22	0·3	5°0'	26·0°	5	3	7	46·66%
23	0·3	7°25'	26·0°	6	4	4	28·57%
24	0·3	12°58'	25°	3	3	7	53·84%
25	0·3	15°33'	25°	—	3	12	80·0%
26	0·25	15°25'	24·5	2	3	6	54·54%
27	0·25	22°0'	24°0	1	3	9	69·23%
28	0·25	24°48'	26°	1	3	10	71·42%



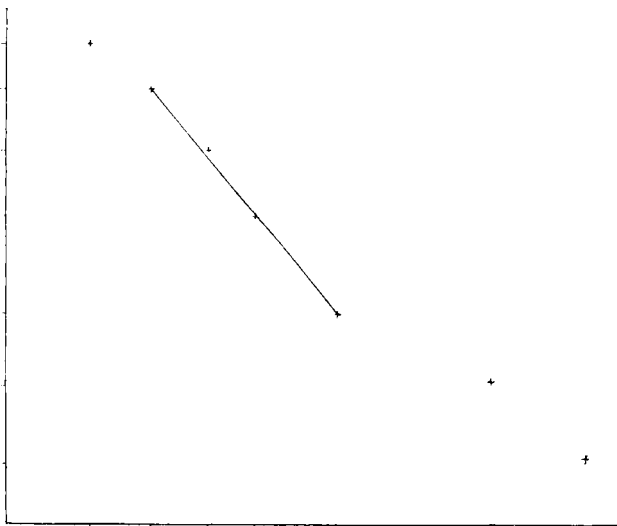
1. ábra. (I. tábla.) — Az $AlCl_3$ mérgezési görbéje. (Abscissa= $AlCl_3$ conc., ordinata=idő.) — A görbe azon pontokon halad át, ahol a növényeknek 75%-a a nehézségerőre nem reagált. — A felfelé, illetőleg lefelé irányított nyíl az időt jelzi, a melynél 25%-nál több, illetőleg kevesebb növény mutatott geotropikus reakciót. (A nyilak értelme a többi ábrán is ugyanaz.)

A táblázatból, valamint annak grafikonjából (1. ábra) látható, hogy koncentrált oldatok aránylag is rövidebb idő alatt akadályozzák meg a geotropikus reakciót, mint hígítottak. A só koncentrációja és az idő között az összefüggést bizonyos hatá-

rokon belül egy kitevős egyenlet fejezi ki; ugyanaz az egyenlet, a melyet Wo. OSTWALD¹ bolharákokon végzett mérgezési kísérleteiben megállapított.

$$\frac{1}{t} = kc^m,$$

hol t azt az időt jelenti, mely alatt az illető só c koncentració mellett a gyökér geotropikus reakcióját éppen megakadályozta, k



2. ábra. (I. tábla.) — Az $AlCl_3$ -nak logaritmált mérgezési görbéje.
(V. ö. az 1. ábrával.)

és m állandók. Ha az Al ionok koncentrációja és mérgező hatása $\left(\frac{1}{t}\right)$ között az összefüggést csakugyan egy kitevős egyenlet adja, akkor $\log c$ -t és $\log t$ -t a koordinata rendszer tengelyeire felvive, azoknak egy egyenes vonalra kell esniök (2. ábra). A logaritmált görbe mutatja, hogy az említett összefüggés csak bizonyos határok között (0·3—0·5 n.) áll fenn, és pedig erősen hígított oldatok a számított idő előtt akadályozzák meg a geotropikus reakciót. Ennek az oka abban keresendő, hogy másodlagos folya-

¹ Wo. OSTWALD, l. c. 3.

matok, mint abnormalis lélegzés, bizonyos anyagok exosmosisa a gyökérből és az oldat hypotonusos volta stb. hosszabb kísérleti idő alatt már erősen éreztetik befolyásukat. Wo. OSTWALD egy javított képletet ajánlott, mely az oldat hypotonusos voltát számításba veszi. Az új képlet Wo. OSTWALD-nál a lehető legjobb eredményeket szolgáltatta, az én kísérleteimben azonban nem válhatott be, mert nálam hig oldatokban a számított idő előtti halált több ellenőrizhetetlen tényező is befolyásolta. Igen tömény oldatoknál a gyökerek és hypocotylak a számított érték-nél később pusztultak el, a mi könnyen érthető is, mert a mérgező sónak rövid ideig tartó behatásakor a sejthez való diffusio ideje jelentékeny szerepet játszik.

Bizonyos határok között a só concentratiója és mérgező hatása ugyanazt az összefüggést mutatja, mint a mely valamely só concentratiója és adsorbeált mennyisége között fennáll. A két egyenlet azonosságából Wo. OSTWALD azt következtette, hogy az ásványi sók mérgező hatásának egyenes arányban kell állniok az adsorbeált só mennyiségével, vagy más szóval: az élettartam reciprokusa egyenes arányban áll a sejt adsorbeálta só mennyiségével [Wo. OSTWALD].

A Wo. OSTWALD-tól talált egyenlet helyességét saját kísérleteim is bizonyítják, de hogy a tőle vallott felfogás nem adja kielégítő magyarázatát a jelenségnek, az már az első táblázatból szükségszerűen következik. Wo. OSTWALD nézete szerint a sejtbe jutott sónak bármily kis mennyisége is a sejtet hosszabb idő alatt el tudja pusztítani. Ezzel ellentétben kísérleteim azt bizonyítják, hogy bizonyos meghatározott, közelítőleg állandó mennyiségű só felvétele szükséges a gyökér és hypocotyl sejtek növekedésének megakadályozására, mert ha e mennyiség felvételére szükséges idő eltelte előtt a gyökereket az oldatból kivesszük, a geotropikus reactio sem maradt el.

Kísérleteim bizonyító erejét kétségbe vonhatnák, mert utóvégre lehetséges, hogy a felvett só csekély mennyiségének megfelelőleg a sejt halála csak hosszabb idő multán, a geotropikus reactio megtörténte után állott elő. Ez ellenvetést úgy kerültem el, hogy 24 órán túl tovább figyeltem a hypocotyl magatartását. A csiránövényeket e célból újra fenyőfűrészpörba ültettem, de

egy-két eset kivételével a hypocotyl mindig életben maradt és gazdagon fejlesztett járulékos gyökereket a tulajdonképeni kísérlet folyama alatt elpusztult főgyökér helyébe. Végre azon ellenvetés elől, hogy az illető mérgező só adsorptiója a fűrészporban jelenlevő víz, az abban oldott sók hatása alatt reversibilissé válhatott és így a mérgező hatás is megszűnt, úgy tértem ki, hogy a geotropikuson görbült növénykéket fűrészpor helyett páratelt harang alá állítottam, hol azonban szintén dúsan fejlesztettek járulékos gyökereket. *E kísérletet értelmezve kimondhatjuk, hogy a sejtet a felvett sónak bizonyos küszöbalatti mennyisége nem ölheti meg.*

Ha Wo. OSTWALD felfogása nem egészen kielégítő, akkor felvetődik a kérdés, hogy mi módon értelmezhető az adsorptio és méreghatás egyenletének azonossága. Analogiákból következtetve bizonyos — mint azt már előbb is említettük —, hogy *t*-idő alatt a sejt az illető sónak a geotropikus reactiót éppen megakadályozó, közelítőleg mindig ugyanazt a mennyiségét vette fel.

Az ingerphysiologiából ismeretes, hogy egy és ugyanazon energianemnél — különben azonos külső körülmények között — az energiának mindig ugyanazon minimális mennyisége kívánatik azonos reactio előidézéséhez.¹ Bizonyos, hogy e tétel esetünkben is áll, annál inkább, mert a galvanotropismus, mely nem más, mint az áram előidézte, a sejtekben lefolyó ionvándorlásra,² chemiai változásra való reactiója a szervezetnek, szín-

¹ P. FRÖSCHEL, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Kl. 117 (1908), 119 (1909).

² Ujabban sikerült kimutatnom, hogy az áram hatására a gyökerek positiv oldalának permeabilitása bázisos anilinfestékekre nézve növekedik, a negativé ellenben csökken. A sejtekben lefolyó ionvándorláskor a kationok a negativ sarok felé törekednek, de útjukat állja a plasmahártya, mely részben megköti őket. Miután a plasmahártya a kathiont megköttötte, permeabilitásának esökkenni kell, mert mint azt már más helyütt kimutattam, a kationok a bázisos anilinfestékek felvételét megakadályozzák. E kísérletek egyrészt kétségtelenül bizonyítják az általam először kimondott tétel helyességét, melynek értelmében a festékfelvétel gyorsaságát a plasmahártya elektromos töltése határozza meg, másrészt pedig igazolni látszanak azon felfogást, hogy a galvanotropikus reactiónak közvetett oka az ionvándorlás.

tén a fentebbi törvénynek hódol, mint azt GASSNER¹ kísérleteiből sikerült kiszámítanom.

II. Táblázat. (3. ábra.)

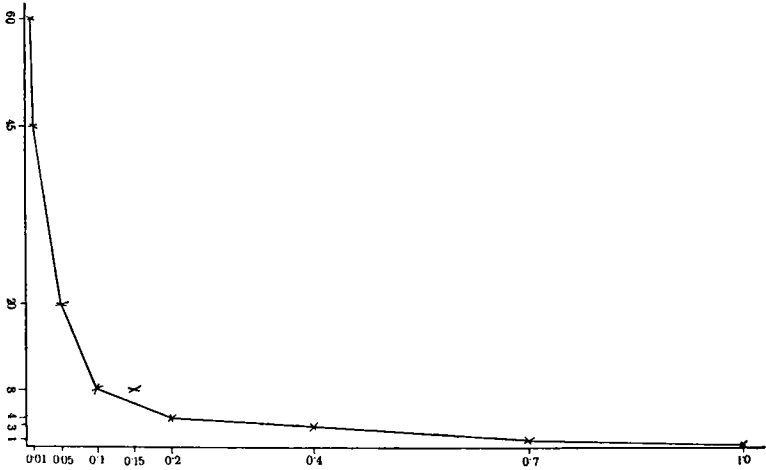
	Az áram sűrűsége MA pro cm ² D.	Behatási idő t.	D. t. = k.
1	0·002	3°45' (225')	0·450
2	0·005	50'	0·250
3	0·01	60'	0·6
4	0·02	45'	0·9
5	0·05	20'	1·0
6	0·1	8'	0·8
7	0·15	8'	1·2
8	0·2	4'	0·8
9	0·4	3'	1·2
10	0·7	1'	0·7
11	1	30''	0·3

- A táblázatból és grafikonjából (3. ábra) látható, hogy — bizonyos határokon belül (0·02—0·7 MA pro cm² sűrűség között) — az ugyanazon reactio előidézésére szükséges behatási idő fordított arányban áll az áram sűrűségével. Felfogásunk értelmében ez nem jelenthet mást, mint a FARADAY-féle első törvény következményét, melynek értelmében az egyenlő időközökben kivált ionok mennyisége egyenes arányban áll az áram erősségével, vagy esetünkre alkalmazva: az ionok ugyanazon mennyiségének leválasztására szükséges idő fordított arányban áll a ható áram erősségével. Ha a galvanotropismusnál ugyanazt a reactiót az ionoknak mindig ugyanaz a mennyisége idézi elő, akkor bizonyos, hogy a geotropikus reactio megakadályozására egy és ugyanazon ionnak — bizonyos határokon belül — szintén állandó mennyisége szükséges.

A fentebbiek szerint $\frac{1}{t}$ idő nem lehet arányos az adsorbeált

¹ G. GASSNER, Bot. Zeit. 64. (1906) 149.

ion mennyiségével. Egyenletünkben t nem jelenthet mást, mint a mérgezéshez szükséges minimális (S) mennyiség felvételének idejét. S aránya a t -hez az adsorptio sebességét nem jelentheti, mert az nagyon gyorsan fut le és FREUNDLICH¹ szerint nem lehetetlen, hogy az, a mit általában az adsorptio sebessége gyanánt mérnek, nem más, mint részben az adsorbeálandó anyag diffúziójának sebessége. Esetünkben is az adsorptio folyamatával kombinált diffúzio sebességét mérjük, mert hogy bizonyos sóknak



3. ábra. (II. tábla.) — Összefüggés a gyökerek galvanotropikus görbülése és az áram sűrűsége között. (Abscissa = az áram sűrűsége MA pro cm², ordinata = behatási idő.)

a sejtbe jutása egyáltalán nem pillanatszerűleg történik, azt korábbi, microchemiai módszer segítségével végzett kísérleteim² is igazolják, melyek szerint a $FeSO_4$ meghatározott mennyiségének a cersavat tartalmazó Spirogyra-sejtekbe való felvétele mindig hosszabb időt igényel. A felvétel gyorsasága a sejtet körülvevő közeg $FeSO_4$ koncentrációjának növekedésével szintén nagyobbodik. Már maga az, hogy az adsorbeált anyag nem

¹ FREUNDLICH, l. c. 83.

² J. Szűcs, l. c.

pillanatszerűleg jut a sejtbe, az OSTWALD-féle felfogás ellen szól. OSTWALD ugyanis a mérgezési időt attól az időponttól kezdve számította, a mikor a Gammarusokat a megfelelő oldatokba tette, holott az egyensúly a külső medium és az adsorbeált ionok között aránylag csak hosszú idő eltelte után állott be, sőt bizonyos, hogy ez állapot bekövetkezésekor már az összes sejtek elpusztultak. A kísérlet folyamata alatt tehát a sejtbe jutott só mennyisége folyton növekedett, holott OSTWALD kísérleteiben ezt állandónak vette.

Az adsorptio és méreghatás egyenletének azonossága felfogásunk szerint következőképpen értelmezhető:

A folytonos plasmahártya az illető sót adsorbeálja. A folyamat megfordítható lévén (nem minden esetben), az adsorbeált só koncentrációjának megfelelő sebességgel a plasmahártyáról a sejtbe diffundál.¹ A diffusio sebessége arányos lesz a plasmafelület által adsorbeált só mennyiségével és innen ered a két egyenlet azonossága. A koncentrációesés állandósága a kísérlet folyamata alatt egyrészt biztosítva van azáltal, hogy a sejtbe diffundált só helyére újabb ionokat adsorbeál a plasmafelület, másrészt pedig a sejtbe jutott ionok kis mennyiségét — mely mérges ionoknál már elegendő a halál előidézésére — az ott levő anyagok megkötik (az osmosis-nyomás szempontjából hatástalan alakban).

Ezek szerint az ásványi sók hatása három folyamatból tevődik össze:

1. A plasmahártya adsorbeálja az illető sót.
2. Az adsorbeált só a plasmahártyáról a sejtbe diffundál.
3. A diffundált sót a sejt belsejében megkötik azon anyagok, a melyekre tulajdonképpeni mérgező hatását kifejti.

¹ Ugyanezt a felfogást vallja MORAWITZ (l. c. 3) is, kinek dolgozatából az idevonatkozó részt az alábbiakban közlöm: «Worin besteht aber die tötende Wirkung? Der nur an der Oberfläche der Keime angehäuften Giftstoff kann natürlich eine solche spezifische Wirkung nicht ausüben. Er muss in das innere der Zelle hineindiffundieren, und die Geschwindigkeit dieser Diffusion ist seiner Konzentration an der Oberfläche der Zellen proportional».

II. Az antagonista ionhatások és az adsorptio.

Bizonyos kationok mérgező hatása más kationok jelenlétével ellensúlyozható [LOEB]. Wo. OSTWALD és MORAWITZ felfogása értelmében a mérgező ion adsorptiójának nagysága csökken, ha más, szintén adsorbeálódó ion van jelen a sejtet körülvevő közegben. OSTWALD és MORAWITZ nézetüket MASIUS kísérleteire alapítják, melyek szerint elegyekben az alkotórészek adsorptiója kisebb, mint azon esetben, ha azok külön-külön vannak az oldatban.

Az OSTWALD—MORAWITZ-féle felfogás helyességét mindmáig kísérletileg nem bizonyították be; a jelen fejezet célja annak részben való igazolása.

A kérdés megoldása nehézségekbe ütközik, mert physiologiai reakciókban általában csak az oldatot alkotó componensek összegének hatását észlelhetjük és az összreakcióból csak ritka esetben vonhatunk quantitativ következtetéseket az egyes alkotórészek hatására. Az elemek «partialis functiói» a sejtben előttünk közelebről nem ismeretesek, az élősejtben lefolyó jellemző mikrochemiai reakcióknak is hiányában vagyunk. Ilyen körülmények között legközelebb fekvő gondolat a feladatnak következőkép való megoldása:

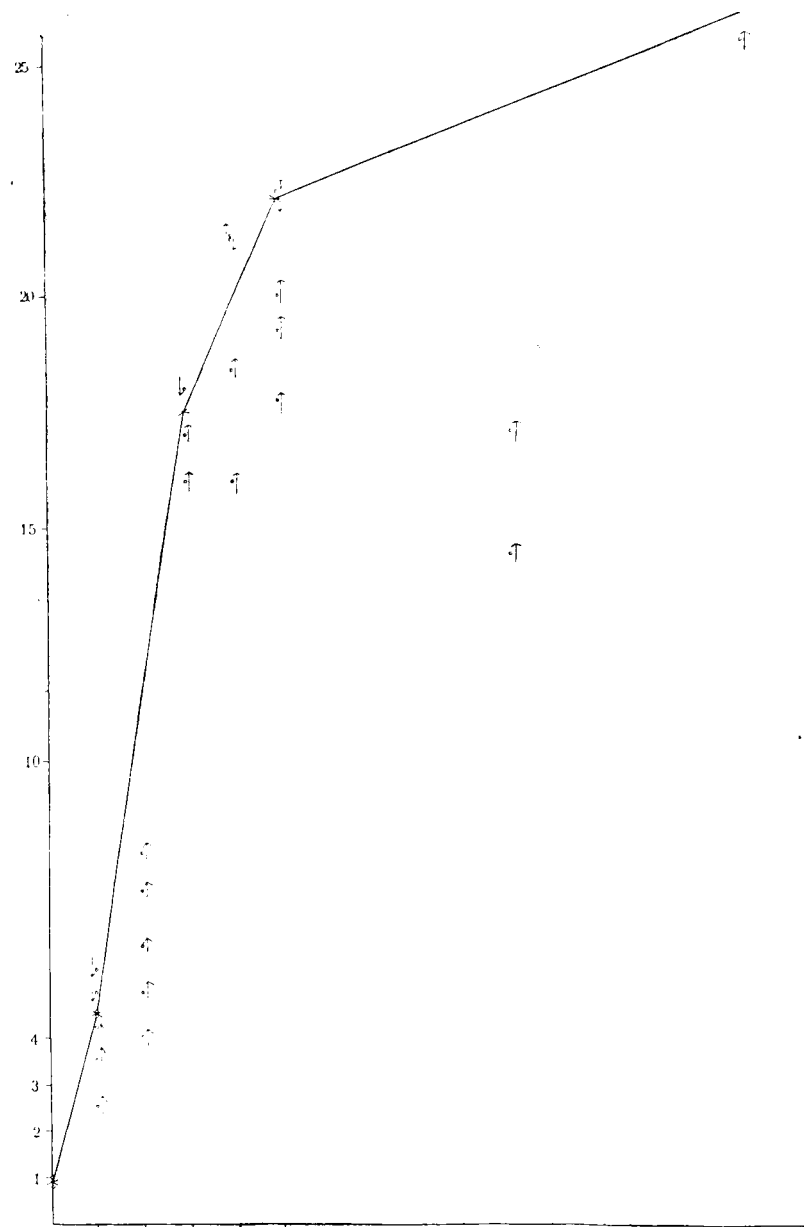
Különböző ionok mérgező hatása és adsorptiója között nincs szoros összefüggés. Erősen mérgező ionok hatása csökken más, kevésbé mérges, de erősen adsorbeálódó ionok jelenlétében. Vizsgáljuk meg az összefüggést, mely a nem mérgező ion adsorptiója s a mérges ion hatásának csökkenése között fennáll. E célból két olyan kationnak antagonista hatását választottam, melyek közül az egyiknek adsorptiója igen nagy, de mérgező hatása adott concentratio mellett csaknem 0, a másiknak ellenben a mérgező hatása nagy. Így várható, hogy az összefüggés, mely a mérges ion hatásának csökkenése és a nem mérgező ion adsorptiója között fennáll, tisztán látható lesz.

A kívánt követelményeknek mindenben megfelel a *Cu* és *Al* antagonista hatása. Ha az igen mérges *Cu* adsorptiója — bizonyos határ alatt — csak kis mértékben csökken, akkor ennek a reakcióban nagy különbség felel meg. A *Cu* adsorptiójának csökkenését ellenben már oly kis concentratiójú *Al* oldattal is

elérhetjük, melynek mérgező hatása esetünkben nem lehet befolyással a reactio folyamatra.

III. Táblázat. (L. 4. ábra.)

Kísérletek száma	I.	II.	II.	III.	IV.		
	A $CuSO_4$ conc. n-ben	Az $AlCl_3$ conc. n-ben	A behatás ideje (óra, perc)	Hőmérsék	A gyökerek száma, melyek		
					erősen	gyöngén	egyáltalán nem
					reagáltak a nehézségezőre		
1	0·005625 n	—	0°45'	23°C	3	4	8
2	0·005625	—	1°2'	23	—	1	13
3	0·005625	0·005 n	2°34'	23	1	6	8
4	0·005625	0·005	3°33	23	—	5	9
5	0·005625	0·005	4°15	24	—	6	8
6	0·005625	0·005	4°30	25	—	5	10
7	0·005625	0·005	4°36'	23·5	—	2	12
8	0·005625	0·005	5°1'	24	1	4	10
9	0·005625	0·005	5°30'	24	1	4	10
10	0·005625	0·01	4°5'	23·5	4	5	6
11	0·005625	0·01	4°59'	23	—	12	4
12	0·005625	0·01	6°8'	24	—	9	4
13	0·005625	0·01	7°14'	25	—	9	6
14	0·005625	0·01	8°1'	24	2	6	6
15	0·005625	0·015	16°8'	24°	—	6	9
16	0·005625	0·015	17°7'	25°	3	2	10
17	0·005625	0·015	18°0'	23·5	—	3	10
18	0·005625	0·02	16°9'	24	3	6	5
19	0·005625	0·02	18°30'	24	—	6	8
20	0·005625	0·02	21°15'	25	1	7	7
21	0·005625	0·02	21°13'	23·5	—	5	10
22	0·005625	0·025	17°42'	24°	4	6	5
23	0·005625	0·025	19°19'	24°	—	6	9
24	0·005625	0·025	20°0'	24°	2	3	9
25	0·005625	0·025	22°15'	25	3	6	6
26	0·005625	0·025	22°3'	23·5	—	4	11
27	0·005625	0·05	14°25'	24°	6	7	2
28	0·005625	0·05	17°9'	24·5	3	4	8
29	0·005625	0·075	18°32'	23°	4	8	3
30	0·005625	0·075	25°32	25°	3	3	8
31	0·005625	0·075	26°30'	24	—	2	13
32	0·005625	0·1	17°22'	22°	1	—	14
33	0·005625	0·1	22°8'	23°	3	6	6
34	0·005625	0·15	19°15'	24·5	—	3	12



4. ábra. (III. táblázat.) — Állandó $CuSO_4$ conc. (0.005625 n) + változó $AlCl_3$ conc. mérgezési görbéje. (Abscissa = $AlCl_3$ conc. ordinata = idő). — A görbe azon pontokon halad át, a hol a növények 70%-a a nehézségeire nem reagált.

Növekedő *Al* koncentrációval a méregtelenítő hatás is aránylag nagyobb mértékben növekedik — bizonyos idő- és koncentratio-határig (24 óráig és kb. 0·02 n.) — mint kis koncentratio-nál, holott az adsorptio egyenletének éppen a fordítottja felelne meg. E látszólagos ellentmondás az antagonistá ionhatásoknak adsorptión alapuló magyarázata és kísérleteim között több okból ered.

1. Elegyekben az *Al* adsorptiójának nagysága nemcsak az *Al* koncentrációjától, hanem annak a *Cu*-hez való viszonyától is függ. Az *Al* javára megváltozott aránnyal az *Al* adsorptiója nagyobb mértékben növekedik, mint a hogyan az egyszerű kitévős egyenlet megkívánja.

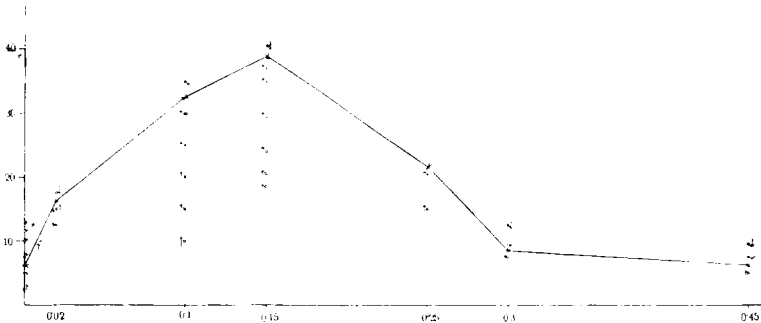
2. Felfogásunk értelmében nagyobb koncentrációjú *Al* jelenlétében a *Cu* felvétele már oly lassan történhetik, hogy apránként a sejtbe jutott ugyanazon mennyiségű *Cu* hatása nem azonos a gyorsan felvettével. Analog módon, mint az például a kolloidchemiában is ismeretes, hogy valamely *sol* lecsapásához az elektrolytnak nem mindig ugyanaz a mennyisége szükséges. Esetünkben ez utóbbi befolyás (2) valószínűleg csak igen alárendelt szerepet játszik.

Ez utóbbi kísérleteimben (3. táblázat) a geotropikus reactio nem volt elég éles indikátor ahhoz, hogy a vele nyert eredményeket egy esetleges általános képlet megállapítására felhasználhattam volna és ezért ez irányban több mérést nem végeztem. Rövidebb kísérleti időnél élesebb ugyan a reactio, de itt viszont más számításba nem vehető körülmény hat zavarólag. Rövid reactio-időnél a sejteket csak nagy töménységű *Cu* oldat pusztíthatja el. Nagy mennyiségű *Cu* ellensúlyozásához az *Al*-nak szintén nagy koncentrációja szükséges, ekkor azonban mérgező hatása sem *0* már. A következő (4.) táblázatban az az összefüggés látható, a mely nagy koncentrációjú *Cu* és *Al* ellentétes hatása között fennáll.

IV. Táblázat. (5. ábra.)

Kísérletek száma	A $CuSO_4$ conc. n-ben	Az $AlCl_3$ conc. n-ben	A behatás ideje (óra, perc)	Hőmérsék	A gyökerek száma, melyek		
					erősen	gyöngén	egyáltalán nem
					reagáltak a nehézségerőre		
1	0·025 n	—	0°14'	23·5	16	—	—
2	0·025	—	0°29'	23·5	3	10	1
3	0·025	—	0°30'	24·5	—	4	8
4	0·025	—	0°43'	23·5	—	5	13
5	0·025	—	0°53'	23	1	4	8
6	0·025	—	0°58'	25	—	3	12
7	0·025	—	1°9'	22°	—	—	13
8	0·025	—	1°18'	23	—	1	15
9	0·025	0·005 n	0°45'	24°	—	2	13
10	0·025	0·005	1°17'	23·5	—	1	15
11	0·025	0·01	0°57'	23	3	4	6
12	0·025	0·02	1°18'	24	3	2	10
13	0·025	0·02	1°31	25	2	5	9
14	0·025	0·02	1°33	23	1	4 ⁽⁵⁾	9
15	0·025	0·02	1°47	23·5	—	3	13
16	0·025	0·1	1°3	23°	10	1	—
17	0·025	0·1	1°30'	23·5	4	2	9
18	0·025	0·1	1°56	24	3	4	8
19	0·025	0·1	2°30'	23·5	4	3	6
20	0·025	0·1	3°0'	24	1	7	6
21	0·025	0·1	3°1	23	2	1	8
22	0·025	0·1	3°30'	23	—	1	14
23	0·025	0·15	1°51	23·5	6	3	6
24	0·025	0·15	2°3'	25	4	6	4
25	0·025	0·15	2°25'	23·5	—	7	9
26	0·025	0·15	2°59'	23·5	3	6	6
27	0·025	0·15	3°27'	23·5	3	4	7
28	0·025	0·15	3°40'	25·5	3	3	10
29	0·025	0·15	4°4'	23	—	3	12
30	0·025	0·25	1°30'	24°	3	4	7
31	0·025	0·25	2°7	24°	2	2	8
32	0·025	0·3	0°29'	23·5	3	10	1
33	0·025	0·3	0°46'	23°	7	2	1
34	0·025	0·3	0°57'	24°	1	1	11
35	0·025	0·3	1°12'	24°	—	3	11
36	0·025	0·3	1°53	23·5	—	1	14
37	0·025	0·3	2°40'	23	—	1	13
38	0·025	0·3	4°57	25·5	—	—	15
39	0·025	0·45	0°42	23·5	1	3	10

Míg az adsorptio egyenletét logaritmikus lefutású vonal ábrázolja, addig eredményeink maximalis ponttal bíró görbét adnak. E jelenség a következőkben leli magyarázatát. Az *Al* hatása két tényezőből, a *Cu* mérgezését ellensúlyozóból és a saját mérgező hatásából adódik össze. Kis *Al* koncentrációnál a mérgezését ellensúlyozó hatás, az adsorptio egyenletének megfelelőleg, aránylag a legnagyobb, ellenben az *Al* saját mérgező hatásának értéke csaknem 0. Nagy *Al* koncentrációnál éppen fordított a viszony és ez az oka annak, hogy görbénk maximalis pontot mutat. Bizonyos koncentráción túl a *Cu* és *Al* hatása



5. ábra. (IV. táblázat.) — Állandó $CuSO_4$ conc. (0.025 n) + változó $AlCl_3$ conc. mérgezési görbéje. (Abscissa = $AlCl_3$ conc. ordinata = idő). — A görbe azon pontokon halad át, a hol a növények 70%-a a nehézségerőre nem reagált.

részben összegeződik, azon innen, kicsiny kísérleti idő alatt az *Al* mérgező hatása reakciónkra nincs befolyással. A *Cu* és *Al* mérgező hatása csak azért összegeződhetik *részben* és bizonyos concentratio-határon túl, mert feltehetjük, hogy az *Al* hatásában a folyamat egy része a *Cu*-ével azonos, másik specifikus része ellenben nem. Így pl. a plasma koagulálását a *Cu* is, az *Al* is előidézheti, ellenben bizonyos, hogy a *Cu* oly reakciókat meg tud akadályozni, melyeket az *Al* érintetlenül hagy. Sőt, tekintetbe véve a *Cu*-nek erősen mérgező hatását, annak okvetlenül oly egyéni funkciót kell tulajdonítanunk, mely az *Al*-nak ily kis koncentrációjánál bizonyára hiányzik. Ezek szerint a sejthe jutott kis mennyiségű *Al* hatása nem összegeződhetik a

Cu-éval, mert a hatás küszöbalatti és más irányú. Nagyobb mennyiségű *Al* egyrészt saját, specialis hatását kifejtheti, másrészt pedig a *Cu*-éival részben azonos változásokat idézhet elő és ezért a két ion hatása már összegeződik, habár itt sem matematikai pontossággal, de mégis nagyobb eredménnyel, mint kis töménységű oldatoknál.

Ha a mérgező és a mérgezést ellensúlyozó ion viszonya az elegyben állandó, akkor az adsorptio egyenletének különböző higítású oldatoknál szigorúan állni kell, úgy a mint ezt MASIUS a kolloidchemiában és Wo. OSRWALD (a tengervíz hatásáról Gammarusokra) a physiologiában meg is állapította. Ezekből következik, hogy az optimalis viszony $\left(\frac{0.025 \text{ n Cu}}{0.15 \text{ n Al}}\right)$, a melynél a gyökerek élettartama a legnagyobb, tág concentratio-határokon belül szintén állandó marad.

A III. táblázat kísérleteiben a reactio nem volt elég éles, a IV. táblázatban pedig az *Al* mérgező hatása az eredményt számításba nem vehető módon befolyásolta. A következő kísérletekben e zavaró tényezőket azáltal kerültem el, hogy a reactiót állandó *Al* és változó *Cu* concentratióknál vizsgáltam meg. Ez esetben az *Al* mérgező hatása (ha egyáltalán mérgezőleg hatott) mindig ugyanaz volt s a reactio élesebb, mert a behatási idő rövidebb lett.

V. Táblázat. (6. ábra. I. görbe.)

Kísérletek száma	CuSo ₄ conc. n-ben	A behatás ideje (óra, perc)	Hőmérséklet	A növények száma, melyek		
				erősen	gyöngén	egyáltalán nem
				reagáltak a nehézségerőre		
1	0·001875 n	2°0'	24°	—	3	4
2	0·001875	2°54'	24·5	1	3	9
3	0·001875	3°2'	25°	1	4	9
4	0·001875	3°15'	24	—	4	10
5	0·001875	4°52'	23·5	—	2	9
6	0·00375	1°7'	24°	—	5	9
7	0·00375	1°30'	24·5	—	4	11
8	0·00375	2°34'	24·5	—	2	13
9	0·00375	5°7'	23·5	—	1	10
10	0·00750	1°7'	24·5	—	4	11
11	0·00750	1°45'	24·5'	—	—	14
12	0·01125	0°30'	24	5	5	1
13	0·01125	0°45'	24·5	3	5	4
14	0·01125	1°0'	24·5	—	2	12
15	0·01125	1°2'	25°	—	2	7
16	0·02815	0°17'	24·5	7	3	1
17	0·02815	0°40'	24·5	—	5	9
18	0·02815	0°51'	24°	—	4	11
19	0·02815	0°53'	24°	—	6	9

VI. Táblázat. (6. ábra. II. görbe.)

Kísérletek száma	CuSo ₄ conc. n-ben	AlCl ₃ conc. n-ben	Behatási idő	Hőmérsék. C.	A növények száma, melyek		
					erősen	gyöngén	egyáltalán nem
nem reagáltak a nehézségerőre							
1	0·001875 n	0·1 n	17°3'	25°	10	1	2
2	0·001875	0·1	23°26'	24·5	5	5	4
3	0·001875	0·1	24°0'	24·0	8	6	1
4	0·00375	0·1	4°0'	25°	5	2	—
5	0·00375	0·1	15°55'	25°	2	2	5
6	0·00375	0·1	16°32'	24°	11	2	1
7	0·00375	0·1	24°50'	24	3	11	2
8	0·00750	0·1	4°1'	25°	7	1	—
9	0·00750	0·1	14°18'	23°	5	6	4
10	0·00750	0·1	16°5'	24	—	8	7
11	0·00750	0·1	16°35'	24·5	1	2	11
12	0·01125	0·1	4°16'	24·5	12	3	—
13	0·01125	0·1	6°54'	24	—	5	11
14	0·01125	0·1	8°10'	24	1	2	11
15	0·01500	0·1	4°4'	24·5	10	2	2
16	0·01500	0·1	4°29'	24	3	8	4
17	0·01500	0·1	4°30'	24·5	10	—	5
18	0·01500	0·1	6°0'	24	—	4	11
19	0·01875	0·1	3°21'	24	—	5	9
20	0·01875	0·1	3°53'	24·5	—	2	12
21	0·02815	0·1	2°15'	24°	—	—	14
22	0·02815	0·1	2°16'	24·5	—	2	12
23	0·02815	0·1	2°30'	24	1	7	6
24	0·02815	0·1	2°56'	24	—	2	12
25	0·02815	0·1	4°3'	25	—	1	13
26	0·0450	0·1	0°33'	24	2	5	2
27	0·0450	0·1	1°8'	25	—	4	4
28	0·0450	0·1	1°27'	23·5	—	3	6
29	0·0450	0·1	1°57'	24	2	9	3
30	0·0450	0·1	2°15'	24	1	—	13
31	0·0450	0·1	2°39'	24·5	—	—	13
32	0·0750	0·1	0°51'	24	2	3	10
33	0·075	0·1	1°13'	24·5	—	1	14

A 6. ábra I. görbéje az adsorptio egyenletének megfelelőleg logaríthmusos lefutású. A II. görbén $\log Cu$ -t és $\log t$ -t a koordinata rendszer tengelyeire felvive, szintén egyenes vonalat kapunk, vagyis a Cu mérgező hatása az adsorbeált Al állandó mennyiségének megfelelőleg közelítőleg mindig ugyanazon mértékkel csökkent. E törvényszerűség csak bizonyos szűk határokon belül állhat fenn, de itt is csak azért, mert durva kísérleti módszerünkkel az attól való eltérést nem állapíthatjuk meg. Kísérletünkben az Al és Cu viszonya folytonosan változott és ezért, ha az Al concentratiója állandó volt is, adsorptiójának nagysága csökkenő Cu concentrációval növekedett, a mivel párhuzamosan a Cu mérgezését ellensúlyozó hatása szintén nagyobbodott.

E kísérletsorozatok után kimondhatjuk, hogy a Cu mérgező hatása valószínűleg az Al adsorptiójának arányában csökken. Általánosítva e tételt: az antagonistá ionhatások oka, a mérges ionnak a plasmahártya által való adsorptiójának csökkenése más kevésbé mérges, de erősen adsorbeálódó ionok jelenlétében. Hangsúlyozom a plasmahártya¹ által való adsorptiót, mert pusztán annak nagysága határozza meg a mérges ion sejtbe diffundálásának sebességét.

Összefoglalás.

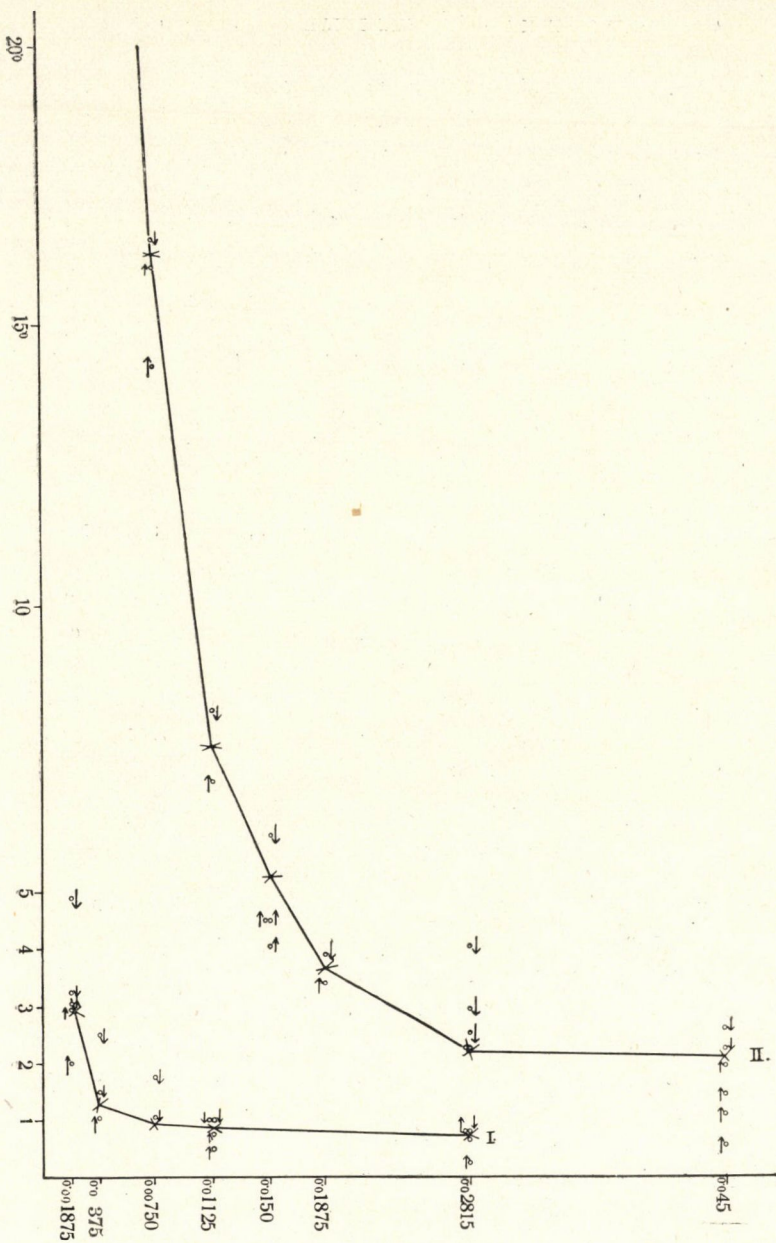
Az ásványi sók a gyökerek és hypocotylok geotropikus reakcióját megakadályozhatják.

A geotropikus reakciót töményebb oldatok aránylag is rövidebb idő alatt akadályozzák meg, mint hígítottak.

A geotropikus reactio megakadályozásánál a só concentratiója és a behatási idő közötti összefüggést az adsorptio kitevős egyenlete adja.

A *geotropikus* reactio megakadályozására egy és ugyanazon ionnak mindig állandó mennyisége szükséges.

¹ Állításom helyességét bizonyítja az a mikrochemiai kísérlet is, mely szerint a csersavat tartalmazó Spirogyra sejtek az «Fe» iont lassabban veszik fel más, szintén adsorbeálódó kationok jelenlétében (J. Szűcs, l. c.).



6. ábra. (I. görbe V. tábla, II. görbe VI. tábla.) — I. = CuSO_4 mérgezési görbéje. — II. = Változó CuSO_4 conc. + állandó (0.1 n) AlCl_3 conc. mérgezési görbéje. (Abscissa= CuSO_4 conc. ordinata=idő.) — A görbe azon pontokon halad át, a hol a gyökereknek 70%-a a nehézségerőre nem reagált.

A gyökér *galvanotropismusa* az áram hatására a sejtekben lefolyó chemiai változásra, ionvándorlásra vezethető vissza.

A *galvanotropikus* reactio előidézésére mindig ugyanazon ionmennyiség kiválása, felhalmozódása szükséges, mert a ható áram erőssége fordított irányban áll a reactio kiváltásához szükséges behatási idővel.

Különböző ionok mérgező hatása és a sejt által való adsorptiójuk nagysága között nincs összefüggés.

Elegyekben a mérgező ion hatása olyan mértékben csökken, a milyenben a nem mérgező adsorbeálódik.

*

Végül kellemes kötelességet teljesítek, mikor nagyrabecsült tanáromnak, MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR tud. egyetemi növényteni intézeti igazgató úrnak hálás köszönetet mondok támogatásáért, a melylyel lehetővé tette munkálatomnak a k. m. tud. egyetemi növényteni intézetben való elvégzését.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 márczius 13.-án tartott üléséből.)



MEGADOTT DIRICHLET-SOR FOLYTATÁSÁNAK ANALITIKAI ELŐÁLLÍTÁSA.

RIESZ MARCEL-t51.

E dolgozat célja a hatványsorok folytatásának analitikai előállítására szolgáló módszerek megfelelő átvitele DIRICHLET-sorokra. Eredményeink egyúttal expliczit képletet szolgáltatnak a szinguláris helyek egy fontos osztályának a meghatározására.

A

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s} \quad (1)$$

$(0 \leq \lambda_n < \lambda_{n+1}; \lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = \infty)$

DIRICHLET-sor összetartására nézve tudvalevőleg három esetet különböztethetünk meg: 1. A sor az egész síkban összetartó. 2. A sor összetartó az $\Re R(s) > d$ félsíkban,¹ és széttartó az $\Re R(s) < d$ félsíkban, a hol d egy véges, valós mennyiséget jelent. 3. A sor mindenütt széttartó. (Ebben az esetben analitikai folytatásról természetesen nem lehet szó.)

Ismeretes azonfölül, hogy a sor összetartási tartománya belsejében fekvő véges tartományban *egyenlelesen összetartó* s így egész *összetartási tartományában szabályos* viselkedésű függvényt ábrázol. Így tehát az első esetben oly egész függvényvel van dolgunk, melyet már maga az összetartó sor mindenütt megad. A mi szempontunkból tehát csak a második lehetőség bír érdekl.

¹ Szokásos jelölés szerint $R(s)$ az s komplex mennyiség valós részét, $I(s)$ pedig a képzetes részben a képzetes egység szorzóját jelenti.

Jelöljük a sor által az $R(s) > d$ félsíkban ábrázolt függvényt $f(s)$ -sel. A hatványsorok elméletéből ismeretes, hogy a

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-ns}$$

sor összetartási egyenesén mindig van a függvénynek szinguláris helye. Ez a jelenség, mely tehát bekövetkezik a λ_n értékek speciális megválasztásánál, ($\lambda_n = n$), általában nem áll fenn. Előfordulhat, hogy az $R(s) = d$ összetartási egyenesen egyáltalán *nincs szinguláris hely*, sőt az sem szükséges, hogy ilyen helyek az egyenes felé sűrűsödjenek. Ezt igazolja pl. az ismert

$$\zeta(s)(1 - 2^{1-s}) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^s} = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} e^{-(\log n) s}$$

sor, mely csak az $R(s) > 0$ félsíkban összetartó, jöllehet a megfelelő függvény egész függvény. Fel kell tételeznünk (és jogosan fel is tehetjük), hogy az ilyen esetekben egy *a végtelenben fekvő szingularitás* okozza az összetartási egyenestől balra eső félsíkban a széttartást.

Két közleményemben ¹ egy új összegező eljárást értelmeztem, mely a számtani közepekkel való összegezés általánosításának tekinthető és mely egyes esetekben az analitikai folytatás előállítására is alkalmazható. Lényege abban áll, hogy az összegezés módja függ az (1) alatti sor kitevőitől, a miért is ezt az eljárást *típusos közepekkel való összegezésnek* neveztem. E dolgozatban nem bocsátkozhatom ez eljárás részletezésébe s így csak annyit jegyzek meg, hogy az összegezhetőségre nézve ugyanazt a három esetet különböztethetjük meg, mint az összetartásnál. A mi szempontunkból megint a második eset az érdekesebb. Ki kell emelnünk, hogy az összegezési félsík kiterjedtebb lehet,

¹ *Sur la sommation des séries de DIRICHLET.* Comptes Rendus. (5 juillet 1909.)

Sur les séries de DIRICHLET et les séries entières. Comptes Rendus. (22 novembre 1909.)

mint az összetartási félsík, azonban a *határoló egyenes itt sem tartalmaz* szükségszerűen *véges részén szinguláris helyet*.

Ez a jelenség magyarázza meg azt, hogy egy bizonyos félsíkban összetartó DIRICHLET-sor folytatásának egy kiterjedtebb félsíkban (avagy az egész síkban) tanúsított szabályos viselkedéséből nem lehet az illető félsíkban (vagy a síkban) a sor összetartására, avagy tipikus közepekkel való összegezhetségre következtetni, hanem még a végtelenben való viselkedésre nézve kell megszorító feltevést tennünk. (Ilyen megszorítás a $\sum a_n e^{-ns}$ sornál már az ábrázolt függvény periodikus volta miatt is fölösleges.)

Dolgozatunk folyamán ki fogjuk mutatni, hogy a hatványsorok folytatásának előállítására szolgáló LAPLACE-ABEL-féle integrál megfelelő általánosításával oly kifejezésekhez jutunk, melyek összetartási tartományának határgörbájén nem észlelhetjük az előbb említett hiányt. Ha egész függvénnyel van dolgunk, akkor ezt kifejezéseink az egész síkban ábrázolják. Ha nem, akkor az ábrázolás oly tartományban érvényes, melynek *határgörbéje legalább egy véges szinguláris helyet tartalmaz*.

MITTAG-LEFFLER a hatványsor analitikai folytatásának előállítására szolgáló integrálból egy paraméter bevezetésével oly határkifejezéseket nyer, melyek a függvényt fokozatosan az egész hozzátartozó csillagtartományban ábrázolják. Meg fogjuk mutatni, hogy *ilyen előállítás az általános DIRICHLET-sor esetében is lehetséges* és hogy a MITTAG-LEFFLER-féle csillagfogalom e sorok elméletében ugyanazt az alapvető szerepet játssza, mint a hatványsoréban.

A szingularitások felkeresése a hatványsornál az összetartási sugár meghatározásával kezdődik. A DIRICHLET-soroknál ennek az összetartási abszcissa meghatározása felelne meg. De már előbb mondtuk, hogy az összetartási abszcissa, sőt az összegezési abszcissák ismeretéből általában semmit sem következtethetünk a szinguláris helyekre nézve. Ellenben azok az eredmények, melyeket az imént jeleztem, λ_n *tetszőszerinti értékeinél közvetlen módszert szolgáltatnak ily helyek felkeresésére*, a mennyiben általuk *explicit képletet* nyerünk a csillagtartomány csúcsaira. E szerint a LAPLACE-ABEL integrálra alapított mód-

szerek jelentősége még nagyobbnak látszik az általános esetben, mint a hatványsor esetében.

Ezek után röviden ismertetni fogjuk azokat a tételeket, melyeket dolgozatunkban általánosítani fogunk.

Legyen adva az

$$F(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$$

hatványsor, legyen ennek összetartási sugara a véges $R \neq 0$ mennyiség és képezzük a

$$\Phi(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{n!} x^n$$

függvényt, mely az $R \neq 0$ feltétel következtében egész függvény, amely az alább következő integrállal együtt már LAPLACENÁL és ABELNÉL is szerepel.

BOREL megmutatta,¹ hogy az

$$F(x) = \int_0^{\infty} e^{-\omega} \Phi(\omega x) d\omega$$

egyenlőség fennáll egy bizonyos tartományban (a melyben az integrál feltétlenül összetartó) és hogy *az integrál egyenletesen összetartó minden olyan véges tartományban, mely az előbbinek a belsejében fekszik.*

Tartományát, melyet «összegezési poligon»-nak nevez, a következőképen értelmezi: Huzzunk a függvény valamennyi ξ szinguláris helyén át a $(0, \xi)$ szeletre merőleges egyenest. A tartomány belsejét alkossák azok a pontok, melyek valamennyi egyenesnek ugyanazon az oldalán fekszenek, mint a kezdőpont.¹

PHRAGMÉN² azután megmutatta, hogy a fenti integrál szét-tartó mindazokon a helyeken, melyek nem fekszenek sem a tartományban, sem pedig annak a határán.

¹ L. pl. BOREL: Leçons sur les séries divergentes. Paris. Gauthier-Villars. 1901.

² MITTAG-LEFFLER alább idézett negyedik közleményében. (376—8. o.)

MITTAG-LEFFLER¹ két közleményében megmutatta, hogy a fenti integrál megfelelő általánosításával az egész A csillagtartományban előállíthatjuk a függvényt. Képezi e célból a

$$\Phi_\alpha(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{(an)!} x^n, \quad (0 < a, (an)! = \Gamma(an+1))$$

egész függvényt és bebizonyítja, hogy az

$$F(x) = \int_0^{\infty} e^{-\omega} \Phi_\alpha(\omega^a x) d\omega$$

egyenlőség fennáll egy bizonyos $B^{(a)}$ tartományban, melynek belsejében fekvő véges tartományokban a fenti integrál egyenletesen összetartó. Viszont ez az integrál széttartó a $B^{(a)}$ tartományon kívül fekvő helyeken.

E tartományt a következő módon értelmezi:² Jelentse $\xi = r e^{i\varphi}$ a függvény tetszésszerű szinguláris helyét. Zárjunk ki a síkból minden olyan $x = \rho e^{i\psi}$ helyet, melyre nézve

$$R \left[\left(\frac{x}{\xi} \right)^{\frac{1}{a}} \right] > 1, \quad (2)$$

$$-a \frac{\pi}{2} < \text{Arg} \left(\frac{x}{\xi} \right) < a \frac{\pi}{2}, \quad (3)$$

vagy más szóval

$$\rho > r \cos^{-1} \left(\frac{\psi - \varphi}{\alpha} \right), \quad -a \frac{\pi}{2} < \psi - \varphi < a \frac{\pi}{2}.$$

Ezt valamennyi szinguláris helyre elvégezvén, a megmaradó tartományt jelöljük $B^{(a)}$ -val.

Látnivaló a $B^{(a)}$ tartománynak az a kettős tulajdonsága, hogy minden határon túl közeledik a függvényhez tartozó A

¹ Sur la représentation analytique d'une branche uniforme d'une fonction monogène. Negyedik és ötödik közlemény. Acta Mathematica, 26. és 29. k.

² Céljainknak megfelelően az értelmezését kissé átfogalmaztuk.

csillagtartományhoz, ha α zérushoz tart és a hatványsor összetartási köréhez, ha α minden határon túl nő.

Végül MITTAG-LEFFLER a római nemzetközi matematikus kongresszuson¹ tartott előadásában a következő, egyszerűsége miatt is nagyon figyelemreméltó tételt mondotta ki:

Minden a csillagtartományban fekvő véges tartományban egyenletesen fennáll az

$$F(x) = \lim_{\alpha=0} \left(\frac{a_0}{(\alpha \cdot 0)!} + \frac{a_1}{(\alpha \cdot 1)!} x + \dots + \frac{a_n}{(\alpha n)!} x^n + \dots \right) = \lim_{\alpha=0} \Phi_\alpha(x)$$

*egyenlőség.*²

Visszatérhetünk ezek után a DIRICHLET-sorok vizsgálatához.

Legyen

$$e^{-s} = x, \quad (4)$$

$$f(s) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s} = F(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^{\lambda_n}. \quad (5)$$

Felteszszük, hogy az $f(s)$ függvényhez tartozó DIRICHLET-sor egy bizonyos félsíkban összetartó. A (4) és (5) képlet értelmében az $F(x)$ függvényt egy nagyon egyszerű strukturájú RIEMANN-féle felületen ábrázolhatjuk. A felület általában végtelen sok lapot tartalmaz, a melyek valamennyien összefüggenek az $x=0$ elágazási helyen. Az $F(x)$ függvényt e hely bizonyos környezetében az (5) alatti sorfejtés értelmezi. A hozzátartozó A csillagtartományt a felületen úgy nyerjük, hogy a kezdőpontból kiinduló félsugarak mentén képezzük a sorfejtés analitikai folytatását az első, az illető félsugáron található szinguláris helyig, azután pedig a félsugárnak e helytől a végtelenig terjedő részét a felületből kizárjuk.

A $B^{(\alpha)}$ tartományoknak a síkra adott értelmezése közvetlenül átvihető a RIEMANN-féle felületre.

¹ Sur la représentation arithmétique des fonctions analytiques générales d'une variable complexe. Atti del IV. Congresso Internazionale dei Matematici. Roma, 1908. I. k. 82. o.

² Egy PHRAGMÉN által kiterjesztett BOREL-féle tétel szerint ez az egyenlőség esetleg a csillagtartományon kívül is fennállhat.

Vizsgáljuk most az $s = \sigma + it$ változó síkját. Zárjuk ki belőle azokat a negatív, valós tengelyvel párhuzamos félegyeneseket, melyek az $f(s)$ függvény szinguláris helyeitől kiindulva a végtelenbe nyulnak. A megmaradó a tartomány a MITTAG-LEFFLER-féle A csillagtartományból az $s = -\log x$ helyettesítéssel származik.

E síkon a

$$\sigma = a \log \cos \left(\frac{t}{a} \right) \quad \left(-a \frac{\pi}{2} < t < a \frac{\pi}{2} \right) \quad (6)$$

$(a > 0)$

összefüggések egy görbét értelmeznek, mely a

$$\sigma < a \log \cos \left(\frac{t}{a} \right) \quad \left(-a \frac{\pi}{2} < t < a \frac{\pi}{2} \right) \quad (7)$$

egyenlőtlenségekkel értelmezett tartományt határolja. A görbe áthalad a kezdőponton, szimmetrikus a negatív, valós tengelyre nézve és mindkét ága a végtelenbe tart. Ha a zérushoz tart, akkor a görbe minden határon túl közeledik a negatív, valós tengelyhez.

Legyen s_0 az $f(s)$ függvény tetszésszerű szinguláris helye és zárjuk ki a síkból azokat az s helyeket, melyekre nézve az $s - s_0$ különbség a (7) alatti tartományba esik. (A kizárt tartományt határoló görbe természetesen áthalad az s_0 ponton és egybevágó a (6) alatti görbével.) Ezt a kizárást a függvény valamennyi szinguláris helyére elvégezvén, jelöljük a megmaradó tartományt $b^{(a)}$ -val. *Látnivaló, hogy e tartomány határgörbéje csakugyan mindig tartalmaz legalább egy szinguláris helyet, hacsak $f(s)$ nem egész függvény, a mikor is $b^{(a)}$ az egész síkot kitölti.* Világos továbbá, hogy $b^{(a)}$ tartomány az $s = -\log x$ helyettesítéssel keletkezik $B^{(a)}$ -ból és hogy, ha a zérushoz tart, akkor $b^{(a)}$ mindinkább nagyobbodva az a tartományhoz közeledik, mely, mint mondtuk, ugyanezen helyettesítéssel származott az A csillagból.

Legyen még

$$\varphi_a(s) = \frac{a_0}{(a\lambda_0)!} e^{-\lambda_0 s} + \frac{a_1}{(a\lambda_1)!} e^{-\lambda_1 s} + \dots + \frac{a_n}{(a\lambda_n)!} e^{-\lambda_n s} + \dots \quad (8)$$

és

$$\Phi_\alpha(x) = \frac{a_0}{(\alpha\lambda_0)!} x^{\lambda_0} + \frac{a_1}{(\alpha\lambda_1)!} x^{\lambda_1} + \dots + \frac{a_n}{(\alpha\lambda_n)!} x^{\lambda_n} + \dots \quad (9)$$

Könnyű kimutatni, hogy ha $\Sigma a_n e^{\lambda_n s}$ -nek egyáltalában van összetartási tartománya, akkor a $\varphi_\alpha(s)$ sor az egész síkban összetartó.

Ezeket előrebocsátván, a következő tételeket fogjuk bebizonyítani:

I. Ha s az $f(s)$ függvényhez tartozó $b^{(\alpha)}$ tartomány belsejében van, akkor fennáll az

$$f(s) = F(x) = \int_0^\infty e^{-\omega} \Phi_\alpha(\omega^\alpha x) d\omega = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-e^u} \varphi_\alpha(s - \alpha\omega) e^u d\omega \quad (10)$$

egyenlőség. A második integrál egyenletesen összetartó minden véges tartományban, mely $b^{(\alpha)}$ -n belül van és széttartó minden a $b^{(\alpha)}$ tartományon kívül fekvő helyen. Az első integrálnak analog tulajdonságai vannak a $B^{(\alpha)}$ tartományra nézve.

II. Minden az a tartomány belsejében fekvő, véges tartományban egyenletesen fennáll az

$$f(s) = \lim_{\alpha=0} \left(\frac{a_0}{(\alpha\lambda_0)!} e^{-\lambda_0 s} + \frac{a_1}{(\alpha\lambda_1)!} e^{-\lambda_1 s} + \dots + \frac{a_n}{(\alpha\lambda_n)!} e^{-\lambda_n s} + \dots \right) = \lim_{\alpha=0} \varphi_\alpha(s), \quad (11)$$

az A csillagban pedig a megfelelő

$$F(x) = \lim_{\alpha=0} \left(\frac{a_0}{(\alpha\lambda_0)!} x^{\lambda_0} + \frac{a_1}{(\alpha\lambda_1)!} x^{\lambda_1} + \dots + \frac{a_n}{(\alpha\lambda_n)!} x^{\lambda_n} + \dots \right) = \lim_{\alpha=0} \Phi_\alpha(x) \quad (12)$$

egyenlőség.

Bebizonyítás. A bebizonyítást nagyjából az x változó síkjában végezzük, mert ebben a számolás egyszerűbb. A következő ismert tétel azonban, melyen bizonyításunk lényegében alapul, még az s változó síkjára vonatkozik.

Segéd-tétel: Ha a $\sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s}$ DIRICHLET-sor az s_0 helyen összetartó, akkor egyenletesen összetartó a

$$-\vartheta \leq \text{Arg}(s-s_0) \leq \vartheta; \quad 0 \leq \vartheta < \frac{\pi}{2}$$

egyenlőtlenségekkel értelmezett végtelen tartományban.

E tételre csak a következő kevesebbet tartalmazó alakjában lesz szükségünk:

Ha a sor az s_0 helyen összetartó, akkor egyenletesen összetartó bármely az

$$R(s-s_0) \geq \delta > 0$$

és

$$|I(s)| \leq \tau < \infty$$

egyenlőtlenségekkel értelmezett végtelen felsőhatárban.

Az I. tétel bebizonyításában tegyük fel előbb egyszerűség kedvéért, hogy

$$a = 1$$

és vizsgáljuk meg az

$$\int_0^{\infty} e^{-\omega} \Phi_1(\omega x) d\omega$$

kifejezést. A hatványsorra vonatkozó BOREL- és MITTAG-LEFFLER-féle bizonyítások azon alapulnak, hogy az

$$F(x) = \int_0^{\infty} e^{-\omega} \Phi_1(\omega x) d\omega \tag{13}$$

különbség egyenlő egy a kezdőpontot és az x helyet magába záró görbe mentén vett, ω -tól függő, komplex integrállal, melyben az $F(z)$ függvény is szerepel. Ámde a mi esetünkben a kezdőpontban az

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n z^{\lambda_n}$$

függvénynek általában erős szingularitása van, a CAUCHY-féle integráltételek e hely környezetére nem alkalmazhatók s így a fenti különbség sem lesz az említett alakban kifejezhető.

Valójában a nehézség csak látszólagos. A fenti segéd-tétel

alapján ugyanis könnyen kimutathatjuk, hogy a (13) alatti különbség az általános esetben is ugyanazon integrállal fejezhető ki mint a hatványsor esetében, ha az integrálási görbe áthalad a kezdőponton, a helyett, hogy magába zárná.

Rajzoljunk csakugyan a kezdőpont körül tetszésszerű sugárral kört és húzzuk meg ennek két olyan sugarát, melyeknek a pozitív valós tengelylyel képezett szögei $(1+\varepsilon)\frac{\pi}{2}$ és $-(1+\varepsilon)\frac{\pi}{2}$, $(0 < \varepsilon \leq 1)$. Jelöljük U -val azt a zárt görbét, mely e két sugárból és az általuk kimetszett nagyobbik körívből áll. Egy ismert HANKEL-féle képlet szerint

$$\frac{1}{r!} = \frac{1}{2\pi i} \int_U e^{u^r} u^r \frac{du}{u} \quad (14)$$

az integrált pozitív értelemben véve. Ez a képlet, melyet az analitikai folytatás elméletében MITTAG-LEFFLER alkalmazott először, nekünk is kiinduló pontul szolgálhat. Bármilyen véges helyet jelentsen is t. i. x , mindig választhatjuk a fenti kör r sugarát olyan kicsinyre, hogy az rx hely az

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n z^{\lambda_n}$$

sor összetartási körének a belsejébe essék. (Ez az összetartási kör természetesen a RIEMANN-féle felületen van értelmezve és sugara a felület valamennyi lapján ugyanaz.) Ekkor azonban segédtevéletünk értelmében az

$$f(xu) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (xu)^{\lambda_n}$$

sor egyenletesen összetartó,¹ az U görbe bármilyen helyét jelenti is u . E sort tehát tagonként integrálhatjuk s így (14) alapján nyerjük, hogy

¹ Valóban, ha ezt a sort a $\sum a_n e^{-\lambda_n s}$ alakban írjuk fel, akkor az xu értékeknek megfelelő s helyek valamennyien egy $(1+\varepsilon)\pi < 2\pi$ szélességű félsávba esnek.

$$\Phi_1(\omega x) = \frac{1}{2\pi i} \int_U e^{\omega u} F(x, u) \frac{du}{u}, \quad (15)$$

vagy pedig a

$$z = xu$$

helyettesítéssel

$$\Phi_1(\omega x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{U_x} e^{\frac{\omega x}{z}} F(z) \frac{dz}{z}, \quad (16)$$

a hol U_x az U görbének x -szel való szorzásából származik. Tegyük fel most már, hogy s az f függvényhez tartozó $b^{(1)}$ tartománynak s ennek megfelelően x az F függvényhez tartozó $B^{(1)}$ tartománynak belső helye. Az x hely eme tulajdonságát a hatványsor esetében úgy lehet felhasználni, hogy az U_x görbét helyettesíthetjük egy $\frac{x}{2}$ középpontú és $\frac{|x|}{2}$ -nél *nagyobb sugarú* körrel, melyben $F(z)$ még szabályos. Ez, mint tudjuk, a mi esetünkben általában lehetetlen lévén, a C körrel az U_x görbét csak részben helyettesítjük, a mennyiben U_x -nek a kezdőponttal szomszédos részét megtartjuk. Új integrálási görbénket H -t e szerint a $(0, x)$ szelettel $\pm(1+\varepsilon)\frac{\pi}{2}$ szögeket képező, a kezdőpontból kiinduló félegyeneseknek a C körbe eső szeletei és a kör nagyobbik íve alkotják. Az x hely a $B^{(1)}$ tartomány belső helye lévén, választhatjuk e körnek egyelőre meghatározatlan, de $\frac{|x|}{2}$ -nél nagyobb sugarát $\frac{|x|}{2}$ -hez olyan közel, hogy az $F(z)$ függvény a H görbe kerületén és belsejében szabályos legyen (kivéven természetesen a $z=0$ helyet). Ekkor azonban a függvény szabályos az U_x és H görbék közötti területrészben is s így (16)-ból ered

$$\Phi_1(\omega x) = \frac{1}{2\pi i} \int_H e^{\frac{\omega x}{z}} F(z) \frac{dz}{z}.$$

Hasonló okoskodással minden pozitív ω -ra

$$\Phi_1(\omega x) = \frac{1}{2\pi i} \int_H e^{\frac{\omega x}{z}} F(z) \frac{dz}{z}.$$

Innét az integrálások sorrendjét felcserélve¹ és kiintegrálva, ered

$$\int_0^{\omega} e^{-\omega} \Phi_1(\omega x) d\omega = \\ = \frac{1}{2\pi i} \int_H e^{\omega \left(\frac{x}{z} - 1\right)} \frac{F(z)}{\frac{x}{z} - 1} \frac{dz}{z} - \frac{1}{2\pi i} \int_H \frac{F(z)}{\frac{x}{z} - 1} \frac{dz}{z}, \quad (17)$$

vagyis

$$F(x) - \int_0^{\omega} e^{-\omega} \Phi_1(\omega x) d\omega = \frac{1}{2\pi i} \int_H e^{\omega \left(\frac{x}{z} - 1\right)} \frac{F(z)}{z - x} dz. \quad (18)$$

Ámde az egész H görbén

$$R\left(\frac{x}{z} - 1\right) < \mu < 0 \quad (19)$$

és így

$$\left| e^{\left(\frac{x}{z} - 1\right)} \right| < e^{\mu} < 1, \quad (20)$$

a hol μ egy a C kör sugarától függő, könnyen kiszámítható mennyiséget jelent.

A (20) alatti egyenlőtlenségből azonban közvetlenül folyik, hogy a (18) jobboldalán álló integrál ω növekedtével zérushoz tart, vagyis tényleg

$$F(x) = \int_0^{\infty} e^{-\omega} \Phi_1(\omega x) d\omega \quad (21)$$

és ennek megfelelően

$$f(s) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u} \varphi_1(s - u) e^u du. \quad (22)$$

Megbecsléseinkből az is világos, hogy az első integrál egyenletesen összetartó minden olyan tartományban, melynek az $s = -\log x$ helyettesítéssel nyert képe $b^{(1)}$ belsejébe eső, véges tartomány. Segéd-tételünk általánosabb alakja azt is mutatja,

¹ E felcserélésnél csekély nehézség támad, ha $\lambda_0 = 0$. Ekkor azonban a fenti okoskodást a_0 -ra és $F(z) - a_0 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n z^n$ -re külön végezve újra a (17) és (18) képleteket nyerjük.

hogy az integrál egyenletesen összetartó akkor is, ha az utóbbi tartomány úgy nyúlik a végtelenbe, hogy ez a végtelenbe nyúló rész egy a

$$-\vartheta \leq \text{Arg } s \leq \vartheta, \quad 0 \leq \vartheta \leq \frac{\pi}{2} \quad (23)$$

egyenlőtlenségekkel értelmezett szög belsejében fekszik.

Ugyanaz a megfontolás, melyet PHRAGMÉN a hatványsornál alkalmazott, az általános esetben is igazolja, hogy a (21) és (22) integrálok a megfelelő $B^{(1)}$ és $b^{(1)}$ tartományokon kívül szét-tartók.

Jelentsen ezek után α egy tetszőszerinti pozitív számot. MITTAG-LEFFLERNEK a hatványsorokra vonatkozó bizonyítása az általa bevezetett, nagy jelentőségű $E_\alpha(x)$ egész függvények tulajdonságain alapul. Ha ugyanis $f(x)$ függvényünket speciálisan $\frac{1}{1-x}$ -nek választjuk, akkor a megfelelő $\Phi_\alpha(x)$ függvény:

$$E_\alpha(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{(\alpha n)!}.$$

Idézett tételét azután először az $\frac{1}{1-x}$ -re bizonyítja be és ebből vezeti le az általános tételt. E dolgozatban közvetlen bizonyítást adunk, mely a hatványsorra nézve is jelentékeny egyszerűsítést tartalmaz.

Ugyancsak a HANKEL-féle formula alapján nyerjük a

$$\Phi_\alpha(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{(\alpha n)!} x^{\lambda_n} = \frac{1}{2\pi i} \int_U e^u f(xu^\alpha) \frac{du}{u} \quad (24)$$

képletet, mely a hatványsorra nézve MITTAG-LEFFLERTŐL ered.

Tegyük fel most már, hogy x a $B^{(\alpha)}$ tartomány belsejében fekszik. A (3) alatti egyenlőségből látnivaló, hogy ilyen x helyhez mindig található olyan a kezdőponton áthaladó és az x helyet magába záró $H^{(\alpha)}$ görbe, melynek belsejében és kerületén (a kezdőpontot kivéve) az $F(z)$ függvény szabályos és a melynek kerületén azonfölül

$$R\left(\left(\frac{x}{z}\right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1\right) < \mu < 0. \quad (25)$$

Másrészt (24)-ből egyszerű helyettesítéssel ered

$$\Phi_{\alpha}(x) = \frac{1}{a2\pi i} \int_{H(\alpha)} e^{\left(\frac{x}{z}\right)^{\frac{1}{\alpha}}} F(z) \frac{dz}{z};$$

ugyanígy minden pozitív ω -ra

$$\Phi_{\alpha}(\omega^{\alpha}x) = \frac{1}{a2\pi i} \int_{H(\alpha)} e^{\omega \left(\frac{x}{z}\right)^{\frac{1}{\alpha}}} F(z) \frac{dz}{z}. \quad (26)$$

Így tehát

$$\begin{aligned} \int_0^{\omega} e^{-\omega} \Phi_{\alpha}(\omega^{\alpha}x) d\omega &= \frac{1}{a2\pi i} \int_{H(\alpha)} e^{\omega \left(\left(\frac{x}{z}\right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1\right)} \frac{F(z)}{\left(\frac{x}{z}\right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1} \frac{dz}{z} - \\ &- \frac{1}{a2\pi i} \int_{H(\alpha)} \frac{F(z)}{\left(\frac{x}{z}\right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1} \frac{dz}{z}. \end{aligned} \quad (27)$$

A $z=x$ hely az

$$\frac{1}{\left(\frac{x}{z}\right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1}$$

függvények egyszerű pólusa és a hozzátartozó reziduum $-ax$, tehát az utolsó tag értéke $F(x)$. Másrészt a (25) alatti egyenlőtlenség szerint (27) jobboldalának első tagja ω növekedtével zérushoz tart s így csakugyan

$$F(x) = \int_0^{\infty} e^{-\omega} \Phi_{\alpha}(\omega^{\alpha}x) d\omega,$$

a mi a (10) alatti másik egyenlőséget is maga után vonja. Az egyenletes összetartásra $B^{(\alpha)}$ -ban és a széttartásra $B^{(\alpha)}$ -n kívül ugyanazok a megjegyzések érvényesek, mint az $\alpha=1$ esetben.

Jegyezzük még meg, hogy a (25) alatti egyenlőtlenségből

az is világos, hogy minden x helyre nézve, mely a $B^{(\alpha)}$ tartomány belsejében van, az

$$\int_0^{\infty} e^{-\omega} |\Phi_{\alpha}(\omega^{\alpha}x)| d\omega$$

integrál is összetartó.¹ Ez a tulajdonság módot nyújt az $F(x)$ függvényhez tartozó MITTAG-LEFFLER-féle csillagtartomány csúcsainak könnyű meghatározására.

Húzzunk ugyanis a kezdőpontból egy tetszésszerű fél-sugarat és jelöljük ennek a pozitív valós tengelyvel képezett szögét t -vel. (t természetesen $-\infty$ és $+\infty$ között minden értéket felvehet.) Határozzuk meg ennek a félsugárnak a $B^{(\alpha)}$ tartomány határgörbéjével való x_{α} metszéspontját. Legyen

$$x = re^{it}, \quad x_{\alpha} = r_{\alpha}e^{it}.$$

Továbbá világos, hogy

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} e^{-\omega} |\Phi_{\alpha}(\omega^{\alpha}x)| d\omega &= \int_0^{\infty} e^{-\omega} |\Phi_{\alpha}(\omega^{\alpha}re^{it})| d\omega = \\ &= \frac{1}{r^{\frac{1}{\alpha}}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{v}{r^{\frac{1}{\alpha}}}} |\Phi_{\alpha}(v^{\alpha}e^{it})| dv. \end{aligned}$$

Ez utóbbi integrál összetartási abszcisszája megadja az $\frac{1}{r^{\frac{1}{\alpha}}}$ értéket.

Ezt az abszcisszát viszont könnyen kiszámíthatjuk egy LANDAU-féle képlet² alapján, mely teljes analogonja a DIRICHLET-sorok

¹ BOREL a hatványsor esetében és $\alpha=1$ -re már kimutatta a föltétlen összetartást.

² Ugyanez az

$$\frac{1}{r^{\frac{1}{\alpha}}} = \lim_{\omega \rightarrow \infty} \frac{\log \left| \int_0^{\omega} \Phi_{\alpha}(v^{\alpha}e^{it}) dv \right|}{\omega}$$

képletet is szolgáltatja, mely azonban csak akkor adja meg szükségszerűen r_{α} -t, ha ez véges. Ha r_{α} végtelen, akkor a jobboldal negatív értéket is szolgáltathat.

összetartási abszcissáját megadó, ismert CAHEN-féle képletnek. E szerint

$$\frac{1}{r_\alpha} = \overline{\lim}_{\omega=\infty} \frac{\log \int_0^\omega |\Phi_\alpha(v^\alpha e^{it})| dv}{\omega} \quad (28)$$

és így

$$\frac{1}{r_\alpha} = \overline{\lim}_{\omega=\infty} \left(\frac{\log \int_0^\omega |\Phi_\alpha(v^\alpha e^{it})| dv}{\omega} \right)^\alpha. \quad (29)$$

A függvényhez tartozó csillagtartomány $x_0 = Re^{it}$ csúcsát azután az

$$\frac{1}{R} = \lim_{\alpha=0} \overline{\lim}_{\omega=\infty} \left(\frac{\log \int_0^\omega |\Phi_\alpha(v^\alpha e^{it})| dv}{\omega} \right)^\alpha \quad (30)$$

képlet szolgáltatja. A t szög értékét változtatva, a csillagtartomány tetszőszerinti csúcsát nyerjük.

Ez eredményt interpretálhatjuk az s változó síkján is. Vizsgáljunk ugyanis e síkban egy tetszőszerinti, a valós tengelyel párhuzamos egyenest, melynek ordinátája legyen t . Közvetlenül meghatározhatjuk a legelső szinguláris helyet, melyre az $f(s)$ függvénynek ez egyenes mentén, balra való folytatásában jutunk. E pont abszcissáját, σ -t, u. i. a

$$\begin{aligned} \sigma &= \lim_{\alpha=0} \overline{\lim}_{\omega=\infty} \alpha (\log \log \int_0^\omega |\Phi_\alpha(v^\alpha e^{it})| dv - \log \omega) = \\ &= \lim_{\alpha=0} \overline{\lim}_{\omega=\infty} (\log \log \int_{-\omega}^\infty |\varphi_\alpha(u+it)| e^{\frac{u}{\alpha}} du - \omega) \end{aligned}$$

képlet szolgáltatja.

A II. tétel bebizonyítása. Most már csak az

$$f(s) = \lim_{\alpha=0} \varphi_\alpha(s), \quad (11)$$

vagy a megfelelő

$$F(x) = \lim_{\alpha=0} \Phi_\alpha(x) \quad (12)$$

egyenlőségeket kell kimutatnunk, melyekben $x=e^{-s}$ az $F(x)$ -hez tartozó csillagtartomány belső helyét jelenti.

Jelöljük Γ -val egy tetszésszerű zárt görbét, mely a kezdőponton áthalad és e hely környezetében két, a pozitív valós tengelylyel $\pm(1+\varepsilon)\frac{\pi}{2}$ szögeket képező egyenes darabból áll. ($0 < \varepsilon \leq 1$.) Minthogy x a csillagtartomány belsejében van, α -t elég kicsinynek választva, valamennyi xu^α érték a csillagtartomány belsejébe esik, ha u a Γ görbe tetszésszerű helyét jelenti. Így tehát ezen az egész görbén és e görbének a belsejében $F(xu^\alpha)$ u -nak szabályos függvénye. (Az $u=0$ hely természetesen megint kivétel.) Ennek folytán

$$\Phi_\alpha(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_\Gamma e^{\frac{1}{u}} F(xu^\alpha) \frac{du}{u}. \quad (32)$$

Másrészt világos, hogy

$$F(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_\Gamma e^{\frac{1}{u}} F(x) \frac{du}{u}$$

és így

$$F(x) - \Phi_\alpha(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_\Gamma (F(x) - F(xu^\alpha)) e^{\frac{1}{u}} \frac{du}{u}. \quad (33)$$

Jelentse P és P' a Γ görbének két, a kezdőponttal szomszédos helyét, melyek közül az első a valós tengely fölött, a második pedig e tengely alatt fekszenek. A (33) alatti egyenlőség így is írható

$$\begin{aligned} F(x) - \Phi_\alpha(x) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{P'}^{P'} (F(x) - F(xu^\alpha)) e^{\frac{1}{u}} \frac{du}{u} + \\ &+ \frac{1}{2\pi i} \int_{P'}^P (F(x) - F(xu^\alpha)) e^{\frac{1}{u}} \frac{du}{u}. \end{aligned}$$

Az integrálandó függvény abszolút értéke az egész Γ görbén egy a -tól független véges határ alatt marad. Ha tehát az első integrál útját a P és P' megfelelő választásával elég kicsinynek teszszük, akkor ez integrál abszolút értéke a -tól függetlenül kisebb lesz, mint az előre megadott tetszésszerű kicsiny η pozitív mennyiség. A mi a görbe megmaradt részét

illeti, bármilyen kicsinek adjuk is meg a pozitív δ_1 és δ_2 számokat, mindig választhatjuk P és P' fixálása után α -t olyan kicsinek, hogy ezen a görberészen fennálljanak az

$$|x - xu^\alpha| < \delta_1$$

és

$$|F(x) - F(xu^\alpha)| < \delta_2$$

egyenlőtlenségek. Így tehát elég kis α -nál

$$\left| \int_{P'}^P (F(x) - F(xu^\alpha)) e^{\frac{1}{u}} \frac{du}{u} \right| < \int_{P'}^P \delta_2 \left| \frac{e^{\frac{1}{u}}}{u} \right| |du| < \eta,$$

vagyis

$$|F(x) - \Phi_\alpha(x)| < 2\eta,$$

avagy végül

$$\lim_{\alpha=0} \Phi_\alpha(x) = F(x).$$

Ugyanez az okoskodás igazolja ezen egyenlőség egyenletes fennállására vonatkozó állításunkat, melyet, miként ezt az I. tételnél is említettük, segéd-tételünk alapján valamivel általánosabban fogalmazhattunk volna.

Jegyezzük még föl a figyelmet érdemlő

$$\begin{aligned} \Phi_\alpha(x) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} e^{\frac{1}{u}} F(xu^\alpha) \frac{du}{u} = \\ &= \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} e^{\frac{1}{u}} \frac{du}{u} \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} \frac{F(z)}{z - xu^\alpha} dz = \\ &= \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} F(z) dz \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} e^{\frac{1}{u}} \frac{1}{z - xu^\alpha} \frac{du}{u} = \\ &= \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} F(z) \frac{dz}{z} \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} e^{\frac{1}{u}} \frac{1}{1 - \frac{x}{z} u^\alpha} \frac{du}{u} = \\ &= \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'} F(z) E_\alpha\left(\frac{x}{z}\right) \frac{dz}{z} \end{aligned} \quad (36)$$

összefüggést, melyben $E_\alpha(x)$ a már említett MITTAG-LEFFLER-féle egész függvényt jelenti, Γ' pedig oly görbét jelent, mely a

kezdőponton áthalad és az xu^a értékek által leírt görbét magába zárja (természetesen a kezdőpont kivételével). Ez az összefüggés egyszersmind alkalmas tételeink közvetett bebizonyítására.

★

Eredményeink természetesen átvihetők az

$$f(s) = \int_0^{\infty} a(t) e^{-ts} dt = F(x) = \int_0^{\infty} a(t) x^t dt \quad (37)$$

alakú integrálokra, melyek tudvalevőleg a DIRICHLET-sorokkal analog természetűek. Ezeknél

$$\varphi_\alpha(s) = \int_0^{\infty} \frac{a(t)}{(\alpha t)!} e^{-ts} dt = \varphi_\alpha(x) = \int_0^{\infty} \frac{a(t)}{(\alpha t)!} x^t dt. \quad (38)$$

A DIRICHLET-sorokra kimondott tételeink ez integrálokra nézve *azonosan hangoznak* és *azonosan is bizonyíthatók*.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 november 14.-én tartott üléséből.)

A VALÓS INTEGRÁLNAK EGY JACOBI-FÉLE ÁLTALÁNOSÍTÁSÁRÓL.

SCHLESINGER LAJOS I. tagtól.

Az integrálkalkulusnak és a függvénytanak összes előttem ismeretes tankönyveiben, régiekben és újakban, a következő fölfogást találok: Valamely integrál

$$\int_a^x f(x) dx,$$

hol a valós mennyiség, $f(x)$ pedig az x valós változó valós függvénye, a felső határnak egyértékűleg meghatározott függvénye; ha az $f(x)$ az x változó komplex értékei mellett is értelmezhető és ha az integrált az x komplex változó síkjában tetszésszerűn úton veszszük, akkor ez integrál általánosan szólva a felső határnak végtelen sok értékű függvényévé válik. *E többértékűségét az integrálnak azonban nem lehet föltüntetni addig, míg az x változót csupán valós értékeire szorítjuk meg.*

E kinyilatkoztatásnak első része kétségkívül igaz. A második (dült betűkkel szedett) állítást eddig szintén senki sem czáfolta meg. A következőkben azt kívánom megmutatni, hogy ez állítás tarthatatlan és hogy JACOBI előadásában oly módszereket adott, a melyek lehetővé teszik azt, hogy valamely valós változó valós függvényének integráljának a többértékűségét a *valós változó tartományában* evidentiába helyezzük. E módszerek JACOBINAK 1835—36. téli szemeszterében a königsbergi egyetemen az elliptikus függvényekről tartott előadásainak ama részletében található, a melyeket GUNDELFINGER a *Bibliotheca Mathematica*

IX. kötetének 211. és köv. lapjain (1909) közzétett, azonban, a mint GUNDELFINGER az i. h. megjegyzi, már ROSENHAINNAK pályamunkájában ¹ teljesen közölve vannak. Impliciten azonban — a mint ki fogom mutatni — már JACOBINAK a Crelle Journal 13. kötetében foglalt értekezésének ² 4. és 5. §-aiban foglaltatnak. Fejtegetéseimet következőképen diszponálom:

I. Kimutatom, hogy mily tünemények idézték elő azt a szükségletet, hogy egy valós függvény integrálját a felső határ többértékű függvényeként fogjuk föl.

II. JACOBI módszerét egynéhány JACOBITÓL magától tárgyalt eseten fejtem ki, mely esetek többértékű algebrai függvények integráljaira vonatkoznak és ezzel kapcsolatban azt mutatom meg, hogy mikép vihető át e módszer egyértékű függvények integráljaira is.

III. Rögzítem JACOBI eme módszerének történelmi helyzetét, mint CAUCHY és PUISEUX, RIEMANN közé illeszkedő átmenetet.

IV. Reámutatok arra, hogy e módszer az analitikai ismeretek jelenlegi állásában és talán még ezen túl is elvi jelentőséggel bír.

I.

Az elsőfajú elliptikus integrál

$$u = \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{(x^2 - k^2)(1 - k'^2 x^2)}} \quad (1)$$

(k valós és egynél kisebb) invers függvényének a periodicitását úgy ABEL (Recherches sur les fonctions elliptiques § 4)³ mint JACOBI (Fundamenta nova theoriæ functionum ellipticarum § 19)⁴ az összeadási tétel segítségével bizonyította be. Ugyanígy járt el

¹ Mémoire sur les fonctions de deux variables et à quatre périodes qui sont les inverses des intégrales ultra elliptiques (1851), német fordításban Ostwald Klassiker Nr. 65. Lásd ez utóbbi helyen p. 78, 79.

² De functionibus duarum variabilium quadruplicite periodicis; Werke II, p. 23; németül Ostwald Klassiker Nr. 64.

³ Oeuvres (ed. Sylow és Lie) I, p. 271.

⁴ Werke I, p. 85.

GAUSS is.¹ Azt mutatják ugyanis, hogy az $x = \lambda(u)$ invers függvény azzal a tulajdonsággal bír, hogy

$$\lambda(u) = \lambda(u + 4mK + 4m'K' \sqrt{-1}),$$

a hol K, K' a komplet integrálok, m, m' egész számok. Ha tehát az

$$x = \lambda(u)$$

egyenletben az u -t mint az x -nek függvényét tekintjük, akkor e függvény végtelen sok értékű még akkor is, ha csak valós értékekre szorítkozunk, azaz ha a képzetes periodust teljesen mellőzzük, míg az integrál, ha a négyzetgyök előjelét rögzítve képzeljük, a felső határ egyértékű függvénye. Hasonló discrepantia már a

$$u = \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} \quad (2)$$

trigonometrikus integrálnál is mutatkozik.

E discrepantia nem aggasztó, ha belenyugszunk abba, hogy az integrál az $x = \lambda(u)$ egyenletnek csak egy partikuláris megoldását szolgáltatja, úgy a mint a

$$\frac{du}{dx} = \frac{1}{\sqrt{1-x^2} \cdot \sqrt{1-k^2x^2}}$$

differenciálegyenletnek is csak partikuláris integrálja. És tényleg JACOBI sem érzi szükségét, hogy e meghasonlást eltüntesse, addig, míg az $x = \lambda(u)$ egyenlet, a mely az u -t teljes többértékűségével szolgáltatja, egyértékű, azaz jól megfogható alakul bír, a mint ez az (1) és (2) integrálok esetén áll. Változás csak akkor válik kívánatossá, ha egy hyperelliptikus integrálról

$$u = \int_0^x \frac{(a + \beta x) dx}{\sqrt{x(1-x)(1-k^2x)(1-\lambda^2x)(1-\mu^2x)}} \quad 1 > k^2 > \lambda^2 > \mu^2 > 0 \quad (3)$$

¹ Werke VIII, p. 94, a hol azt mutatja, hogy az $\int \frac{dx}{\sqrt{1+x^3}}$ invers függvényének valós periodusa 6ψ (lásd az i. h.).

van szó, a melynek az invers függvénye nem «analytikus», a melyre nézve tehát nem áll fönn egyértékű egyenlet u és x között,¹ melyből az u mint az x függvénye teljes többértékűségével kiszámítható.

II.

A Crelle Journal 13. kötetében JACOBI a (3) alatti integrál invers függvényének a periodiczitasát a következő módon bizonyítja be.² Egy

$$x = \frac{d + c \sin^2 \varphi}{f + g \sin^2 \varphi}$$

alakú substitutio, mely a hat

$$-\infty \dots 0, 0 \dots 1, 1 \dots \frac{1}{k^2}, \frac{1}{k^2} \dots \frac{1}{\lambda^2}, \frac{1}{\lambda^2} \dots \frac{1}{\mu^2}, \frac{1}{\mu^2} \dots + \infty$$

intervallum mindegyikére nézve más és más módon választandó, (például a $0 \dots 1$ intervallumra egyszerően

$$x = \sin^2 \varphi)$$

a (3) alatti integrált ily alakra transzformálja:

$$C + \delta \int_0^{\varphi} \frac{(m + n \sin^2 \varphi) d\varphi}{\sqrt{1 - p^2 \sin^2 \varphi \cdot 1 - q^2 \sin^2 \varphi \cdot 1 - r^2 \sin^2 \varphi}},$$

a hol p, q, r valós és egynél kisebb és a δ -val szorzott integrál azután

¹ Lásd dolgozatomat «az izolált értékű függvényekről» ezen Értesítő XXIII. (1905) kötetének 121. lapján.

² ABEL hátrahagyott dolgozatában (Oeuvres II, p. 40) más módon bizonyítja ezt a tényt. Talán (Oeuvres I, p. 517) a nagy ABEL-féle theoremaról szóló dolgozatnak a végén található eme mondat: «Je me reserve de développer dans une autre occasion les nombreuses applications de ce théorème, qui jetteront du jour sur la nature des fonctions transcendentes dont il s'agit» úgy értelmezendő, hogy ABEL későbbben e periodiczítást nagy theoremarójának a segítségével bizonyította be. Ez értelmezés mindenesetre sokkal közelebb fekszik, mint az, melyet BJERKENS «N. H. ABEL» című 1885-ben megjelent munkájának 216. lapján javasol.

$$\frac{2A}{\pi} \varphi + A_1 \sin 2\varphi + A_2 \sin 4\varphi + \dots \text{ in inf.}$$

alakú sorba bontható, a hol

$$A = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(m + n \sin^2 \varphi) d\varphi}{\sqrt{1 - p^2 \sin^2 \varphi \cdot 1 - q^2 \sin^2 \varphi \cdot 1 - r^2 \sin^2 \varphi}}.$$

Ha φ π -vel szaporodik, akkor x nem változik, míg u átmegy $u + 2A\delta$ -ba.

Ebben a trigonometrikus substitutióban — a mint a bevezetésben már kiemelttem — már implicite bennfoglaltatik a valós integrálnak amaz JACOBI-féle általánosítása, mely az itt tekintetbe jövő esetekben a valós integrált mint a felső határ többértékű függvényét tünteti föl. Ha t. i. az x -nek ama változását követjük, a mely a φ -nek π -vel való szaporodásának megfelel, akkor azt látjuk, hogy például az $0 < x < 1$ intervallum és a megfelelő $x = \sin^2 \varphi$ substitutio esetére az x előbb az $x = 1$ értékig nő, azután 1-től 0-ig fogy és onnan ismét x -ig nő. Ha például kezdetben (v. ö. JACOBI az i. h. p. 32 alul) $0 < x < 1$ -re nézve a négyzetgyököt pozitívnak választjuk, úgy hogy

$$\sqrt{x(1-x)} = \sin \varphi \cos \varphi, \quad 0 < \varphi < \frac{\pi}{2},$$

akkor, ha φ a $\frac{\pi}{2}$ értéket eléri, $x = 1$, $\sqrt{x(1-x)} = 0$; ha φ azután $\frac{\pi}{2}$ -től π -ig tovább nő, akkor $1 > x \geq 0$ és $\sqrt{x(1-x)} < 0$ és ha végre φ a π -től egészen $\pi + \varphi$ ($< \frac{3\pi}{2}$)-ig szaporodik, akkor $\sqrt{x(1-x)}$ ismét pozitív és x újból fölveszi kezdeti értékét. Lesz tehát

$$\int_0^{\varphi+\pi} \sqrt{x(1-x)} = \int_0^x \sqrt{x(1-x)} + \int_x^1 \sqrt{x(1-x)} - \int_1^0 \sqrt{x(1-x)} + \int_0^x \sqrt{x(1-x)} = \int_0^x \sqrt{x(1-x)} + 2 \int_0^1 \sqrt{x(1-x)}, \quad (4)$$

hol az integráljel alatt mindig a négyzetgyök pozitív értéke veendő. Ezzel ki van mutatva, hogy a közönséges értelemben — azaz a 0-tól x -ig a *legrövidebb* úton — vett integrálnak

$$2 \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x(1-x)(1-k^2x)(1-\lambda^2x)(1-c^2x)}}$$

periodicitási modulussal való szaporodását úgy érhetjük el, hogy a helyett, hogy 0-tól x -ig pozitív incrementummal és a négyzetgyök pozitív előjelével, integrálnók, előbb 0-tól 1-ig integrálunk pozitív incrementummal és a négyzetgyök pozitív előjelével, majd 1-től 0-ig negatív incrementummal és a négyzetgyök negatív előjelével, végre 0-tól x -ig ismét pozitív incrementummal és pozitív négyzetgyökkel. A négyzetgyöknek 0 és 1 elágazó pontokban eszközölt előjel változása a kontinuitás törvényének megfelelő és annyiban minden önkénytől ment, a mennyiben az előjelnek eltérő választása trivialis eredményhez vezet (t. i. vagy az eredeti integrálhoz, vagy 0-hoz). Ha az integráljel alatt álló négyzetgyököt igazán teljesen többértékűnek akarjuk képzelni, akkor — a mint az a kontinuitás törvénye szerint lehetséges — a gyökjel előjelére nézve *mindkét* lehetőséget tekintetbe *kell* vennünk. Ezért abban, hogy a két lehetőség között azt választjuk, mely nem trivialis eredményre vezet, csakugyan semminemű önkény sincs.

A trigonometrikus substitutio ezen interpretálása tehát az invers függvény periodicitásának, az integrálkalkulus szempontjából a következő magyarázatát szolgáltatja:

A valós tengelyen megmaradva 0-tól x -ig különböző útakon lehet integrálni, ha csak az elágazó pontok közötti ideoda integrálást megengedjük — azaz ha nem szorítkozunk pozitív dx incrementumokra — és ezáltal, ha a négyzetgyöknek teljes többértékűségét konzerváljuk és az elágazó pontokon való átmenetnél a választás szabadságát a kontinuitás törvényének szem előtt tartásával kihasználjuk, *az integrálnak oly általánosítását* kapjuk, melynek révén *a valós integrál felső határának végtelen sokértékű függvényévé válik*. E függvény különböző determinációja az invers függvény periodicitásának és a négyzetgyök okozta kettős értékének pontosan megfelel.

A valós határok között vett integrál fogalmának emez általánosítása JACOBINAK 1835—36. évi előadásában, a

$$\int_0^x \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}, \quad \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{1-x^2} \cdot \sqrt{1-k^2x^2}},$$

$$\int_0^x \frac{dx}{\sqrt{(x-a_1)(x-a_2)(x-a_3)(x-a_4)(x-a_5)(x-a_6)}}$$

integrálok esetére ki van fejtve¹ és pedig horderejének teljes tudatával; ROSENHAIN pályamunkájában,² mely a párisi akadémiának 1846-ban be lett mutatva és mely 1851-ben megjelent, ez általánosítást mint JACOBI-tól eredőt ismerteti. Az, hogy JACOBI a Crelle 13. kötetében (1834) adott módszere és az 1835—36. évi módszere közötti összefüggést ismerte, kétséget nem szenvedhet, a hisztorikus szempontjából csak az a kérdés volna fölvethető, vajjon JACOBI már 1834-ben, mikor trigonometrikus substitutióját alkalmazta, annak geometriai æquivalenciával, t. i. az x tengelyen való ide-oda integrálásával tisztában volt-e, és ha nem, hogy vajjon egészen magától vagy pedig valamely külső befolyás hatása alatt eszközölte 1835—36-ban a geometriai előállításához való átmenetet. Hogy e különböző lehetőségek indiciumait egymással szemben mérlegelhessük, szükséges lesz utána járni annak a befolyásnak, a melyet CAUCHY-nak «Mémoire sur les intégrales définies, prises entre des limites imaginaires» című dolgozata³ JACOBI-ra kigyakorolt.

Nem lesz szükségünk itt a CAUCHY Mémoire-jának részleteiből ismertetésére, annál kevésbbé, mivel egy kitünő ilyen ismeretetés BRILL és NOETHER-nél található;⁴ elég ha reámutatunk a következőkre. CAUCHY mindenekelőtt értelmezi a komplex z változó egyértékű $f(z)$ függvényének az x_0+iy_0 és $X+iY$ komplex határok között, valamely $x=\varphi(t)$, $y=\psi(t)$ görbe mentén vett integrálját, azután azt mutatja meg, hogy mikép változik ez az integrál, ha e

¹ Lásd GUNDELFINGER: Bibliotheca Mathematica. 3. Serie, Bd. 9, p. 212. s köv.

² Az i. h.

³ Németül Ostwald Klassiker Nr. 112, STÄCKEL PÁL jegyzeteivel.

⁴ Jahresbericht der Deutschen Mathematiker Vereinigung. 3. kötet (1892—93), p. 170. s köv.

görbe változik és ha a görbe változásánál az $f(z)$ -nek valamely polusa át lesz lépve. Ennek a tételnek következményképpen adódik például, hogy $\int_1^z \frac{dz}{z}$ a felső határnak többértékű függvénye, ha az integrált a komplex változó síkjában folyó tetszésszerű úton vesszük. Többértékű algebrai függvények integráljairól CAUCHYNAK 1825-iki mémoire-jában nincs szó. JACOBI 1835-36. évi előadásának két helyén nyilatkozik erről a mémoire-ról. Az előadás bevezetésében azt hangoztatja, hogy ő az elliptikus integrálokkal értelmezett transcendenseket, a

$$\sum_{i=-\infty}^{+\infty} q^{i^2} z^i$$

transcendens vizsgálatára fogja alapítani, mert «man dadurch von ihrem Werte eine bestimmte Anschauung erhält. Dieses ist zum Beispiel nicht der Fall, wenn man die Transcendenten als Integrale definiert, wie z. B. $\int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi}}$, wo man zwar für reelle φ ein Bild von der Sache hat, wo aber alle Präcision aufhört, wenn φ imaginär ist. CAUCHY hat sich mit solchen Integralen sehr viel beschäftigt, aber dadurch nie die Klarheit, wie sie unsere Reihe gibt, erreicht. Wenn unter dem Integralzeichen überdies ein vieldeutiger Ausdruck oder ein Wurzelzeichen sich befindet, so lässt sich zwar für eine reelle Variable das Bild durch ein Integral leicht fassen, aber wenn sie imaginär wird, hört jede Bestimmtheit auf. . . Doch liegt das Ungenaue in den Integraldefinitionen vielleicht nur daran, dass man die Prinzipien jener Integrale noch nicht genau erkannt hat.»

A második hely a 36. előadásban található és már GUNDELINGER közzétette; a teljesség kedvéért azonban ide iktatom szó szerint. Arra a címre «Von der Vieldeutigkeit der Integrale, die unter dem Integralzeichen einen mehrdeutigen

Ausdruck haben» a következő megjegyzés következik: «Eine Quelle der Vieldeutigkeit, die aber von der hier stattfindenden verschieden zu sein scheint, ist die, wenn die zu integrierende Funktion für irgend einen reellen Wert oder auch einen imaginären Wert der Variablen unendlich werden kann. Diese Ursache hat CAUCHY in einer Abhandlung: Mémoire etc. Paris 1825 sehr gründlich erörtert. Aber seine Prinzipien sind nicht anwendbar auf den Fall, wo die Vieldeutigkeit eines unter dem Integralzeichen sich befindenden Ausdrucks die Vieldeutigkeit der Werte des Integrals herbeiführt.» Azután következik a főt megbeszélte módszernek a részletezése, azaz az elágazó pontok közötti ide-odaintegrálásnak a leírása.

E két idézetből azt lehet következtetni, hogy JACOBI az előadás tartama alatt behatóbban foglalkozott a komplex tartományban való integrálás elméletével, mivel az előadás kezdetén CAUCHYNÁL még nélküli a «Klarheit, wie sie unsere Reihe gibt», míg a 36. előadáson a tárgyalást már «sehr gründlich»-nak mondja. Hogy CAUCHY elveit az őt foglalkoztató esetre alkalmazhatónak nem tartja, kétségen kívül helyes, ha *közvetlen* alkalmazásra gondolunk, mert hiszen CAUCHYNÁL csak egyértékű függvényekről esik szó. RIEMANN óta tudjuk, hogy ha a CAUCHY-tól egyértékű függvények integráljaira fölállított elveket többértékű algebrai függvények integráljaira alkalmazni akarjuk, akkor az integrációs változó tartományát nem az egyszerű síkban, hanem oly fölületen kell választanunk, a mely fölületen az integrálandó függvény egyértékű függvénye a helynek. Az a mi az ilyen felületre nézve a CAUCHY síkjával szemben teljesen újszerű, az a körülmény, hogy az ilyen fölület lehet többszörösen összefüggő a nélkül, hogy polaris singularitás kirekesztésével származó hézagokkal bír, úgy hogy a RIEMANN-féle fölületen két integrációs út akkor is vezethet különböző eredményekhez, ha közöttük nem fekszik oly hely, a melyen az integrál végtelenné válik.¹ A JACOBITÓL tárgyalt esetekben a RIEMANN-féle fölület elágazó pontjai a valós tengelyen vannak;

¹ V. ö: megjegyzésemet GUNDELFINGER az i. h. p. 212, 213. található 1. jegyzetben.

képzeljük az elágazó metszeteket is e tengely mentén fektetve, akkor röviden szólva JACOBI módszere abban áll, hogy CAUCHY elvei szerint a RIEMANN-féle fölületnek egy a valós tengelyt magában foglaló végtelen kicsiny sávján belül integrál; JACOBI tehát tényleg integráljainak a periodicitási modulusait mint a RIEMANN fölületén belül zárt utak mentén vett integrálokat állítja elő, csakhogy nála a zárt integratiós út szorosan a valós tengelyig össze van húzva, a mint ezt különben RIEMANN maga is teszi, ha e modulusok tényleges kiszámításához hozzáfog. Így például JACOBI előállításában a

$$2 \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x(1-x)(1-k^2x)(1-\lambda^2x)(1-c^2x)}}$$

periodicitási modulus a (4) egyenlet szerint a

$$\int_0^x + \int_x^1 - \int_1^0$$

alakban adódik, tehát a RIEMANN fölületén zárt út mentén vett integrál alakjában és épen úgy az arc. sin. esetében az adódik,¹ hogy

$$2 \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-k^2}} = \int_0^1 - \int_1^x - \int_x^0.$$

E szerint a fejtegetés szerint szabad lesz azt a véleményét kimondani, hogy JACOBI a valós változó tartományában folyó

¹ Lásd GUNDELFINGER az i. h. p. 214. utolsó egyenletet. Összevetendő különösen még p. 217, 17. sor és köv., a hol JACOBI az

$$u = \int_0^x \frac{dy}{\sqrt{1-y^2 \cdot 1-k^2y^2}}$$

esetében a periodicitási modulusokat közvetlenül értelmezi mint a «Wert, welchen das Integral annimmt, wenn man es von einem Werte von y , für den die Quadratwurzel verschwindet, bis zu einem anderen erstreckt, für den sie wieder verschwindet, eine beliebige gerade Anzahl male genommen».

különböző integrációs utakról szóló módszerét CAUCHY Mémoire-jának — talán öntudatlan — befolyása alatt gondolhatta ki, illetőleg, hogy ennek a befolyásnak a hatása alatt találhatta a Crelle 13. kötetében közölt trigonometrikus substitúciójának geometriai interpretációját. Azonban kifejezetten kívánom hangsúlyoztatni, hogy természetesen távol áll tőlem az a föltevés, mintha a fönti fejtegetéssel JACOBI tényleges gondolatmenetét rekonstruáltam volna; e fejtegetéseim célja ugyanis csak az, hogy JACOBI módszerét jelenlegi függvénytani fölfogásunkba besorozzam és hogy azt mutassam, miszerint JACOBI a tőle tárgyalt példákra nézve a valós tartományban *közvetlenül* azt tudja elérni, a mit mi RIEMANN teremtésének alapján úgyszólván csak *a komplexen átvezető kerülő úton* szoktunk megérteni. És épen ez a *közvetlen út* az, a mi a JACOBI módszerét a történelmi érdeken fölül aktuálisan értékessé teszi, a mennyiben azt mutatja, *hogy azokban az esetekben, a melyekben az integrál véges marad az x ama valós értékei mellett, a melyekre nézve az integrálandó függvény maga is valós, az eddig kikerülhetetlennek vélt átmenet a komplex tartományon át teljesen fölösleges.*

Még csak két megjegyzést kívánok ehhez hozzáfűzni:

Az első vonatkozik JACOBI módszerének alkalmazására oly esetekben, a melyekben egyértékű, például raczionális függvények integráljairól van szó. Az $\int_1^x \frac{dx}{x}$ esetében e módszert azért nem lehet alkalmazni, mert az integrál az $x=0$ pontban végtelenné válik, a fönti dült betűkkel szedett mondatban foglalt föltétel tehát nem teljesül. De igenis teljesül e föltétel az

$$" \int_0^x \frac{dx}{1+x^2}$$

integrálra nézve és azt akarom kimutatni, hogy ezen az integrálon JACOBI módszerének alapján evidenciába helyezhető az arc. tg. többértékűsége a nélkül, hogy a valós tartományból ki kellene lépni.

Mindenekelőtt, például az

$$x = \frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \tag{5}$$

substitutio segelyével azt bizonyítjuk, hogy

$$\int_0^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2} = \frac{\pi}{2}, \quad \int_0^{-\infty} \frac{dx}{1+x^2} = -\frac{\pi}{2}, \quad \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2} = \pi.$$

Azután tegyük a direkt úton 0-tól x -ig vett integrált

$$\int_0^x \frac{dx}{1+x^2} = (\operatorname{arctg} x),$$

a hol $(\operatorname{arctg} x)$ tehát $-\frac{\pi}{2}$ és $\frac{\pi}{2}$ között fekszik. Most pedig 0-tól x -ig a következő úton fogunk integrálni.¹ A 0-tól positiv értelemben $+\infty$ -ig, azután $-\infty$ -től szintén positiv irányban x -ig. Ily módon tényleg azt kapjuk, hogy

$$\int_0^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2} + \int_{-\infty}^x \frac{dx}{1+x^2} = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2} + \int_0^x \frac{dx}{1+x^2} = \pi + (\operatorname{arctg} x).$$

A periodicitási modulus tehát

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2}$$

alakban adódik, tehát teljesen CAUCHY elméletének értelmében mint az oly zárt görbe mentén vett integrál, mely görbe az $x=+i$ polust magában foglalja.

¹ Az (5) substitutióval transformált integrálra nézve $u = \int_0^{\xi} \frac{d\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}$

a szövegben leírandó integrációs út pontosan annak felel meg, a melyet JACOBI (lásd GUNDELFINGER az i. h. p. 214. utolsó egyenlet) használ, hogy a π -arcsin x értékhez jusson. Kiemelem még azt is, hogy JACOBI maga (az i. h. p. 219) az elliptikus integrál esetén egy a $\pm\infty$ -en keresztül haladó integrációs útát használ.

A többértékűségnek a valós tartományban való tárgyalása még csak egy irányban eshetik kifogás alá és erre vonatkozik második megjegyzésünk. Minthogy tudniillik a valós tartományban analitikai folytatásról nem lehet szó, a többértékűség fogalma egy valós változó függvényének esetében úgyszólván a levegőben lóg. Így például ROSENHAIN pályamunkájában azt mondja, mielőtt a JACOBI módszerének előállításához fog:¹ «Többértékűnek mondom a függvényt akkor, ha annak értelmezése egyszerre több függvényt foglal magában». De vajjon mikor kell e több függvényt mint egy és ugyanannak a többértékű függvénynek ágait fölfogni, vagy — a mi esetünkre való alkalmazással — mily jogon tekinthetjük (mindig a valós tartományban megmaradva) például a végtelen sok

$$u = \int_0^x \frac{d\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}, \quad \pi - u, \quad u + 2j\pi, \quad \pi - u + 2j\pi$$

függvényt egy és ugyanannak a többértékű függvénynek determinációjaként?

JACOBI tényleg érezte ezt a nehézséget és erre vonatkozik a «wichtige Bemerkung», melylyel 37. előadását kezdi,² hogy a mint mondja, «diese Betrachtungen nicht falsch verstanden werden». Ezen «wichtige Bemerkung» tartalmát röviden következőképen foglalhatjuk össze. Az arcussinus és az elsőfajú elliptikus integrál esetében, a hol a felső határ x az u integrálérték egyértékű $E(u)$ függvényeként fejezhető ki,³ a különböző integrációs utakkal előálló végtelen sok determinációja az integrálnak mind ugyanannak az

$$x = E(u)$$

egyértékű egyenletnek tesz eleget és az egyenlet összes gyökeit ki is meríti. Ez tényleg teljesen kifogástalan ok arra, hogy

¹ Lásd Ostwald Klassiker Nr. 65, p. 78.

² Lásd GUNDELFINGER az i. h. p. 215.

³ JACOBI azt mondja (az i. h. p. 217) «auf eine allgemeine gültige, unzweideutige Weise».

ezeket a determinációkat mint egy és ugyanannak a függvénynek ágait tekintsük és még mai nap alig lesz lehetséges más kriteriumot adni arra nézve, hogy a valós tartományban többféle függvény egy végtelen sok értékű függvénybe összeforr, mint azt, hogy e függvények mint egy $x=E(u)$ alakú egyértékű egyenlet megoldásai adódnak. És a hyperelliptikus integrál esetében, a hol *egyetlen* integrál inversiójával hasonló kriterium nem adható, épen a JACOBI-féle inversio problémája szolgáltatja a nehézség megoldását.

III.

Ha most rögzíteni akarjuk azt a helyet, a melyet JACOBI módszere — a mint maga mondja¹ — egy integrál többértékűségnek a magyarázatára («Erklärung der Vieldeutigkeit») a függvénytan történelmi fejlődésében elfoglal, ki kell emelnünk mindenekelőtt azt, hogy eddigi fejtegetéseinkben *különösen* reámutattunk JACOBI módszerének jelentésére a *valós* függvények tanában, és pedig azért, mert ez irányban a módszer még ma is analitikai segédeszközeinknek lényeges meggazdagítását jelenti. Azonban JACOBI maga súlyt helyezett arra² is, hogy módszere nemcsak a valós, hanem a képzetes periodicitási modulusokat is szolgáltatja, természetesen mindig csak a tőle kizárólag tárgyalt valós elágazó pontok esetében. Eltekintve attól, hogy JACOBI módszere könnyen általánosítható sokkal általánosabb esetekre is, e módszer helyét mint CAUCHY (1825) egyrészt, CAUCHY (1846), PUISEUX (1850), RIEMANN (1857), másrészt közötti *közvetítő tagnak* így lehetne jellemezni: Míg CAUCHY (1825) csak azt az esetet tárgyalja, a midőn az integráljel alatt egyértékű függvény áll, addig JACOBI volt az, a ki először 1835—36-ban az oly függvénynek a többértékűségét az integrál előállításból magából magyarázta, a mely függvény egy kétértékű algebrai függvény integráljával értelmezve van. Sőt annyiban túlhaladta még a CAUCHY (1846) és PUISEUX (1850)

¹ Lásd GUNDELFINGER az i. h. p. 221, 38. Vorlesung.

² Lásd pl. ugyanott.

álláspontját és közeledett RIEMANN (1857) fölfogásához, a mennyiben integrációs útjaival és azzal, hogy az elágazó pontokon áthaladva a négyzetgyök előjelét megváltoztatja, valóságban *közvetlenül* a RIEMANN-féle fölületen zárt utakon integrál, míg PUISEUX lacet-i és azok mentén vett «elemi integrál»-jai, melyekből azután a periodicitási modulusok összerakódnak, a RIEMANN-féle fölületen *nem zárt* utakra vonatkoznak. A JACOBI-féle módszernek publikálása ROSENHAINNAK (1846-ban bemutatott, 1851-ben kiadott) pályamunkájában JACOBINAK legalább a személyi prioritást biztosítja.

IV.

Még néhány szóval reámutatok JACOBI módszerének aktuális jelentőségére. A modern matematikában minden oldalon azt az igyekezetet látjuk, hogy élesen körülvonalozzuk azoknak a segédeszközöknek a minimumát, a melyek valamely meghatározott kérdésnek a megoldására, valamely határozott eredménynek a levezetésére szükségesek. Például főlemlíthetem erre a tendenciára nézve azokat az újabb vizsgálatokat, a melyek a geometria és az arithmetika alapjaira, valamint azokat, a melyek a halmazelméletre vonatkoznak. Ennek a fölfogásnak az értelmében hézagként lesz érezhető az, hogy *valós függvények valós tulajdonságait*, mint például az arcussinus meg az arcustangens többértékűségét ezeknek a függvényeknek az integrál értelmezéséből csak a komplexen való átkerülés útján lehessen levezetni. JACOBI módszere ezt a hézagot kipótolja. Azonban a tisztán logikai szükségleten fölül különösen még akkor nyilvánul az a kívánság, hogy a komplexen való áthaladást kikerüljük, ha az analysisnek a geometriára és mechanikára való alkalmazásairól van a szó, a hol a dolog természeténél fogva csak valós viszonyok jöhetnek tekintetbe. Rögton belátható, hogy a JACOBI-féle módszer a valós többértékűség tárgyalására, a differenciálegyenletek valós megoldásainál is hasznossá tehető és remélem, hogy más alkalommal beszámolhatok ama vizsgálataimról, a melyeket ily irányban egyelőre a Gauss-féle differenciálegyenletre nézve megkezdtem. De még többet! Ha valamikor

eljön az az idő, a mikor még a tiszta analysis keretében is a komplex változók függvényeinek színpompás fölületbeli festészetétől visszatérnének a valós változók valós függvényeinek præraffaëlicus vonalrajzához, a mikor a komplex függvénytan büszke épülete — mint egy ismeretes franczia analysta mondja — még csak mint «monument du passé» tünnék föl, akkor a JACOBI-féle módszer egyike lesz azoknak az oszlopoknak, a melyek a XIX. százév integrálkalkulusából abba a «valós» időbe belenyulnak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 decz. 12.-én tartott üléséből.)

A LÉGNYOMÁS ÉVI ÉS NAPI MENETE KALOCSÁN.

FÉNYI GYULA S. J.-től.

A kalocsai observatorium 1896-ban jutott mélt. dr. BOROMISZA TIBOR, szatmári püspök, akkoriban még kalocsai kanonok úrnak bőkezűségéből egy kitünő Richard-féle barograf birtokába, mely azóta — tehát már 14 esztendeje — a légnyomás változásainak szakadatlan megfigyelésére szolgál. E megfigyelések eredménye a jelen értekezésnek tárgya.

A barograf az observatoriumon egy edényes barométer mellett áll, melynek naponként háromszor történt leolvasása, nulla fokra redukálva, meghatározta a barograf leolvasására alkalmazandó reductiót. Az eszköz kitünőnek minősíthető, mert a skála-reductio még a légnyomás nagy ingadozása és a hőmérséklet gyakori változása daczára sem mutatott észrevehető változást. Az abszolút légnyomásra való redukálást mellőztük. Az edényes barométer állandó hibájára, valamint a földrajzi szélességre, a tengerfölötti magasságra vonatkozó javításokat nem alkalmaztuk. Ily módon nyertük a következő táblázat közép-számait, melyen az évi középértékeket nem a havi középértékekből, hanem az évi összegeknek a napok számával való osztása által pontosabban nyertük. Az utolsó sor az évi közepek ingadozását tünteti fel; ezen ingadozás középértékben kifejezve ± 0.42 mm. Az utolsó sorban ama reductio látható, melyet a naponként háromszori leolvasások közepén alkalmazni kellene, hogy a valódi napi közepet nyerjük. E javítás középértékben pontosan $+ 0.01$ mm és ebben az egyes évek mind meg-egyeznek, ha megfontoljuk, hogy az évi középértékek utolsó számjegye már ki van kerekítve. A barométer leolvasása tehát

A légnyomás középértéke óránként a 13 évben 1896-1908-ig Kaloosán, 700 mm

Évek órák	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	13 évi közép	Észlelés — Számítás 0·001 mm-ben
1 ^h	52·69	53·82	53·00	52·86	51·73	51·81	52·68	52·57	52·74	52·62	52·12	52·93	53·59	52·705	— 8
2	52·63	53·77	52·97	52·81	51·69	51·77	52·63	52·54	52·67	52·55	52·07	52·90	53·55	52·658	+ 12
3	52·54	53·69	52·87	52·72	51·65	51·70	52·57	52·49	52·64	52·49	51·99	52·84	53·47	52·589	+ 7
4	52·47	53·66	52·84	52·68	51·63	51·68	52·53	52·45	52·61	52·44	51·95	52·80	53·44	52·552	+ 1
5	52·48	53·69	52·85	52·72	51·64	51·71	52·55	52·51	52·63	52·49	51·97	52·84	53·44	52·579	0
6	52·55	53·80	52·93	52·79	51·73	51·82	52·63	52·62	52·75	52·52	52·05	52·91	53·53	52·664	— 9
7	52·71	53·92	53·09	52·97	51·89	52·00	52·77	52·78	52·93	52·68	52·19	53·04	53·67	52·819	+ 3
8	52·82	54·11	53·24	53·12	51·98	52·18	52·93	52·96	53·10	52·82	52·32	53·20	53·82	52·969	+ 1
9	52·89	54·19	53·33	53·23	52·12	52·29	53·05	53·08	53·19	52·95	52·50	53·29	53·88	53·077	— 2
10	52·93	54·26	53·39	53·29	52·16	52·31	53·11	53·11	53·22	52·97	52·55	53·31	53·88	53·115	+ 7
11	52·91	54·19	53·33	53·22	52·06	52·22	53·02	53·03	53·14	52·93	52·48	53·22	53·81	53·043	+ 9
12	52·78	54·01	53·15	53·03	51·86	52·07	52·82	52·86	52·97	52·74	52·31	53·06	53·61	52·867	— 2
13	52·51	53·83	52·93	52·80	51·63	51·78	52·59	52·63	52·72	52·53	52·09	52·84	53·40	52·637	— 16
14	52·32	53·62	52·71	52·61	51·44	51·57	52·39	52·41	52·49	52·31	51·87	52·61	53·21	52·428	— 9
15	52·19	53·49	52·60	52·48	51·32	51·42	52·23	52·28	52·32	52·15	51·72	52·47	53·08	52·289	+ 18
16	52·10	53·41	52·51	52·41	51·24	51·34	52·15	52·18	52·22	52·07	51·62	52·37	52·99	52·201	+ 15
17	52·10	53·39	52·49	52·42	51·22	51·34	52·13	52·16	52·18	52·05	51·58	52·36	52·98	52·185	— 3
18	52·19	53·45	52·54	52·49	51·29	51·39	52·20	52·23	52·21	52·14	51·64	52·41	53·03	52·247	— 14
19	52·30	53·55	52·66	52·60	51·41	51·48	52·30	52·35	52·31	52·27	51·76	52·54	53·18	52·362	— 16
20	52·44	53·69	52·84	52·75	51·56	51·64	52·44	52·48	52·46	52·44	51·94	52·68	53·36	52·517	+ 8
21	52·56	53·83	52·96	52·89	51·68	51·75	52·57	52·59	52·60	52·61	52·05	52·81	53·52	52·648	+ 20
22	52·61	53·88	53·02	52·95	51·74	51·84	52·62	52·63	52·67	52·67	52·13	52·91	53·61	52·714	— 1
23	52·66	53·89	53·06	52·97	51·76	51·90	52·66	52·65	52·74	52·72	52·16	52·96	53·67	52·754	— 4
24	52·65	53·87	53·03	52·96	51·75	51·89	52·69	52·65	52·73	52·71	52·12	52·96	53·68	52·745	11
évi közép Reductio $7^h + 2^h + 9^h$ 3-hoz	52·54	53·79	52·93	52·82	51·67	51·79	52·59	52·59	52·68	52·54	52·05	52·84	53·48	52·640	0·01
Évi-közép	— 0·10	+ 1·15	+ 0·29	+ 0·18	— 0·97	— 0·86	— 0·05	— 0·05	+ 0·04	— 0·10	— 0·59	+ 0·20	+ 0·84		

7^ha . 2^hp . 9^hp-kor ennél fogva oly napi közép számot ad, melynek pontossága a barométer-konstans biztosságát messze fölülmulja. Ily csekély javítás különben onnét is eredne, ha az észlelő a barométert rendesen pár perczcel később olvasná le.

A következő táblázat a harmonikus analysis tényezőit tartalmazza a következő képlet értelmében :

$$B = b + p_1 \cos(15^\circ x) + p_2 \cos(30^\circ x) + p_3 \cos(45^\circ x) + \\ + q_1 \sin(15^\circ x) + q_2 \sin(30^\circ x) + q_3 \sin(45^\circ x), \\ B = b + u_1 \sin(U_1 + 15x) + u_2 \sin(U_2 + 30x) + u_3 \sin(U_3 + 45x),$$

mely képletekben B a periodusos légnyomást, b a középértékét, x a helyi közép időt órákban, éjféltől kezdve jelenti.

E táblázatból kitűnik, hogy a tényezők az egyes években tetemesen ingadoztak. Az amplitudó 0.19 és 0.32 mm között változott; a fázisidő pedig 1^h32^m közt. Ez az ingadozás mutatja, mennyire függ az egyszerű hullám az esetleges időjárástól. Ezzel szemben a kettős hullám nagy állandóságot mutat: az amplitudója csak 0.25 és 0.29 mm között inog, a fázisidő csak 16 perczcel változik. A hármashullámról, melyet még igen kevés figyelemre méltatnak, csak azt jegyezzük meg, hogy annak ténylegessége a fönti táblázat szerint evidens; mert ha a nyert tényezők merő számítási eredmények volnának, mi által a légnyomás esetleges szabálytalansága a megfigyelésben és számításban előforduló pontatlanság ki volna egyenlítve, akkor lehetetlen volna, hogy a fázis-idők mind a 13 évben annyira megegyezők volnának: a különbség legföljebb 1 órát ér el. A táblázat utolsó sora a 13 esztendőből összevéve külön kiszámított állandókat tartalmazza, melyeknek már normális menetet kellene előtűntetniök. Ez azonban csak a kettős hullámról mondható megközelítő pontossággal, mert az egyszerű hullám nagy ingadozásoknak van alávetve; a hármashullám pedig épenséggel nem alkalmas arra, hogy a fejtegetés tárgya legyen. Az így nyert állandókból kiolvashatjuk, hogy az egyszerű hullám 6^h5^p-kor reggel — mely időre a hőmérséklet minimuma esik — éri el maximumát, minimumát pedig este ugyanazon órában. A kettős hullám maximumát 10^h18^p-kor délelőtt és délután, minimumát 6 órával későbbben éri el. A mind a három hullám összetevésé-

A harmoniai analysis tényezői a 13 év középszámaiból számítva.

	b	u_1	U_1	u_2	U_2	u_3	U_3	p_1	q_1	p_2	q_2	p_3	q_3
1896	52·543	0·22	355·6	0·25	137·5	0·04	341·9	+0·0413	+0·2201	+0·0545	-0·2459	+0·0197	+0·0388
1897	53·792	0·20	339·2	0·26	141·9	0·03	355·0	-0·0201	+0·1972	+0·0375	-0·2653	+0·0177	+0·0185
1898	52·931	0·24	348·4	0·27	140·1	0·03	349·2	+0·0141	+0·2240	+0·0469	-0·2695	+0·0179	+0·0263
1899	52·824	0·19	347·2	0·29	143·7	0·03	2·3	+0·0074	+0·1931	+0·0317	-0·2863	+0·0242	+0·0224
1900	51·678	0·26	349·9	0·26	144·8	0·04	353·2	+0·0219	+0·2569	+0·0235	-0·2563	+0·0238	+0·0302
1901	51·788	0·25	342·2	0·29	144·7	0·04	17·5	-0·0122	+0·2183	+0·0258	-0·2873	+0·0311	+0·0162
1902	52·594	0·27	346·0	0·27	139·6	0·04	8·6	+0·0046	+0·2662	+0·0480	-0·2618	+0·0290	+0·0214
1903	52·593	0·25	334·8	0·28	145·3	0·03	351·8	+0·0137	+0·2420	+0·0227	-0·2782	+0·0196	+0·0263
1904	52·676	0·32	340·2	0·27	139·0	0·03	8·0	-0·0264	+0·3162	+0·0529	-0·2730	+0·0251	+0·0190
1905	52·535	0·22	355·8	0·29	139·7	0·02	333·4	+0·0421	+0·2199	+0·0527	-0·2902	+0·0074	+0·0112
1906	52·049	0·24	343·2	0·27	136·9	0·04	333·9	+0·0075	+0·2372	+0·0624	-0·2680	+0·0116	+0·0340
1907	52·844	0·28	351·6	0·26	139·6	0·03	347·4	+0·0321	+0·2750	+0·0476	-0·2598	+0·0183	+0·0285
1908	53·475	0·27	2·9	0·27	141·5	0·02	18·3	+0·0842	+0·2603	+0·0455	-0·2658	+0·0203	+0·0101
13 év	52·717	0·243	347·5	0·273	140·9	0·032	356·2	+0·0288	+0·2593	+0·0482	-0·2584	+0·0169	+0·0234

ből eredő maximum, 753·107 mm, 9^ó47^p-kor délelőtt, a minimum, mely 752·180 mm-t tesz, 4^ó44^p délután áll be; a napi középingadozás tehát 0·927 mm. A megfigyelés szerint a maximum 10 órára d. e. esik és pedig mind a 13 esztendőben külön is; csak 1908-ban találtuk ugyanazt az értéket 9 órákor is. Az átlagos minimumot 5 órákor d. u. észleltük valamennyi évben, kivéve 1909-et, a mikor 4 órára esett. Egy második erősen szembeeszkő maximum éjjeli 11 órára esik, mely csak 0·36 mm-rel kisebb a fő maximumnál és csaknem minden évben ki van fejezve. Egy másodrangú minimum esti 4 órára tehető; ez igen csekély.

A mi az egyszerű hullám amplitudóját illeti, megjegyezzük, hogy, ha azt az évi középszámokból számítjuk ki, mindig kisebb eredményre jutunk, mint a valódi középérték. Ennek oka abban rejlik, hogy e hullámfázis ideje borus napokon nagyon különböző attól, melyet derült napokon mutat: a különböző fekvésű hullámok egyesülése a középszámban az eredő amplitudót nagyon leszállítja. A helyes közép-amplitudót csak úgy nyerhetnők, ha a napi hullámokat a fázis ugyanazon fekvésében a középszámban egyesítenők, a mi a gyakorlatban lehetetlen. Kalocsán két évről, illetőleg nyári félévről, a légnymás járását külön borus és külön derült napokon számítottuk ki és az egyszerű és kettős hullám számára a következő állandókat kaptuk:

1896-ban 33 derült nap:

$$0\cdot438 \sin [327\cdot7 + 15x] + 0\cdot269 \sin [133\cdot3 + 30x];$$

1896-ban 23 borus nap:

$$0\cdot116 \sin [143\cdot0 + 15x] + 0\cdot218 \sin [135\cdot9 + 30x];$$

1897-ben 53 derült nap:

$$0\cdot396 \sin [335\cdot0 + 15x] + 0\cdot290 \sin [133\cdot3 + 30x];$$

1897-ben 37 borus nap:

$$0\cdot071 \sin [49\cdot4 + 15x] + 0\cdot263 \sin [132\cdot5 + 30x].$$

A kettős hullám állandóinak szép megegyezése bizonyítja, hogy a felhasznált napok száma teljesen elegendő arra, hogy a helyes tényezőket megállapítsuk és hogy épen ezért az egyszerű hullám különfélesége is csak a valóságnak felel meg. E számok-

ból látjuk, hogy 1896-ban borus napokon a fázisidő teljesen a fordított és ennél fogva a rendes közép képzésénél a borus napok ellenkező amplitudója, 0.116 mm, a derült napok amplitudójából levonatik, a helyett, hogy a közép képzéséhez járulna. A borus és derült napok e különbsége máshol is nyilvánult, a hol ezeket külön számítás alá vették; ugyanazt a különbséget találták a cycloni és anticycloni időjárás közt is.

A periodusos légnyomás természetébe sokkal mélyebb betekintést nyerünk, ha annak menetét az egyes hónapokban külön analysis alá vesszük. Erre a kalocsai megfigyelések tiz esztendejét (1896—1905) vettük számításba. Hogy helyes közép-számokat nyerjünk, ezeket havonkint külön és a tiz esztendő összközepét görbék rajzolása által vizsgáltuk, miáltal minden észrevehető különböző származású hibát fel lehetett fedezni és javítani. Ezután az évi menetet, a mennyiben az a napi járásban nyilvánul, és az aperiodusos ingadozásokat kiküszöböltük. A következő táblázat a feldolgozott tiz évi anyagnak így nyert középértékeit tartalmazza, valamint a kiszámított állandókat ugyanazon jelöléssel, mint a fönti táblázatban.

Az első rovat *b)* alatt már egészen helyes évi menetet mutat. A légnyomás maximuma határozottan januárra esik és azután rohamosan csökken egészen az áprilisi minimumig utána a légnyomás decemberig lassan emelkedik. Ha e számok szerint megrajzoljuk az évi menet görbáját, feltűnik, hogy a minimum áprilisban igen hegyesedik és hogy a különben egyenletesen emelkedő görbe vonal októberben kis behorpadást mutat. Eleinte ebben valami hibának nyilvánulását sejtettük; azonban más évek (1870—1890) közepével való összehasonlítás megmutatta, hogy a görbe alakja más évek sorozatában is hasonló és épen októberben ugyanaz a behorpadás mutatkozik. E jelenség tehát tényleg előfordul és azt jelenti, hogy a napegyenlőség idejében kisebb légnyomás felé való hajlam uralkodik, mely tavasszal az évi görbe minimumával esik egybe és ezáltal annak feltűnő hegyes mélyedését hozza létre; ősszel pedig a maximum közelébe esik és így a görbe kis görbítését okozza. E jelenség az úgynevezett nagy inversio helyzetéből magyarázható meg. A magas atmosphæra legújabb kutatásai felderítették, hogy a

A légnnyomás napi menetének harmoniai elemzés által nyert tényezői Kalocsán 10 évből kiszámítva (1896–1905).

	b	u_1	U_1	u_2	U_2	u_3	U_3	ΔU_3
Január	56°30	0·09	2°42'	0·22	148°56'	0·124	354°50'	— 3
Február	53°64	0·16	349° 8'	0·25	150° 8'	0·077	352° 6'	— 24
Márczius	50°70	0·25	2°54'	0·30	141° 3'	0·035	328°19'	— 100
Április	50°05	0·23	348° 4'	0·32	136°57'	0·011	228° 6'	— 53
Május	50°48	0·33	334°49'	0·31	135°54'	0·038	175°29'	— 20
Junius	50°60	0·40	343° 7'	0·27	135°31'	0·039	155°47'	0
Julius	51°11	0·43	344°40'	0·27	132°28'	0·045	155°35'	— 12
Augusztus	51°87	0·38	338°37'	0·28	133°25'	0·034	143°43'	+ 181
Szeptember	53°20	0·33	341°35'	0·31	137°19'	0·028	324°42'	+ 20
Október	53°20	0·18	337°26'	0·30	146°48'	0·077	344°15'	+ 14
November	54°83	0·12	7°52'	0·24	158° 6'	0·102	358°52'	+ 5
Deczember	54°76	0·08	26°14'	0·22	153°35'	0·118	363°57'	— 9

A légnnyomás napi menetének harmoniai elemzés által nyert tényezői Kalocsán 10 évből (1896–1905).

	p_1	q_1	p_2	q_2	p_3	q_3
Január	+ 0·0263	+ 0·0822	+ 0·0042	— 0·2262	+ 0·0798	+ 0·0956
Február	+ 0·0114	+ 0·1569	+ 0·0038	— 0·2487	+ 0·0579	+ 0·0765
Márczius	+ 0·0784	+ 0·2427	+ 0·0566	— 0·2960	+ 0·0082	+ 0·0370
Április	+ 0·0121	+ 0·2265	+ 0·0727	— 0·3139	— 0·0105	+ 0·0057
Május	— 0·0576	+ 0·3210	+ 0·0746	— 0·2973	— 0·0250	— 0·0292
Junius	— 0·0131	+ 0·3992	+ 0·0679	— 0·2596	— 0·0136	— 0·0358
Julius	— 0·0025	+ 0·4203	+ 0·0827	— 0·2613	— 0·0159	— 0·0424
Augusztus	— 0·0424	+ 0·3790	+ 0·0800	— 0·2688	— 0·0053	— 0·0342
Szeptember	— 0·0199	+ 0·3331	+ 0·0687	— 0·3054	+ 0·0048	+ 0·0281
Október	— 0·0231	+ 0·1741	+ 0·0221	— 0·3015	+ 0·0376	+ 0·0672
November	+ 0·0449	+ 0·1063	— 0·0343	— 0·2405	+ 0·0706	+ 0·0733
Deczember	+ 0·0544	+ 0·0621	— 0·0139	— 0·2219	+ 0·0889	+ 0·0774

**A légnyomás középértékei minden órában havonként 10 évből számítva.
700 mm ±**

	Január	Február	Márczius	Április	Május	Junius	Julius	Auguszt.	Szept.	Október	Nov.	Decz.
1	56·332	53·724	50·942	50·132	50·283	50·653	51·194	51·889	53·303	53·201	54·951	54·729
2	56·364	53·721	50·785	50·025	50·208	50·607	51·130	51·841	53·237	53·102	54·937	54·758
3	56·350	53·615	50·693	49·937	50·143	50·546	51·081	51·782	53·170	53·108	54·824	54·715
4	56·234	53·546	50·664	49·884	50·138	50·581	51·119	51·768	53·139	52·999	54·783	54·594
5	56·126	53·544	50·672	49·898	50·262	50·688	51·217	51·882	53·169	53·007	54·770	54·527
6	56·117	53·570	50·754	50·055	50·422	50·834	51·351	52·043	53·289	53·051	54·767	54·558
7	56·260	53·731	50·896	50·226	50·886	50·980	51·511	52·195	53·451	53·267	54·913	54·694
8	56·471	53·913	51·031	50·348	50·710	51·083	51·603	52·317	53·625	53·500	55·098	54·882
9	56·620	54·026	51·123	50·454	50·793	51·106	51·623	52·396	53·755	53·643	55·207	55·047
10	56·750	54·039	51·131	50·503	50·825	51·104	51·625	52·410	53·785	53·693	55·278	55·176
11	56·694	54·037	51·060	50·448	50·790	51·042	51·560	52·311	53·696	53·661	55·135	55·026
12	56·391	53·881	50·929	50·286	50·654	50·914	51·416	52·177	53·525	53·445	54·880	54·766
13	56·089	53·615	50·670	50·141	50·485	50·684	51·208	51·994	53·287	53·188	54·661	54·548
14	55·990	53·377	50·429	49·912	50·232	50·452	50·967	51·775	53·028	52·978	54·483	54·437
15	56·008	53·289	50·257	49·688	50·020	50·264	50·760	51·568	52·807	52·849	54·449	54·465
16	56·026	53·257	50·147	49·560	49·864	50·091	50·619	51·393	52·672	52·790	54·451	54·538
17	56·103	53·288	50·147	49·526	49·746	49·987	50·445	51·285	52·606	52·831	54·577	54·623
18	56·188	53·450	50·301	49·560	49·775	49·995	50·445	51·254	52·642	52·965	54·701	54·696
19	56·238	53·548	50·452	49·741	49·895	50·096	50·552	51·361	52·815	53·078	54·757	54·790
20	56·290	53·599	50·628	50·003	50·110	50·243	50·769	51·591	53·025	53·174	54·810	54·856
21	56·369	53·674	50·755	50·147	50·317	50·496	50·981	51·754	53·138	53·318	54·870	54·922
22	56·398	53·700	50·822	50·176	50·391	50·588	51·088	51·854	53·210	53·351	54·880	54·946
23	56·419	53·709	50·846	50·220	50·430	50·673	51·190	51·933	53·243	53·309	54·883	54·999
24	56·458	53·719	50·843	50·230	50·428	50·676	51·220	51·961	53·248	53·301	54·842	54·945

magas inversio épen a napegyenlőség idején egy kilométerrel mélyebben fekszik, mint máskor.¹ Ez pedig azt jelenti, hogy a hidegebb légréteg helyébe egy kilométer vastag melegebb réteg lép.

Ez a melegebb réteg egyforma légnyomás mellett megfelelően könnyebb, a légnyomásnak alatta már csak a miatt is kisebbnek kell lennie. Egy kis közelítő számvetés mutatja, hogy ez a magyarázat szám szerint is megfelel. A magas inversio átlag 10,000 m magasban kezdődik. A légnyomás ott fenn körülbelül 200 mm-rel vonható számításba. Ha 1 m magas légoszlop nyomásának a tenger színén 0.1 mm-t veszünk és feltesszük, hogy az inversio hőváltozása 1° C-t tesz, az inversio alatt a következő nyomáskülönbséget kapjuk:

$$1000 \frac{1 \times 200 \times 0.1}{273 \times 760} = 0.0966 \text{ mm}; \text{ kerek számban } 0.1 \text{ mm.}$$

Ámde ha fent az inversio alsó határán a nyomás kisebb lesz, annak következtében az alatta levő légrétegek mind ugyanazon arányban könnyebbek lesznek, egészen le a földszínig. A légnyomás e csökkenését a föld fölületén könnyen meghatározhatjuk, kiindulva a légnyomás ismeretes képletéből

$$\log . b - \log . B = \frac{h}{18,400 [1 + at]} .$$

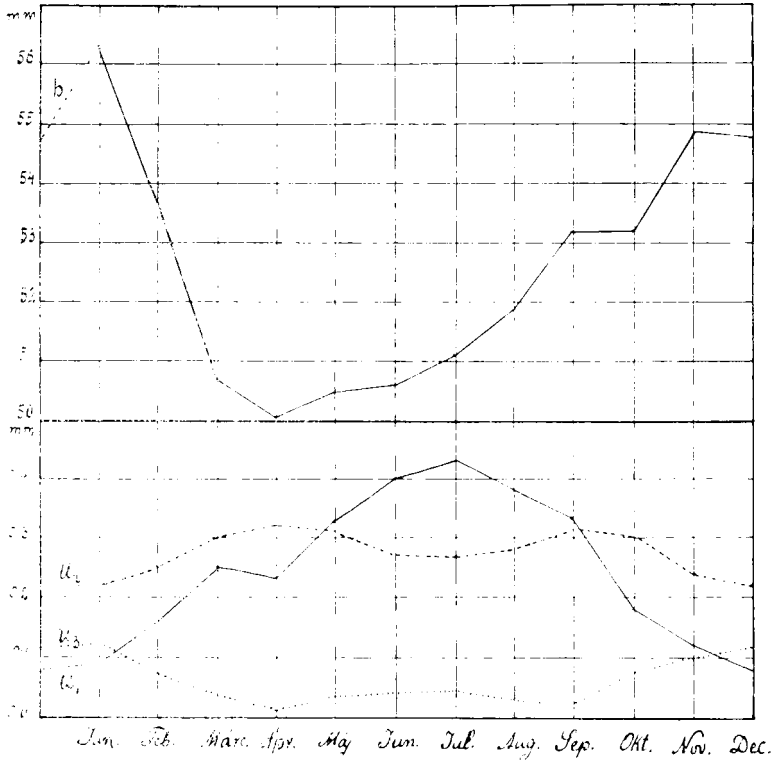
Minthogy kérdésünkben csak a felső réteg nyomása «*b*» és a nyomás a föld színén «*B*» változó mennyiség, míg a magasság «*h*» és a hőmérséklet «*t*», úgy mint a többi körülmény is, változatlanak tekinthető, a képlet differenciációja csak a nyomásra vonatkoztatva lesz:

$$\frac{db}{b} = \frac{dB}{B}, \text{ vagyis } dB = db \frac{B}{b};$$

ha ezen egyenletbe az illető számokat beiktatjuk, ily eredményt kapunk:

$$\frac{760}{200} 0.0966 = 0.367 \text{ mm.}$$

¹ Meteorolog. Zeitschr. 1910, p. 29.



A harmoniai analysis tényezőinek görbéi.

Látjuk ebből, hogy ha az inversio alján az egy kilométer vastag réteg csak egy Celsius fokkal melegebb, annak következtében a föld fölületén a légnyomás csaknem egész 0.4 mm-rel csökken. Ha most a kalocsai évi görbében az áprilisi és októberi ordinátákat 0.4 mm értékével emeljük, eltűnnek az abban előforduló szabálytalanságok, a görbe simává alakul. Ámbár e számadás felette kielégítő, minthogy az illető rétegnek csak egy fokkal való melegezése igen mérsékelt feltevés, mégis az adott magyarázatot bebizonyítottanak nem mondhatjuk, megfelelő terjedelmes észlelési anyag hiánya miatt. Ellenvetésképen fel is lehetne hozni, hogy, ha a felső inversio helyzete a másodrangú minimumokat éppen a nap egyenlőség idejében idézi elő, e mini-

mumokat egész közép Európában meg kellene falálnunk; mert a magas inversio helyzete általános, helyi viszonyoktól teljesen független állapot, melyet az egész közép Európa fölött történt kutatásokból ismertek meg. A légnyomás évi menete azonban, HANN kimutatása szerint, már Európa különböző állomásain is nagyon különböző;¹ nevezetesen az őszi minimumot nem igen tünteti elő. Lehetséges azonban, hogy a magas inversio hatása nálunk Kalocsán, a hely alföldi fekvése miatt, zavartalanabban érvényesül.

Az egyszerű hullám lefolyása Kalocsán átlag megegyezik a continens más állomásain megfigyelt lefolyásával. Az amplitudo változása évközben igen nagy: a nyári maximum ötször nagyobb a téli minimumnál. Ezt a különbséget ugyan az a körülmény még fokozta, hogy nálunk a téli hónapok felette borúsak. A fázis a meleg idő közeledtével egy órával halad előre, azaz későbbben áll be. Az egész változása évközben szimmetrikus volna; annál feltűnőbb az áprilisi behorpadás. Számítási hibát nem tudunk felfedezni.

A kettős hullám rendkívüli szimmetriájával megfelel az egész földkerekségen észlelt alakjának. A fázis téltől nyárig kerek 40 perczel halad előre; az amplitudo, mely csak 0.25 és 0.29 mm közt változik, két maximumot mutat az æquinoctiumok idejében; ezek között a főminimuma a téli solstitiumra esik, a másodrangú, 20%-kal kisebb a nyári időszakra. Ezt az eredményt különösen ki kell emelnünk, mert egy különben illetékes meteorologus azt állította, hogy a kettős hullám amplitudójának főminimuma a júniusi solstitiumra esik és hogy ebben egy általános törvény érvényesül, mely szerint a főminimum ugyanazon időben a déli félgömbön is beáll, ámbár ott júniusban tél van.

A kalocsai észlelések ellenmondása korántsem kivétel; mert az európai belföldi állomások mindannyian megerősítik ugyanazt az ellenkezést. Ha pedig a tengerparti állomások és az amerikai megfigyelések nem egyeznek velünk, úgy abból csak az követ-

¹ J. HANN: Die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Süd-Europa (Geogr. Abh. B. II. H. 2.), p. 52.

kezik, hogy a Kalocsán talált eredmények sem egy általános törvény kifejezői.

Rendkívül érdekes a légnyomás hármas hulláma, úgy sajátos változatos lefolyását, mint alakjának az egész világon észlelt egyformaságát tekintve. Az előttünk fekvő megfigyelések után e hullámon következő különlegességet vehetni észre:

1. Az amplitudo december és januárban éri el maximumát, mely háromszor akkora, mint a másodrangú nyári maximum.

2. Közben az amplitudo a napегyenlőség idejében egész az elenyészésig fogy.

3. A fázisszög a négy téli hónapban alig változik s középértékben 357° ; az eltérések ettől oly kicsinyek, hogy esetleges aperiodikus zavaroknak is tulajdoníthatók.

4. A fázisszög június és júliusban teljesen változatlan; valószínűleg, mert ez időben nem fordulnak elő aperiodikus zavarok. E szög 156° , tehát a télitől 201° -kal különbözik: a fázis így közel meg van fordítva.

5. A fázis megfordítása nem fokozatos lassúsággal megy végbe, hanem hirtelen rohammal történik a napегyenlőség hónapjaiban.

E sajátosságok, melyeket itt a kalocsai észleléseken fejtegetünk, megtalálhatók mindenütt a földön, minden észlelésben előtűnnek, a hol csak a háromszoros hullámra is kiterjesztették a számítást; kivéve csak a sarki vidéket, a hol az aperiodikus zavarok minden periodust elnyomnak és némiképen talán az egyenlítő szorosan vett övét; a tropusok közt még teljesen ugyanazok. A következő táblázat néhány különböző fekvésű állomás illető állandóit tartalmazza, melyekből látható, mennyire van az egyes állomások eredményei közt megegyezés és milyen az eltérés.

A hármas hullámnak a déli félgömbön való fellépése érdekesen igazolja a fent említett különlegességeket.

Az amplitudo éppen oly nagy maximuma a júniusi solstitium időszakára esik, lévén ott akkor tél; a fázis ideje is ugyanaz, mint nálunk télen. A másodrangú maximum januárra és decemberre esik, éppen oly fordított fázissal.

Az itt felsorolt BOROMAI észlelési adatokat a még feldolgozás alatt levő öt évi megfigyelésekből vettem át, melyeket az ottani

A hármas hullám állandói.

Állomás	Kalocsa		Berlin		Turin		Bombay		Cap Flora		Kimberley		Boroma		Batavia	
Szélesség	+46°31'		+52°31'		+45°4'		+18°53'		+80°		-28°		-16°		-6°11'	
	u_3	U_3	u_3	U_3	u_3	U_3	u_3	U_3	u_3	U_3	u_3	U_3	u_3	U_3	u_3	U_3
Január	0·124	355°	0·127	346°	0·145	353°	0·168	357°	0·000	304°	0·09	181°	0·069	206°	0·02	211°
Február	0·077	352°	0·080	334°	0·109	347°	0·127	360°	0·008	214°	0·03	183°	0·069	188°	0·02	303°
Márczius	0·035	328°	0·059	330°	0·052	344°	0·061	18°	0·015	255°	0·03	6°	0·006	201°	0·05	342°
Április	0·011	228°	0·010	221°	0·028	261°	0·020	98°	0·015	254°	0·09	8°	0·029	70°	0·07	3°
Május	0·038	175°	0·045	159°	0·039	186°	0·043	167°	0·008	273°	0·15	356°	0·091	13°	0·06	7°
Junius	0·039	156°	0·044	149°	0·068	147°	0·094	166°	0·008	83°	0·15	346°	0·125	14°	0·07	31°
Julius	0·045	156°	0·036	129°	0·061	138°	0·071	163°	0·000	152°	0·16	354°	0·116	359°	0·07	26°
Augusztus	0·034	144°	0·019	136°	0·033	137°	0·033	174°	0·008	139°	0·11	348°	0·126	6°	0·06	30°
Szeptember	0·028	325°	0·039	341°	0·016	360°	0·018	327°	0·008	110°	0·08	28°	0·061	14°	0·05	34°
Október	0·077	344°	0·064	351°	0·061	340°	0·081	357°	0·015	289°	0·03	125°	0·000	180°	0·04	18°
November	0·102	359°	0·114	352°	0·110	341°	0·124	10°	0·015	222°	0·07	186°	0·068	196°	0·02	3°
Deczember	0·118	364°	0·098	352°	0·142	355°	0·155	4°	0·008	4°	0·09	184°	0·098	212°	0·01	273°

missionáriusok a boldogult HAJNALD LAJOS érsek költségével alakult meteorologiai állomáson végeztek. Ezeket külön azon szándékkal számítottam ki, hogy belőlük a hármashullám magyarázatában támaszpontot leljünk. Boroma a Zambézi-folyó partján, Dél-Afrika belsejében, a tengertől kb. 430 km távolságban fekszik, 16° déli szélesség alatt s így continentalis állomásnak tekintendő, míg a többi a déli félgömbön regisztrálással dolgozó állomás majdnem mind tengerparti állomás. A számítás a várt felvilágosítást nem hozta meg, hanem inkább a hármashullám ugvanaszt a lefolyását adta, mint magasabb szélességeken; sőt még élesebben, erősebben kifejezve; mert míg az amplitudó ott télen még nagyobb, mint nálunk, ugyanaz októberben tisztán nulla és márcziusban csak 0.006 mm, a mi ugyanannak vehető.

Ide iktattam még a Cap Flórában nyert állandókat, mert azok épen az ellentétök folytán érdekesekek különösen. Cap Flóra ideiglenes állomás, mely a Ferencz József földje déli végén fekszik $+80^\circ$ szélesség alatt. A megfigyelések eredményei a ZIEGLER-féle sarki expeditio közleményeiből vannak véve és egy évi észleléseken alapulnak. Igen érdekes, hogy míg az egyszerű és kettős hullám fel sem lelhető, a hármashullám mégis kifejezésre jut; de a viszonyok, a mieinkhez képest teljesen és minden tekintetben fordítottak. Az amplitudónak két maximuma van, de az æquinoctiumok idején; mindkettő egyenlő, valószínűleg azért, mert az æquinoctiumok idején a föld tengelye pontosan ugyanoly helyzetben van a naphoz, míg a solstitiumok idején az ellenkező. Ugyanazért a fázisidő is a két időszakban ugyanaz; a fázisszög 255° és állandó; midőn a földteke többi részén az amplitudó elenyészik és a fázisszög hirtelen 180 fokkal változik. Megfordítva az amplitudók Cap Flórában januárban és februárban elenyésznek és az épen oly rohamos fázisugrással jár együtt, mint nálunk az æquinoctiumok idején és akkor történik, mikor nálunk a fázisok a legnagyobbak és állandók. Megjegyezzük még, hogy Cap Flórában az egyszerű hullámban általában és a kettős hullám amplitudójában semmiféle rendet sem lehet fellelni. Csak a kettős hullám fázisszöge volna állandónak tekinthető. Ha ugyanis azon kiszámított fázisszögeket, melyek nulla

amplitúdóhoz tartoznak, mint értelmetleneket mellőzük, a fennmaradó nyolcz hónapból középértékben 31° fázisszöget kapunk, melytől az egyes hónapok szöge csak annyira tér el, mint minálunk is. Ez a szög is $\frac{2}{3}$ részben megfordított volna. Az ezredmilliméterekben mutatkozó szép symmetriának nincs jelentősége; ez onnét keletkezett, hogy az észlelők angol «inch» szerint észleltek és a számokat kikerekítették: a milliméterekre való átszámítás azután ezredrészekig ugyanazt adta. Ezek az adatok különben is megerősítésre szorulnak. A Ferencz-József-föld északi csúcsán végzett félévi észlelések már nem egyeznek a fentiekkel.

Ha a hármas hullám alkotó tényezőinek változatosságát évközben tekintetbe vesszük, belátjuk, hogy czéltalan munka a hármas hullámot az évi középszámokból kiszámítani, mert a nyert számokból semmit sem tanulunk. Az évi amplitudo kisebb és nagyobb, positiv és negativ ordináták véletlen tömkelegéből ered; a nyert fázisszög pedig épen csak a téli hónapoké, a mely e tömkelegből szükségképen mint győztes emelkedik ki, mert a hozzá való amplitudo a többit messze fölülmulja.

A fenti táblázatban Kalocsa és Berlin a legjobb összhangzásban áll; Batavia pedig teljesen eltér; ez annak tulajdonítható, hogy ez az állomás már igen közel fekszik az egyenlítőhöz és egyszersmind mint tengerparti állomás a szárazföldi menetet általában már nem követi.

Ha a fázisidő évi vándorlását pontosan meg akarjuk figyelni, azt nem a közép, hanem a napi idővel kellene jelezni; mert jóllehet a légnyomás napi változásainak az okát nem tudjuk pontosan megjelölni, annyi mégis bizonyos, hogy ez első sorban a nap állásától függ. Nagyon körülményes volna a nap ideje szerint megfigyelni; ám a középidő szerint kiszámított fázist az ismeretes időegyenlettel, legalább közelítőleg, könnyen redukálhatjuk a valódi napi időre. A javítás nem volna jelentéktelen csekély: februárban pl. időben kifejezve 14 percet tenne, illetőleg fázisszögben 3° , 6° , 9° -ot. Ha ezt a reductiót a középidőre kiszámított fázisszögeinkre alkalmazzuk, az igazi éjféltre vonatkoztatva Kalocsán a következő szögeket nyerjük:

	Január	Február	Márczius	Április	Május	Junius	Julius	Augusztus	Szeptember	Október	November	Deczember
U_1 -----	361°	346°	361°	348°	335°	343°	343°	337°	344°	341°	11°	27°
U_2 -----	144°	144°	137°	136°	132°	135°	129°	130°	140°	153°	165°	155°
U_3 -----	349°	349°	322°	228°	180°	156°	156°	140°	329°	354°	369°	367°

Ha a fázisszögeket megfelelőleg görbékkel szemléltetjük, azt találjuk, hogy az évi menet alakja a reductio által jobbadán csak abban változott, hogy a kettős hullám fázisszögének maximuma, mely október, november és deczemberben amugyis megvan, a reductio által még erősebben domborodik ki. Ha különböző állomásokat hasonlítunk össze egymással, a reductio természetesen fölösleges; azonban az évi menetet tekintve nem következetes eljárás, ha a fázisszöget az utolsó perczig pontosan jelezzük és a mellett a 3° – 9° -nyi reductiókat mellőzzük. Ugyanezen reductiót természetesen a temperaturára is kellene alkalmazni, ha abban a fázisszög néhány foknyi különbségének némi jelentőséget akarunk tulajdonítani.

Jelen fejtegetésünkben föltettük, hogy a hármas hullám amplitudoja a napegyenlőség idején csakugyan nullára süllyed, a mint azt a megfigyelések megközelítőleg igazolják. Érdekes és figyelemre méltó, hogy a nulla értékét nemcsak Boromában absolute, hanem több más állomáson is ezredekre terjedő megközelítéssel, számítás útján is megkapták. Többet pedig e dologban nem lehet követelni, ha megfontoljuk, hogy a nulla értéket a számításban általában nem is kaphatjuk meg mindig; mert nemcsak a tüneményben magában előforduló szabálytalanságok, az észlelésben és számításban el nem kerülhető pontatlanságok, hagynak rendesen valami maradékot, mely mint amplitudo szerepel; hanem már a számítási eljárás miatt általában a hónap közepeiből szigorú számítás útján nulla amplitudót csak úgy nyerhetnénk, ha az egész hónapon át nulla volna, vagy pedig olyképen a hónap közepére esnék, hogy az előtte való ordináták az első felében az ellenkező előjelű ordinátákat annak másik

felében épen megsemmisítenék. Ha tehát a számítás többnyire mégis 1-3 század mm-nyi amplitudót adott, ebből nem lehet azt következtetni, hogy az amplitudo valóságban a nulla értéket nem érte el.

Ámde tekintélyes meteorologusok, kik eme háromszoros periodussal foglalkoztak, az æquinoctiumok minimumát egészen másképp magyarázzák. Ezek szerint csak egy minimumot kellene felvenni, még pedig nyáron; az æquinoctiumra eső minimum szerintök a közép képzése által jön létre, a fázis tetemes vándorlása következtében, mely ugyanazon időben történik. Valóban könnyű belátni, hogy ha a fázis napról-napra eltolódik, ugyanazon órára a sinusgörbe különböző hosszúságú ordinátái esnek, melyek azután közepesítve a hónap középszámaiból nyert görbét lelapítják, azaz kisebb amplitudót eredményeznek, mint a milyen az egyes napokon valóban van. De elegendő-e a fázis észlelt eltolása, hogy abból a kérdéses minimumot megmagyarázhasuk? Hogy ezt biztosan megítélhessük, a következő számítással meg fogjuk határozni ama befolyást, melyet a fázis eltolása ama korszak középszámaiból nyert amplitudóra gyakorol. A számítás céljából feltesszük, hogy a fázis vándorlása az egész időszakban *egyenletesen*, egészben n fokkal történik. A valóságnak e feltevés természetesen nem felel meg pontosan; de nem nagyon térhet el tőle. Továbbá feltesszük, hogy a valódi amplitudo nagysága minden nap egy hónapon belül ugyanaz marad. Ebből világos, hogy ugyanazon órára napról-napra a különben azonos görbén más és más ordináták sorozata esik, melyeknek közepe a havi közép-ordinátát alkotja. Ezt a középordinátát úgy kapjuk, hogy a görbe által határolt területnek azt a részét, mely az első és utolsó ordináta közé esik, meghatározzuk és az abszcissának a két ordináta által határolt részével elosztjuk. A számítás véghezvitele céljából végtelen kis intervallumokra megyünk át.

ϑ a fázis variábilis szögét jelenti;

P a fázist fokokban, a hó első napján, bizonyos órában;

$P+n$ ugyanazt az utolsó napon, a fázis n fokkal való eltolása után.

Az abszcissát tehát r arc ϑ fejezi ki.

Az ordinátát $u_3 \sin \vartheta$, ahol u_3 a mindennapi valódi amplitudót jelenti.

A sinus-görbe keresett területét a következő integrál adja:

$$ru_3 \int_{P+n}^P \sin \vartheta d\vartheta = ru_3 [\cos (P+n) - \cos P] \quad (\text{I})$$

és ennek hányadosa a hozzátartozó abszcissával, r arc n -nel, a keresett középordinátát u_p , mely az illető órára esik.

$$u_p = u_3 \frac{\cos (P+n) - \cos P}{\text{arc } n} = -2 \frac{\sin (2P+n)}{2} \sin \frac{n}{2} \cdot \frac{u_3}{\text{arc } n} \quad (\text{II})$$

Ezen egyenlet jobb oldalából azonnal kiolvashatjuk, hogy a havi középszámokból megint pontos sinus-görbét kapunk, mert n ebben változatlan mennyiség. De mi ezen görbének amplitudóját keressük, azaz az ordinátáinak legnagyobb értékét. Megkapjuk azt, ha a (II) egyenletnek a P fázis szerint vett differenciálhányadosát 0-val egyenlőnek teszszük. A maximumot meghatározó egyenlet lesz:

$$\sin [P+n] - \sin P = 0. \quad (\text{III})$$

Ez az egyenlet ki van elégitve, ha $P = 90^\circ - \frac{n}{2}$, vagy $P = 270^\circ - \frac{n}{2}$; ez az utóbbi megoldás csak a negatív amplitudóra vonatkozik, tehát nem mond újat. Helyettesítsük be ezen értéket a (II) egyenletbe és megkapjuk az illető amplitudó középértékét, melyet u' -val jelölünk.

$$u' = u_3 \frac{\sin \frac{n}{2}}{\text{arc } \frac{n}{2}} \quad (\text{IV})$$

Ezen képlet szerint számítottuk a következő táblázatot, melyen az első sor n a fázis eltolódását fejezi ki fokokban, a második az $\frac{u_1}{u_3}$ tényezőt tartalmazza, melylyel a valódi amplitudót szoroznunk kell, hogy az egész hónap vagy időszak közép-számaiban kifejezésre jutott amplitudót megkapjuk:

$n = 20^\circ$	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
$\frac{u'}{u_3} = 0.994$	0.980	0.955	0.921	0.877	0.821	0.769	0.706	0.637
$n = 200^\circ$	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°
$\frac{u'}{u_3} = 0.564$	0.490	0.414	0.338	0.263	0.191	0.122	0.059	0.0

A (IV) képletből látjuk, hogy az amplitudo csökkenése csak az eltolás nagyságától függ, az időszak tartamától független; táblázatunk tehát minden időszakra alkalmazható, feltéve, hogy a helyes közepek képzéséhez szükséges adatokat kellő számban használtuk fel.

Ha most e táblázat egyes értékeit végig nézzük, azt találjuk, hogy a fázisidőnek egész 60 fokig terjedő eltolása még nem okozza az amplitudo 5%-nyi csökkenését. Ennélfogva a fázisok változásai, milyenek a kalocsai észlelésekben az egyszerű és kettős hullámban hónapról-hónapra mutatkoznak, a csak két számjegyre adott amplitudókat észrevehetően nem is csökkenthetik. Ellenben a hármas hullám fázisaiban egyes hónapokban előforduló szertelen eltolódások az eredő amplitudót már tetemesen leszállítják; de mégsem annyira, hogy az æquinoctiumok idején észlelt minimumot csak e fázis eltolásából lehetne megmagyarázni. Miután ez a magyarázat épen kérdésünk sarkpontját alkotja, tüzetesen ennek lehetetlenségét kell kimutatni. Támazkodhatunk a kalocsai eredményekre, mert hiszen, mint már kiemeltük, a hármas hullám lefolyása mindenütt ugyanaz.

A kalocsai tényezők fentebbi táblázatának utolsó oszlopában a hónapról-hónapra véghezmenő fázisváltozások láthatók, melyekhez még az a megjegyzésünk, hogy e fázisszögeket a havi közepekből számítottuk ki és e szerint csak azon fázisszöggel egyeznek meg, mely a hónap 15. napján valóban érvényesül, a mint az a (III) egyenletből következik. A jelzett különbségek tehát a hónapok közepeire vonatkoznak. E táblázatból láthatjuk, hogy az állandó fázisszög a teli solstitium után márcziusig csak lassan fogy, azután rohamos, 100° -nyi fázisesés áll be, mely után a szög lassan még tovább is fogy; a nyári solstitiumkor megint állandó lesz és utána ismét tovább fogy, míg augusztusról szeptemberre hirtelen 181° -nyi fázisugrás áll

be, mely után télig lassan növekedik. Ezek a hirtelen fázisesések 70° — 220° -nyi mértékben mindenütt előfordulnak. Egész természetes a feltevés, hogy az æquinoctiumok idején törvényszerűen épen 180° -nyi fázisváltozás áll be, melyet az észlelések csak azért tüntetnek elő ingadozó értékekben, mert a mikor az amplitudo az eltűnésig csekély, a fázisszögnek kiszámítása nagyon határozatlan. Már most a mellékelt kiszámított táblázatból kivehetjük, hogy 180° -nyi eltolás az amplitudót csak 0.637 részére csökkentheti, de még a 220° -nyi eltolás is csak 0.490 részére apaszthatja. Az igazi amplitudónak pedig, azon feltevésben, hogy annak minimuma csak nyáron áll be, az æquinoctiumok idejében csak átmeneti változás alatt van, akkor úgy 0.08 mm körül kellene lennie és a 180° -nyi eltolásnak megfelelő tényezővel szorozva, észlelhető amplitudónak 0.051 mm-t adna. Ebből világos, hogy a közönségesen észlelt 1—2 századmillimétert tevő amplitudókat a fázis ilyféle eltolásából nem lehet magyarázni. Arra, hogy az eredő amplitudo egész a nullára apadjon, épen 360° -nyi eltolás volna szükséges; ilyent pedig az észlelések alapján feltenni nem lehet. El kell tehát inkább fogadnunk, hogy az amplitudo magában az æquinoctiumok idejében valóban egész nulláig eltűnik. A dolgot úgy lehetne elképzelni, hogy a hármas hullám indító oka — melyet különben nem ismerünk — épen télen a legerősebb, január után gyorsan csökken, a mit az észlelések is bizonyítanak; a két æquinoctium idején pedig, a föld tengelyének a naphoz való indifferens és egyenlő állása miatt, teljesen megszűnik; majd megint a nyári solstitium felé felébred, de kisebb marad, mert a földnek helyzete nem ugyanaz, mint télen, hanem inkább az ellenkező, és az őszi æquinoctiumkor, ugyanazon okból mint tavasszal, újra elenyészik.

De hogy vagyunk a 180° -nyi fáziseséssel, mely oly hirtelen áll be és egy időben, mindenütt és mindig jelentkezik? Csodálatos tünemény ez, össze nem egyeztethető a meteorologiai folyamatok folytonosságával. Ez a nagy nehézség azonnal eltűnik, ha elfogadjuk, hogy az amplitudo az æquinoctiumok idején nem csak valóban nullává apad, hanem miután pozitív értéke elenyészett, negatív értéket vesz fel és abban azután növekszik.

Ez az átmenet a pozitív amplitudóból a negatívvá, ha a nullán át történik, nem ugrás, hanem folytonos változás, ellentétben a 180° -nyi fázisugrással, mely egy hónap alatt menne végbe. Az amplitudo tehát negatív lesz: de a számításban nem ismerünk negatív amplitudót; negatív értelmű azon órában, a mikor beáll, a fázis megfordulásában nyilvánul, azaz abban, hogy a fázis-szög 180° -kal változik. Ez csak látszólagos ugrás, mely a számítás következtében még akkor is létrejönne, ha a hullám helyzete az egész hónapban ugyanaz maradna. Különben, a mint a ΔU_3 differenciák a táblázatunkban mutatják, fáziseltolódás is történik; a fázis szöge ugyanis már novemberből fogva egész augusztusig fogy, azután megint növekszik; de ezen változások csak olyanok, mint a milyenek az egyszerű hullámban is előfordulnak. A hármas hullámban eképen semmi különösét, szokatlant sem találunk, ha a tavaszi és őszi időre eső minimumot nem mint látszólagost a fázis tényleges vándorlásából, hanem megfordítva, a fázis látszólagos 180° -nyi ugrását az amplitudónak a nullán át való tényleges átmenetéből magyarázzuk. E felfogásunk az észlelési adatokkal teljes összhangzásban van és az őszkor és tavaszkor mutatkozó fázisugrásnak minden természetellenessége és csodálatossága eltűnik. De még az észlelések némely részletességét is igen szépen értelmezhetjük. A mint már említettük, Kalocsán a fázisszög augusztusig csökken, októbertől kezdve pedig növekedik; tehát szeptemberben megfordul és eközben megáll. Tehát csak a látszólagos 180° -nyi fázisugrás marad meg; azért észleltünk épen 181° -ot. A számítás még tetemes amplitudót ad, mert ez tényleg szeptember elején változtatta meg előjelét: tehát augusztus elején még volt tetemes amplitudo és pozitív, szeptember második felében már szintén volt amplitudo, de negatív előjellel (ugyanazon órában); azért a középszámokból mind a két hónapban kaptunk tetemes amplitudót, ámbár az eközben a nullán ment át. Ellenben Boromában október havában amplitudóul valóban pontosan nullát kaptunk, mert ott az amplitudo épen e hónap közepén a nullán ment át és a hullámok az első és a másik felében a középszámban épen megsemmisítették egymást. A fázisszökés szeptembertől novemberig ott is épen 182° .

Miután a jelenség valódi lefolyása ekként világos előttünk, indítva érezzük magunkat annak magyarázatát adni, annál is inkább, mivel a hármas hullám Kimberleytől egész Berlinig s általában az egész föld kerekiségén sajátos változásaival mégis oly egyformán s ugyanazon intenzitással jelentkeznek. Azon körülmény, hogy a közép-szélességekben télen a nappali idő, nyáron pedig az éjszaka a 24 órának épen egyharmadát teszi, igen kecsegtető volt, hogy a hármas hullám okát e hármas osztásban keressük. E hullám indítására ugyanis legalább két lökés kell 4 órai időközzel. Érthető az, hogy télen a változás, napkeltétől dél felé, erősebb indítást ad, mint nyáron a hegyes reggeli minimum és azért a téli maximum nagyobb. Megérthető az is, hogy napegyenlőség idejében a 24 óra két egyenlő félre, nem pedig harmadokra lévén osztva, a hármas hullám egészen eltűnik. Ugyanolyféle lökés akkor 12 órai közzel fordulna elő és a kettős hullámot támogatva annak maximumát napegyenlőség idejében idézné elő.

De ellentmondanak e magyarázatnak a boromai észlelések. Boroma - 16° szélesség alatt fekszik; a nap hossza a solstitiumok idején ott 11 és 13 óra; harmadra való osztásról szó sem lehet és mégis a hármas hullám ugyanazon, sőt bizonyos részeiben még élesebben kifejezett tulajdonsággal van felruházva, mint másutt, nevezetesen mint Kalocsán. A nap és éj 8 óras hosszúságára Közép-Európában tehát a hármas hullám magyarázatát nem lehet alapítani.

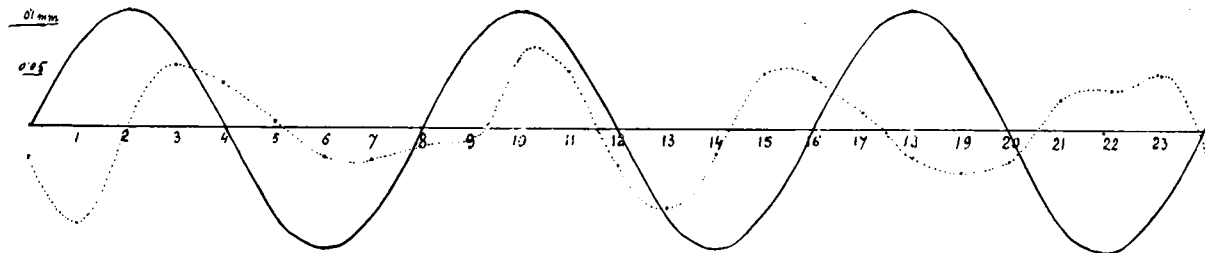
Megfontolván, hogy még akkor is kapunk a számításunkból hármas hullámot, ha minden napon ugyanazon 4 órai időközzel valami ingadozás történik, e jelenség felderítése végett december és január hónapokat, valamint juniust és juliust egybefoglaltuk és e két szaknak periodusos menetét külön kiszámítottuk; kimutattuk azután a megfigyelés és számítás közti különbségeket és ezeknek menetét görbék rajzolásával tüntettük elé. E görbék fölé a hármas hullám szabályos sinus-görbét rajzoltuk, hogy a két görbe egyező vagy ellenkező menetét szemlélhetően előtűntessük. Ha ugyanis valamely órában egy a hármas hullámot indító lökés áll be, ennek abban kell nyilvánulnia, hogy azon órában vagy órákban a fennmaradó különbségek a hullámnak

illető ordinátaival, az előjel tekintében, megegyeznek. A következő táblázat e különbségeket tartalmazza ezredmilliméterekben kiírva: észlelés—számítás.

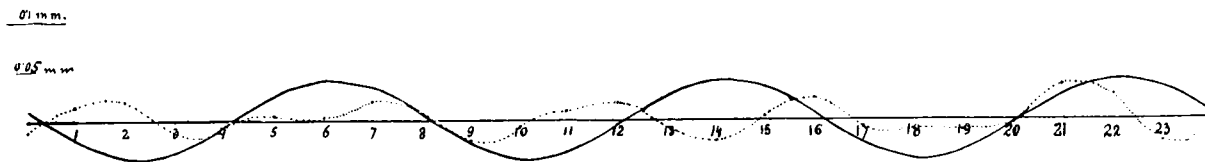
	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h
Január és Deczemb.	-96	-10	+61	+45	+6	-30	-32	-18	-12	+70	+55	-39
Junius és Julius	+16	+18	-13	-13	-7	-1	+15	+5	-25	-11	+9	+18
	13 ^h	14 ^h	15 ^h	16 ^h	17 ^h	18 ^h	19 ^h	20 ^h	21 ^h	22 ^h	23 ^h	24 ^h
Január és Deczemb.	-82	-24	+57	+52	+15	-30	-47	-30	+30	+43	+55	-33
Junius és Julius	-8	-20	+5	+29	-8	-6	-5	+3	+40	-19	-14	-6

Ha a decemberben és januárban nyert számok után megszerkesztjük a görbét (2. ábra), szabályos *négyes* hullám áll előttünk, a hármas hullám keresett forrását pedig nem találjuk. A különbségek görbéje ugyan 9^o d. e. és 2^o d. u. között a hármas hullámmal egyezően halad; de ennek nem tulajdoníthatunk jelentőséget, mert ezen ingadozás a négyes hullámhoz tartozik és a többtől alig különbözik; ily egyezés pedig nagyon is természetes dolog; mert ha egy hármas hullámot egy négyesre fektetünk, szükségképen valahol egy értelemben fognak haladni.

A különbségekben tapasztalható rendkívüli szabályosság, melyek közül csak a reggeli 9 órára eső nem felel meg előjelével a négyes periodusnak, arra indított, hogy ezen időszakokra a négyszeres hullámot is kiszámítsam. A nyert tényezők összehasonlítása a Potsdamban és Turinban nyert eredményekkel meglepő megegyezést mutatott, a mint az a következő táblázaton látható:



Deczember és január



Junius és július

A kihuzott vonal a hármás hullám, a pontozott a maradékok görbéje (É-Sz).

	Január és december			Junius és július		
	Kalocsa	Potsdam	Turin	Kalocsa	Potsdam	Turin
u_4 --- ---	0.059mm.	0.058	0.042	0.004	0.010	0.013
U_4 --- ---	214°	208°	203°	1°	216°	203°

A nyári hónapok különbségeiben Kalocsán négyes hullámnak nyomát sem lehet fellelni, a mint azt a táblázat tanúsítja. Úgyszintén seholsem találunk a hármas hullámmal megegyező menetet, a miből következik, hogy ezen időszakban sem találjuk a hármas hullámnak bizonyos indító okát. A négyes hullámnak egymástól annyira távoleső helyeken, mint Kalocsa és Turin, észlelt azonossága és a nyári hónapokban mutatkozó eltünése annak objectiv voltát kétségen felül helyezi. Minthogy pedig a fentiekben vizsgálat alá vett hátramaradó különbségekben a hármas hullámot előidéző lökésnek semmi nyomát sem lehetett fellelni, arra vagyunk utalva, hogy ebben és a négyes hullámban is az atmosphaera egészében vagy bizonyos részeiben fejlődő szabad lengéseknek eredményét ismerjük fel, mely úgy a külön fekvésű, távol eső helyeken, mint a nap minden részében egyenlőképen mutatkozik. A légnyomás napi menetét különben a hőmérséklet változásainak akarják tulajdonítani; a hármas hullám azonban mégsem lehet a hőmérséklet közvetlen hatása, mert e kettőnek együttes menete ugyanazon állomáson is sokszor nem egyezik meg, jóllehet ép a sajátosságos minimum a napegyenlőség idejében, a fáziseséssel párosulva, a hőmérséklet hármas hullámában is elő szokott fordulni. Mindkét hullámnak valószínűleg egy az oka, mely azonban a légnyomásban szabaddabban érvényesítheti befolyását.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 január 16.-án tartott üléséből.)

A KESZTHELY-HÉVÍZI TÓ TERMÉKEINEK CHEMIAI ANALYSISÉ.

WESZELSZKY GYULÁ-tól.

(Előleges jelentés.)

A szerző legelső sorban megvizsgálta a tó vizének összetételét, összehasonlítván azt annak körülbelül 50 év előtt megejtett első vizsgálata eredményeivel; arra a következtetésre jut, hogy a víz összetétele ez idő alatt nem változott meg. Nagyobb eltérés a régibb és újabb analysisek eredményei között csak a chlorid mennyiségében van. Lehet, hogy ezen alkotórész mint a korhadás terméke az akkor még rendezetlen tó vízében nagyobb mennyiségben volt s már kilúgozódott, de lehet, hogy tévedésből került a nagyobb adat a régibb elemzési adatok közé.

A víz hőmérséklete időszakonként ingadozik. A szerző ennek okát megállapítandó, megvizsgálta a tavat környező talajvizek összetételét, valamint a tónak és a forrásnak különböző helyeiről különböző időszakokban merített víz összetételét; ezekből azt következteti, hogy a hőmérséklet változását nem a forrás vizének a talaj vizével való keveredése, hanem a felszínen való hőkisugárzás okozza; hogy a hőmérséklet-változás még a forrás közvetlen közelében is észlelhető, azt a forrás környékének sajátos geologiai alakulásából magyarázza.

A tófenéket részben agyag, részben homokkő és dolomit alkotja. Ezeket mintegy két méter vastagságban turfászerű laza test borítja, mely korhadt levél- és fatermékekből áll, melyek közé az altalaj máladéka van keveredve. E turfászerű test nagyobb mennyiségét sósavval kivonva, abban ólom, bismut és réz kisebb mennyisége volt kimutatható. Megismételve e kísérletet más két

helyről gyűjtött anyaggal, ólmot ezekben nem talált, de a bismutot és rezet minden esetben kimutatta, sőt megtalálta azt a tó színe alatt 12 méter mélységből, közvetlenül a forrás leg-erősebb kiömlési helyéről, egy függőleges falról, bűvár segítségével fölhozott agyagban is.

Mint hogy e testek radioactivok, megvizsgálta, hogy uranium és thorium nincs-e bennük. Ez elemeket nem találta, de a kénammoniummal nyert csapadék úgy viselkedett, hogy abban a közönségesen előforduló testeken kívül másnak jelenlétét is föl kellett tételeznie. Eddig háromféle testnek kis mennyiségét sikerült elválasztania. Ezek közül kettő titán társaságában válik le s nem lehetetlen, hogy ezek a titánnak valamely complex vegyületei.

A tó termékei radioactivok. A víz radioactivitása kisebb, a a fenékről fölszálló gázé a csehországi rádiumtelepek környékén előforduló MACHE és MEYER vizsgálta ásványos vizek gázainak átlagos activitását eléri, az iszap radioactivitása körülbelül kétszer akkora, mint a fangó-iszapé. A radioactivitás rádiumtól származónak bizonyult. Az iszaptól leválasztott bismut szintén activ. Activitása körülbelül fele az uranactivitásának s az eddigi mérések szerint poloniumtól származónak látszik.

A kísérleteket, melyeket LÓCZY LAJOS akadémiai rendes tag fölszólítására kezdett s a melyeket a magyar tud. Akadémia III. osztályának anyagi támogatásával végzett, folytatja.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 jan. 16.-án tartott üléséből.)

A VONALRENDSZEREK NEMSZÁMÁRÓL.

KÖNIG DÉNES-től.

Fel veszünk (pl. a közönséges térben) a_0 számú pontot:

$$P_1, P_2, \dots, P_{a_0} \quad (\text{I})$$

és ezek közül néhány párt (egyéb közös pontot nem tartalmazó)

$$(P_i P_k), (P_l P_m), \dots \quad (\text{II})$$

élekkel összekötünk. Az így keletkező alakzatot nevezzük *vonalszernek*. P_1, P_2, \dots a vonalszer csúcsai; $(P_i P_k), (P_l P_m), \dots$ a vonalszer élei. Az ily értelemben vett vonalszernek tehát nincsen oly éle, melynek két végpontja összeesik és két csúcspontot legfeljebb egy él köt össze. E két megszorításnak csupán a jelölés egyszerűsítése az oka; az eredményeket és bizonyításokat illetőleg nem lényegesek.

Két ugyanannyi csúcspontot tartalmazó vonalszeret *æquivalensnek* nevezünk, ha csúcspontjaik oly vonatkozásba hozhatók egymással, hogy a mikor az egyikben két csúcspont egymással egy éllel össze van kötve, akkor a másikban a megfelelő két csúcspontra ugyanez érvényes. Világos, hogy æquivalens vonalszernek egymásra folytonosan leképezhetők (homöomorphok), csúcspontnak csúcspont, élnek él felelővén meg.¹ Az (I, II) jel-sorozat az egymás közt æquivalens vonalszernek közös jelének tekinthető. Ha az F felületre egy az R vonalszerrel æquivalens vonalszer rajzolható, akkor azt mondjuk, hogy R az F -en *ábrázolható*, *reá rajzolható*.

¹ Nem csupán az æquivalens vonalszernek homöomorphok egymást közt; még a DEHN-HEEGAARD-féle ú. n. «intern transformatio» is homöomorph vonalszerbe visz át minden vonalszeret (lásd az Encyklopädie d. Math. II. kötetének «Analysis situs» cz. cikkét).

Tudjuk,¹ hogy minden vonalrendszer singularitás nélküli kétoldalú zárt felületen ábrázolható és a lehető legalacsonyabb neműn ábrázolva a vonalrendszert,² a felület csupa elemi felületre bomlik. Az utóbbi tétel lehetővé teszi az általános EULER-féle képlet alkalmazását.

Ezen legalacsonyabb nemű felület nemszámát a vonalrendszer nemszámának nevezzük.

A következőkben annak szükséges és elegendő feltételét kívánjuk megállapítani, hogy egy adott vonalrendszer adott nemszámú singularitás nélküli kétoldalú felületen ábrázolható legyen.

E vizsgálatoknál a felületre írt vonalrendszer azon zárt vonalai («kör»-ei) játszzák a legfőbb szerepet, melyek a felületen keletkező megyéket (elemi felületeket) határolják. Első feladatunk tehát e körök rendszerének azon tulajdonságait felsorolni, melyek kimondhatók függetlenül attól, hogy a vonalrendszer valamely felületre van írva.

Tegyük fel tehát, hogy egy a_0 -számú csúcsból és a_1 -számú élből álló R vonalrendszer oly módon ábrázolható a p -ednemű kétoldalú F felületen, hogy ez csupa elemi felületre bomlik. (Ez még nem jelenti azt, hogy a vonalrendszer p -ednemű.) Jelöljük K -val az R azon köreinek rendszerét, melyek ezeket az egyszerűen összefüggő megyéket határolják.

Először is EULER tételéből közvetlenül következik, hogy :

1. a K rendszer köreinek a száma: $a_2 = a_1 - a_0 - 2p + 2$;
2. K körei az R minden élét pontosan kétszer tartalmazzák, a hol azonban megjegyzendő, hogy egy él esetleg ugyanabban a körben fordul elő kétszer.

F két oldala közül az egyiket kitüntetve, minden K -kör számára egy körüljárási értelmet állapítunk meg és pedig oly módon, hogy K köreit ebben az értelemben járva be, minden él egyszer az egyik, egyszer a másik értelemben bejárva jelentkezik. (Ez az éleknek ú. n. MOEBIUS-féle törvénye.) Tehát — és ez épen F kétoldalúságát fejezi ki —

¹ E két tétel bizonyítását lásd a szerző «Vonalrendszerek kétoldalú felületeken» cz. cikkében. (Math. és természettud. Értesítő XXIX. k. 112. l.)

² Vonalszeren itt is és a következőkben is összefüggő (egy darabból álló) vonalrendszert értünk.

3. a K körei oly módon fulthatók körűi, hogy R minden éle mindkét értelemben egyszer és csak egyszer legyen befutva.

Az R irányított köreinek oly K rendszerét, mely e 3. tulajdonságnak (s így a 2.-nek is) megfelel, R alaprendszerének akarjuk nevezni.

Az F -en keletkezett beosztásnak két oly megyéje lévén adva, melyek határának (a K rendszer K_1 és K_2 köreinek) az R vonalrendszer egy P csúcspontja közös pontjuk, világos, hogy az egyik megye belsejéből eljuthatunk — a felületen maradva — a másik belsejébe oly módon, hogy csupán P -be futó (P -t mint végpontot tartalmazó) élt metszünk át. Érvényes tehát minden P csúcspontra nézve a következő tulajdonság:

4. A K rendszernek K_1 és K_2 két oly köre lévén, melynek az R vonalrendszer P csúcspontja közös pontjuk, közébeiktathatók a K -nak ugyancsak P -t tartalmazó bizonyos $K', K'', \dots, K^{(v)}$ körei oly módon, hogy a

$$K_1, K', K'', \dots, K^{(v)}, K_2$$

sorozatban két egymásután következő körnek lesz mindig oly közös éle, melynek egyik végpontja P .

Ez utóbbi tulajdonságot röviden úgy fogjuk kifejezni, hogy «a körök K rendszere P -ben összefüggő».

A bevezetett elnevezésekkel eddigi eredményünk így mondható ki:

Ha az a_0 -számú csúcsból és a_1 -számú élből álló R vonalrendszer oly módon ábrázolható a kétoldalú p -ednemű felületen, hogy ezen csupa egyszerűen összefüggő megye keletkezik — a mi mindenesetre igaz, ha R nemszáma p —, akkor van az R köreinek egy $a_1 - a_0 - 2p + 2$ -számú körből álló, minden csúcsban összefüggő alaprendszere.

Czélunk most már e tétel megfordítását is kimutatni, azaz bebizonyítani, hogy az 1—4 tulajdonságoknak megfelelő K rendszer létezése elegendő is ahhoz, hogy R a p -ednemű felületen ábrázolható legyen oly módon, hogy ez csupa elemi felületre bomoljék. Feltesszük tehát, hogy az a_0 -számú csúcsból és a_1 -számú élből álló R vonalrendszer $K = (K_1, K_2, \dots, K_{a_1})$ körrendszere rendelkezik az 1—4 tulajdonságokkal és megkonstruáljuk hozzá

a következő módon a keresett F felületet. A K_1, K_2, \dots, K_{a_2} körök mindegyikén egy-egy velük határolt elemi F_1, F_2, \dots, F_{a_2} felületet fektetünk oly módon, hogy két F_i -nek közös belső pontjai ne legyenek.¹ Ezen F_1, \dots, F_{a_2} felületdarabok együttesen egy F' (polyeder)-felületet alkotnak, melyről kimutatjuk, hogy összefüggő singularitás nélküli zárt kétoldalú felület, melynek nemszáma μ . Ezzel tételünk már ki lesz mutatva, mert világos, hogy R az F -et egyszerűen összefüggő megyékre bontja; hiszen e megyék épen az F_1, \dots, F_{a_2} elemi felületek.

Lássuk rendre az F' bebizonyítandó tulajdonságait:

a) F' összefüggő felület, mert az R vonalrendszer összefüggő.

b) F' -nek nincs singularitása, azaz minden pontjának elegendő kis környezete: elemi felület. Bármely F_i elemi felület belső pontjaira nézve ez evidens, minthogy ily pont elegendő kis környezetében csupán F_i -nek vannak pontjai. De az R élének belső pontjai sem singulárisak, mert ily pont nem lehet kettőnél több F_i -nek a határán (2. tulajdonság). Hogy végül az R valamely P csúcspontja sem singuláris pontja F' -nek, azt a 4. tulajdonságból bizonyíthatjuk be, mely szerint a K körrendszer P -ben összefüggő. Miután t. i. P csupán izolált singuláris

¹ Ha az F felületet a közöséges háromméretű térben akarjuk realizálni, akkor általánosságban nem érhető el, hogy az itt «különbözőnek tekintendő» pontok valóban különbözők legyenek. Ha pl. a K_1 és K_2 «kör»-ök terünk valóságos (pl. síkbeli) körrei, melyeknek mindegyike a másik belsején áthalad, akkor a megfelelő F_1 és F_2 elemi felületeknek okvetlenül lesz közös belső pontjuk, sőt közös vonaluk is. Ez a tulajdonság azonban F -et nem önmagában jellemzi, hanem terünkhöz való relatív helyzetét, a mit például az is mutat, hogy a négyméretű térben stb. ily közös belső pont fellépése K_1 és K_2 minden helyzeténél elkerülhető. Nincs tehát semmi akadály a annak, hogy F_1 és F_2 belső pontjairól, mint csupa különböző pontról beszélhessünk. Ezt a «beszédmódot» először talán csak HADAMARD fogalmazta meg az analysis situs elemeiről írt referátumának első pontjában (Nouv. Ann. de Math. [3], IX. k., 1909). Ez a felfogás jellemzi az analysis situs minden fejezetét, mely az alakzatoknak *absolut*, azaz oly tulajdonságait vizsgálja, melyek függetlenek a tértől, melyben az illető alakzat helyet foglal. Ezzel ellentétben például a TAIT-féle «*Theory of Knots*», melyet újabban DEHN fejlesztett tovább, ép a vonalaknak a térhez viszonyított *relatív* tulajdonságait kutatja. Jelen dolgozatban a felületeket és vonalrendszereket ily értelemben «absolute» tekintjük.

pont lehetne, elég belátni, hogy *konikus* pont nem lehet. Ha P konikus pont volna, léteznék két oly F_i és F_k megye, melyeknek P a határán van és melyek két különböző (P csúcsponttal bíró) «félkúp»-on feküdnének. Ezeknek egyikéből másikába akkor nem lehetne csupán P -be futó élék metszésével átjutni, minthogy (kizárván oly éleket, melyeknek mindkét végpontjuk: P) egy megye sem lehet két különböző P -hez tartozó félkúpnak része. Ez az eredmény pedig ellentmond a 4. tulajdonságnak.

c) F zárt felület, mert R semmiféle része sem lehet F határvonala, minthogy R minden éle épen két F_i -nek a határa.

d) F kétoldalú felület a 3. tulajdonság alapján. Érvényes t. i. a következő MÖBIUS-féle tétel:¹

Az R vonalrendszer bontsa az F felületet csupa elemi felületekre; ha ezen elemi felületek mindegyikét oly értelemben lehet körüljárni, hogy minden él egyszer az egyik, egyszer a másik értelemben legyen befutva, akkor a felület kétoldalú, ellenkező esetben egyoldalú.

e) Az F nemszáma p . A megyék száma $a_1 - a_0 - 2p + 2$ lévén, EULER tétele szerint e nemszám valóban

$$\frac{a_1 - a_0 - (a_1 - a_0 - 2p + 2) + 2}{2} = p.$$

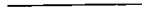
Tételünk ily módon teljesen ki van mutatva. E tétel alapján a következő módszerünk van egy tetszőleges R vonalrendszer nemszámának meghatározására. Az R minden csúcspann összefüggő alaprendszerei közül kiválasztjuk azt, a melyben

¹ MÖBIUS az egyoldalú felületeknek ezen tételben foglalt tulajdonságával *értelmezi* az egyoldalúságot (Verh. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss., XVII., 31. l. = Gesammelte Werke, II. 475. l.) és úgy látszik, ezen tulajdonság vizsgálata vezette őt az egyoldalú felületek és speciálisan az ú. n. MÖBIUS-féle felület felfedezésére. Egyébként az így értelmezett egyoldalúság nem teljesen fedi azt a fogalmat, melyet többnyire e szóval jelezni szoktak. Az első t. i. a felületeknek *abszolút* tulajdonsága (e dolgozatban mindig ez értendő); az utóbbi pedig — és ezt DYCK nyomán újabban STEINITZ hangsúlyozta — a felületnek «környezeté»-hez való elhelyezkedését jellemzi (v. ö. STEINITZ: Sitzungsber. der Berliner Math. Gesellschaft, VII., 35. l. [1908]).

foglalt körök száma a legnagyobb; ha ebben k -számú kör van, akkor R keresett nemszáma $\frac{a_1 - a_0 - k + 2}{2}$.

Arra az esetre, midőn $p = 0$, a következő *specziális* eredményt mondhatjuk ki:

Annak a szükséges és elegendő feltétele, hogy egy vonalrendszer a síkban ábrázolható legyen, az, hogy legyen egy $a_1 - a_0 + 2$ számú körből álló és minden csúcsban összefüggő alaprendszere.



(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 február 13.-án tartott üléséből.)

A LINEÁRIS DIFFERENTIÁLRENDSZEREK ELMÉLETÉHEZ.

SCHLESINGER LAJOS I. t.-től.

(Új sorozat, II. közlemény.¹)

VII.

Fölteszszük, hogy az

$$\frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n y_\lambda \sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{\lambda k}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (A)$$

kanonikus differenciárendszer (y_{ik}) integrálmatrixának megfelelő alapszubsztitúciók $(A_{ik}^{(\nu)})$ ($\nu = 1, 2, \dots, \sigma$) az a_λ singularis ponttól függetlenek. Azonkívül fölteszszük — egyszerűség kedvéért — hogy az

$$a_1, a_2, \dots, a_\sigma, a_{\sigma+1} = \infty$$

singularis pontokhoz tartozó

$$|A_{ik}^{(\nu)} - \delta_{ik} \omega| = 0 \quad (\nu=1, 2, \dots, \sigma+1) \quad (1)$$

alapegyenletek $\omega_1^{(\nu)}, \dots, \omega_n^{(\nu)}$ gyökei mind egyszerű gyökök. Úgy mint rendszeren pedig:

$$(A_{ik}^{(\sigma+1)}) = (A_{ik}^{(\sigma)})^{-1} \dots (A_{ik}^{(2)})^{-1} (A_{ik}^{(1)})^{-1}. \quad (2)$$

Ha azután

$$\gamma_{ik}^{(\nu)} = ((x-a_\nu)^{r_i^{(\nu)}} \varphi_{ik}^{(\nu)}(x)) \quad (i, k=1, 2, \dots, n; \nu=1, 2, \dots, \sigma+1) \quad (3)$$

¹ Lásd az I. közleményt ezen Értesítő 193—213. lapján.

az $a_1, \dots, a_\sigma, a_{\sigma+1}$ singularis pontokhoz tartozó kanonikus integrálmatrixok, a hol $\nu = \sigma + 1$ mellett $x - a_\nu$ helyébe $\frac{1}{x}$ teendő, akkor az

$$r_i^{(\nu)} = \frac{\log \omega_i^{(\nu)}}{2\pi \sqrt{-1}} \quad (4)$$

mennyiségek az a_λ -tól függetlenek és ha

$$(y_{ik}) = (c_{ik}^{(1)}) (\eta_{ik}^{(\nu)}), \quad (5)$$

akkor az $(c_{ik}^{(\nu)})$ matrixok nem csak az x -től, hanem még az a_λ -tól sem függhetnek, mivel a $c_{ik}^{(\nu)}$ -k az

$$\sum_{\alpha=1}^n (A_{\alpha i}^{(\nu)} - \delta_{i\alpha} \omega_k^{(\nu)}) c_{\alpha k}^{(\nu)} = 0 \quad (6)$$

lineáris egyenletrendszer megoldásai. Lévéen továbbá

$$(A_{ik}^{(\nu)}) = (c_{ik}^{(\nu)}) (e^{2\pi\sqrt{-1}} r_i^{(\nu)} \delta_{ik}) (c_{ik}^{(\nu)})^{-1}, \quad (7)$$

azt látjuk, hogy az $(A_{ik}^{(\nu)})$ alapszubsztitúciók az a_λ -tól függetlenek lesznek, ha az $r_i^{(\nu)}$ és a $c_{ik}^{(\nu)}$ mennyiségek függetlenek az a_λ -tól.

Alkossuk meg a

$$D_{a_\lambda} (y_{ik}) = (y_{ik})^{-1} \left(\frac{\partial y_{ik}}{\partial a_\lambda} \right) = (b_{ik}^{(\lambda)}) \quad (8)$$

matrixokat, akkor ¹ az $x = a_\lambda$ pont környezetében

$$(b_{ik}^{(\lambda)}) = (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{-r_i^{(\lambda)} \delta_{ik}}{x - a_\lambda} \right) (\varphi_{ik}^{(\lambda)}) + (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right). \quad (9)$$

Mínthogy a $\varphi_{ik}^{(\lambda)}$ -k az $x = a_\lambda$ környezetében holomorphok és a $|\varphi_{ik}^{(\lambda)}|$ determináns ebben a pontban zérótól különböző, a $(\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1}$, $\left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right)$ matrixok elemei e pont környezetében szintén holomorphok, a $b_{ik}^{(\lambda)}$ -k tehát $x = a_\lambda$ -ban elsőrendű polussal bírnak.

Legyen $x = a_\lambda$ környezetében

$$\varphi_{ik}^{(\lambda)} = B_{ik}^{(\lambda)} + (x - a_\lambda) C_{ik}^{(\lambda)} + \dots \text{ in inf.}, \quad (10)$$

¹ Lásd Vorlesungen stb. p. 322.

akkor a differenciálrendszerből folyó rekurziós képletek szerint ¹

$$(P_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (r_i^{(\lambda)} \delta_{ik}) (B_{ik}^{(\lambda)}) = (A_{ik}^{(\lambda)}), \quad (11)$$

$$(C_{ik}^{(\lambda)})(A_{ik}^{(\lambda)}) + (B_{ik}^{(\lambda)}) \left(\sum_{c(\neq \lambda)} A_{ik}^{(c)} \right) - (r_i^{(\lambda)} \delta_{ik})(C_{ik}^{(\lambda)}) - (C_{ik}^{(\lambda)}) = 0. \quad (12)$$

Szorozzuk (9)-ben az egyenlet mindkét tagját $x - a_\lambda$ -val és tegyük azután, hogy $x = a_\lambda$, akkor (10) és (11)-re való tekintettel adódik, hogy

$$\text{Res}_{a_\lambda} b_{ik}^{(\lambda)} = -A_{ik}^{(\lambda)}, \quad (13)$$

úgy hogy

$$b_{ik}^{(\lambda)} = -\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{x - a_\lambda} + P_{ik}^{(\lambda)}, \quad (14)$$

a hol $P_{ik}^{(\lambda)}$ az $x = a_\lambda$ környezetében holomorph. Az $x = a$, környezetében, hol $\nu \neq \lambda$, azonban

$$(b_{ik}^{(\lambda)}) = (\varphi_{ik}^{(\nu)})^{-1} \left(-\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\nu)}}{\partial a_\lambda} \right), \quad (15)$$

$(\nu = 1, 2, \dots, \lambda - 1, \lambda + 1, \dots, \sigma + 1)$

úgy hogy a $b_{ik}^{(\lambda)}$ -k és ennél fogva a $P_{ik}^{(\lambda)}$ is minden az a_λ -tól különböző x érték környezetében ($x = \infty$ -t bezárólag) holomorphok. A $P_{ik}^{(\lambda)}$ -k tehát az x -től független mennyiségek. ² E szerint ezek a $P_{ik}^{(\lambda)}$ -k a következő formulákkal értelmezhetők:

$$P_{ik}^{(\lambda)} = \frac{d}{dx} [(x - a_\lambda) b_{ik}^{(\lambda)}],$$

vagyis (9)-et fölhasználva:

$$(P_{ik}^{(\lambda)}) = - \left(\frac{d(\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1}}{dx} \right) (r_i^{(\lambda)} \delta_{ik}) (\varphi_{ik}^{(\lambda)}) - (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (r_i^{(\lambda)} \delta_{ik}) \left(\frac{d\varphi_{ik}^{(\lambda)}}{dx} \right) +$$

$$+ (\varphi_{ik}^{(\lambda)}) \left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right) + (x - a_\lambda) \frac{d}{dx} \left[(\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right) \right],$$

¹ Vorlesungen, p. 149.

² V. ö. Vorlesungen, p. 323. Az itt $P_{ik}^{(\lambda)}$ -val jelölt mennyiségeket ott $B_{ik}^{(\lambda)}$ -val jelöltem.

és mivel

$$\frac{d(\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1}}{dx} = -(\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{d\varphi_{ik}^{(\lambda)}}{dx} \right) (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1},$$

lesz végre:

$$\begin{aligned} (P_{ik}^{(\lambda)}) &= (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{d\varphi_{ik}^{(\lambda)}}{dx} \right) (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (\gamma_i^{(\lambda)} \delta_{ik}) (\varphi_{ik}^{(\lambda)}) - (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (\gamma_i^{(\lambda)} \delta_{ik}) \left(\frac{d\varphi_{ik}^{(\lambda)}}{dx} \right) \\ &+ (\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right) + (x - a_\lambda) \frac{d}{dx} \left[(\varphi_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right) \right]. \end{aligned}$$

Mivel az egyenlet első tagjában szereplő matrix az x -től független, a második tagban x helyébe a_λ -t behelyettesíthetünk, és mivel (10) szerint

$$\begin{aligned} (\varphi_{ik}^{(\lambda)})_{a_\lambda} &= (B_{ik}^{(\lambda)}), \quad \left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial x} \right)_{a_\lambda} = (C_{ik}^{(\lambda)}), \\ \left(\frac{\partial \varphi_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right)_{x=a_\lambda} &= \left(\frac{\partial B_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right) - (C_{ik}^{(\lambda)}), \end{aligned}$$

azt találjuk, hogy

$$\begin{aligned} (P_{ik}^{(\lambda)}) &= (B_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (C_{ik}^{(\lambda)}) (B_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (\gamma_i^{(\lambda)} \delta_{ik}) (B_{ik}^{(\lambda)}) - \\ &- (B_{ik}^{(\lambda)}) (\gamma_i^{(\lambda)} \delta_{ik}) (C_{ik}^{(\lambda)}) + (B_{ik}^{(\lambda)})^{-1} \left(\frac{\partial B_{ik}^{(\lambda)}}{\partial a_\lambda} \right) - (B_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (C_{ik}^{(\lambda)}), \end{aligned}$$

és a (11), (12) egyenletekre való tekintettel

$$(P_{ik}^{(\lambda)}) = - \sum_{c (\neq \lambda)} \frac{A_{ik}^{(c)}}{a_\lambda - a_c} + D_{a_\lambda} (B_{ik}^{(\lambda)}). \quad (16)$$

Ezek mellé az egyenletek mellé a következő egyenletek sorozhatók, a melyek a (14), illetőleg (15)-ből úgy származnak, hogy az x helyébe a_ν -t, illetőleg végtelent helyettesítünk:

$$(P_{ik}^{(\lambda)}) = \frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\nu - a_\lambda} + D_{a_\lambda} (B_{ik}^{(\nu)}), \quad (17)$$

($\nu = 1, 2, \dots, \lambda - 1, \lambda + 1, \dots, \sigma$)

$$(P_{ik}^{(\lambda)}) = D_{a_\lambda} (B_{ik}^{(\sigma+1)}). \quad (18)$$

Most a (16), (17) egyenletekből származtatunk oly egyenleteket, a melyek az $A_{ik}^{(v)}$ residuumoknak a_λ szerinti deriváltjait tartalmazzák. E végből a (11)-ből folyó

$$\sum_{\alpha=1}^n B_{i\alpha}^{(v)} (A_{\alpha k}^{(v)} - \delta_{\alpha k} r_i^{(v)}) = 0 \quad \left(\begin{matrix} i, k=1, 2, \dots, n \\ v=1, 2, \dots, \sigma+1 \end{matrix} \right)$$

egyenleteket a_λ szerint differenciáljuk. Minthogy az $r_i^{(v)}$ -k az a_λ -tól nem függenek, kapjuk, hogy

$$\sum_{\alpha=1}^n \left\{ \frac{dB_{i\alpha}^{(v)}}{da_\lambda} (A_{\alpha k}^{(v)} - \delta_{\alpha k} r_i^{(v)}) + B_{i\alpha}^{(v)} \frac{dA_{\alpha k}^{(v)}}{da_\lambda} \right\} = 0,$$

vagy matrixalakban írva:

$$\left(\frac{dB_{il}^{(v)}}{da_\lambda} \right) (A_{ik}^{(v)}) - (\delta_{ik} r_i^{(v)}) \left(\frac{dB_{il}^{(v)}}{da_\lambda} \right) + (B_{il}^{(v)}) \left(\frac{dA_{ik}^{(v)}}{da_\lambda} \right) = 0.$$

Tegyük rövidítésképen

$$(E_{ik}^{(v)}) = \left(\frac{dB_{ik}^{(v)}}{da_\lambda} \right) (B_{ik}^{(v)})^{-1}, \quad (19)$$

akkor, ha $(B_{ik}^{(v)})^{-1}$ -gyel jobbfelől komponálunk és a (11)-et fölhasználjuk, adódik

$$(E_{ik}^{(v)}) (r_i^{(v)} \delta_{ik}) - (\delta_{ik} r_i^{(v)}) (E_{ik}^{(v)}) + (B_{ik}^{(v)}) \left(\frac{dA_{ik}^{(v)}}{da_\lambda} \right) (B_{ik}^{(v)})^{-1} = 0, \quad (20)$$

tehát

$$((r_k^{(v)} - r_i^{(v)}) E_{ik}^{(v)}) = - (B_{ik}^{(v)}) \left(\frac{dA_{ik}^{(v)}}{da_\lambda} \right) (B_{ik}^{(v)}); \quad (21)$$

De (19) szerint:

$$D_{a_\lambda} (B_{ik}^{(v)}) = (B_{ik}^{(v)})^{-1} (E_{ik}^{(v)}) (B_{ik}^{(v)}); \quad (22)$$

ha tehát a (20) egyenletet balfelől $(B_{ik}^{(v)})^{-1}$ -gyel, jobbfelől pedig $(B_{ik}^{(v)})$ -val komponáljuk és tekintettel vagyunk a (11)-re, akkor azt találjuk, hogy

$$D_{a_\lambda} (B_{ik}^{(v)}) (A_{ik}^{(v)}) - (A_{ik}^{(v)}) D_{a_\lambda} (B_{ik}^{(v)}) + \left(\frac{dA_{ik}^{(v)}}{da_\lambda} \right) = 0.$$

Ebből pedig a (16) és (17)-re való tekintettel $\nu = \lambda$, illetőleg $\nu \neq \lambda$ esetre kiadódnak a következő egyenletek:¹

$$\left(\frac{dA_{ik}^{(\lambda)}}{da_\lambda}\right) = \sum_{c (\neq \lambda)} \frac{(A_{ik}^{(\lambda)})(A_{ik}^{(c)}) - (A_{ik}^{(c)})(A_{ik}^{(\lambda)})}{a_\lambda - a_c} + (A_{ik}^{(\lambda)})(P_{ik}^{(\lambda)}) - (P_{ik}^{(\lambda)})(A_{ik}^{(\lambda)}), \quad (23)$$

$$\left(\frac{dA_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda}\right) = \frac{(A_{ik}^{(\lambda)})(A_{ik}^{(\nu)}) - (A_{ik}^{(\nu)})(A_{ik}^{(\lambda)})}{a_\nu - a_\lambda} + (A_{ik}^{(\nu)})(P_{ik}^{(\lambda)}) - (P_{ik}^{(\lambda)})(A_{ik}^{(\nu)}), \quad (24)$$

$(\nu \neq \lambda)$

Az (A) differenciálrendszert akkép transformálhatjuk, hogy az (y_{ik}) integrálmatrixot jobbfelől egy tetszésszerűen, az x -től független (a_{ik}) matrixszal komponáljuk. Evvel az $(A_{ik}^{(\nu)})$ -k

$$(a_{ik})^{-1} (A_{ik}^{(\nu)}) (a_{ik})$$

be mennek át. Ha ezt az (a_{ik}) matrixot $(B_{ik}^{(\sigma+1)})^{-1}$ -nek választjuk, elérjük azt, hogy az $x = \infty$ -hez tartozó

$$(A_{ik}^{(\sigma+1)}) = (B_{ik}^{(\sigma+1)})^{-1} (\delta_{ik} r_i^{(\sigma+1)}) (B_{ik}^{(\sigma+1)}) = - \sum_{\nu=1}^{\sigma} (A_{ik}^{(\nu)})$$

residuumos matrix $(\delta_{ik} r_i^{(\sigma+1)})$ -re redukálódik, tehát az a_λ -tól függetlenné válik. Képzeljük ezt a transzformációt elejétől fogva keresztül vive, úgy hogy már az (A) rendszer ezzel a tulajdonsággal bír, akkor tehát

$$(B_{ik}^{(\sigma+1)}) = (\delta_{ik}), \quad \left(\frac{dB_{ik}^{(\sigma+1)}}{da_\lambda}\right) = (0)$$

és így (18) szerint

$$(P_{ik}^{(\lambda)}) = (0). \quad (25)$$

¹ Előbbi publikációimban ezeket az egyenleteket az (A) és (8) rendszerekre vonatkozó integrabilitási feltételekből származtattam (lásd pl. Vorlesungen, p. 324.) E módszert R. GARNIER (Comptes Rendus, t. 151, p. 205) utánózta. Megjegyzem, hogy a (23), (24) alatti egyenletek úgy a Vorlesungen 325. lapján, mint a Crelle Journal 129. k. 294. lapján előjelhibával vannak fölírva, a mennyiben a nevező nélküli tagok a jobboldalakon ellenkező előjellel szerepelnek ott.

A (23), (24) egyenletrendszer akkor a

$$\left(\frac{dA_{ik}^{(\lambda)}}{da_\lambda}\right) = \sum_{c (\neq \lambda)} \frac{(A_{ik}^{(\lambda)})(A_{ik}^{(c)}) - (A_{ik}^{(c)})(A_{ik}^{(\lambda)})}{a_\lambda - a_c},$$

$$\frac{dA_{ik}^{(v)}}{da_\lambda} = \frac{(A_{ik}^{(\lambda)})(A_{ik}^{(v)}) - (A_{ik}^{(v)})(A_{ik}^{(\lambda)})}{a_v - a_\lambda} \quad (v \neq \lambda) \tag{B}$$

rendszerre redukálódik, ez a rendszer pedig az $A_{ik}^{(v)}$ -kre szóló másodfokú differenciálrendszer,¹ mely szükséges és elegendő feltételeket szolgáltat arra, hogy az (A) lineáris differenciálrendszer monodromia-csoportja az a_λ -tól ne függjön.

Megjegyzendő, hogy ahhoz, hogy a P_{ik}^λ -k eltűnjenek, azaz hogy a (23), (24) egyenletek a (B) «egyszerű» alakra redukálódjanak, elegendő, hogy a $(B_{ik}^{(\sigma+1)})$ matrix ne függjön az a_λ -tól.² Ez alatt a feltétel alatt a (8) differenciálrendszer alakja ez:

$$D_{a_\lambda}(y_{ik}) = - \frac{(A_{ik}^{(\lambda)})}{x - a_\lambda}, \tag{C}$$

a (16), (17) alatti egyenletek pedig a $B_{ik}^{(v)}$ -kre szóló differenciálrendszerekké alakulnak, nevezetesen

$$D_{a_\lambda}(B_{ik}^{(\lambda)}) = \sum_{c (\neq \lambda)} \frac{(A_{ik}^{(c)})}{a_\lambda - a_c},$$

$$D_{a_\lambda}(B_{ik}^{(v)}) = - \frac{(A_{ik}^{(\lambda)})}{a_v - a_\lambda}. \tag{D}$$

VIII.

Egyelőre folytatjuk ezeket a formális vizsgálatokat, még pedig olyképen, hogy kiindulunk a (B) differenciálrendszerből, mely az $n^2\sigma$ számú $A_{ik}^{(v)}$ mennyiségekre szól, a nélkül, hogy annak az (A) rendszerből való eredetére reflektálnánk.

¹ V. ö. Vorlesungen, p. 328; Comptes Rendus 1908, t. 146, p. 106.

² Épen úgy azt lehetne mondani, hogy az $A_{ik}^{(\sigma+1)}$ -ek ne függjenek az a_λ -tól. Régebben sokkal komplikáltabb feltételeim voltak a (B) egyenletek létezésére nézve.

Mindenek előtt a (B) rendszer egyenleteinek összeadásával adódik:

$$\frac{d}{dt_\lambda} \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} A_{ik}^{(\nu)} \right) = 0,$$

tehát

$$-A_{ik}^{(\sigma+1)} = \sum_{\nu=1}^{\sigma} A_{ik}^{(\nu)} = \text{const.}^1 \quad (1)$$

Ezek az egyenletek a (B) differenciárendszer n^2 számú algebrai integrálegyenletét szolgáltatják. Hogy még több ily integrálegyenlethez jussunk, következőképen fogunk eljárni.

*

Előkészítőül szolgáljanak a következő észrevételek. Az n^2 ismeretlenre szóló lineáris differenciárendszer:

$$\left(\frac{du_{ik}}{dx} \right) = (u_{ik})(b_{ik}), \quad (i, k=1, 2, \dots, n) \quad (I)$$

a mely az n egyenlet rendszerével:

$$\frac{du_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n u_\lambda b_{\lambda k} \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (II)$$

æquivalens, speciális esete ennek az n^2 ismeretlenre szóló szintén lineáris differenciárendszernek:

$$\left(\frac{du_{ik}}{dx} \right) = (u_{ik})(b_{ik}) - (a_{ik})(u_{ik}). \quad (III)$$

Ezeknek a (III) alakú rendszereknek az elmélete alapvető fontossággal bír a (II) alakú lineáris differenciálegyenletek elméletében, a mire nézve «Vorlesungen stb.» című munkámnak idevágó fejezeteit² lehet összehasonlítani. Ott mindig az a főadat szerepel, hogy adott b_{ik} vagy a_{ik} függvények esetében az a_{ik} illetőleg b_{ik} függvényeket olyképen kell meghatározni, hogy a

¹ Ez azt mutatja, hogy — az előbbi fejezet álláspontjára helyezkedve — az $A_{ik}^{(\sigma+1)}$ = const. feltétel szükséges és elegendő arra, hogy a (B) egyenletek fönnálljanak.

² Lásd az i. h. p. 119, 148, 180, 183, 297.

(III) differenciálrendszernek oly *partikularis* integrálrendszere legyen, melynek elemei bizonyos megszabott analitikai jelleggel bírnak (pl. egy pont környezetében, vagy az egész síkban egyértékűek, holomorphok, vagy pedig egyszerűen rationalis függvényei az x -nek). Az ilyféle problémákat *diophantosi* problémáknak lehetne nevezni,¹ az ilyeneknek megoldásától függ — véleményem szerint — a lineáris differenciálrendszerek elméletének egész jövődöbeli haladása.

Itt ezekről a problémákról nem lesz szó, csak egynéhány formális megjegyzést fűzünk a (III) alakú rendszerekhez.

Tegyük

$$u_{ik} = Y_i z_k, \quad (i, k=1, 2, \dots, n) \quad (IV)$$

akkor

$$\frac{du_{ik}}{dx} = \frac{dY_i}{dx} z_k + Y_i \frac{dz_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n Y_i z_\lambda b_{\lambda k} - \sum_{\lambda} a_{i\lambda} Y_\lambda z_k$$

és ezek az egyenletek nyilvánvalóan teljesülnek, ha az

$$\frac{dY_i}{dx} = - \sum_{\lambda} a_{i\lambda} Y_\lambda, \quad (V)$$

$$\frac{dz_k}{dx} = \sum_{\lambda} z_\lambda b_{\lambda k} \quad (VI)$$

fönnállanak. Legyen (y_{ik}) a

$$\frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda} y_\lambda a_{\lambda k} \quad (VII)$$

differenciálrendszernek egyik integrálmatrixa, akkor tudva van,² hogy

$$(Y_{ik}) = (y_{ik})^{-1} \quad (VIII)$$

integrálmatrixa az (V) rendszernek, azaz, hogy

$$\left(\frac{dY_{ik}}{dx} \right) = - (a_{ik}) (Y_{ik}).$$

¹ V. ö. Vorlesungen, p. 298.

² Vorlesungen, p. 27.

Jelentse továbbá (z_{ik}) a (VI) rendszernek egy integrálmatrixát, akkor az n^2 számú

$$u_{(\alpha\beta)(ik)} = Y_{i\alpha} z_{\beta k} \quad (\text{IX})$$

$(i, k=1, 2, \dots, n)$

szorzat a (III) differenciárendszernek egy megoldási rendszerét alkotja, úgy hogy $\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n$ -re épen n^2 lineárisan független megoldási rendszerét kapjuk a (III) rendszernek. Ha tehát $r_{\alpha\beta}$ -val n^2 számú tetszőleges állandót jelölünk, akkor

$$(u_{ik}) = (Y_{ik})(r_{ik})(z_{ik}) = (y_{ik})^{-1}(r_{ik})(z_{ik})$$

a (VI) rendszernek *általános megoldási rendszere*. Ugyanis, ha u_{ik} a (VI) rendszernek eleget tesz és ha

$$(u_{ik}) = (Y_{ik})(\gamma_{ik})(z_{ik}) \quad (\text{X})$$

egyenletekkel értelmezzük a γ_{ik} mennyiségeket, akkor ezt a (VI)-ba behelyettesítve kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} \left(\frac{dY_{ik}}{dx}\right)(r_{ik})(z_{ik}) + (Y_{ik})\left(\frac{d\gamma_{ik}}{dx}\right)(z_{ik}) + (Y_{ik})(\gamma_{ik})\left(\frac{dz_{ik}}{dx}\right) = \\ = (Y_{ik})(\gamma_{ik})(z_{ik})(b_{ik}) - (a_{ik})(Y_{ik})(\gamma_{ik})(z_{ik}), \end{aligned}$$

és tekintettel arra, hogy

$$\begin{aligned} \left(\frac{dY_{ik}}{dx}\right) &= - (a_{ik})(Y_{ik}), \\ \left(\frac{dz_{ik}}{dx}\right) &= (z_{ik})(b_{ik}), \end{aligned}$$

lesz

$$(Y_{ik})\left(\frac{d\gamma_{ik}}{dx}\right)(z_{ik}) = 0,$$

azaz, mivel az (Y_{ik}) , (z_{ik}) matrixok determinánsai zérótól különbözők,

$$\frac{d\gamma_{ik}}{dx} = 0,$$

a γ_{ik} -k tehát állandók.

Ha a (III) rendszerben különösen

$$u_{i\lambda} = b_{ik}.$$

akkor a

$$\left(\frac{d u_{i\lambda}}{d x} \right) = (u_{i\lambda}) (u_{ik}) - (u_{i\lambda}) (u_{i\lambda}) \tag{XI}$$

rendszernek általános megoldási rendszere

$$(u_{ik}) = (y_{ik})^{-1} (\gamma_{ik}) (y_{ik}).$$

Képzeldük a (γ_{ik}) matrixot *kanonikus alakjára* transformálva

$$(\gamma_{ik}) = (c_{ik})^{-1} (\rho_{ik}) (c_{ik}),$$

a hol tehát

$$\rho_{ik} = 0, \text{ ha } i < k, \quad |\gamma_{ik} - \delta_{ik} \rho_{\lambda\lambda}| = 0, \quad (\lambda=1, 2, \dots, n)$$

akkor a (XI) általános megoldási rendszerét így írhatjuk

$$(u_{ik}) = (y_{ik})^{-1} (\rho_{ik}) (y_{ik}),$$

a hol most (y_{ik}) a (VII) lineáris rendszernek nem partikuláris, hanem általános integrálmatrixát jelenti, míg a (ρ_{ik}) -t mint magának az (u_{ik}) matrixnak kanonikus alakját lehet fölfogni.

*

Tekintsük a (B) rendszerben egy pillanatig az $A_{ik}^{(\lambda)}$ -kat ismereteseeknek, akkor a

$$\left(\frac{d A_{ik}^{(\lambda)}}{d x} \right) = (A_{ik}^{(\lambda)}) (u_{\lambda} - a_{\lambda}) \tag{2}$$

minden egyes $\nu \neq \lambda$ -ra nézve egy (XI) alakú rendszert alkot. A megfelelő (VI) vagy (VII) rendszer most ez:

$$\frac{d z_{ik}^{(\nu)}}{d x} = \sum_{\alpha=1}^n z_{\alpha}^{(\nu)} A_{ik}^{(\alpha)} \tag{3}$$

és a (2) általános megoldási rendszere (XII) szerint az

$$(A_{ik}^{(\nu)}) = (z_{ik}^{(\nu)})^{-1} (\rho_{ik}^{(\nu)}) (z_{ik}^{(\nu)}) \tag{4}$$

alakban adódik, hol (z_{ik}) a (3)-nak legáltalánosabb integrál-

matrixa, $(\rho_{ik}^{(\nu)})$ pedig állandó (azaz a_λ -tól független) kanonikus matrix. Minthogy azonban minden matrixot csak egyféleképp lehet kanonikus alakra transformálni, ebből az következik, hogy az $(A_{ik}^{(\nu)})$ -hez tartozó karakteristikus egyenlet

$$|A_{ik}^{(\nu)} - \delta_{ik} r| = 0 \quad (5)$$

az a_λ -tól független gyökökkel bír. Ez a ν -nek minden $(\lambda$ -tól különböző) értékére nézve a (2) rendszernek n számú integrálegyenletét szolgáltatja, úgy hogy így módon $n(\sigma-1)$ ilyen integrálegyenletet nyertünk.

Epen így módon következik a (B) rendszernek $\frac{dA_{ik}^{(\lambda)}}{da_\lambda}$ -ra vonatkozó egyenleteiből, ha azokban az $A_{ik}^{(\nu)}$ -ket ($\nu \neq \lambda$) ismereteseznek tekintjük, hogy

$$(A_{ik}^{(\lambda)}) = (z_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (\rho_{ik}^{(\lambda)}) (z_{ik}^{(\lambda)}) \quad (6)$$

a hol $(z_{ik}^{(\lambda)})$ a legáltalánosabb integrálmatrixa a

$$\frac{dz_{ik}^{(\lambda)}}{da_\lambda} = \sum_{\alpha=1}^n z_{\alpha}^{(\lambda)} \sum_{\nu (\neq \lambda)} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{a_\lambda - a_\nu} \quad (7)$$

rendszernek, $(\rho_{ik}^{(\lambda)})$ pedig állandó és kanonikus alakú matrix. E szerint tehát a

$$|A_{ik}^{(\lambda)} - \delta_{ik} r| = 0 \quad (8)$$

charakteristikus egyenlet gyökei szintén függetlenek az a_λ -tól, a mi a (B) rendszernek új n számú integrálegyenletét szolgáltatja, úgy hogy (v. ö. az (1) egyenletet) eddig egészben a (B) rendszernek

$$n\sigma + n^2$$

számú algebrai integrálegyenletét találtuk.¹

Azt lehetne gondolni, hogy ezen a módon, azaz akkép, hogy a (B) differenciárendszerben az $A_{ik}^{(\nu)}$ -ket ismeretesnek gondolt $A_{ik}^{(\lambda)}$ -k mellett, és fordítva, ez utóbbiakat ismeretesnek gondolt $A_{ik}^{(\nu)}$ -k mellett, egy lineáris differenciárendszerrel értelmezve

¹ Vorlesungen, p. 329.

képzeljük, még további következtetések is vonhatók az ismeretlen függvényeknek az integrációs állandóktól való mikénti függésére nézve. De általánosan ez nem látszik lehetségesnek. A függvénytani vizsgálatra csak a következő cikkben térünk rá.

A (B) differenciálrendszer integratióproblémáját most következőképen fogalmazhatjuk meg.¹

Legyen $A_{ik}^{(\sigma+1)}$ n^2 tetszőleges állandó (azaz a_λ -tól független); példaképen mindjárt vehetjük:

$$(A_{ik}^{(\sigma+1)}) = \delta_{ik} r_i^{(\sigma+1)}. \quad (i, k=1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

Továbbá legyen

$$r_i^{(\nu)} \quad (i=1, 2, \dots, n; \nu=1, 2, \dots, \lambda-1, \lambda+1, \dots, \sigma) \quad (10)$$

$n(\sigma-1)$ számú szintén tetszőleges állandó. Tegyük

$$(A_{ik}^{(\nu)}) = (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} (\partial_{ik} r_i^{(\nu)}) (B_{ik}^{(\nu)}), \quad (\nu=1, 2, \dots, \lambda-1, \lambda+1, \dots, \sigma) \quad (11)$$

$$(A_{ik}^{(\lambda)}) = - (A_{ik}^{(\sigma+1)}) - \sum_{\nu (\neq \lambda)} (A_{ik}^{(\nu)}) \quad (12)$$

és képzeljük a $(B_{ik}^{(\nu)})$ -ket $(\nu \neq \lambda)$, az

$$\frac{dB_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda} = \sum_{\alpha=1}^n B_{i\alpha}^{(\nu)} \frac{A_{\alpha k}^{(\lambda)}}{a_\lambda - a_\nu} \quad (\nu \neq \lambda) \quad (E)$$

egyenletekből meghatározva (v. ö. a (3) alatti egyenleteket).

Ha a (11) egyenleteket a_λ szerint differenciáljuk, akkor

$$\left(\frac{dA_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda} \right) = \frac{d(B_{ik}^{(\nu)})^{-1}}{da_\lambda} (\partial_{ik} r_i^{(\nu)}) (B_{ik}^{(\nu)}) + (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} (\partial_{ik} r_i^{(\nu)}) \left(\frac{dB_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda} \right),$$

tehát mivel²

$$\frac{d(B_{ik}^{(\nu)})^{-1}}{da_\lambda} = - (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} \left(\frac{dB_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda} \right) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1}$$

¹ Arra az esetre szorítkozzunk, a melyben a $\rho_{ik}^{(\nu)}$ ($\nu=1, 2, \dots, \sigma+1$) matrixok csak diagonális tagokat tartalmaznak. Az általános eset csak bizonyos algebrai komplikációkkal jár.

² Vorlesungen, p. 27, (22) egyenlet.

és az (E) szerint

$$D_{a_\lambda} B_{ik}^{(\nu)} = \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda - a_\nu} \right), \quad (E')$$

lesz továbbá

$$\left(\frac{dA_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda} \right) = \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda - a_\nu} \right) (A_{ik}^{(\nu)}) + (A_{ik}^{(\nu)}) \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda - a_\nu} \right),$$

azaz, hogy a (11) egyenletekkel értelmezett $A_{ik}^{(\nu)}$ -k a deriváltjaikra vonatkozó (B) egyenleteket kielégítik. A (12) differenciálásával pedig adódik

$$\frac{dA_{ik}^{(\lambda)}}{da_\lambda} = - \sum_{\nu (\neq \lambda)} \frac{dA_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda},$$

azaz az $A_{ik}^{(\lambda)}$ -k kielégítik a (B) rendszernek deriváltjaikra vonatkozó egyenleteit, úgy hogy abból, hogy a $B_{ik}^{(\nu)}$ -k ($\nu \neq \lambda$) az (E) egyenleteket kielégítik, az következik, hogy a (11), (12)-vel definiált $A_{ik}^{(\nu)}$ ($\nu = 1, 2, \dots, \sigma$) állandó $A_{ik}^{(\sigma+1)}$ és $r_i^{(\nu)}$ -kre ($\nu \neq \lambda$) a (B) rendszernek tesznek eleget.

Ebből most már továbbá az adódik, hogy

$$(A_{ik}^{(\lambda)}) = (B_{ik}^{(\lambda)})^{-1} (\delta_{ik} r_i^{(\lambda)}) (B_{ik}^{(\lambda)})$$

téve, az $r_i^{(\lambda)}$ -k az a_λ -tól függetlenek és (12)-ből magából következik végre a FUCHS-féle relatio

$$\sum_{\nu=1}^{\sigma+1} \sum_{i=1}^n r_i^{(\nu)} = 0.$$

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

Jelentse $B_{ik}^{(\nu)}$ ($\nu \neq \lambda$) az (E) rendszernek legáltalánosabb megoldását, a hol az (E) jobb oldalán szereplő $A_{ik}^{(\lambda)}$ -k a (11), (12) egyenletekkel az $n^2 + n(\sigma - 1)$ számú tetszőleges

$$A_{ik}^{(\sigma+1)}, \quad r_i^{(\nu)} \quad (\nu \neq \lambda; i = 1, 2, \dots, n)$$

állandóval értelmezvük, akkor az $A_{ik}^{(\nu)}$ -k ($\nu = 1, 2, \dots, \sigma$) a (B) rendszer legáltalánosabb megoldását szolgáltatják.

Az (E) rendszerre nézve még az a körülmény okozhat nehézséget, hogy a jobb oldalon a (11) egyenletek révén a $(B_{ik}^{(\nu)})^{-1}$

matrixok szerepelnek, a mi implicite föltételezi azt, hogy a $|B_{ik}^{(\nu)}|$ determinánsok zérótól különbözők. Azonban az (E) egyenletekből következik, hogy

$$|B_{ik}^{(\nu)}| = \text{const.} \cdot e^{\int_{a_\lambda^{(0)}}^{a_\lambda} \sum_{k=1}^n \frac{A_{kk}^{(\lambda)}}{a_\lambda - a_\nu} da_\lambda},$$

a hol a_λ egy tetszőleges az a_ν ($\nu \neq \lambda$)-tól különböző értéket jelent. Mivel azonban a (12) szerint

$$\sum_{k=1}^n A_{kk}^{(\lambda)} = \sum_{k=1}^n r_k^{(\lambda)} = \text{const.},$$

adódik, hogy

$$|B_{ik}^{(\nu)}| = \text{const.} \left(\frac{a_\lambda - a_\nu}{a_\lambda^{(0)} - a_\nu} \right)^{\sum_{\alpha=1}^n r_\alpha^{(\lambda)}}. \quad (13)$$

Ha tehát például a $B_{ik}^{(\nu)}$ -ket azzal határozzuk meg, hogy $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$ -hoz tartozó kezdőértékeit

$$\lim_{a_\lambda \rightarrow a_\lambda^{(0)}} B_{ik}^{(\nu)} = \bar{B}_{ik}^{(\nu)} \quad (\nu \neq \lambda) \quad (14)$$

megszabjuk és ha e kezdőértékek olyanok, hogy a $|\bar{B}_{ik}^{(\nu)}|$ determinánsok zérótól különbözők, akkor (13) szerint

$$|B_{ik}^{(\nu)}| = |\bar{B}_{ik}^{(\nu)}| \left(\frac{a_\lambda - a_\nu}{a_\lambda^{(0)} - a_\nu} \right)^{\sum_{\alpha=1}^n r_\alpha^{(\lambda)}}.$$

minden oly a_λ -ra, a mely az a_ν ($\nu \neq \lambda$) mennyiségektől különbözik, szintén zérótól különböző.

Ha továbbá még az $n^2 + n(\sigma - 1)$ számban levő

$$A_{ik}^{(\sigma+1)}, \quad r_i^{(\nu)} \quad (\nu \neq \lambda)$$

állandókat is megszabjuk és az $A_{ik}^{(\nu)}$ -kat a (11), (12) egyenletekkel meghatározzuk, akkor az (E) rendszer a CAUCHY-féle existenciátétel szerint oly $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$ környezetében holomorph $B_{ik}^{(\nu)}$

integrálrendszerrel fog bírni, a mely a (14) alatti kezdeti föltételeknek eleget tesz. Az ezen $B_{ik}^{(\nu)}$ -kel a (11), (12) egyenletekből kiadódó integrálrendszere a (B) rendszernek e szerint az $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$ környezetében szintén holomorph és kielégíti a

$$\lim_{a_\lambda = a_\lambda^{(0)}} A_{ik}^{(\nu)} = \bar{A}_{ik}^{(\nu)} \quad (\nu=1, 2, \dots, \sigma) \quad (16)$$

kezdeti föltételeket, a hol

$$\begin{aligned} \bar{A}_{ik}^{(\nu)} &= (\bar{B}_{ik}^{(\nu)})^{-1} (\delta_{ik} r_i^{(\nu)}) (\bar{B}_{ik}^{(\nu)}), \\ \bar{A}_{ik}^{(\lambda)} &= - (A_{ik}^{(\sigma+1)}) - \sum_{\nu (\neq \lambda)} \bar{A}_{ik}^{(\nu)}. \end{aligned} \quad (17)$$

IX.

Most megalkotjuk a (C) differenciálrendszert és azt a föladatot tűzzük magunk elé, hogy e rendszernek állítsuk föl ama (y_{ik}) megoldási rendszerét, mely $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$ -ban teljesíti az

$$y_{ik} = y_{ik}^{(0)} \quad (1)$$

kezdeti föltételeket, a hol

$$(y_{ik}^{(0)}) = \int_{x_0}^x \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{\bar{A}_{ik}^{(\nu)}}{x - a_\nu^{(0)}} dx + \delta_{ik} \right), \quad (2)$$

azaz, hogy $(y_{ik}^{(0)})$ a

$$\frac{dy_k^{(0)}}{dx} = \sum_{\alpha=1}^n y_\alpha^{(0)} \sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{\bar{A}_{ik}^{(\nu)}}{x - a_\nu^{(0)}} \quad (3)$$

lineáris differenciálrendszer ama integrálmatrixa, a mely $x = x_0$ -ban (δ_{ik}) -ra redukálódik. A (2), (3) egyenletekben $\nu \neq \lambda$ -ra $a_\nu^{(0)} = a_\nu$ -nak veendő.

E föladat megoldása czéljából tekintsük az (A) differenciálrendszert, a melyben most az $A_{ik}^{(\nu)}$ az előbbi fejezet végén értelmezett megoldásai a (B) differenciálrendszernek.

Mindenekelőtt általánosan föllálitjuk a föltételeket arra nézve, hogy az (A) rendszer valamely megoldása a (C) rend-

szert is kielégítse.¹ Legyen tehát (γ_{ik}) az (A) rendszernek valamelyik integrálmatrixa, (γ_{ik}) az x -től független, de még esetleg az a_λ -tól függő matrix, a melynek determinánsa $|\gamma_{ik}|$ nem egyenlő zéróval. Ha azután azt akarjuk, hogy

$$(\gamma_{ik})(\gamma_{ik}) \tag{4}$$

a (C) rendszert kielégítse, akkor kell, hogy:

$$(\gamma_{ik}) \left(\frac{\partial \gamma_{ik}}{\partial a_\lambda} \right) + \left(\frac{d\gamma_{ik}}{da_\lambda} \right) (\gamma_{ik}) = (\gamma_{ik})(\eta_{ik}) \left(\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x} \right),$$

tehát

$$\left(\frac{d\gamma_{ik}}{da_\lambda} \right) (\eta_{ik}) = (\gamma_{ik})(p_{ik}) \tag{5}$$

legyen, a hol

$$(p_{ik}) = (\eta_{ik}) \left(\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x} \right) - \left(\frac{\partial \eta_{ik}}{\partial a_\lambda} \right). \tag{6}$$

De már most

$$\left(\frac{dp_{ik}}{dx} \right) = \left(\frac{d\eta_{ik}}{dx} \right) \left(\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x} \right) + (\eta_{ik}) \frac{(A_{ik}^{(2)})}{(a_\lambda - x)^2} - \left(\frac{\partial^2 \eta_{ik}}{\partial x \partial a_\lambda} \right),$$

tehát tekintettel arra, hogy az (η_{ik}) az (A) rendszert kielégíti:

$$\left(\frac{dp_{ik}}{dx} \right) = (\eta_{ik}) \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \left(\frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x - a_\nu} \right) \left(\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x} \right) - \frac{(A_{ik}^{(2)})}{(a_\lambda - x)^2} \right) - \left(\frac{\partial^2 \eta_{ik}}{\partial x \partial a_\lambda} \right).$$

A (B) rendszerből továbbá az következik, hogy

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial a_\lambda} \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x - a_\nu} \right) &= \sum_{\nu (\neq \lambda)} \frac{(A_{ik}^{(2)})(A_{ik}^{(\nu)}) - (A_{ik}^{(\nu)})(A_{ik}^{(2)})}{a_\nu - a_\lambda} \frac{1}{x - a_\nu} + \\ &+ \sum_{\nu (\neq \lambda)} \frac{(A_{ik}^{(2)})(A_{ik}^{(\nu)}) - (A_{ik}^{(\nu)})(A_{ik}^{(2)})}{a_\lambda - a_\nu} \frac{1}{x - a_\lambda} + \frac{A_{ik}^{(2)}}{(x - a_\lambda)^2}, \end{aligned}$$

tehát, ha tekintetbe vesszük, hogy

¹ V. ö. FUCHS: Werke, Bd. III, p. 272. s. köv.

$$\begin{aligned} \frac{1}{x-a_\lambda \cdot x-a_\nu} &= \frac{1}{a_\nu-a_\lambda} \cdot \frac{1}{x-a_\nu} + \frac{1}{a_\lambda-a_\nu} \cdot \frac{1}{x-a_\lambda}, \\ \frac{\partial}{\partial a_\lambda} \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) &+ \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda-x} \right) \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) = \\ &= \sum_{\nu=1}^{\sigma} \left(\frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda-x} \right) + \frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{(a_\lambda-x)^2}. \end{aligned}$$

Ha ezt a (7)-be behelyettesítjük, akkor

$$\left(\frac{d\gamma_{ik}}{dx} \right) = (\gamma_{ik}) \left[\frac{\partial}{\partial a_\lambda} \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) + \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda-x} \right) \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) \right] - \left(\frac{\partial^2 \gamma_{ik}}{dx \partial a_\lambda} \right),$$

és mivel

$$\left(\frac{\partial^2 \gamma_{ik}}{\partial a_\lambda \partial x} \right) = (\gamma_{ik}) \cdot \frac{\partial}{\partial a_\lambda} \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) - \left(\frac{\partial \gamma_{ik}}{\partial a_\lambda} \right) \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right),$$

lesz végre

$$\begin{aligned} \left(\frac{dp_{ik}}{dx} \right) &= - \left(\frac{\partial \gamma_{ik}}{\partial a_\lambda} \right) \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) + (\gamma_{ik}) \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda-x} \right) \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right) = \\ &= (\gamma_{ik}) \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} \right). \end{aligned}$$

A (p_{ik}) tehát az (A) rendszernek integrálmatrixa, lesz tehát:

$$(p_{ik}) = (\varepsilon_{ik}) (\gamma_{ik}), \quad (8)$$

a hol az (ε_{ik}) az x -től független matrix. Ha a (p_{ik}) -nak ezt a kifejezését az (5)-be behelyezzük, akkor adódik, hogy

$$\left(\frac{d\gamma_{ik}}{da_\lambda} \right) = (\gamma_{ik}) (\varepsilon_{ik}) \quad (9)$$

a szükséges és elégséges föltétel arra, hogy $(\gamma_{ik})(\gamma_{ik})$ a (C) rendszert kielégítse.

Megjegyzendő, hogy ha (η_{ik}) helyett az (A) rendszernek más, például $(c_{ik})(\gamma_{jk})$ integrálmatrixát vesszük, akkor (p_{ik}) helyére

$$\left[(c_{ik})(\varepsilon_{ik})(c_{ik})^{-1} - \left(\frac{\partial c_{ik}}{\partial a_\lambda} \right) (c_{ik})^{-1} \right] (c_{ik})(\eta_{ik})$$

fog lépni, tehát (ε_{ik}) helyére

$$(c_{ik})(\varepsilon_{ik})(c_{ik})^{-1} + D_{a_\lambda}(c_{ik})^{-1}$$

és e szerint végre (γ_{ik}) helyére¹ $(\gamma_{ik})(c_{ik})^{-1}$.

Legyen különösen

$$(\eta_{ik}) = \int_{x_0}^x \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x-a_\nu} dx + \delta_{ik} \right), \quad (10)$$

akkor a hozzá tartozó (p_{ik}) matrix (6) és (7) szerint

$$(p_{ik}) = (\varepsilon_{ik})(\eta_{ik}) = (\eta_{ik}) \left(-\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x} \right) - \left(\frac{\partial \eta_{ik}}{\partial a_\lambda} \right),$$

és mivel

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \eta_{ik} = \delta_{ik}; \quad \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\partial \eta_{ik}}{\partial a_\lambda} = 0,$$

lesz

$$(\varepsilon_{ik}) = \left(\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x_0} \right), \quad (11)$$

úgy hogy a (9) egyenlet értelmében

$$(\gamma_{ik}) = \int_{a_\lambda^{(0)}}^{a_\lambda} \left(\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x_0} da_\lambda + \delta_{ik} \right) \quad (12)$$

-nak vehető, a mivel ugyanis

$$(\gamma_{ik}) = \int_{a_\lambda^{(0)}}^{a_\lambda} \left(\frac{A_{ik}^{(2)}}{a_\lambda - x_0} da_\lambda + \delta_{ik} \right) \int_{x_0}^x \left(\sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x - a_\nu} dx + \delta_{ik} \right) \quad (13)$$

¹ V. ö. Vorlesungen, p. 26. s. köv.

az (A) és (C) rendszerek közös megoldásaként adódik ki. Mint-hogy e matrix $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$ mellett a (2)-vel adott $(y_{ik}^{(0)})$ matrixra redukálódik, az ezen fejezet kezdetén föltett probléma tényleg meg van oldva.

A (10) integrálmatrix fundamentalsubstitúciói (a III. fejezet jelöléseivel élve) ezek:

$$(\varphi_{ik}^{(v)}(x_0))^{-1} (\delta_{ik} e^{2\pi\sqrt{-1} r_i^{(v)}}) (\varphi_{ik}^{(v)}(x_0)),$$

$(v=1, 2, \dots, \sigma)$

a (13) matrix fundamentalsubstitúciói tehát:

$$(A_{ik}^{(v)}) = (\gamma_{ik}) (\varphi_{ik}^{(v)}(x_0))^{-1} (\delta_{ik} e^{2\pi\sqrt{-1} r_i^{(v)}}) (\varphi_{ik}^{(v)}(x_0)) (\gamma_{ik})^{-1}. \quad (14)$$

$(v=1, 2, \dots, \sigma)$

A (2) integrálmatrix fundamentalsubstitúciói

$$(B_{ik}^{(v)})^{-1} (\delta_{ik} e^{2\pi\sqrt{-1} r_i^{(0)}}) (B_{ik}^{(v)}), \quad (15)$$

$(v=1, 2, \dots, \sigma)$

a hol

$$B_{ik}^{(v)} = \lim_{a_\lambda = a_\lambda^{(0)}} \varphi_{ik}^{(v)}(x_0). \quad (16)$$

De $(\varphi_{ik}^{(\lambda)}(x))$ a (C) rendszernek egy integrálmatrixa és így $(\varphi_{ik}^{(v)}(x_0))$ integrálmatrixa az

$$\frac{d u_{ik}}{d a_\lambda} = \sum_{a=1}^n u_{ia} \frac{A_{a k}^{(\lambda)}}{a_\lambda - x_0} \quad (F)$$

$(i, k=1, 2, \dots, n)$

differenciálszisztemnek, még pedig amaz integrálmatrixa, mely (v. ö. a (16) egyenletet) $a_\lambda = a_\lambda^{(0)}$ -ban $(B_{ik}^{(v)})$ -ra redukálódik. Lesz tehát

$$(\varphi_{ik}^{(v)}(x_0)) = (B_{ik}^{(v)}) \int_{a_\lambda^{(0)}}^{a_\lambda} \left(\frac{A_{ik}^{(\lambda)}}{a_\lambda - x_0} d a_\lambda + \delta_{ik} \right), \quad (17)$$

azaz (12) szerint

$$(\varphi_{ik}^{(v)}(x_0)) = (B_{ik}^{(v)}) (\gamma_{ik}).$$

Ha ezeket az értékeket a (14)-be behelyettesítjük, azt találjuk, hogy a (13) integrálmatrix fundamentalsubstitúciói

$$(A_{ik}^{(v)}) = (B_{ik}^{(v)})^{-1} (\partial_{ik} e^{2\pi\sqrt{-1}} r_i^{(v)}) (D_{ik}^{(v)}),$$

azaz ugyanazok, mint a (2) integrálmatrix fundamentalsubstitúciói, tehát az a_λ -tól függetlenek.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 márcz. 13.-án tartott üléséből.)

ÜSTÖKÖSÖK SPEKTROSKOPOS MEGFIGYELÉSE 1884-TŐL 1910-IG,

TEKINTETTEL A HALLEY-ÜSTÖKÖS MEGFIGYELÉSÉRE.

KONKOLY THEGE MIKLÓS t. tagtól.

Alig emlékezem reá, hogy valahol olvastam volna oly esetekről, a melyekben valamely égitest feltünése annyi port vert volna fel, mint 1910-ben a Halley-üstökös, a mely hiszen már oly sokszor mutatkozott anyaföldünk lakóinak, a nélkül, hogy bármelyiknek is csak egy hajaszálát meggörbítette volna. No de a babona és a tudatlanság ellen vajmi nehéz küzdeni, s ilyformán legjobb mindenkit meghagyni saját véleményében, a physikus pedig haladjon saját útján. Hiszen szegény Halley-üstökös csak ép oly «látható semmi», mint a többi üstökös, s chemiai constitutiója is csak olyannak látszik lenni, mint a milyen az eddigieké volt.

Tudvalévő az, hogy az üstökösök spectrumának fő charactericonja a szénhydrogének spectrumában látható három sáv, melyek az 560, 516 és 470 μ hullámhosszaság táján láthatók; hogy a mondott helytől az üstökösök spectrumában feltünő sávok gyakran eltérnek, sőt tetemesen eltérnek, annak oka máshol keresendő. Így p. o. ne menjünk messzebb VOGEL és KEMPF potsdami astrophysikusok kísérleteinél, melyekben ezek a tudósok összekombinálták a világitógáz és a szénoxyd spectrumt, a mennyiben szénoxydgázzal töltött Geissler-csővet Bunsen-láng mögé állítottak, s együttesen vizsgálták a kettőnek spectrumát, a mint a Geissler-cső fénye keresztülhatolt a Bunsen-lángon.

Ha a spectroscop rését csupán csak a Bunsen-lángra állítva, a három characteristikus üstökös sávra nézünk — felteszem,

hogy mindig a sávok fénymaximumára állítjuk be spectroscopunk mikrométer-szálát —, akkor a Bunsen-láng sávjai a következő helyen lesznek láthatók :

- I. = 563·5 μ ,
 II. = 516·5 «
 III. = 470·9 «

Ha most a Geissler-csővet a Bunsen-láng mögé állítjuk s azon egy erős Ruhmkorf-tekeres szikráját bocsátjuk át, akkor a spectrum már némileg meg fog változni, mert már ugyanazon három characteristikus sávot nem fogjuk többé ugyanazon a helyen találni, hanem kissé eltolódva, t. i. :

- I. = 559·7 μ ,
 II. = 515·2 «
 III. = 470·2 «

Ha ezt a kísérletet most szemügyre vesszük, okvetlenül előtérbe fogja magát azon kérdés tolni, hogy vajjon csak ez az egyedüli eset létezik, a mely a szénhydrogén, talán mondanók inkább: a szénvegyületek spectrumát megváltoztatja? Továbbá okvetlen fel kell nekünk tenni azt is, hogy más változás abban a rettenetes forrongásban lévő gáztömegben nem állhat-e elő akkor, midőn az a világürből valamely állócsillag (Nap) közelébe jön, s annak sugározása sok milliárdnyi kilométer távoból reá hatást gyakorol; sőt hátha még ahhoz igen közel jut?

1882 február hó 13.-án a magyar tud. Akadémia III. oszt. ülésén betérjesztettem az «*Üstökösök vegytani alkotása*» című értekezést, melynek második bekezdésében a következőket mondtam :

«Szinképük legtöbb esetben azonos a szénhydrogének spectrumával, némely esetben attól azonban tetemesen eltér, de az eltérés semmiesetre sem akkora és olyan természetű, hogy azért feljogosítva lennénk az azonosságot megtagadni, sokkal inkább felhiva érezheti magát minden astrophysikus a szénhydrogének szinképének nem kevésbé complicált természetét bővebben tanulmányozni, s azáltal azok bővebb ismerete folytán az azonosságot kimutatni.»

Meg is kezdettem egy vizsgálati sorozatot, melyről a magyar

tud. Akadémia III. osztályának az 1884. évi május 19.-én tartott ülésén: «*Előleges vizsgálatok néhány szénhidrogén-gáz spectrumán*» című értekezésben jelentést is tettem. Ennek az értekezésnek első bekezdését a következő szavakkal végeztem be: «Mindenesetre azonban iparkodni fogok, hogy a legrövidebb idő alatt bővebb jelentést tehessek ezen érdekes tárgyról az Akadémiának.»

Sajnos, ezt az ígéretet nem bírtam beváltani, mert a csillaglán kevés volt a munkaerő, a melyben a segédkezésnél a kellő támaszt nyerhettem volna, míg későbben 1890-ben átvettem a m. kir. országos meteorologiai intézet igazgatóságát, azzal a teljes reménnyel, hogy ott folytathatom az efféle kutatásaimat, azonban reményem dugába dőlt, s hajótörést szenvedett; miért, azt ne kutassuk, csak azt mondhatom, hogy épenséggel nem pénzkérdés miatt, mert végre is egy jó higanylégszivattyút, egy Ruhmkorffot stb. még a sajátomból is beszerezhettem volna!

Most azonban, miután a magyar tud. Akadémiának az üstökös-megfigyelésről az utolsó jelentést 1883-ban voltam szerencsés betérjeszteni, hogy legalább megmutathassam azt, hogy ezen a téren mégis csak történt némi megfigyelés, a jelen értekezésben tisztelettel bemutatom az 1883 után eszközölt üstökös-megfigyeléseimnek eredményét, összehasonlítva azokat némely idegen megfigyeléssel.

A jelenlegi értekezésem tulajdonképen három részből áll: 1. a régi megfigyelési anyagnak igen rövid numerikus recapitulációja, s az üstökös spectrumokban megfigyelt sávok helyzetének egy középértékű levezetése, illetve a különböző eltérések csoportosítása; 2. az üstökösök megfigyelésének eredménye 1884-től 1910-ig, s végre 3. az 1884-től 1910-ig megfigyelt üstökösök spectrumba megfigyelésének összegezése egy középértékké, összehasonlítva a régi megfigyelésekkel, s a Halley-üstökös megfigyelése.

A következő táblázat az összes megfigyelési anyagot tartalmazza, míg az értekezés második táblájában a mérések eredménye lesz feltüntetve, de csakis középértékekben, de szintén csak a régi megfigyelésekről.

1. tábla.

☞	Megfigyelő	☞	Megfigyelő
1864. Tempel	DONATI	1880. d. Hartwig	KONKOLY ²
1868. Brorsen	PATER SECCHI	1880. Pechüle	"
1868. " "	HUGGINS	1881. b. " "	H. C. VOGEL
1868. " "	YOUNG	1881. " "	TIEVEZ
1868. " "	MAUNDER	1881. III. " "	H. C. VOGEL
1868. " "	BREDICHIN	1881. " "	KONKOLY
1868. " "	COPELAND	1881. IV. " "	"
1868. II. Brorsen	SECCHI	1882. Wells	"
1868. " " "	HUGGIUS	1883. Szeptember	"
1868. " " "	CH. WOLF (Páris)	1883. " "	GOTHARD JENŐ
1868. " " "	YOUNG	1883. Pous Brokes ³	KÖVESLIGETHY
1868. " " "	H. C. VOGEL	1883. Swift.	KONKOLY
1871. Tuttle	" " "	1883. Brokes	" ¹
1873. IV. Henry	" " "	1883. Pous Brokes ³	"
1874. III. Coggia	KONKOLY	1884. Ch. Wolf (Páris)	" ¹
1874. " " "	H. C. VOGEL	1884. Brokes Szept.	" ¹
1874. " " "	BREDICHIN	1884. Fabry	" ¹
1874. " V. " "	KONKOLY ¹	1884. Barnard	" ¹
1874. IV. Borelli	"	1885. Barnard Dec.	" ¹
1875. Encke	HUGGINS	1886. Barnard	" ¹
1875. " " "	KONKOLY	1886. Barnard —	
1875. " " "	H. C. VOGEL	Hartwig	"
1875. " " "	YOUNG	1887. Brokes	" ¹
1875. " " "	HARKNESS	1888. Barnard	" ¹
1877. Borelli	KONKOLY	1888. Sawerthal	"
1877. II. " "	LORD LINDSAY	1889. Dawidson	" ¹
1877. III. " "	" "	1890. Brokes	"
1878. Palisa	KONKOLY	1892. Swift	"
1879. IV. " "	COPELAND	1892. Holms	" ¹
1879. " " "	KONKOLY	1903. Borelli	"
1879a. Brorsen	"	1908. Morehous	"
1880. d. Hartwig	YOUNG ²	1910. Johannesburgi	"
1880. " " "	BREDICHIN ²	1910. Halley	"
1880. " " "	CHRISTIE ²		

¹ Jelzették spectruma vagy nem volt látható, vagy mérések nem voltak eszközölhetők.

² Konkoly még az I—II. sáv között látott és mért egy sávot.

³ Ugyanazon üstökös.

A régibb megfigyeléseket csupán összehasonlításképen mel-
lékelem a második táblán, még pedig a spectrálvonalak hullám-
hosszaságainak középértékeiben, mert úgy az eredeti megfigye-
lések, mint az azokhoz fűzött kriteriumok mind megjelentek
kevés kivétellel a magyar tud. Akadémia értekezéseinek sorozatá-
ban; de mivel az újabb megfigyeléseknél ezekre gyakran hivat-
kozás fog történni, igen terhes lenne az olvasónak előbb a
spectrumokban előfordult és megfigyelt sávoknak a numerikus
értékét kikeresni.

A táblán az első sorban az üstökösök fordulnak elő, melyek
spectroskoppal meg lettek figyelve, még pedig az évszám min-
dig a felfedezés évét jelenti. A második sorozat a megfigyelő
nevét tünteti fel, a 3., 4., 5., 6., 7. sorozat a sávok helyzetét
hullámhosszakban kifejezve s végre a 8. sorozat az egyes meg-
figyelések, illetve mikrometrikus beállítások számát, a mit sajnos
a magam megfigyeléseim kívül csak GOTHARD JENŐ megfigye-
lésénél tudtam megállapítani.

2. tábla. Régi megfigyelések.

1864—1883-ig.

Üstökös	Megfigyelő	S á v o k					Meg- figyelés száma
		I	II	III	IV	V	
1864. Tempel	DONÁTI	554·7	—	513·0	—	475·0	—
1868. Brorsen	SECCHI	552·7	—	511·7	—	473·2	—
1868. „	HUGGINS	543·6	—	507·8	—	464·5	—
1868. „	YOUNG	—	—	517·0	—	—	—
1868. „	MAUNDER	558·0	—	519·0	—	—	—
1868. „	BREDICHIN	551·3	—	513·2	—	465·5	—
1868. „	COPELAND	—	546·6	515·6	—	469·6	—
1868. II.	SECCHI	570·1	—	518·2	—	470·1	—
1868. „	HUGGINS	563·1	—	517·2	—	471·4	—
1868. „	CH. WOLF (Párisi)	560·0	—	516·8	—	473·4	—
1868. „	YOUNG	—	—	510·0	—	—	—
1868. „	H. C. VOGEL	557·0	—	511·0	—	—	—
1871. Tuttle	„ „ „	557·1	—	512·8	—	472·3	—
1873. Henry	„ „ „	563·7	—	517·5	—	472·7	—
1874. Coggia	KONKOLY	563·4	—	515·0	—	472·6	2
1874. „	H. C. VOGEL	562·5	—	515·1	—	471·6	—

Üstökös	Megfigyelő	S á v o k					Megfigyelés száma
		I	II	III	IV	V	
1874. Coggia	BREDICHIN	563·0	—	516·0	—	471·1	—
1874. IV. Borelli	KONKOLY	559·5	—	513·6	—	470·0	3
1875. Encke	HUGGINS	563·2	—	516·0	—	473·5	—
1875. „	KONKOLY	561·8	—	516·0	—	473·8	12
1875. „	H. C. VOGEL	555·2	—	515·0	—	472·8	—
1875. „	YOUNG	557·8	—	517·4	—	470·2	—
1875. „	HARKNESS	—	—	515·0	—	—	—
1877. Borelli	KONKOLY	559·0	—	515·2	—	484·8	14
1877. II.	LORD LINDSAY	556·2	—	516·7	—	472·2	—
1877. III.	„	528·2	—	507·9	—	467·6	—
1878. Palisa	KONKOLY	559·8	—	515·6	—	488·7	4
1879. IV.	COPELAND	556·4	—	515·1	—	467·2	—
1879. „	KONKOLY	559·8	—	515·6	—	488·7	2
1879. a.	„	559·0	—	515·2	—	484·8	20
1880. d. Hartwig	„	561·4	548·2	516·8	—	485·9	12
1880. „	BREDICHIN	—	—	518·5	—	—	—
1880. „	CHRISTIE	—	—	518·5	—	—	—
1880. „	YOUNG	556·4	—	516·9	—	473·7	—
1880. e. Pechüle	KONKOLY	560·3	—	516·3	—	476·3	10
1881. b.	H. C. VOGEL	562·9	—	517·3	—	469·8	—
1881. „	YOUNG	562·9	—	516·4	—	470·0	—
1881. „	TIEVEZ	—	—	516·0	—	478·0	—
1881. III.	H. C. VOGEL	563·3	—	516·4	—	470·9	—
1881. „	KONKOLY	559·7	—	515·2	—	471·6	16
1881. IV.	„	560·1	—	516·1	—	473·3	5
1882. Wells	„	—	—	516·3	—	—	1
1883. Szeptemb.	„	562·0	—	514·7	502·6	472·2	1
1883. „	GOTHARD JENŐ	561·9	—	515·2	—	471·1	8
1883. PousBrokes	KÖVESLIGETHY	—	—	519·0	—	473·2	1
1883. „	KONKOLY	561·2	513·5(6)	516·7	—	473·6	44
1883. Swift	„	559·9	—	515·6	—	471·4	1

Ha mindezeket a spectrumokat a Huggins 1868, Brorsen-üstökös s még egy-két más kivételével, melyek a normalis üstökös-spectrumoktól túlságosan eltérnek s a hol alig is lehet mást mint leolvasási vagy reductió-hibát, esetleg a műszer skálájának elmozdulását feltenni, kidobjuk a sorozatból s egy középértékbe összevonjuk, akkor a spectrum a következőképen fog alakulni:

$$\begin{aligned} \text{I.} &= 560\cdot14 \mu, \\ \text{II.} &= 516\cdot02 \text{ «} \\ \text{III.} &= 472\cdot07 \text{ «} \end{aligned}$$

Ennél a középértéknél minden megfigyelés bele van véve az egy-két nagyon eltérő kivételével; de ha azokat a spectrumokat, illetőleg a III. vonalakat ebből a sorozatból kihagyjuk, a hol az érték a 80-at eléri vagy meghaladja, csak alig fog a középtől eltérni s lesz:

$$\text{III.} = 471\cdot95 \mu;$$

mint látjuk, az eltérés alig tesz ki számottevő nagyságot ezeknél a minuciosus és kényes méréseknél.

Megvallom azonban, hogy daczára annak, hogy a meteorologiai intézet igazgatója vagyok, mégsem vagyok a «mindent közepelni» rendszer barátja s így p. o. itt határozottan szeretném a 480-as értékeket különválasztani, mert az ki van zárva, hogy egy gyakorlott megfigyelő egy elég fénytjeljes spectrum sávjának a mérésénél $488\cdot7 \mu$ helyzetet mérjen, mint a hogyan azt én mértem az 1878. Palisa-üstökösnél, vagy pedig ugyannyit az 1879. IV. üstökösnél ($488\cdot7$), a mely nagyságok azonfelül egy év mulva az utolsó számig egyeznek, vagy hogy Lord LINDSAY az 1877. III. üstökös színeképeinek első sávját $528\cdot2$ -re határozta volna meg, vagy HUGGINS az 1868. Brorsen-üstökös spectrumát a lehetetlenségig elmérte volna!

Ilyen eltéréseknél okvetlen kell egy olyan komoly oknak lenni, a mit mindenesetre érdemes volna tanulmány tárgyává tenni, mert p. o. a methangáznál (C_2H_4) 50 mm nyomáson megtaláljuk az I. és II. sávot, de a III. hiányzik, míg 10 mm nyomáson az I. hiányzik, de megvan a II. és III., a III. pedig $485\cdot7 \mu$ -nél s 1 mm nyomásnál már $486\cdot2 \mu$ -nél fekszik, sőt a világító gáznál az I. = $559\cdot0 \mu$ -nél fekszik, de eltér a II. a normális (515—516) helyzettől s találjuk azt 1 mm nyomásnál $519\cdot3 \mu$ -nél, míg ugyanezen nyomásnál a III. = $488\cdot8$, tehát csak egy egységgel tér el az én Palisa-üstökös mérésemtől.

Ezeknek az adatoknak a tekintetbe vételével arra a conclusióra kell hogy jöjjünk, hogy tényleg nagy amplitudót kellene magunknak megengedni az üstökös-spectrumok sávjainak a

mérésekor, a mihez azonban egy régibb gyakorlott megfigyelő csak nagy nehezen tudná magát elhatározni, a nélkül, hogy az általa hibásnak képzelt adatok értékét ne tudná igazolni.

Ilyen esetben az az utópikus kívánsága merülne fel minden üstökös-megfigyelőnek, hogy jó lenne a távcsövön nemesak egy Geissler-cső, de azzal kapcsolatban mindjárt egy gyorsan működő légszivattyú! Hogy mindez valóban utópikus idea, az könnyen belátható s ilyenformán csakis a szénhydrogének, jobban mondva a szénvegyületek további kutatása a nyert eredményeknek némi spekulatív elbánásával volna kívánatos, s ezen kutatásokat legjobban támogathatná a fotografia, a midőn ugyanazzal a spectrograph-fal fényképeznénk úgy az üstökösök spectrumát, mint a legkülönbözőbb szénvegyületeket s így azután a nyert spectrogrammok, melyek 5—5 mm nyomás mellett sorozatosan készülnének 0.1—250 mm nyomás között könnyen összehasonlíthatók lennének egymással. Erre mindenesetre egyikét ügyes chemikust kellene egy jó spectrograph-fal felszerelni, a melylyel azután a csillagász az üstököst is azonnal megfotografálná, a mint az fotografálható minőségben megjelenne az égen. A chemikusok által fotografált spectrogrammok kimérése természetesen azután szintén a csillagász dolga volna. De egy ilyen nagyszabású szénvegyület-vizsgálásnak támogatása vagy valami dúsgazdag meczenásnak (a milyen sajnós nálunk nincs), vagy az Akadémiának és az államnak a dolga lenne.

Üstökösök spectroskopos megfigyelése.

1884—1910.

Az első üstököst spectroskoppal 1874-ben figyeltem meg, t. i. a Coggia-üstököst s attól az időtől a mai napig összesen 35 üstököst észleltem s ezek közül 23-nak a spectrumán mikrometrikus méréseket eszközöltem.

1884. évi február 18.-án voltam szerencsés a magyar tud. Akadémia III. osztályának ülésén az utolsó megfigyelésem eredményét beterjeszteni, a midőn a Pons-Brokes-üstökös spectrumát mutattam be, azóta azonban nem kevesebb, mint 18 üstököst

figyeltem meg tetemesen jobb segédeszközökkel s ezek közül 8-nak a spectrumán mikrometrikus méréseket eszközöltem.

Ezen megfigyeléseket van szerencsém jelenleg a tek. Akadémiának előterjeszteni s a mérések eredményét bemutatni.

Az üstökösök spectrumának a megfigyelése mindenesetre a kényesebb műtétek közé sorolható, mert eltekintve attól, hogy azok rendesen elég fénygyengék, mindig meg kell választani azt a helyet a sávon, a hova a megfigyelő a mikrométer szálát beállíthatja, mert ha azt a szélre (Kante) állítjuk be, természetsszerűleg egészen más eredményt nyerünk, mintha a fény-maximumra állítjuk; igen ám, de néha az a szél vagy igen gyenge, vagy oly elmosódott, hogy arra alig lehet pontosan beállítani, a maximum pedig elég széles lehet arra, hogy esetleg az ötödik tizedesben egypár egység hibát csinálhatunk. A sávok azonfelül néha oly gyengék, hogy a fényes skála vagy a fényes szál azokat teljesen kioltja a látmezőből; néha fixirozni kell a sáv helyzetét s akkor megvilágítani a skálát s csakis az utólagos benyomás folytán lehet a sáv helyzetét — bizony csak úgyszólván — becsülni.

Az ó-gyallai 254 mm-es refractoron az új elektromos berendezés a méréseket rendkívül megkönnyíti, mert az oculár közelében van a spectrokop-lámpa-rheostat s azzal a mikrométer lámpáját addig gyengítem le, míg úgy a sávot, mint a skálát vagy a szálát egyformán jól látom.

A méréseknél a megfigyelő néha a legfurcsább helyzetbe jön. Így p. o. 1910. évi január 26.-án Nagy-Tagyosi pusztámon (Vértessalja) voltam, midőn a Johannesburgi-üstököszt alkalmam volt megláthatni és a távcsöve men csakis egy II. típusú VOGEL-féle spectroscoppal rendelkeztem, melyen sem microméter, sem skála nem volt. Arra már nem volt idő, hogy átmehessek Ó-Gyallára s így kénytelen voltam magamon segíteni, a hogy lehetett. Hogy mi módon történt meg mégis a mérés, azt a Johannesburgi-üstökös megfigyelésénél bővebben fogom ismertetni.

Az astrofizikusnak már a műszere is természetsszerűen sokkal komplikáltabb, mint egy olyan refractor, a mely csakis astrométriára szolgál. Azon egyszersmindenkorra reá van egy positiv kör egy filár-mikrométerrel szerelve, a távcső így ki-

egyensúlyozva s azután ez az egyszerű berendezés megmarad állandóan ; míg az astrophysicára szolgáló műszer oculár végén egyszer egy photométer, máskor egy könnyű vagy nehezebb spectroscop lóg, vagy az objectiv előtt egyszer egy objectiv-prizma, máskor egy sector photométer van felszerelve s ezekkel a műszerekkel a refractort mindenkor újra kell kiegyensúlyozni, a mi egy nem teljesen modern műszernél néha elég sok időt vesz igénybe.

1. 1884. A Pons Brokes-üstököst dr. KÖVESLIGETHY RADÓVAL január 1.-én ¹ 7^h0^m-kor az úgynevezett «Heustreu 40» spectroscoppal figyeltük meg s abban három fényes sávot láttunk és mértünk. A spectrum elég fényes volt s a mérések nem tartoztak a nehezebb feladatok közé.

A három sáv helyzete a következő:

I. maximum	— — — —	563·0 μ ,	Intensitás = 0·6
II. a sáv éle	— — — —	517·6 «	} « = 1·0
a sáv maximuma	— — — —	511·6 «	
III. maximum	— — — —	473·3 «	« = 0·3

Ugyancsak a méréseket megismételttem a 254 mm-es refractoron, a melyre azonban a MERZ-féle «universal spectroscopot» illesztettem, de csak egy prismasorral, mely csavarmikrométerrel volt ellátva, a hol csak a II. és III. sávon voltam képes méréseket eszközölni:

II. maximum	= 515·8 μ ,
III. «	= 470·1 «

1884 január 13.-án 6 30^m-kor, ugyancsak a 254 mm-es refractorral történtek a megfigyelések, de a «Heustreu 40» és egy kis csavarmikrométeres Mc. Clan-Browning-spectroscoppal, a hol is a következő eredményre jutottam:

I. = 559·6 μ ,	Intensitás = 0·5
II. = 510·0 «	« = 1·0
III. = 471·6 «	« = 0·3

¹ Folytatása az 1883 novemberben és decemberben történt megfigyeléseknek.

A folytonos spectrum kiterjedése 595—462 μ -ig volt mérhető s az intenzitása legalább is a II. sávnak 15-szöröse volt.

A Mc. Clan-Browning-spectroskoppal dr. KÖVESLIGETHY az I. és II. sávot határozottan kettősnek látta s a spectrum törékeny végén még egy végtelen gyenge sávot látott.

A levegő elég rossz volt, azt 2—3-nak jegyeztük be a naplóba.

1884 január 20.-án 6^h40^m. Az I. és II. sávnak a duplicitása ma még feltünőbb volt; a mellékvonalnak a hosszúsága majdnem egyenlő volt a fővonaléval, a mely tünemény az előbbi megfigyelésnél nem tűnt fel.

A folytonos spectrum azonban ma rendkívül meggyengült, intenzitása legfeljebb, a II. sávval egyenlő.

2. 1884. A Wolf (Páris)-féle üstökös szintén igen gyenge objectum volt.

1884 szeptember 26.-án 7^h10^m-kor ugyan a keresőben is lehetett látni, a magva szép gömbölyű, de azért a fényteljesebb spectroskopban sem lehetett valamelyes sávoknak még nyomát sem látni.

Szeptember 29.-én 10^h25^m-kor az üstökös szintén jól látható a keresőben; a magva elliptikus alakú, azt a benyomást teszi, mintha ketté volna oszolva.

A coma kerekded alakú, azonban az északnyugati részen egy kis legyezőalakú elszélesedést mutat s mintha néha valami csekély granulatio mutatkoznék rajta.

A Heustreu-spectroskopban a II. sáv határozottan látható, sokkal gyengébben, de azért kétségtelenül az I. sáv, azonban a III. a leggondosabb keresés mellett sem volt megtalálható.

A folytonos spectrumban a színek igen jól felismerhetők s elég fényes annak a vörös és zöld része.

A sávok a folytonos spectrumon jóval túl emelkednek, elég szélesek, de tompán végződnek. Arra mindenesetre tulságosan elmosódottak és hiányzik náluk valami határozott maximum, a melyre valamelyes micrométert be lehetne állítani.

A SAVART-féle polariskopban semmit sem lehetett látni, míg a VOGEL-féle polariskop legalább is nyomait mutatta a polároságnak. (Az ég elég világos háttérrel alkotott.) Levegő 2—3.

1884 október 9.-én 7^h20^m . Az üstökös ma rendkívül gyenge lett, de a magván a hosszúkás alakot ma is ki lehet venni, sőt mintha ma is kétfelé lenne oszolva; a coma gömbölyű, de rajta semmiféle nagyítás mellett sem lehet semmiféle részletet sem látni.

1884 október 12.-én az üstökös az efemerida helytől *RA*-ban $\pm 12^m$ és *D*-ben $\pm 30'$ -re nem volt feltalálható. A megfigyelések a 254 mm-es refractorral történtek.

3. 1885. *Brookes-üstökös*. Szeptember 7.-én 9^h5^m az üstökösöt a 254 mm refractoron beállítottam, a mely elég gyenge objectum gyanánt tűnt fel. Alakja igen rendetlen volt s a ködtömeg délnyugati szélén valamilyen lapos öblözés volt látható, míg a ködtömeg északi részén néha egy gyenge 13 nagyságú csillagalakú mag villan fel s ekkor a Vogel II. típusú spectrokopban egy végtelen gyenge folytonos spectrum mutatkozik, a melyben azonban semmiféle részlet sem látható. A comából szintén látható egy oly gyenge folytonos spectrum, hogy annak színeit sem lehet megkülönböztetni.

1885 szeptember 10.-én az üstökös már oly gyenge lett, hogy semmit sem lehetett látni rajta s physikai megfigyelésekre gondolni sem lehetett volna.

4. 1885. *Fábrj-üstökös*. Deczember 9.-én 7^h0^m gyenge köralakú ködfolt gyanánt tűnt fel, minden látható részlet nélkül.

Dr. KÖVESLIGETHY azonban mégis eszközölt rajta egy fotometriai mérést egy Horne & Horntwaite-féle neutralis üvegből készült ékkel. Az üstökösöt egy 9.5 mgr csillaggal hasonlította össze: $BD + 20^\circ 43'$.

A skálaértékek a leolvasáskor a következők voltak:

$$\circ \cong 13.6 \text{ mm}; \quad * 94.9 \text{ mm},$$

ebből következik:

$$\log. \text{Int.} \frac{\circ \cong}{*} = -1.5832.$$

Tekintetbe véve azonban a nagy intenzitási különbséget és még hozzá azt a körülményt, hogy egy lapos ködfelület egy pontalakú csillaggal lett összehasonlítva, dr. KÖVESLIGETHY nem merne az eredménynek nagy súlyt adni.

1895 december 27.-én 6^h20^m . Az üstökös ma tetemesen fényesebb lett comája határozottan parabolikus alakú s a parabola tengelye északnyugati irányban fekszik; a mennyire mérés nélkül a mag helyzetét meg lehet itélni, az a parabola gyűpontjában látszik feküdni.

A spectroskopban azonban semmit sem lehetett látni.

5. 1885. *Barnard-üstökös*. Ez az év úgy látszik igen gazdag üstökösök dolgában, de igen gazdag gyenge üstökösök dolgában is.

December 27.-én 6^h45^m , az üstökös gyenge ködszerű folt gyanánt tűnt fel. A magja elég fényes ugyan, de a spectroskopban nem lehet egyebet látni, mint egy igen gyenge folytonos spectrumot, a melynek színeit sem lehet megkülönböztetni. Ezen az üstökösön még a fotometriai megfigyelések sem sikerültek.

6. 1886. *Barnard-Hartwig-üstökös*. November 27.-én 15^h30^m (reggel) az üstökös határozottan fényesnek tűnt fel, azonban az átkutató spectroskopban sávoknak nyoma sem volt látható, bár az üstökös magja elég erős folytonos spectrumot mutatott, mely három részből állott, középen a legintensívebb volt a spectrum s ez az üstökös magjától származott, míg alatta és felette egy valamivel gyengébb színekép mutatkozott, a mely pedig a comától származott s talán ép ennek a fénye tompította el a sávok láthatóságát.

Egészen más volt a helyzet, a mikor a refractorral a «Heustreu» spectroscopot szereltük fel, mert ebben a fénytéljes műszerben három elég erős sáv volt látható, a melyek a középen erősen meg voltak duzzadva s a coma elé kétoldalt csúcsban végződtek. A középső sáv volt a legfényesebb, kettősnek tűnt fel, a törékenyebb componens feltűnően széles volt és majdnem oly hosszú, mint az első sáv. Ezután intenzitásban a vörös és ibolya sávok következtek.

A sávok igen élesen vannak határvonalazva, igen könnyű őket a fényes folytonos színeképből kiválasztani, még a legkeskenyebb (0.3 mm) rés-állás mellett is igen jól láthatók s a fénymaximumot igen könnyű a skálán meghatározni. Ha a rést még 0.3 mm-nél is keskenyebbre veszem, akkor először a kék sáv tűnik el, utána a vörös s végre a zöld-sárga. A sávok hely-

zete a skálán ötször lett meghatározva s az eredmény középértéke a következő:

I. = 560·0 μ ,	Intensitás = 0·5
II. = 516·1 „	„ = 1·0
III. = 472·3 „	„ = 0·3

A beállítás mindig a maximumra történt.

1886 november 28.-án az üstökös a rossz levegő miatt igen gyengének látszik s az átkutató spectroskopban csak egy igen rövid folytonos spectrum látható, a mely egy elliptikus monochromatikus (zöldes) ködburkolattal van körülveve, azonban későbbben a levegő igen megjavulván, a nagy Konkoly-Steinheil-féle fénytéljes spectroskopot vettük használatba, a mely csavarmikrométerrel s szintén elektromos világítással van felszerelve.

Ebben a hatalmas prismában a tegnap látott sávokon kívül még a zöld és kék sáv között egy igen gyenge sávot lehetett látni.

A folytonos spectrum azonban igen gyenge lett; a törékeny vége 472·3 μ -nél végződik, a vörös sávon csak alig halad túl s ha erősebb prizmat használok, végkép eltűnik.

A Konkoly-Steinheil-spectroskop csavarmikrométerével öt beállítást eszközöltem s azokból a következő középértéket nyertem:

I. = 559·9 μ ,	Intensitás = 0·4
II. = 516·0 „	„ = 1·0
III. = 472·2 „	„ = 0·3

A II. és III. között feltűnt sávot gyengesége miatt nem lehetett beállítani.

1886 november 29.-én az üstökös külsején nem lehetett változást tapasztalni, kivéve, hogy a folytonos spectrum rendkívül meggyengült, erősebb dispersio mellett teljesen eltűnik s az elszélesedett sávok egészen elszigetelve állanak a látómezőben.

A középső sáv (II.) ma is kettősnek tűnik fel, míg a negyedik sáv, mely tegnap még határozottan látható volt, eltűnt.

1886 december 19.-éig az idő állandóan rossz volt úgy, hogy az üstökösöt nem megfigyelni, de még látni sem volt lehetséges. Az üstökös magva még mindig kerekded alakú, de nagyon

elmosódott s a kis csóvája már csak alig látható, csakis oly módon, ha az üstökös fejét kiviszszük a látómezőből. A hosszát körülbelül fél fokra becsültük.

1886 december 26.-án az oculárspectroskopban három sáv volt látható, a melyek közül a legfényesebb a középső, utána következik a vörös s leggyengébb a kék.

A folytonos spectrum fényesebb mint 19.-én volt, a színek igen jól kivehetők benne s jóval túlmegey a szélső sávokon. A rossz idő miatt azonban mérések nem történtek.

1886 december 28.-án az üstökös bár látszólag meggyengült, de a folytonos spectruma igen fényes. A Heustreu-spectroscoppal még három mérést eszközöltem, a melyeknek a középértéke a következő:

I. = 559·9 μ ,	Intensitás = 0·4
II. = 516·1 "	" = 1·0
III. = 472·1 "	" = 0·3

Rossz idő bekövetkezte miatt ezen az üstökösön megfigyelések többé nem történtek.

7. 1887. *Brookes-üstökös*. Az üstökös febrnár 14.-én az efemerida helytől *RA*-ban ± 15 m és *D*-ben $\pm 1^{\circ}23'$ területen nem volt feltalálható.

1887 február 15.-én az üstököst megtaláltuk ugyan, de az oly gyenge volt, hogy rajta astrophysikai megfigyeléseket eszközölni teljesen lehetetlen volt.

8. 1888. *Samerthal-üstökös*. Ez évben a 254 mm-es refractor javítás és részbeni átdolgozás miatt le volt szerelve, a legnagyobb műszer, a melylyel rendelkezhettem, a MERZ-COOKE-féle hat hüvelykes refractor volt; hogy azonban ezt a szép üstököst mégis spectroscoppal megfigyelhessem, br. PODMANICZKY GÉZA v. b. t. t. ő nagyméltósága volt oly szíves engem csillagdjára Kiskartalon meghívni, hogy ott a hét hüvelykes gyönyörű MERZ-COOKE-refractoron spectroscopos megfigyeléseket eszközölhessek.

Mikrométerrel felszerelt spectroscop Kiskartalon azonban nem volt s így kénytelen voltam Ó-Gyalláról a MERZ «Universal»-spectroscopot elvinni magammal, mert az volt az egyedüli, a

melynek a csavarmenete a kiskartali refractor oculárcsavarmenetére ráillett; egy másik spectroscophoz karikát készíteni már nem lett volna idő. Természetesen a három prismasorból, mely a spectroscophoz tartozik, csak egyet használtam, s ennek szórási képessége *D*-től *H*-ig 8 fok, vagyis erre a célra legalább is még egyszer annyi, mint a mennyi jó lett volna!

1888 április 14.-én 14^h50^m-kor az üstökös igen fényesnek mutatkozott a Mátra közelében lévő fensíkon megszokott remek levegő mellett; magja legalább is egy ötöd nagyságú csillaghoz volt hasonló s csóváját körülbelül 1·5 fokra becsültük.

Az üstökös magja kissé hosszúkás alakú volt, belőle egy fényes sáv látszott kilövelődni a csóva tengelye irányában s ezt a fél csóva hosszágig lehetett követni. A csóva dél felé volt hajolva s az említett fényes sáv vele tartott.

150-szeres nagyítás mellett az üstökös fejéből jobbra-balra két kisugárzás volt észlelhető (OLBERS-féle tűnemény), a melyek a csóva felé görbülve eltűntek.

A különben fényes üstökös spectruma feltűnően gyenge volt. Így p. o. a folytonos spectrum már magában véve nem felelt meg a várakozásnak s mindkét oldalon nagyon el volt mosódva.

Azt véltem, hogy a *D* vonalat (sötét) láttam benne, de oly gyenge volt, hogy arra a tűmikrométert beállítani lehetetlen lett volna.

A folytonos spectrum 673—435 μ -ig terjedt s rajta reá-projiciálva öt fényes sávot lehetett látni, melyek első pillantásra a gyakorlott szemre a szénhydrogén-spectrum characteristicon-jának a benyomását tették.

A sávokat ötször állítottam be a csavarmikrométeren s ezen beállításokból középértékként a következő eredményt nyertem:

- I. = 561·46 μ ,
- II. = 546·25 „
- III. = 515·88 „
- IV. = 513·26 „
- V. = 472·56 „

vagyis, ha az utolsó tizedest elhagyjuk s az előtte valót javítjuk, a következő helyes értékeket kapjuk:

- I. = 561·5 μ ,
 II. = 546·3 "
 III. = 515·9 "
 IV. = 513·3 "
 V. = 472·6 "

A sávok egyik oldalon sem voltak élesek, sőt a határvonalaik igen elmosódottak s bizonytalanok voltak, a folytonos színekép közelében nagyon meg voltak duzzadva s azért a beállítás mindig a fény maximumára történt, mert máshova egyáltalában nem is lehetett volna a megvilágítás nélküli tűmikrométert beállítani.

9. 1888. *Barnard-üstökös*. Október 27.-én 10^h45^m a 162 mm refractoron elég fényesnek tünt fel s a ködtömegben egy körülbelül 10-ednagyságú csillagszerű mag mutatkozott, spectroscopos megfigyeléseket azonban, tekintve az objectum erre a célra való gyengeségét, nem lehetett eszközölni.

Október 28.-án 11^h45^m-kor kísérletet tettem, hogy az üstökös spectrumát láthassam, de kísérletezésem, daczára, hogy csakis a leggyengébb szóróképeségű spectroscopot használtam (Vogel II. typus), csak igen kétséges eredményt mutat fel.

Két sáv volt a spectrumban látható, de azok is oly gyengék voltak, hogy még a színüket sem lehetett megkülönböztetni.

November 26.-án 6^h50^m-kor a spectroscopban elég jól ki lehetett venni a legfényesebb sávot, a mely mindkét oldalán szokatlanul élesen volt körvonalazva. A másik két characteristikus sávot csak a legnagyobb megerőltetéssel lehetett látni, a folytonos spectrum pedig alig volt kivehető.

10. 1888. *Davidson-üstökös*. Augusztus 3.-án 9^h30^m-kor beállítottam ezt a rendkívül gyenge objectumot, de sem ezen a napon, sem augusztus 4.-én semmiféle astrophysikai megfigyeléseket sem lehetett rajta eszközölni, eltekintve attól, hogy a holdfény is igen zavarólag hatott.

11. 1890. *Brookes-üstökös*. Habár az üstököst már előbb is láttam, de azért csakis május 10.-én kísérlettem meg azt

spectroskoppal átvizsgálni, mert azt reményitem, hogy majd fényesebb lesz. A megfigyelés a 254 mm refractoron történt s a munkában nekem az épen nálam időző, elhalt BARTFAY JÓZSEF, a m. kir. (akkor központi!) meteorologiai intézet assistense segédkezett.

Egy kis spectroskopban, a mely csak igen csekély szóró-képességgel bírt, elég hosszú folytonos spectrumot lehetett látni s rajta három jól kivehető duzzadást.

Május 17.-én az üstökös magva egy 8-ad nagyságú csillag-hoz volt hasonlítható s a csóvája 5—6' hosszúnak mutatkozott. A spectrum az elmúlt 7 nap alatt nem változott meg.

Junius 4.-én 9^h30^m-kor az üstökös már jó fényes volt s a fejen elég szép részletek voltak kivehetőek, a mennyiben több apró magszerű fénypontocska pulzált benne, míg a főmag azok között igen élénken tündöklött.

A II. typus Vogel-spectroskopban a folytonos spectrum igen hosszú volt, bár nem volt valami nagyon fényes, olyan volt, mint május 10.-én.

Junius 5.-én 10^h30^m-kor az üstökös spectruma egyszerre igen fényes lett, úgy hogy rajta mikrometrikus méréseket is lehetett már megejteni.

Öt szénhidrogén-sáv volt rajta jól kivehető, a melyeknek végei mind gyenge csúcsokba végződtek s ezért a beállítás mindig a fénymaximumra történt.

Ha a rés épen a magra volt állítva, akkor a folytonos spectrum elég fényes volt s 570 μ -tól 460 μ -ig volt látható, bár a végei olyannyira el voltak már mosódva, hogy a feltétlen pontos beállítás csak a legmegfeszítettebb figyelemmel volt lehetséges.

A megfigyeléseket a KONKOLY-STEINHEIL-spectroskoppal eszközöltem, csavarmikrométerrel; minden sávot ötször állítottam be, s ezen öt beállításból a következő középértéket vezettem le :

- I. = 561.5 μ ,
- II. = 549.9 "
- III. = 515.5 "
- IV. = 513.6 "
- V. = 472.5 "

A sávok közül a harmadik (zöldessárga) volt a legfényesebb.

12. 1892. *Swift-üstökös*. Április 1.-én 15^h középidőben az üstököst egy Schmiedt & Haensch által átépitett Vogel-féle spectroskoppal (az ismert Heustreu 40) figyeltem meg, melyre későbben még egy kis elektromos lámpát szereltem, a mivel a skálát kellő intenzitásig meg tudom világítani. A spectroskop a 254 mm-es refractorra volt felszerelve.

Az üstökös spectruma igen fényes volt s öt sáv volt benne igen jól látható és mérhető, a melyek a közepükön mind erősen meg voltak duzzadva, azon a helyen, a hol a folytonos spectrum átszelte őket.

A folytonos spectrum 580 μ -tól 440 μ -ig terjedt s elég széles volt.

Öt egyes beállításból a következő középértéket nyertem az öt sáv helyzetéről:

I. = 558·82 μ ,	Intenzitás = 0·4
II. = 544·94 "	" = 0·3
III. = 516·30 "	" = 1·0
IV. = 472·54 "	" = 0·2
V. = 468·78 "	" = 0·1

A nemsokára bekövetkezett reggeli világosság nem engedte meg, hogy a méréseket egy nagyobb csavarmikrométeres műszerrel megismételjem, azonban a diffus fény gyarapodása igen jó szolgálatot tett arra, hogy a spectroskopom skálájának helyzetét a már látható FRAUNHOFER-féle vonalak segítségével ellenőrizhessem.

Április 2.-án 15^h30^m k. i. az üstökös 92-szeres nagyításnál a 254 mm refractoron igen fényesnek tűnt fel; a magja egy 4·5 mgr csillaghoz volt hasonló, a melyet jókora ködburkolat (coma) vett körül s egy jól körvonalozott csóva követett. A csóva kettősnek mutatkozott s a két ágának nyílási szöge 30° volt.

Ma a spectrum mérésére a KONKOLY-STEINHEIL-spectroskopot használtam, a melynek csavarmikrométerével az ötödik sávon öt mérést eszközöltem.

Az üstökös színképe ezen a hatalmas prismán rendkívül fényesnek tűnt fel. A folytonos spectrum 559μ -tól 449μ -ig terjedt s igen széles volt, de szélei igen elmosódottak voltak, a mi végre természetes is, mert az a világitó objectum, a mely azt a fényt kisugározza, melytől a folytonos spectrum származik, szintén nincs oly élesen körvonalazva, mint p. o. a Nap széle, melynek spectruma majdnem teljesen éles.

A sávok a folytonos spectrumra igen szépen látszanak reávetítve, nagyon duzzadtak s mindkét oldalon elmosódottak.

Az öt mikrométer-beállítás középértéke a következő:

I. = 558.40μ ,	Intensitás = 0.5
II. = 543.82μ	" = 0.3
III. = 516.26μ	" = 1.0
IV. = 472.70μ	" = 0.2
V. = 468.10μ	" = 0.1

A rövid idő múlva bekövetkezett napkeltét ismét arra használtam fel, hogy mikrométerem zéruspontját újból meghatározzam, illetve ellenőrizzem.

Meg kell azonban jegyezni, hogy a műszer oly szilárdul van építve, hogy a mikrométernek valamelyes elmozdulását egyáltalában nem lehetett észrevenni.

13. 1892. *Holms-üstökös*. November 12.-én a 162 mm-es MERZ-COOKE-refractorban határozottan fényesnek mutatkozott. A 42-szer nagyító nagy orthoskopos MERZ-oculárban oly fényes volt, hogy valóságosan stereoskoposan kiemelkedett a többi körülötte levő állócsillag közül s látni lehetett, hogy mennyivel közelebb áll hozzánk a térben, mint az állócsillagok.

Ezután átmentem a 254 mm refractorhoz, de azon már csak pár perczig láthattam, mivel teljes borulás állott be, még pedig meglepően gyorsan.

Legközelebb november 17.-én láttam az üstököszt Budapesten a láncz hid közepéről szabad szemmel, illetve egy erős MERZ-féle binoklival. Meg kell jegyezni, hogy akkor még nem volt a láncz hid elektromos ivlámpákkal megvilágítva s azért mentem épen oda az üstököszt szemlélni. Összehasonlítottam az üstökös fényét az Androméda-köddel, melyhez nem messzire állott s

azt találtam, hogy a fénye tetemesen erősebb volt az Androméda-ködnél.

A 6-szor nagyító binoklival azonban sem magot, sem valami condensatiót nem tudtam találni, a mely megfigyelésemet GOTTHARD JENŐ fényképe is megerősítette.

November 18.-án ismét Ó-Gyallán a 254 mm refractorral vizsgáltam naprendszerünk e vendégét s arra a «Heustreu»-spectroscopot alkalmaztam, azonban egy gyenge folytonos spectrumon kívül más egyebet nem lehetett ebben a különben fénytéljes műszerben látni.

Az üstökös kiterjedése tetemesen nagyobb volt, mint a minő a mult napokban volt, fénye azonban tetemesen meggyengült, mintha csak feloszlásnak indult volna, úgy hogy most a pár nap előtt még oly szép objectum közönséges ködtömeg gyanánt tűnik fel a szemlélő előtt. Érdekes látvány azonban, hogy a ködtömegben keresztül egy kis 10 mgr csillag pislog keresztül.

Az időjárás újból rosszabbra fordult, úgy hogy a további megfigyelések teljesen meghiúsultak.

November 20.-án 9^h30^m-kor még egyszer láttam az üstököst, a melynek a fénye nagyon meggyengült, de terjedelme is tetemesen kisebb lett, mint a milyen 18.-án volt s legfeljebb mint egy 4—5' átmérőjű magnélküli ködtömeg mutatkozik. További astrofizikai megfigyelésekre nem lévén már alkalmas az üstökös, vele tovább nem foglalkoztunk.

13. 1903. *Borelli-üstökös.* Az üstököst először július 29.-én 10^h40^m-kor figyeltem meg a «Heustreu»-spectroscoppal a 254 mm refractoron.

Az üstökös spectruma igen fényes volt. A hosszú, folytonos spectrumra hét sáv volt vetítve, melyek nem csupán láthatók, de mérhetőek is voltak.

A sávok teljesen a szénhydrogént characterizálták, mert a sávok a spectrum vörös vége felé elég élesen voltak határvonalazva, míg a spectrum törékeny vége felé elmosódottnak tünnek fel. A sávok mérésekor igen keskenyre állított rést használtam a végre, hogy a sávok annál élesebben tünjenek fel, úgy hogy a sávok még 0.3 mm rés-szélességnél teljesen

jól præsentáltak magukat a spectroscop látómezejében; a sávok mérése is ennél a rés-szélességnél történt.

A folytonos spectrum 671·5 μ -tól 430·1 μ -ig terjedt, azonban FRAUENHOFER-féle vonalakat sehogyan sem lehetett benne látni.

A sávok mind ötször lettek mérve s a következő középértéket nyertem belőlük:

I. = 559·2 μ ,	Intensitás = 0·1
II. = 556·2 „	„ = 0·3
III. = 545·9 „	„ = 0·3
IV. = 516·1 „	„ = 1·0
V. = 513·6 „	„ = 0·8
VI. = 471·8 „	„ = 0·3
VII. = 436·1 „	„ = 0·1

Augusztus 1.-én nagytagyosi pusztámon láttam a Borelli-üstököszt 9^h30^m-kor, a midőn ott még nem volt távcsövem felállítva s csakis a kiváló Merz-féle nagy binoklival néztem annak felületét, gyorsan futó cumulusok között, a melyek nem igen engedték, hogy egyhuzamban soká nézegethessem s csakis azt konstatálhattam a felhők közötti megfigyelésből, hogy az üstökös igen fényes volt.

Augusztus 3.-án 10^h0^m-kor a holdfény erős volta mellett is az üstökös igen fényes volt, de a hold nagyon zavarta a megfigyelést.

Augusztus 4.-én 9^h30^m-kor a hold már olyannyira zavart, hogy az üstökös csóvája a holdfényben teljesen eltűnt.

15. 1908. *Morehouse-üstökös.* Szeptember 18.-án 11^h50^m-kor az üstökös szinképét a 254 mm refractorra alkalmazott «Heustreu»-spectroscoppal vizsgáltam s annak spectrumában három sávot láttam és mértem. Minden mérési sorozat hatszor lett megismételve, a melyekből a következő középértéket nyertem:

I. = 561·0 μ ,	Intensitás = 0·4
II. = 543·0 „	„ = 1·0
III. = 514·0 „	„ = 0·6

Feltűnő ezen spectrumon, hogy a spectrum vörös vége sokkal gyengébb, mint annak törékenyebb vége, de még feltűnőbb az a körülmény, hogy mindennek daczára a kékes-zöld szénhidrogén-sáv 470μ hullámhosszaság körül a spectrumból teljesen hiányzik, sőt az a végtelen gyenge folytonos spectrum, a mely csakis néha felvillan a spektroskop látómezejében, az 514μ hullámhosszaságú vonalnál mintegy megszakad.

Szeptember 22.-én $10^h 20^m$ -kor még egyszer megfigyeltem ezt az érdekes spectrumú üstököst s egy hatszori sorozatból álló mérést ejtettem meg a három sávon, melynek középértékét adom :

I. = 561.0μ ,	Intensitás = 0.4
II. = 543.0μ «	« = 1.0
III. = 514.0μ «	« = 0.6

A rés állása mindig 0.4 mm volt.

A spectrum egyáltalában nem volt valami intenzív, mint a hogyan azt várni lehetett volna, mert mint már említettem volt, a folytonos spectrumnak csakis nyoma látszott s a három sávnál többet még a leggyengébb szóróképességű Vogel II. típusú spektroskoppal sem lehetett látni.

16. 1910. a. *Johannisburgi üstökös*. Ezt a rendkívül fényes s óriási nagy üstököst két vasuti munkás fedezte fel Oranje szabadállamban s azonnal beszaladtak a legközelebbi állomás főnökéhez, hogy neki a ritka égi tűneményről jelentést tegyenek. Az állomásfőnök látva a gyönyörű üstököst, azonnal be-telegrafált Johannisburga a csillagdának, a hol is az üstökösről egy nyers positiót mértek le a refractoron s Európába sürgönyöztek a kielii «Centralstelle»-nek, a honnan azután az adatokat világgá küldötte dr. KOBOLD HERMANN tanár.

A milyen furcsa volt annak a nagy üstökösnek a felfedezése, ép oly furcsa volt az én spektroskopos megfigyelésem, a melyet rajta végeztem.

Az állandó rossz idő nem engedte az eget hosszabb idő óta látni s ép tagyosi pusztámon voltam, a mikor 1910 január 26.-án remek szép napos időre ébredtem fel s ennek folytán már az első délutáni órákban beállítottam declinációban az üstököst,

hogy azt az első alkonyban már felkereshessem. Azonban nagy bosszúságomra már 4^h-kor erős felhőzet mutatkozott keletről s 4^h30^m-kor az egész ég már el volt borulva, úgy hogy már majdnem lemondottam az üstökös megfigyelhetéséről, bár a kis csillagdámon azért mindent készletben tartottam, hogy *hátha* mégis kiderül! A Vogel II. típusú spectrokop volt az oculár kihuzóra illetve, az erősebb szórású prismával, sőt a rés a kihuzó skáláján pontosan az objectív gyüpontjába lett helyezve. A kupolát ugyan nyugat felé fordítva nyitva hagytam, de bizony felmentem szobámba, a hol kedélyesebb volt az idő, mint a zord januári estén a kupolában.

6^h-kor kertészem feltelegonoz hozzám: kiderült teljesen, az üstökös gyönyörű! Természetesen futottam le a csillagdába s beállítottam a távcsövet a spectrokoppal az üstökös fejére s abban azonnal felismertem a négy típusos üstökös-sávot. Azonban a II. típusú Vogel-spectroskopnak nincsen semmiféle mérőeszköze, én pedig mindenáron méréseket is akarván eszközölni, már a délutáni órákban ehhez némi primitív előkészületeket csináltam, t. i. reáerősítettem a távcső széles oculár fejére egy milliméter-skálát lát-távolban oly módon, hogy a jobb szememmel a spectrokopba nézek, a bal szememmel pedig a skálát látom *valahogyan* a spectrum felett. Ámde ezt a skálát meg is kell este világítani, hogy látható legyen! De hogyan? Bár a műszeren egy kitűnő óragép van, de azért a műtétnél rést állítani, declinatióban vagy retranscensióban állogatni a műszert, hogy az üstökös fejének több részét vehessem vizsgálat alá, a két kezemre szükség van, pedig a szegény csillagásznak néha jó volna, ha három keze volna s így arra a gondolatra jöttem, a mi igen jól be is vált, hogy a positio-filár mikrométerről leszerelem a kis elektromos lámpást s azt feleségem kalaptűjével s pár biztonsági tüvel reá tüzködöm egy sapkára s a lámpa kábeljét meg bekapcsolom a refractor oszlopán levő connectorba s hamarosan a rheostatot úgy állítom, hogy a kis három voltos lámpa mellett a skálát épen csak hogy lássam.

Ily módon azután lemértem a négy sávot a milliméter-skálán, de ezzel még semmi sem volt mondva, annak az értékét

redukálni kell még hullámhosszaságokra, ehhez azonban valamelyes támpont kell.

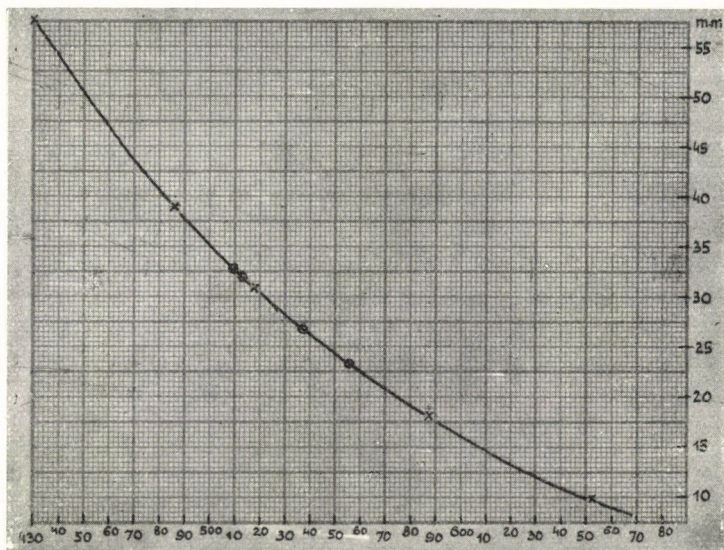
A Vogel II. típusú spectroscop úgy van szerkesztve, hogy a prizmát félre lehet csappantani az oculárról, az oculár első lencséje előtt van az oculár gyújtójában a rés, mely az egész látómezőn áthúzódó két keskeny lamellából áll, a mely mellett a megfigyelő az objectumot jól megszemlélheti.

Miután már polariskopot is tettem ugyanarra az oculárra, mert azt nem volt szabad levennem, s a polarisatióra is megvizsgáltam az üstököst, a mely időközben már igen közel jutott a horizonthoz, reáállítottam a spectroscop részét bántatlan állapotában az üstököshöz nem épen távol álló Mars bolygóra s az azon látható Fraunhofer-vonalakat ép úgy lemértem, mint az üstökös-sávokat, így tehát valóban meg volt határozva a milliméter-skála értéke hullámhosszaságokban kifejezve. A megfigyelt Fraunhofer-vonalak a következők:

$B = 687.7 \mu,$	Scala = 8.0
$C = 653.3 \text{ "}$	" = 10.0
$D = 589.6 \text{ "}$	" = 19.0
$E = 526.7 \text{ "}$	" = 29.0
$b = 517.5 \text{ "}$	" = 31.5
$F = 486.2 \text{ "}$	" = 37.8
$C = 430.6 \text{ "}$	" = 58.0

A megfigyeléseket azonban másnap megismételtem, miután a látómezőt a rés kétoldalán fekete kartonpapírral lediaphragmáztam, a távcsövet pedig, hogy jó fényt kapjak, a Nap közelébe állítottam s a méréseket megismételtem; ezek a Mars spectrumán eszközölt mérésekkel kiválóan egyeztek, csak hogy az F és C vonalakat a Marson már nem láttam, tehát a Nap spectrumából vettem a táblázathoz.

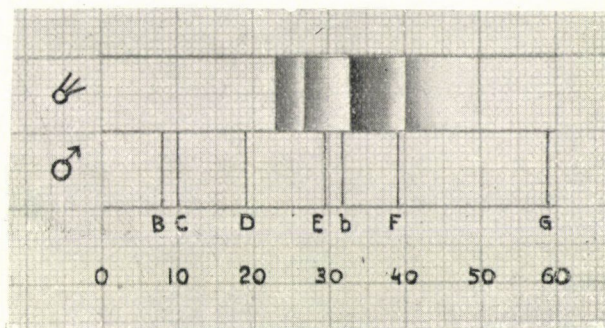
Kuriosumként az 1. ábrán feltüntettem azt a görbét, melyet az előbbi megfigyelésekből dr. TERKÁN LAJOS ó-gyallai csillagjai adjunctus úrral készítettünk; az első reátekintésre látható, hogy a görbe teljesen kielégítő s azután teljesen le lehetett vezetni az üstökös spectrumában megfigyelt négy sávot.



1. ábra.

A 2. ábrán pedig az üstökös spectrumának a rajzát tüntetem fel, a mint azt a Mars spectrumán észlelt vonalak mellé rajzoltam.

Az üstökös spectrumában látható négy sáv helyzete ezen valóban elég primitív módszerrel történt meghatározás alapján a következő:



2. ábra.

- I. = 556·0 μ ,
 II. = 537·0 «
 III. = 512·0 «
 IV. = 481·0 «

A spectrum vörös vége felé dülő szélei a sávoknak igen élesek voltak s így a skálával való összehasonlítás ott történt.

Az üstökös csóváját a távcsőre alkalmazott 60 mm átmérőjű keresővel állítottam be, a melynek oculárja szálkereszttel van ellátva s nagyon fénytelves, a beállítást pedig a körökön olvastam le s a hosszát így 22°-nak mértem, bár szabad szemmel tetemesen hosszabbnak látszott.

A mag pedig majdan a Mars fényéhez volt hasonló, a melylyel azt a közelállásánál fogva könnyű volt összehasonlítani.

Az üstökös magjából egy fényes sáv látszott kilövelődni, mely a csóva felé vonult, hogy vele összeolvadjon.

Az üstökös fényét egy SAVART-féle polariskoppal is megnéztem s némi polarizált fényt tudtam kivenni, bár részemről olyan objectumokról, a melyek meglehetősen világos háttéren vannak projiciálva, az első esti órákban, megvallom, nem valami sokat tartok, mert végre is ott bele jön a vizsgálatba az atmoszférai polarisatio is s bajos meghatározni, hogy a Savart-csikok az üstökös okozta fénytől, vagy az alkony hatásától származnak-e.

Az üstököst még egyszer Ó-Gyallán láttam, de csakis láttam, mert már oly mélyen állott, hogy a nagy fák miatt a távcsövekkel nem lehetett hozzájutni, de a légköri viszonyok is oly gyarlóak voltak, hogy nem vesztettünk vele semmit sem.

17. 1910. *Halley-üstökös.* Ezt az üstököst, az 1910. év valóságos világrémét, háromszor figyeltem meg spectroskoppal, úgymint február 12.-én, május 26.-án és június 1.-én. A három estén összesen 21 beállítást csináltam a «Heustreu»-spectroskopon.

1910 február 12.-én 6^h10^m. A megfigyelés ezúttal a 200 mm-es HEYDE-féle refractoron történt, mert az üstökös alacsony állása miatt ezzel a műszerrel legjobban fértem hozzá.

A spectrum határozottan gyenge volt, úgy hogy a sávokat csak a legnagyobb figyelem mellett lehetett, de csakis gyakorlott szemmel lemérni, a mi csakis oly módon történhetett, hogy a

midőn a szem már fixálta a sáv helyzetét, akkor egy szolgáló egy nagyon gyenge villanyos lámpa segítségével pillanatra megvilágította a skálát, mert a Heyde-refractor nincsen oly tökéletes módon a leghetlenebb astrophysikai megfigyelésekre berendezve, mint a 254 mm-es Merz-Konkoly-refractor, hogy t. i. a kis spectroscop-lámpást egy a refractor oculár fején alkalmazott rheostattal a maximumtól a semmiig lehessen gyengíteni.

E mellett az alkony oly erős volt még, hogy a csekély szórású képességű fénytéljes spectroscopban a sávok mellett a diffúz atmoszférai világosságnak a spectrumát is teljesen jól lehetett látni, a mi nem kevésbé zavarta a megfigyelést.

A spectrumban három sávot lehetett kivenni, a melyek mindegyikén három mérést eszközöltem s ezekből a mérésekből a következő középértéket vezettem le :

$$\begin{aligned} \text{I.} &= 562.0 \mu, \\ \text{II.} &= 544.0 \text{ «} && \text{Rés állása: } 0.6 \text{ mm.} \\ \text{III.} &= 514.0 \text{ «} \end{aligned}$$

Mindenesetre különös jelenség az, hogy a 470μ körül fekvő sáv hiányzott a spectrumból; vagy csak a horizonthoz már igen közel álló égitest spectrumának törékeny végét nem bocsájtotta át a levegő páratelt volta. (Lásd a további megfigyeléseket.)

1910 május 26.-án $9^h 36^m$. A megfigyelés a 162 mm Merz-Cooke-refractoron történt, mivel dr. TERKÁN adjunctus a 200 mm Heyde-refractoron photographiai felvételeket készített az üstökös-ről, a 254 mm Merz-Konkoly-refractor HARTMANN JOHANNES tisztelt barátomnak, a göttingai csillagda igazgatójának engedtem át, a ki kizárólagosan azért utazott Göttingenből Ó-Gyallára, hogy egy jól berendezett astrophysikai observatoriumban egy nagyobb refractor segítségével tehessen az ő új photométeren megfigyeléseket.

A sávokat ma két sorozatban hatszor-hatszor állítottam be ismét a fénytéljes és kényelmes «Heustreu 40» spectroscopon. Az első sorozatból a megfigyelt sávok helyzetének középértéke a következő :

$$\begin{aligned} \text{I.} &= 561\cdot0 \mu, \\ \text{II.} &= 543\cdot0 \text{ «} && \text{Rés állása: } 0\cdot5 \text{ mm.} \\ \text{III.} &= 515\cdot0 \text{ «} \end{aligned}$$

A második sorozat megfigyeléseinél a sávok szintén hatszor lettek beállítva s a sávok helyzetének középértéke a következő:

$$\begin{aligned} \text{I.} &= 562\cdot0 \mu, \\ \text{II.} &= 544\cdot0 \text{ «} && \text{Rés állása: } 0\cdot5 \text{ mm.} \\ \text{III.} &= 515\cdot0 \text{ «} \end{aligned}$$

A spectrum bár elég fényes volt, de tekintetbe véve egy 162 mm-es objectiv nyílást a nagyobb nyílású távcsövekkel, bizony a három sávon kívül semmi más sem volt látható a spectroscopban.

Feltűnő azonban az a körülmény, hogy a 470 μ körül fekvő sávnak még nyoma sem volt.

1910 június 1.-én 9^h45^m. A mai megfigyelés a 254 mm Merz-Konkoly-refractoron történt, de ismét a «Heustreu 40» spectroscoppal, mert elvileg nem akartam a megfigyelések alatt a spectroscopot változtatni, de nem is lett volna arra ok. A sávokat ismét hatszor állítottam be s a mai megfigyelés alatt öt sávot mértem s egy hatodikat láttam. A megfigyelt sávok helyzetének középértéke a következő:

$$\begin{aligned} \text{I.} &= 586\cdot0 \mu, \\ \text{II.} &= 561\cdot0 \text{ «} \\ \text{III.} &= 544\cdot0 \text{ «} && \text{Rés állása: } 0\cdot3 \text{ mm.} \\ \text{IV.} &= 515\cdot0 \text{ «} \\ \text{V.} &= 472\cdot0 \text{ «} \end{aligned}$$

A hat leolvasás után még egy végtelen gyenge sávot láttam a 38 \cdot 0 skálarésznél, tehát valamivel kevésbbé törekeny volt, mint a 472 \cdot 0 μ , azonban arról biztos méréseket nem mernék közölni, mert azt csakis oly módon lehetett látni, hogy a kis lámpát a rheostattal majdnem a nulláig lefojtottam, de így is csak akkor kapcsoltam bele az áramot, a midőn a szem már kellőleg ki volt pihenve s akkor elég jól lehetett azt fixálni.



A sávnak a helyzete egyszeri beállításból a következő:

$$IVa = 482\cdot0 \mu.$$

A spectrum rendkívül fényes volt, annyira, hogy a színeket a legnagyobb könnyűséggel meg lehetett különböztetni; a folytonos spectrum azonban oly végtelen gyenge volt, hogy abból alig lehetett valamit látni, mert a fényes sávok azt teljesen túlsugározták s csakis egy keskeny sáv maradt meg belőle, mely az üstökös fejének felelt meg.

A folytonos spectrum még abban az esetben sem erősödött valami szembetűnőleg, ha a rést p. o. 0·6—0·8 mm-re tágitottam.

Meglepő azonban az a jelenség, hogy a 472·0 μ sáv ma megjelent a spectrumban, holott az sem február 12.-én, sem pedig május 26.-án nem volt látható.

Azt még meg lehetne magyarázni, hogy február 12.-én miért nem volt a kérdéses sáv látható (a mint már említettem is, a spectrum törekeny végét a vízpárák kioltották); de hogy május 26.-án még nem volt látható, június 1.-én, tehát hat nap mulva pedig teljesen külsővel megjelent, azt igen nehéz kimagyarázni, mert végre is ha a spectrum nem is volt oly intenzív a 162 mm-es Merz-Cook-refractorban, mint a 254 mm-es Merz-Konkoly-félében, de semmiesetre sem volt oly fénytelen, hogy ama sáv ne értékesíthette volna magát és végre azt sem szeretném magamról feltenni, hogy miután már 35 üstökösöt figyeltem meg s ezek közül 23-nak a spectrumain méréseket eszközöltem, ép ezen «világ rémének» a spectrumában kerülte volna el figyelmemet a 472 μ sáv. Hát mi történhetett?! Valami okvetlen történt s itt ismét a szénhydrogén-gázok különböző nyomásviszonyaira szeretnék utalni.

*

Az újabb megfigyeléseim száma tehát — azoké t. i., a hol az üstökös-spectrumban látható sávokon mérés történt — szám szerint nyolcz. A következő táblázat feltünteti az üstökösöket és a mért sávokat hullámhosszaságban kifejezve.

3. tábla.

Üstökös	Megfigyelő	I	II	III	IV	V	VI	VII	Megfigyelés száma
1886. Barnand Hartwig	KONKOLY	559·9	—	—	516·1	—	472·2	—	13
1888. Sawerthal	„	561·5	—	—	515·9	513·3	472·6	—	5
1890. Brokes	„	561·5	—	549·9	515·5	513·6	472·5	—	5
1892. Swift	„	558·6	—	543·9	516·3	—	472·6	468	1
1903. Borelli	„	559·2	556·2	545·9	516·1	513·6	471·8	430	1
1908. Morehouse	„	561·0	—	543·5	514·5	—	—	—	12
1910. Johannes- burg	„	561·5	—	—	512·0	—	481·0	—	1
1910. Halley	„	561·5	—	543·5	514·7	—	472·0	—	19

Ezen nyolcz üstökös sávjának a mérése feltűnően egyezik, a johannesburgi kivételével, de hiszen ez a mérés már a megfigyelések leírásakor kritika tárgyává tétetett, mert míg az 561·5 μ sáv a többivel elég jól egyezik, a zöldessárga bizony eléggé eltér s a kékes sáv legjobban. Mindazonáltal nyugodt lélekkel valamennyit össze merem vonni egy középértékké, a mit a következő sorozat tüntet fel:

$$\left| \begin{array}{cccccccc} \text{Középérték} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \hline & 560\cdot6 & 556\cdot2 & 545\cdot3 & 515\cdot1 & 513\cdot5 & 473\cdot5 & \end{array} \right|$$

E szerint a spectrumok középértékének ez lenne a képe. Meg kell jegyezni, hogy a VII. sorban előfordult két sávot (Swift és Borelli) nem lehetett a középértékbe felvenni, mert azok okvetlen külön jellegű sávok, a melyek nem tartozhatnak össze.

Az eltéréseket a középértéktől a következő sorozat mutatja:

I.	III.	IV.	V.	VI.
+000·9; -001·0	+004·6; -001·8	+001·2; -003·1	+000·1; -000·2	+006·5; -002·7

Különös jelenség a spectralesávok (üstökös) mérésekor, hogy bár a kék sáv mindig a leggyengébb szokott lenni, mégis a méréseknél legjobban szoktak az adatok egyezni s mindig legközelebb állunk velük a szénhidrogének sávjához, míg a vörös sávnál többször tetemesebb eltérést találunk. Meggyőződésem, hogy ez a körülmény physiologiai okokra vezethető

vissza, mert az én gyakorlatomban már előfordult olyan eset, hogy mutattam valakinek egy protuberantiát a *C* vonalon és az azt még akkor sem tudta meglátni, a midőn a terebélyes fához hasonló óriási protuberantiát felrajzoltam neki. Meg kell azonban még azt is jegyeznem, hogy az illető könyvekben már elég sok protuberantiát látott chromolithographiában vörös színben ábrázolva, tehát a *C* vonalnak megfelelően. Megkísér-
 lettem tehát a spectroscopot az *H'* vonalra állítani s az illető a remek képződményt azonnal látta a legszebb pompájában, míg a kék szín az én érzékeny szememet a protuberantia intenzitásánál bántja.

Hogy azonban a fent felsorolt üstökös-színképek mind a szénvegyületek spectrumának jellegét viselik, az még abban az esetben is minden kétséget eltüntet, ha p. o. egyik vagy másik spectrumon valamelyik sáv a középértéktől (mint az előttünk lévő középértéksorozatból kitűnik, a kék sávban a johannisburgi üstökös egy primitiv megfigyeléséből levezetett eredménye +006·5 μ -vel) eltér; ilyenkor sem szabad a spectrum azonosságát a szénvegyületekkel kétségbevonni, sőt mindinkább arra kellene utalni, hogy a szénvegyületek spectrumán még igen intensiv vizsgálatokat kellene tenni, mint az már többször említve volt.

A következő tábla hat megfigyelőnek adatait tünteti fel azokról a sávokról, a melyek az üstökösök spectrumával leginkább azonosnak mutatkoznak.

4. tábla.

	Swan	Angström és Thalen	Vogel	Hassel- berg	Watts	Bois- bodrais	Közép- érték
I.	563·4	563·3	563·2	563·6	563·5	562·9	562·98
	558·2	558·3	—	558·5	558·6	—	562·66
	553·8	553·8	—	553·8	554·2	—	553·90
II.	516·2	516·4	516·4	516·4	516·6	516·1	516·35
	512·7	512·8	—	512·8	413·0	—	572·28
	—	509·8	—	509·7	510·0	—	509·83
III.	473·4	473·6	474·2	473·5	474·0	473·8	473·75
	471·2	471·4	—	471·3	471·7	—	471·40
	468·9	469·7	—	469·5	469·8	—	469·48
	467·0	468·2	—	468·4	468·3	—	467·98

Vegyük most kritika alá azt a nagyon eltérő s primitív mérésekkel nyert adatait a johannesburgi üstökösnek. Azt fogjuk tapasztalni, hogy annak spectrumának a vörös sávja — 001·4 μ -vel tér el a Boisbodran sávjától, a sárgazöld sáv csak 000·7 μ -vel kisebb Swan II. sávjánál, a III. sávot (481·0 μ) pedig megtaláljuk az én vizsgálataim között a methangáz sorozatában, a hol az üstökös sávjának értéke csak 004·7 μ -vel kisebb a nevezett gáz sávjának hullámhosszaságánál 10·6 mm nyomásnál.

Én csupán csak ezt az üstököst hoztam fel példaképen, mert épen erre mondtam ki a szigorú ítéletet, hogy nagyon eltér talán a primitív mérések miatt a normálistól.

Vannak azonban jó mikrométeres megfigyelések, a hol épen a normálistól a kék sáv nagyon eltér, így p. o. az 1877. I. Borelli-üstökösnél, a hol is azt 14 mérésből 484·8 μ -nél találtam. Azonban 485·7 μ -nél az én méréseim között a methan sávját 10·6 mm nyomásnál megtaláljuk s ugyanazt 1·0 mm nyomásnál pedig 486·2 μ -nél. Tehát az elsőnél az eltérés 000·9 μ , a másodiknál pedig 001·4 μ .

A könnyebb áttekintés és összehasonlítás végett nem tartom feleslegesnek régi szénhidrogén-méréseimet itt reprodukálni.

Nem állom meg azonban, hogy kissé eltérve a tárgytól, ne figyelmeztessem a t. Akadémiát és a t. olvasót arra a körülményre, hogy aránylag mennyivel több sáv mutatkozik a vett csövekben, s ha a mérések eredményét szemügyre vesszük, hogy mily lelketlenül bánhatnak el a Geissler-csövek töltésekor a tisztasággal azoknak készítői, az valóban az első pillanatra kitűnik a táblázatból.

Ha valaki fáradságot vesz magának s egyenként összehasonlítja a 2. és 3. táblában foglalt, összesen 55 különböző megfigyelő által mért sávokat a különböző üstökösök spectrumában a 4. táblában foglalt Swan, Angström és Thalén, Vogel, Hasselberg, Watts, Boisbodran szénhidrogén-gázok megfigyeléseivel s az 5. táblában foglalt saját méréseimmel, meg fog arról győződni, hogy végre is az üstökösök chemiai összetételének legfőbb alkotórésze semmiesetre sem lehet más, mint

5. tábla.

	Methán= C_2H_4				Szénoxid		Szénsav		Világító gáz		Alcohol	Cyan	Petrol	Aethán
	$50\ m/m$	$10\cdot6\ m/m$	$1\cdot0\ m/m$	Vett cső	$1\cdot5\ m/m$	Vett cső	$0\cdot5\ m/m$	Vett cső	$1\cdot0\ m/m$	Vett cső	Vett csövek			$0\cdot8\ m/m$
	—	—	—	580·3	580·1	—	579·7	—	580·6	—	580·6	—	—	579·7
Ia	559·4	—	—	557·8	558·4	558·6	558·9	558·8	559·0	557·9	559·0	559·1	—	559·1
	—	—	—	541·0	539·0	—	543·8	—	—	—	—	—	—	544·1
	—	—	—	525·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	525·4
IIa	516·1	516·5	519·1	518·7	518·1	518·9	518·3	519·0	519·3	518·6	519·0	519·0	515·2	519·5
b	—	—	—	507·6	—	—	—	507·6	—	—	—	507·7	—	—
	—	—	—	493·9	—	—	—	—	—	—	—	—	491·7	—
	—	485·7	486·2	486·5	—	—	—	—	488·8	—	—	—	—	—
IIIa	—	—	—	482·5	—	482·9	482·6	482·7	—	482·5	482·3	482·7	484·5	—
b	—	—	—	467·2	—	469·3	—	468·5	—	—	—	—	—	467·4
IVa	—	—	—	—	450·5	449·1	—	450·3	453·5	448·7	449·4	450·4	—	—
b	—	—	—	437·2	—	437·2	—	437·1	—	436·7	—	437·1	{435·0} {431·1}	—
	—	—	—	415·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	410·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

szénhidrogén-vegyület, de arra is reá fog jönni mindenki, hogy mily fontosságú lenne a szénvegyületeket alapos, de a multakhoz képest óriási arányban kibővített vizsgálatoknak alávetni.

Utólagosan még kezemhez jutott WOLF MAXIMILIANTól, Akadémiánk kültagjától a Halley-üstökös spectrumának fotografiai felvétele, a hol is ő a folytonos spectrumot 478 μ -tól 337 μ -ig találta, míg Amerikában a Lowell-csillagdán színérzékeny lemezekre fotografáltak és ezeken kijött a vörössárga szín is s a három üstökös-sáv helyzete elég jól egyezik az ó-gyallai megfigyelésekkel, a következőképen:

Parcival Lowell:	I. = 563·5 μ .
a	II. = 516·5 "
Halley-üstökösön:	III. = 473·7 "

Az eltérés a normálistól a fotografiai lemezeken előállott solarisatióban keresendő, a hol is igen nehéz azután a comparátor alatt a maximumot kellő biztossággal egy ilyen objectumnál felfogni.

Lowell lemezein természetesen még az ultraviolában is vannak sávok (421·4 μ és 388·3 μ), melyek normális spectrokopban nem láthatók.

A kodeikanali (India) observatoriumon EWERSHED a Halley-üstökös spectrumáról több felvételt készített s az ultraviolában még 12 sávot látott a fotografiai lemezen a 473 μ III. üstökös-sávon túl, míg dr. ROSENBERG a Morehouse-üstökös spectrumában nyolcz sávot látott a fotografiai lemezén s a visuális spectrokopokban is látható I. = 560·0 μ , II. = 510·0 μ , III. = 468·2 μ is megjelent a lemezén s a legtörékenyebb sáv 380·4 μ -nél volt.

Még a Halley-üstökösről volna néhány megjegyzésem. Ezt az üstököszt valóban mindenki úgy várta, hogy ilyen meg olyan tüneményszerű megfigyeléseket lehet majd rajta megejteni s mindenre el volt készülve csillagász, meteorologus, physikus s ki tudja még ki (de a laikusok legjobban), még a lehetetlennél lehetetlenebb megfigyelésekre is. Volt islandi expeditio, egy svéd expeditio s mi volt mindebből az eredmény, hogy az islandi-

expeditio tagjai egy szép utazást csináltak a szép dán szigetre, ép úgy a svédek is Észak-Svédországba.

Mi is elkészültünk Ó-Gyallán a május 18—19-i nagy éjjelre mindenre, bár midőn én áprilisban láttam a Halley-üstököst, valóban nem vártam tőle azt, a mit még akkor sokan vártak. Így mégis a hullócsillagterrasszon a meteorologiai parkban állandóan fent volt három megfigyelő; BÜKY AURÉL a meteorologiai observatorium főnöke részben földmágnassági megfigyelésekkel, részben földáramok megfigyelésével foglalkozott, a melyben én is résztvettem néha, míg SZABÓ BÁLINT assistens állandóan mérte a légköri elektromosságot, daczára, hogy van egy regisztráló Mascart-elektrométerünk és minden componensre földmágnassági önjelzőkkel is rendelkezünk, azonfelül ifj. KONKOLY THEGE MIKLÓS intézeti I. assistens állandóan légköri polárosságot mért, míg dr. TERKÁN csillagjai adjunctussal, a mint lehetett, megfotografáltuk a Napot s aznapon dr. TERKÁN és BADÓCS adjunctusok is többször megfotografálták a Napot, míg TASS ANTAL observator az újságírókat látta el magyarázatokkal, a miből reám is jutott jórész, s én az általános felügyeletet gyakoroltam.

A földmágnassági elemeket már jóval május 18.-a előtt nagy figyelemmel kísérte BÜKY AURÉL, az observatorium főnöke, a ki a mágneses megfigyelésekkel van megbízva, sőt még 18.-a után is még több napig szem előtt tartotta a mágnassági esetleges háborgásokat, de azért közvetlen kivilágoló összefüggést az ország különböző részeiből érkező laikus megfigyelők értesítésével sehogyan sem lehetett kihozni.

Így például érkeztek be jelentések, a melyekben 5—6 fokot is kitevő háborgásokról volt szó; ezek teljesen valószínűtlenek.

Az ó-gyallai műszereken, melyek bizonyára legalább is ezerszerre érzékenyebbek a laikusok egyszerű mágnestűjénél, csakis annyi háborgást — ha ezt a kis mozgást annak akarjuk nevezni — lehetett észlelni, mint azt bármikor máskor is lehet tapasztalni; az pedig világos, hogy a földgömbhöz képest oly aránylag kis területen kivételesen az üstökös által előidézett zavarok nem képzelhetők.

Mint BÜKY úr jelentéséből még kitűnik, május havá-

ban, mint általában minden évben, a földmágneses elemek: a *declinatio*, a horizontális intenzitás és a *verticalis* intenzitás kisebb-nagyobb zavargásokat vagy háborgásokat jeleztek, de mint mondtuk, ez normális tünemény.

A görbék jellege, a hogyan azt a meteorologiai observatorium évkönyveiben közölni szoktuk, minduntalan a kettős fokozatot éri el, sőt gyakran háromig is eljut. (Az elemek változásait jelző görbéket öt fokozatba osztjuk; az első fokba jönnek az egész sima, normális viszonyokat feltüntető görbék, a kissé háborgósabbak már a második fokozatba soroztatnak s így tovább, míg végre a teljes érték 5—15 százalékaival is változó görbéket, mint igen háborgatottakat, az ötös számmal jelöljük.)

A hónap (május) elején a görbék jellege kettős volt; legnagyobb változásokat a horizontális intenzitás mutatott, legkisebbeket pedig a vertikális intenzitás.

Felületes vizsgálódással épenséggel reá lehetne fogni, hogy ezen mintegy 2—3 százalékat kitevő háborgást a Halley-üstökös befolyása okozta; de ha a görbéket tüzetesebben szemügyre vesszük, azonnal kétely fog bennünk ébredni, sőt az üstökös befolyását határozottan tagadásba is fogjuk vonni.

A következő pár nap 1—2 jellegű görbéket tüntet fel, de 23.-án éjfélkor már ismét háborgás mutatkozik, még pedig mind a három görbén s ez eltart 25.-én éjfélig. Ez a háborgás valóban kétszer olyan erős mint az, a mely a kritikus napon jelentkezett, pedig hova lett akkor már a Halley-üstökös!

Hogy azonban teljesen tárgyilagosan kezeljük dolgunkat, meg kell még említenem azt az eddig meg nem magyarázható tapasztalatot, hogy a *declinatio* és a horizontális intenzitás *secularis* változása ez évben kissé nagyobbnak mutatkozott. Ó-Gyallán ugyan az utóbbi években a *declinatio* és a horizontális intenzitás folytonosan állandó kisebbedést tüntet fel, a mi most kissé rohamosabb lett.

Erről a körülményről azonban határozott véleményt mondani csakis akkor fog lehetni, ha mindezt a föld többi pontján is észlelték; de azért az még mindig kétséges marad, hogy mindennek a vén Halley lett volna az okozója. Végre is ha mindennek helyességét — hogy t. i. az efféle abnormitásokat

egy ilyen világűrbeli csavargó okozza — fel akarnók tenni, akkor a physikusnak könnyű lenne a sorsa; sok ismeretlen tüneményt egy égitest megjelenésére utalhatna!

Ennyit mondhatok rövidesen a földmágnasségi megfigyelésről; nézzük most, hogy milyen eredmény volt meríthető a légköri elektromosság megfigyeléséből.

Mint már említve volt, a légköri elektromosság megfigyelésével állandóan SZABÓ BÁLINT assistens van megbízva s ilyenformán a «Halley kritikus napon» is őt bízam meg természet-szerűleg a megfigyelésekkel. Az ő jelentéséből a következő conclusióra jutunk.

A légköri elektromosságbeli feszültségi változásokat a Mascart-féle radiotellur-electroddal ellátott, photographiailag registráló electrométerünk jelezte, de e mellett május hó 18.-án déli 12 órától 19.-én déli 19 óráig Elster- és Geitel-féle normál electro-skoppal és vízcollectorral absolut méréseket is végzett SZABÓ úr.

A jelzett időben, illetőleg időhatárok között, SZABÓ assistens azonfelül ugyancsak az Elster- és Geitel-féle szóródásmérővel s a nevezett két tudós által megadott mód szerint folytonosan mérte a positiv és a negativ elektromosság szóródását is.

A következő táblázat (6. tábla) a potenciálkülönbség óráértékeit sík területre redukálva $\frac{V}{m}$ -ben, a positiv és negativ elektromosság szóródását ($a+$, $a-$), a kettő viszonyszámait $\left(\frac{a-}{a+} = q\right)$, a szél sebességét $\frac{m}{sec.}$ -ban, végre a felhőzet fokát és alakját tünteti fel.

6. tábla.

Idő	Pot.-k. $\frac{V}{m}$	Idő	a+	a—	q	Szél- $\frac{m}{sec}$	Felhőzet
12h m. p.	90	12h 1m—1h 0m m. p.	2·82	2·14	1·32	2·4	6 CirroStratus
1h	102	—	—	—	—	1·8	8 „ „
2h	96	—	—	—	—	2·7	10 „ „ 50um
3h	99	—	—	—	—	1·9	9 „ „
4h	103	4h 2m—4h 10m	1·67	1·31	1·27	1·7	8 „ „
5h	90	—	—	—	—	1·4	9 „ „ 10um
6h	104	5h 45m—6h 18m	1·94	2·42	1·30	1·0	8 „ „
7h	87	6h 50m—7h 40m	1·12	1·31	1·17	2·2	8 „ „
8h	106	7h 45m—8h 20m	0·91	1·21	1·33	2·1	6 „ „
9h	103	—	—	—	—	2·7	0 „ „
10h	66	—	—	—	—	2·3	1 „ „
11h	50	—	—	—	—	2·2	2 „ „
12h	31	11h 54m—12h 31m	1·00	2·43	2·43	3·0	2 „ „
19V. 1h a. m.	24	12h 35m—1h 18m a. m.	2·00	2·00	1·00	2·2	3 „ „
2h	14	1h 44m—2h 18m	1·53	2·71	1·77	0·8	4 „ „
3h	13	2h 20m—2h 52m	1·18	2·97	2·52	1·2	5 „ „
4h	12	2h 52m—3h 34m	2·01	3·72	1·85	2·0	3 „ „
5h	16	4h 42m—5h 15m	0·83	1·83	1·96	0·0	2 „ „
6h	44	5h 17m—5h 51m	0·67	2·06	3·09	0·0	2 „ „
7h	62	{ 5h 53m—6h 27m } { 6h 29m—7h 1m }	{ 1·60 } { 1·53 }	{ 1·88 } { 1·41 }	{ 1·17 } { 1·09 }	0·0	1 „ „
8h	68	7h 7m—8h 20m	2·40	2·68	1·12	0·6	5 „ „
9h	83	8h 29m—9h 1m	0·78	1·31	1·68	1·5	8 „ „
10h	88	{ 9h 8m—9h 41m } { 9h 44m—10h 22m }	{ 1·22 } { 1·82 }	{ 1·51 } { 1·97 }	{ 1·24 } { 1·08 }	1·2	7 „ „
11h	101	10h 24m—10h 56m	1·44	2·17	1·51	2·7	9 „ „
12h	96	11h 19m—11h 51m	2·09	1·76	1·76	2·1	8 „ „ 10um

A táblázat potenciálkülönbség-értékei normális meteorologiai viszonyok mellett körülbelül normális potenciálkülönbségi viszonyokat tüntetnek fel. Nevezetesen a délutáni órákban maximális értékek mutatkoztak, míg, a mint a Nap a horizont-hoz közeledett, sőt napnyugta után a nyári derült napokat jellemző maximumba való szökést tapasztaltuk, majd azután gyors esés mutatkozik s az értékek napkeltéig alacsonyak; ettől kezdve azonban gyorsan emelkednek a délelőtti maximumig, majd azután ismét esés mutatkozik.

Az éjjeli 1—2—3 és 4 órai értékek bár feltűnően alacsonyak, mégsem tulajdoníthatók az üstökös befolyásának, mert erősen harmatos éjjeleken, a milyen a 18—19-i volt, rendesen igen alacsonyak a potenciálkülönbségek értékei.

A napkelte után bekövetkezett emelkedés sem mondható idegenszerűnek, bár lehetséges, hogy a nagy harmat miatt az elszigetelés tökéletlensége akadályozta meg az üstökös hatásának jelentékeny voltát (?), a mely felfogást azonban sohasem tudnám magamévá tenni!

Nem lehetetlen azonban, hogy az elektromos szóródás épen séggel a Halley-üstökös valamelyes hatását tünteti fel. Igaz, hogy az egész mérési idő tartama alatt nagy volt úgy a pozitív, mint a negatív elektromosság szóródása és a η erősen ingadozott, mégis meg kell állapítanunk azt a tényállást, hogy az éjjeli időben, különösen 2 és 6^h között, illetve 6^h-ig a negatív elektromosság szóródása a pozitívhez mérten feltűnően nagy volt s az 5^h17^m—5^h51^m-ig terjedő időközben, tehát körülbelül az üstökös átvonulása táján (valószínűleg előtte!), domborodott ki legjobban, s mivel a negatív elektromosság ezen erős szóródása nem tulajdonítható meteorológiai tényezők befolyásának, jőhíszeműleg mégis csak fel kell tennünk, hogy ha az öreg Halley kárt nem is tett földünkben, sem «cyangázzal» (!) meg nem mérgezett bennünket, legalább is sok pozitív iont szállított földünk légkörébe.

Mint már említve volt, BÜKY AURÉL adjunctus, az ó-gyallai meteorológiai observatorium főnöke, a mágnességi megfigyelésen kívül még a földáramok megfigyelésével is foglalkozott, azonban ezen a téren sem mutatkozott a normális értékektől valamelyes eltérő tünemény.

Ifj. KONKOLY THEGE MIKLÓS polariskopos megfigyelésekkel volt elfoglalva, de ezen megfigyelések az állandóan boros égboltozat miatt nem sok eredményre vezettek. A kora reggeli órákban sem lehetett ezen megfigyelési móddal mást találni, mint bármely más napon.

Dr. TERKÁN LAJOS és BADÓCS ISTVÁN csillagjai adjunctusok, ENDREY ELEMÉR meteorológiai assistens segédkezése mellett az egész éjjel a hullócsillagmegfigyelő terrasszon virrasztottak a

meteoroskop mellett s láttak összesen néhány gyengébb hullócsillagot, a milyent bármely csillagos éjjelen lehet látni, sőt többet is néha. Ezek okvetlen sporadikus égitestcskék voltak, bolyongva a világűrben pálya és cél nélkül, avégre, hogy a véletlen őket a földünk légkörébe sodorja, a hol azután elégye befejezik pályafutásukat örökre.

Az ó-gyallai két testvérintézetben a Halley-éjszakán virrasztott ugyan nyolcz megfigyelő, a kik megállapították, hogy a Halley-üstökös észrevehető benyomást a földünkre vagy annak athmosphærájára nem gyakorolt és hogy semminemű optikai tüneményt sem hozott létre.

Hogy mindez így lesz, azt a tudomány napszamosai úgy is várták, de mindenesetre ez a sok negativ eredmény csak jó szolgálatot tett arra, hogy a laikus közönség kissé kiemelkedjék a tudatlanságából s azáltal, hogy a tudomány embereit meghallgatja, kivetkeztesse magát a jövőben a babonák sphærájából.

Az ó-gyallai csillagdának és a komárom—ersekujvári vasutnak az a nagy érdeme volt, hogy a napilapok általában mindig helyesen írtak a Halley-kérdésről, bár ebben a tisztelt hirlapíróknak is rendkívül nagy az érdemük, mert minden egyes dolog miatt, a hol nem voltak a kérdéssel tisztában, vagy kimentek az Intézet-utczai magyar királyi országos meteorologiai intézetbe s onnan kitelefonoztak Ó-Gyallára, vagy nem kimélték a fáradságot és kiutaztak 2 óra alatt Ó-Gyallára, hol is mi mindannyian a legnagyobb örömmel szolgáltunk a tisztelt érdeklődőknek felvilágosításokkal.

A LEVEGŐ PHOTOGRAPHIKUS EXTINCTIÓJA A KÜLÖNBÖZŐ HULLÁMHOSSZAKNÁL.

TERKÁN LAJOS-tól.

A photometria az utóbbi években az astrophysikának egyik legfontosabb ágává lett: már nemcsak fényességi adatokat szolgáltat, hanem ikertestvérével, a photographikus photometriával parallel művelve, az égi testek kevésbbé hozzáférhető physikai sajátságairól is teljesen megbízható adatokat nyújt. A visualis és a photographikus fényességek különbsége ugyanis felhasználható az állócsillagok hőmérsékleti viszonyainak, koruknak, fejlődési folyamatuknak tanulmányozására. E két irányú spektral-photometrikus észlelések pedig a jövő legfontosabb teendői közé tartoznak. E megfigyelések külön-külön az állócsillagok hőmérsékletéhez vezetnek a modern sugárzási törvények alapján, ha a levegő fénykioltó képességét a különböző hullámhosszaknál pontosan ismerjük.

A levegő visualis extinctióját a különböző hullámhosszaknál már ismerjük, csupán a photographikus extinctio teendő még gondos vizsgálat tárgyává. E megfigyelések fontosságát látva már a mult évben tettem kísérleteket a feladat megoldására különböző érzékenységu lemezekkel, végleges eredményre azonban csak a folyó évben jutottam. Emez önálló vizsgálataimat bátorokodom a következőkben a tekintetes M. T. Akadémia elé terjeszteni.

A módszer és a műszerek. A Nap szinképe különböző zenithtávolságoknál épen az extinctio miatt különböző fényességűnek látszik. Ha tehát a Nap szinképét egy és ugyanazon

lemezre különböző zeníthtávolságoknál egyenlő idejű kinntartással lefényképezzük, akkor a színeképek sötétedésében jelentkező változások tisztán az extinctio miatt következtek be. A sötétedéseket fényességekben úgy értékesítettem ki, hogy egy és ugyanazon lemezre 1:3 viszonyú kinntartással készítettem két felvételt egymásután.

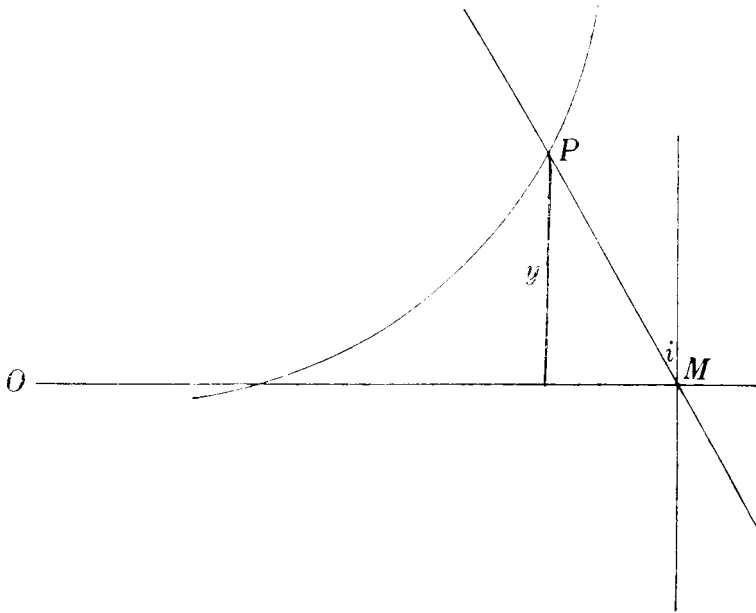
A felvételekre laboratoriumi czélokra szolgáló spektrographot használtam, melyet dr. KONKOLY THEGE MIKLÓS úr igazgatóm feladatomból követelményeinek megfelelően készített el. E műszernek rése és objectivkamarája volt meg csupán egy színek felvételére. A műszer öt részből álló FR. SCHMIDT & HAENSCH-féle egyeneslátású prizmát tartalmaz M. HENSOLDT & SOHN-féle két achromatikus lencsével. A műszer lemeztartója több felvétel készíthetése végett a fénysugár irányára merőlegesen eltolható, az eltolódás nagyságát a szán skáláján olvashatjuk le. A kinntartás kétféleképp is eszközölhető. A rés előtt van egy tolóka, mely pillanatzárként használható oly módon, hogy a tolóka betétje (lemeze) egy bizonyos állásnál hirtelen elfödi a rést. Időfelvétel készítésére pedig a tolóka egy másik helyzete használható fel, melynél a tolókarugó megnyomására a betét környílása szabaddá teszi a kívánt ideig a rést. A kinntartást végezhetjük a kamara objectivje mögött alkalmazott kis csapóval is, ha időfelvételeket óhajtunk készíteni.

A napfény bevetítésére a TOEFFER-féle heliostatot alkalmaztam, melynek szerkezete, órája annyira pontos, hogy 6—7 óráig helyes beállítás után alig kell igazítanunk.

A színeképek sötétedésének kimérésére a MARTENS-féle sötétedésmérőt és a HARTMANN-féle mikrophotometert használtam és pedig: az 1:3 kinntartási időknek megfelelő fényességkülönbség megállapítására a MARTENS-féle sötétedésmérőt, a színeképek sötétedésének gyors kimérésére pedig a HARTMANN-féle mikrophotometert alkalmaztam, mert az előbbivel a fényességkülönbségeket tüstént megkapjuk, míg a mikrophotometerrel mért eredményekből a regula falsi segítségével értékesíthetjük ki ezt.

A spektrograph beállítása. A rés már eleve a collimator lencse focusába volt szerelve, de finomabb beállításra a lencse mérték csuszatható is. A lemez helyes hajlását és a kamara

objectívjének focusba állítását a HARTMANN-féle¹ graphikus eljárással hajtottam végre. Legyen ugyanis M a lemeztartó forgási tengelye, melynek állására a kamara objectívjének tolója A leolvasást ad. Ha most P a lemezen igen élesen látható vonal,



1. ábra.

melynek távolsága M -től $MP = N$, akkor az O -ból mért x, y derékszögű koordináták:

$$\begin{aligned} x &= A - N \sin i, \\ y &= N \cos i, \end{aligned} \tag{1}$$

a hol i jelenti a lemez hajlását az \overline{OM} tengelyre merőleges síkhoz.

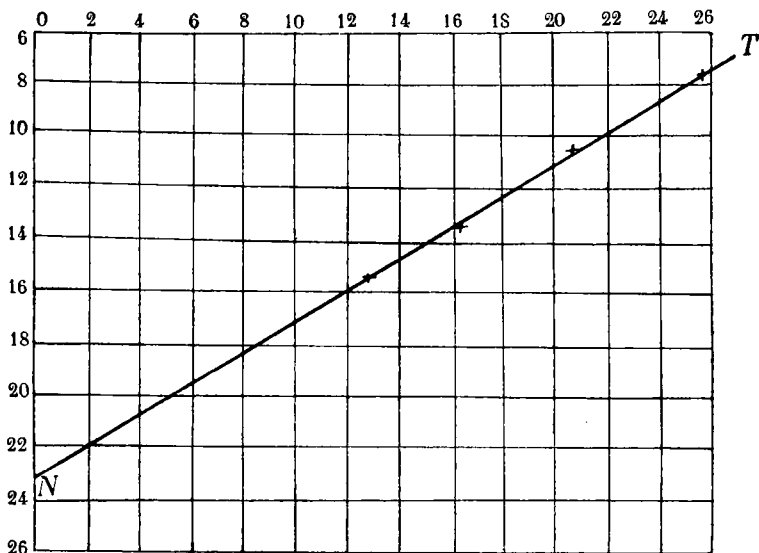
Azon helyes A_0 távolságot és i_0 helyes hajlást, melynél a lemez síkja szigorúan hozzásimul az éles színek felületéhez, úgy állapítottam meg, hogy a lemezt függőleges helyzetbe hoztam és ezen állásban különböző objectív-állások mellett szín-

¹ Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1904. pag. 260—261.

képeket vettem fel, melyeken kimértem a legélesebben látszó vonal távolságát a lemez közepétől. Ezen $i = 0$ állásban a toló állása $A = x$, az élesen látszó spektrálvonal távolsága M -től $y = N$. A toló négy helyzetében azt találtam, ha

$y = N$, akkor	$x = A$
12·6 mm	15·5 mm
16·1 „	13·4 „
20·6 „	10·6 „
25·8 „	7·5 „

Ezen (x, y) értékpárok az éles szinkép-mező egy-egy pontját adják. E pontok majdnem szigorúan egyenest adnak (2. kép).



2. ábra.

A \overline{TN} egyenes tehát beleesik a szinkép síkjába. Ebbe a helyzetbe hozandó tehát a lemeztartó. A kamara objectívjének helyes állása lesz tehát:

$$\begin{aligned}
 A_0 &= 23\cdot0 \text{ mm} \\
 \operatorname{tg} i_0 &= \frac{13}{22} \\
 i_0 &= 30^\circ 6.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

A (2) alatti értékek számítás útján is nyerhetők. Az (1)-ből ugyanis:

$$x = A - y \operatorname{tg} i. \quad (3)$$

Eme (3) alatti egyenletnek a fenti x és y értékek mind eleget tesznek, ha $A = A_0$, $i = i_0$, azaz, ha a lemez síkja egybeesik a szinkép síkjával. A (3) alatti egyenletben felhasználván a fenti (xy) értékpárokat a legkisebb négyzetek elmeletével megállapíthatók azon A és $\operatorname{tg} i$ értékek, melyek a lemeztartó leghelyesebb állását szabják meg.

A lemez pontos hajlásának megállapítása után a collimatorlencse helyes beállításáról győződtem meg oly módon, hogy egy és ugyanazon lemezre a collimatorlencse négy különböző állásánál csináltam felvételt, melyek élessége a kívánt beállítást megadta.

A spektrograph rectificálása után a skálagörbét állapítottam meg, melyre a következő adatokat kaptam:

Skála	Hullámhossz	
9·5	486 $\mu\mu$	
8·8	467 "	
7·6	438 "	(4)
7·2	423 "	
6·6	397 "	

A «Gaslicht»-lemez vizsgálata. A legkényesebb feladat volt a legezélszerűbb lemez megválasztása. A színérző lemezek nem váltak be, mert ezeknél a fényesség kiértékesítése teljesen hamis eredményekhez vezetett az igen rövid kinntartási idők bizonytalan értékű viszonya miatt. A diapositiv-lemezek közül is legjobban a «Gaslicht»-lemez vált be, mert ennél igen nagy kinntartással még mindig szép tiszta szinképet kaptam úgy, hogy az 1:3 kinntartáshoz tartozó magnitudokülönbséget nagy pontossággal (0·05 nagyságrend) határozhattam meg. A szinkép erősségének gyöngítésére igen előnyösnek bizonyult a kamara objectívje elé tolható háromszögű fedő. Az összes felvételeknél a 2. számú háromszögű nyílást alkalmaztam. A szinképek fényességének megállapítására lehetőleg minden lemezre közép dél tájban egymásután két felvételt készítettem: egyet 30^s, egyet 1^m30^s kinntartással. E kinntartás következtében jelentkező fényességet a

MARTENS-féle sötétedésmérővel határoztam meg. E műszernél a lemezre eső és a lemezen átbocsátott fény erősségének viszonya, mely nyilván a lemez kérdéses helyén a sötétedés mérvének tekinthető, a ZÖLLNER-féle photometer pontosságával mérhető meg. Legyen I_0 a lemezre eső fény erőssége, akkor az analízáló nicolon át a látómező teljesen egyenletes fényességű α_0 elforgás mellett lesz, úgy hogy

$$I_0 = c \cot^2 \alpha_0. \quad (4)$$

A lemezen átbocsátott félynél a látómező mindkét fele α elforgásnál lesz egyenlő, úgy hogy

$$I = c \cot^2 \alpha. \quad (5)$$

Az I és I_0 fényerősségek viszonya nyilván extinctio jellegű mennyiség, mely a sötétedés S következő függvénye:

$$\frac{I}{I_0} = A 10^{kS}. \quad (6)$$

A (6)-ból:

$$\log \frac{I}{I_0} = \log A + kS. \quad (7)$$

A (4) és (5)-ből pedig:

$$\log \frac{I}{I_0} = 2 \log \frac{\cot \alpha}{\cot \alpha_0}. \quad (8)$$

A (7) és (8)-ből tehát:

$$2 \log \frac{\cot \alpha}{\cot \alpha_0} = \log A + kS. \quad (9)$$

A (9) alapján tehát igen tág tér nyílik a sötétedés fokozatának meghatározására. A számítás gyakorlatiassága szempontjából az S -ek azon sorozatát neveztem sötétedésnek, melyek

$$S = \frac{1}{0.4} \log \frac{\cot \alpha}{\cot \alpha_0} \quad (10)$$

összefüggésből nyerhetők. E választással természetesen csak az önkényesen választható k állandó értékét szabtam meg. Mert

$I = I_0$ esetben $S_0 = 0$ a (10) folytán, a (6)-ból pedig $A = 1$ már adott.

Ily módon az extinctióra használt 7. lemeznél 3 különböző helyen a következő értékeket kaptam:

α_1	$\alpha_0 = 14^{\circ}90$	α_2
27°75	“	47°30
34·87	“	56·00
22·22	“	35·05

Ezekből:

$$\gamma(T) = \frac{3.5}{4} (T - 0.43), \tag{11}$$

$$m = \phi(T) = 2.95 \log (T - 0.43),$$

ha a fényességkülönbséget az 1 : 3 viszonyhoz 1.20 nagyságrendnek vettem fel. A két színeképes azonos helyeire pedig a (11) alatti $\phi(T)$ -ből¹ 1.15 nagyságrend-különbséghez jutottam, mely a felvett 1.20 értékkel teljesen egyezik. E nagyságrendkülönbség tüstént is nyerhető, ha az I_1 , illetve I_2 átbocsátott fényerőségeket állítjuk viszonyba és ezekből latens sötétedéseket számítunk a színeképes különböző helyein. E latens sötétedések különbségeinek közepe adja azon fényességkülönbséget, mely a két színeképes azonos helyein valóban megvan.

Ily módon a 16. lemeznél

α_1	α_2
24°22	36°15
33·47	50·47
33·35	52·92
24·30	36·27

értékekből a két színeképes fényességkülönbségére

1.24 nagyságrend

értéket kaptam.

Megvizsgáltam azután, hogy miként viselkedik a «Gaslicht»-

¹ L. a szerző: β Persei photographikus fényváltozása stb. című, a T. Akadémia 1910 jun. 13.-án tartott ülésén bemutatott értekezését.

lemez, ha minden egyes helyére összetett fény hat. E célból a SCHEINER-féle sensitometerrel külön e célra készült lemezszekrény segélyével 1:3 viszonynak megfelelőleg a lemezre két skálát csináltam, melyek azonos helyeiből 1·40 fényesség-különbségre jutottam.

Emez utóbbi esetben a két skála azonos helyeire:

α_2	$\alpha_0 = 14^\circ 9$	α_2
49°0	“	76°5
42·5	“	73·2
37·0	“	67·0
29·4	“	54·0
23·7	“	41·8
21·2	“	32·5
19·9	“	25·6

beállításokat kaptam a MARTENS-féle sötétedésmérőn. Ezen értékekből a (10) alatti képlet alapján számított sötétedések voltak:

S'	S
15·66	4·33
12·45	3·44
8·86	2·84
5·18	2·12
3·36	1·65
2·40	1·46
1·80	1·36

Most

$$\eta(T) = \frac{13}{10} (T - 1\cdot23), \quad (12)$$

$$m = 1\cdot84 \log (T - 1\cdot23).$$

A latens sötétedések különbségének közepére 1·40 magnitudót kaptam, amit az 1·84 együtthatóban már felhasználtam. A (12) alatti egyenletek másodikából ellenőrzésként kiszámítottam a felmerülő fényesség-különbségeket a kimért 7 helyen, ezekre kaptam:

1·38 1·46 1·40 1·35 1·46 1·47 1·35

adatokat, melyek számtani közepe a latens sötétedésekből eleve nyert értékkel teljesen egyezik.

E szerint tehát a Gaslicht-lemeznél az 1:3 kinntartási viszonyhoz 1·26 fényesség-különbség tartozik. A szinképfelvételek reductiójánál azonban csak 1·20 fényesség-különbséget vettem fel, mert a sensitometerrel készült skálák kinntartása 4^m és 12^m volt, tehát sokkal nagyobb, mint a szinképfelvételeké, a mi a fényesség-különbség növekedését is okozhatta.

A *megfigyelések sorozata*. A megfigyelésekről rövid áttekin- tést az I. táblázat nyújt.

I. táblázat.

A lemez száma	Kelet	A meg- figyelés k. ideje	Zenith- távolság	Kinntartás	Megjegyzés
1.	1909. jul. 28.	2h 18 ^m	40·2	1m 30 ^s	Kissé fátyolos az ég.
		3 14	48·6	1 30	
		4 7	57·5	1 30	
		5 11	68·3	1 30	
		5 36	72·2	1 30	
		6 05	76·6	30 ^s	
2.	1909. aug. 17.	9h 50 ^m	45·8	1m 30 ^s	A skála-felvételek ki- maradtak; a kinn- tartó zár csukva volt. Az észlelés végén vé-kony felhők.
		11 49	42·3	1 30	
		3 47	70·8	1 30	
		5 10	76·4	1 30	
3.	1910. jul. 28.	0h 12 ^m	28·7	1m 30 ^s	Az észlelés végén gyenge felhők.
		0 14	28·7	0 30	
		3 36	51·2	1 30	
		5 2	65·1	1 30	
		5 57	74·0	1 30	
4.	1910. jul. 29.	10h 25 ^m	35·3	0m 30 ^s	A felhők gyakran meg- zavarták a felvétele- ket.
		10 27	35·3	1 30	
		0 9	28·9	0 30	
		4 20	58·3	1 30	
		5 3	65·3	1 30	
		5 32	70·3	1 30	
5.	1910. jul. 30.	0h 42 ^m	30·1	0m 30 ^s	
		0 43	30·2	1 30	
		4 24	58·9	1 30	
6.	"	0 44	30·1	0m 30 ^s	4h 40 ^m -kor borulás miatt az észlelést meg kellett szakítani.
		0 45	30·2	1 30	
		4 25	58·9	1 30	

A lemez száma	Kelet	A megfigyelés k. ideje	Zenith-távolság	Kinntartás	Megjegyzés
7.	1910. aug. 2.	9h 3 ^m	46·2	0m 30 ^s	3h-tól 4h-ig 40 ^m -ig cirrusok zavartak.
		9 4	46·2	1 30	
		0 6	30·1	0 30	
		2 19	40·8	1 30	
		5 35	71·6	1 30	
		6 1	76·1	1 30	
		6 28	79·7	4 30	
6 32	80·8	4 30			
8.	“	“	“	“	Ép úgy, mint a 7. lemeznél.
9.	szept. 14.	0h 22 ^m	44·8	0m 30 ^s	Ép úgy, mint a 9. lemeznél.
		0 24	44·8	1 30	
		3 59	68·2	1 30	
		5 12	79·1	4 30	
		5 17	80·8	4 30	
10.	“	“	“	“	“
11.	szept. 15.	10h 56 ^m	47·3	0m 30 ^s	A levegő poros és fátyolos.
		10 58	47·3	1 30	
		1 55	54·7	1 30	
		4 13	70·8	1 30	
		5 15	80·9	4 30	
		5 22	82·3	4 30	
12.	“	“	“	“	Mint a 11. lemeznél.
13.	szept. 18.	9h 12 ^m	57·7	1m 30 ^s	Később borulás.
		11 43	45·9	30	
		11 44	45·9	1 30	
14.	szept. 19.	9h 10 ^m	58·1	1m 30 ^s	A skálalemezek ki-maradtak.
		0 50	47·9	1 30	
		4 25	74·2	1 30	
15.	szept. 26.	8h 56 ^m	62·0	1m 30	Mint a 15. lemeznél.
	“ 27.	9 21	59·2	1 30	
	okt. 2.	1 33	55·7	0 30	
	1 34	55·7	1 30		
	3 40	71·8	1 30		
	4 34	80·1	4 30		
	4 39	81·4	4 30		
16.	“	“	“	“	“

E táblázat adatain kívül feljegyeztem még a felvételek idejében uralkodó hőmérsékletet és a légnyomást, mert ezek az extinctio értékét erősen megváltoztatják. Az észlelések végleges reductiójánál e tényezők hatásának kipuhatólását figyelmen kívül kellett hagynom, mert a rendelkezésemre álló anyag csekélynek bizonyult e kényes factorok valódi befolyásának kiértékesítésére. Sokkal czélszerűbbnek és indokoltabbnak látszott e megfigyelések eredményeit összesíteni, a mi által teljesen megbízható átlagos eredményt értem el.

A lemezek reductiója. Már a különböző hullámhosszknál nyert fényesség-különbségek állandósága is sejtette, hogy a reductióra szükséges $\eta(T)$ és $\phi(T)$ függvények teljesen ugyanazok lesznek, akár az azonos hullámhosszknál mért sötétedésekből, akár a hullámhosszokra való tekintet nélkül egyesíthető adatokból állapítjuk is meg őket. A gondosan keresztülvitt vizsgálat meggyőzött e várakozás helyességéről: mindkét eljárással azonos függvényekhez jutottam. A 3., 4., 5., 6., 7. és 8. lemez sötétedéseiből az 54 . . . 66 sötétedések között:

$$S' - S = \frac{5}{7} (T - 53.4),$$

$$m = 1.20 \times 3.08 \log (T - 53.4)$$

képletek alkalmazandók a reductióra. A 66-nál nagyobb sötétedésekre pedig

$$S' - S = \text{állandó} = 9,$$

melyből

$$m = \frac{1.20}{9} T$$

adja a fényességek számértékét.

Az (1., 2., 9-től a 16-ig) lemezeknél pedig:

$$S' - S = \frac{5}{18} (T - 48.2),$$

$$m = 9.802 \log (T - 48.2)$$

függvények szolgáltatják a fényességeket.

A színképeknek csak azon helyein mértem meg a sötétedést a HARTMANN-féle photometerrel, a mely helyek a 9.5, 9.3,

9·1, 8·9; 8·7, 8·5, 8·3, 8·1; 7·9, 7·7, 7·5, 7·3; 7·1, 6·9, 6·7, 6·5; 6·3 és 6·1 skálaértékekhez tartoznak. E helyekből nyert fényességeket nem használtam fel közvetlenül 'extinctio-számításra, hanem 4—4 egymásután következő értékből közepet vettem, mintha csak a 9·2, 8·4, 7·6, 6·8 és 6·2 helyen 4-szer mértem volna ki a fényességeket.

Az extinctio-számításra a LAPLACE-féle formulát használtam, mely szerint :

$$m = m_0 - \frac{\log A_\lambda}{0.4} \left\{ \frac{a_z}{a_0} \sec z - 1 \right\},$$

a hol m_0 a zenithalis fényesség, A_λ a levegő fényátbocsátási együtthatója λ hullámhossz mellett, a_z a refractio együtthatója. Az extinctio-meghatározás a A_λ együtthatók kiértékesítésében áll.

Az egyes zenithtávolságoknál észlelt fényességek combiniójából a $\lambda=9.2, 8.4, 7.6, 6.8$ és 6.2 skálahelyeken a következő egyenleteket kaptam :

I. $\lambda = 477 \mu\mu$					A_1
1. lemeznél	1.23 = 1.432	P_1	5	megfigyelés	0.484
2. "	0.41 = 0.727	"	2	"	0.595
3. "	1.39 = 1.213	"	5	"	0.349
4. "	0.56 = 0.780	"	6	"	0.516
5. "	0.55 = 0.774	"	1	"	0.520
6. "	0.63 = 0.774	"	1	"	0.472
7. "	1.65 = 2.051	"	5	"	0.477
8. "	1.37 = 1.668	"	4	"	0.470
9. "	2.13 = 2.986	"	2	"	0.519
10. "	2.12 = 2.509	"	2	"	0.459
11. "	1.68 = 1.417	"	2	"	0.336
12. "	1.50 = 1.417	"	2	"	0.378
13. "	0.51 = 0.431	"	1	"	0.337
14. "	0.96 = 1.306	"	2	"	0.508
15. "	1.32 = 2.166	"	3	"	0.571
16. "	1.59 = 2.115	"	2	"	0.501

Itt

$$P_1 = - \frac{\log A_1}{0.4}.$$

A $\lambda=477 \mu\mu$ helyen a fenti egyenletekből a legkisebb négyzetek elmélete szerint kapjuk, hogy

$$P_1 = 0.844 \pm 0.031,$$

$$A_1 = 0.470 \pm 0.013.$$

II. $\lambda = 460 \mu\mu$

		P_2	megfigyelés	A_2
1. lemeznél	1.18=1.681		6	0.524
2. " "	0.45=0.727	"	2	0.565
3. " "	1.60=1.419	"	5	0.355
4. " "	0.75=0.936	"	6	0.479
5. " "	0.86=0.774	"	1	0.359
6. " "	0.79=0.774	"	1	0.391
7. " "	1.61=2.057	"	5	0.488
8. " "	1.58=1.668	"	4	0.418
9. " "	1.98=2.936	"	2	0.537
10. " "	2.59=2.509	"	2	0.387
11. " "	1.89=1.417	"	2	0.294
12. " "	1.67=1.417	"	2	0.338
13. " "	0.62=0.431	"	1	0.267
14. " "	1.05=1.306	"	2	0.477
15. " "	2.12=2.547	"	2	0.465
16. " "	1.25=2.115	"	2	0.580

$$P_2 = 0.883 \pm 0.032,$$

$$A_2 = 0.443 \pm 0.014.$$

III. $\lambda = 436 \mu\mu$

		F_3	megfigyelés	A_3
1. lemeznél	1.50=1.681		6	0.440
2. " "	0.76=0.949	"	3	0.478
3. " "	1.62=1.419	"	5	0.350
4. " "	0.92=0.780	"	6	0.339
5. " "	0.54=0.774	"	1	0.526
6. " "	0.68=0.774	"	1	0.467
7. " "	1.96=2.051	"	5	0.417
8. " "	1.94=1.669	"	4	0.335
9. " "	1.58=2.936	"	2	0.607
10. " "	2.38=2.509	"	2	0.402

11. lemeznél	$0.91 = 0.772$	P_3	2	megfigyelés	0.338
12. "	$0.98 = 0.772$	"	2	"	0.312
13. "	$0.50 = 0.432$	"	1	"	0.360
14. "	$1.00 = 1.306$	"	2	"	0.494
15. "	$2.27 = 2.548$	"	2	"	0.440
16. "	$1.53 = 2.115$	"	2	"	0.490

$$P_3 = 0.981 \pm 0.028,$$

$$A_3 = 0.405 \pm 0.011.$$

	IV. $\lambda = 408 \mu\mu$			A_4	
1. lemeznél	$2.73 = 1.681$	P_4	6	megfigyelés	0.342
2. "	$0.82 = 0.727$	"	2	"	0.225
3. "	$2.47 = 1.219$	"	4	"	0.362
4. "	$1.58 = 1.184$	"	3	"	0.228
5. "	$0.61 = 0.774$	"	1	"	0.294
6. "	$0.75 = 0.774$	"	1	"	0.484
7. "	$2.34 = 2.051$	"	5	"	0.401
8. "	$0.74 = 0.811$	"	3	"	0.431
9. "	$1.97 = 2.936$	"	2	"	0.591
10. "	$2.85 = 2.509$	"	2	"	0.351
11. "	$1.99 = 1.032$	"	3	"	0.170
12. "	$1.57 = 1.029$	"	3	"	0.246
13. "	$0.64 = 0.431$	"	1	"	0.255
14. "	$1.21 = 1.305$	"	2	"	0.426
15. "	$2.18 = 2.547$	"	2	"	0.455
16. "	$1.80 = 2.115$	"	2	"	0.457

$$P_4 = 1.344 \pm 0.049,$$

$$A_4 = 0.305 \pm 0.029.$$

A $\lambda = 6.2$ skálaértékre $= 372 \mu\mu$ -re csak a 15. és 16. lemez-
ből kaptam adatokat. Ezek szerint:

$$2.52 = 2.415 P_5 \quad 4 \text{ megfigyelés}$$

$$2.69 = 2.557 \quad " \quad 4 \quad "$$

Ezekből

$$P_5 = 1.048,$$

$$A_5 = 0.381.$$

Emez utóbbi állandókat javíthatjuk azon alapon, hogy az I., II., III. helyen a 15. és 16. lemeznél a középtől való eltérés körülbelül 0.170, mely eltérésről feltehető, hogy a $\lambda = 372 \mu\mu$ helyen is biztosan megvan. E javítás után

$$P_5 = 1.218,$$

$$A_5 = 0.326.$$

A még pontosabb fényátbocsátási együtthatók meghatározása végett e számított együtthatókat ordinátáknak fogtam fel a megfelelő hullámhosszokhoz, mint abcissákhoz. Az ily módon igen jól kiegyenlített függvényből leolvasott együtthatókat a II. táblázatba foglaltam.

II. táblázat.

A levegő fényátbocsátási együtthatói hullámhosszak szerint.

Hullámhossz	Fényátbocsátási együttható	Hullámhossz	Fényátbocsátási együttható
500 $\mu\mu$	0.521	400 $\mu\mu$	0.341
490 "	0.499	390 "	0.316
480 "	0.477	380 "	0.307
470 "	0.357	370 "	0.299
460 "	0.443	360 "	0.290
450 "	0.427	350 "	0.286
440 "	0.410	340 "	0.279
430 "	0.394	330 "	0.270
420 "	0.374	320 "	0.263
410 "	0.358		

Gyakorlati szempontból felesleges a szinkép egyéb helyeire kiterjeszteni a vizsgálatot, mert a csillagok gyenge fénye mellett még a legérzékenyebb lemezeknél is a számbavehető chemiai hatás a $\lambda = 490 \dots 350 \mu\mu$ határok között jelentkezik.

Ezek után a főbb hullámhosszokhoz tartozó extinctio-értékeket számítottam ki, melyeket a III. táblázat tüntet fel.

III. táblázat.

A photographikus extinctio különböző hullámhosszaknál.

Z zenithtávolság	$\lambda = 500 \mu\mu$	$\lambda = 450 \mu\mu$	$\lambda = 400 \mu\mu$	$\lambda = 350 \mu\mu$
0°	0·00	0·00	0·00	0·00
30°	0·11	0·14	0·18	0·21
40°	0·22	0·28	0·36	0·41
50°	0·41	0·51	0·63	0·74
60°	0·73	0·92	1·16	1·33
65°	1·00	1·26	1·58	1·81
70°	1·40	1·76	2·22	2·55
75°	2·07	2·60	3·28	3·76
80°	3·37	4·24	5·33	6·11

Emez extinctio-értékek világosan mutatják, miért oly gyenge a spektrum ibolyán túl eső része nagy zenithtávolságoknál. De látjuk azt is, hogy nappal sokkal jelentékenyebb az extinctio, mint éjjel. Ezért kívánatos lesz a jövőben a Hold szinképével¹ folytatni e vizsgálatokat. Az összetett fény photographikus extinctiójának alapos tanulmányozása is folyamatban van csillagvizsgálónkon, úgy hogy egy év leforgása alatt a levegő extinctiójáról minden irányban: a hőmérséklettel és a légnyomással való változásáról is beszámolhatunk.

¹ E szükséges vizsgálatot visualis úton a potsdami csillagdán is megkezdték. Vierteljahrsschrift der Astr. Gesellschaft. 3. Heft. Potsdam.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 nov. 14.-én tartott üléséből.)

A HOLD FÉNYESSÉGE AZ 1910 NOVEMBER 16.-I HOLDTÖLTEKOR ÉS TELJES HOLDFOGYATKOZÁSKOR.

TERKÁN LAJOS-tól.

A Hold fényességének vizsgálata az astrophotometria legfontosabb feladatai közé tartozik, mert nagy fényerejénél fogva a Nap fényességének megállapítására használható, a mi által az egész világrendszer látható tagjai egységes módon egységes fényességrendszerbe való foglalást nyernének. A Hold fényerejének exact vizsgálata különösen pedig azért fontos, mert a Naptól nyert fényességének elméleti uton számított értéke ily módon tapasztalatilag ellenőrizhető volna, a mi kétségtelenül a világítási törvények helyesbitéséhez vezetne.

*A visualis módszerek.*¹ A Hold nagyságrendjének meghatározására már a 19. század elején történtek kísérletek visualis uton. STEINHEIL a Holdat az α Bootissal holdtöltekor oly módon hasonlította össze, hogy a távcső oculárvégét addig hajtotta ki, a míg a Hold felületével egyenlő nagyságú csillagképet kapott; a Holdat természetesen a focusban nézte. A Hold képét és a csillag extrafocalis felületét mesterséges fényforrással mérte úgy, hogy az objectivet mérhető módon annyira lefedte, míg a Hold, illetve a csillag képe a mesterséges fény körképével egyenlő fényességű lett. SEIDEL e megfigyeléseket átdolgozván, rájött arra, hogy STEINHEIL nem vette figyelembe az égboltnak a Hold által okozott megvilágítását az összehasonlítául használt α Bootisnál, e befolyásoló tényezőt azonban ő meg önkényesen vette fel. Eme kevésbé megbízható

¹ Die Photometrie der Gestirne. G. Müller, p. 201, 229, 335—340.

reductióval STEINHEIL megfigyeléseiből a teljes Hold és az α Bootis fényerősségének viszonyára 20,000 számértéket kaptak.

HERSCHEL a Jóreménysefokán 1836-ban saját szerkezetű astrophotometerén végzett értékes megfigyeléseket. E photometernek igen rövid gyújtótávolságú lencséje a Holdról pontszerű képet adott, mely kép bizonyos távolságból nézve az α Centauri szabad szemmel látható képével vált egyenlő fényességűvé. Itt a Hold képének fényerőssége az észlelő szemétől való távolság negyzetével arányosan fogyott. Ily 11 megfigyelésből a teljes Hold és az α Centauri fényerősségének viszonyára 27,408 számértéket vezetett le HERSCHEL. BOND és ZÖLLNER később kimutatta, hogy HERSCHEL eredménye sem jó, mert a különböző holdfázisok reductiójára az EULER-féle megvilágítási törvényt használta HERSCHEL, melyről már akkor tudták, hogy nem felel meg a tapasztalatot. BOND HERSCHEL eredményét megbízható módon kijavította s az előbbi viszonyra 41,400 számértéket állapított meg. ZÖLLNER az α Centauri fényerősségét HERSCHEL megfigyeléseiből az α Aquilæhez viszonyítva határozta meg. G. MÜLLER pedig az α Aquilæ-ét az α Aurigæhez. E reductiók eredményeként nyerjük, hogy a teljes Hold és az α Aurigæ fényerősségének viszonya a HERSCHEL-féle megfigyelésekből: 64,170.

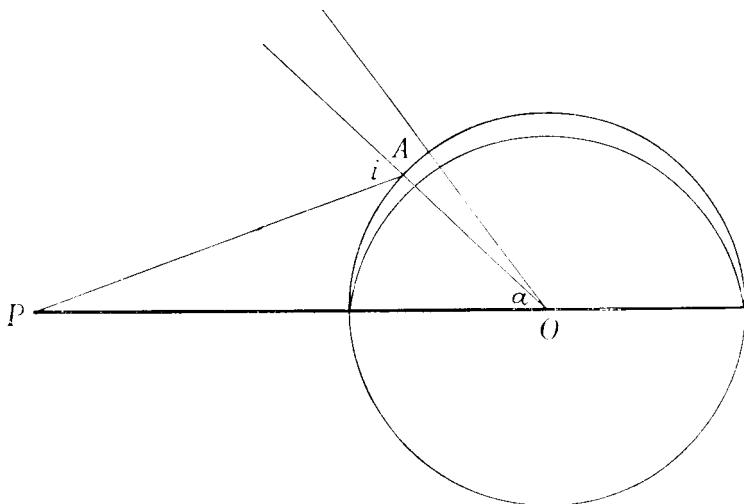
A legértékesebb kutatásokat BOND végezte 1860-ban, összehasonlítván a Holdnak, a Jupiternek és a Venusnak ezüstözött üveggolyóról visszavert képeit. Legyen ugyanis a világító felület P -ben a PO tengelyre merőleges körkép. E felület fényerőssége a területegységen egységnyi távolságban legyen q . Ekkor azon fény mennyiség, melyet emez r sugarú körkép $PA = \Delta$ távolságban levő df tükröző elemi gömbfelületnek ad, lesz:

$$dl = qdf \frac{r^2 \pi}{\Delta^2} \cos i, \quad (1)$$

a hol i a beeső fény beesési szöge. Itt $\frac{r}{\Delta}$ a fénylő felület látszó sugarának sinusa a gömbről nézve; természetesen a fénylő felület igen nagy távolságban gondolandó. Azaz:

$$dl = qdf\pi \sin^2 s \cos i, \quad (1^*)$$

ha s a fénylő felület latszó sugara. A df elemi felületet határozzuk meg a PO tengelyen átmenő két meridián kör és az ezekre merőleges két parallel kör által. Ha $POA = \alpha$, az \widehat{AC} -hez tar-



tozó középponti szög dv , akkor a df elemi gömbfelület \widehat{AB} oldala lesz:

$$\widehat{AB} = \rho da, \quad (2)$$

a hol ρ a tükröző gömbfelület sugara. A df felület \widehat{AC} oldala pedig:

$$\widehat{AC} = \rho \sin a dv. \quad (3)$$

Így tehát

$$df = \widehat{AB} \cdot \widehat{AC} = \rho^2 \sin a da dv, \quad (4)$$

melynek segélyével

$$dl = q\rho^2\pi \sin^2 s \cos i \sin a da dv. \quad (5)$$

Ezek után azon fény mennyiség, melyet a fénylő felület az egész tükröző felületnek ad, lesz:

$$l = q\rho^2\pi \sin^2 s \int_0^{2\pi} dv \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos i \sin a da, \quad (6)$$

a hol

$$i = \alpha + \tau.$$

A fénylő felületről eleve feltettük, hogy a tükröző gömbfelület sugarához képest végtelen nagy távolságban van, azért $i = \alpha$ egyenlőség alkalmazható, mely után az integratio végrehajtásával nyerjük, hogy

$$l = q\pi^2\rho^2 \sin^2s. \quad (I)$$

E fény mennyiségnek azonban csak egy tört részét veri vissza a tükröző gömb úgy, hogy a tükröző gömbfelülettől c távolságban észlelő szem az ideghártya egységnyi felületére az

$$l_1 = \frac{kl}{4\pi c^2} = \frac{kq\rho^2}{4c^2} \pi \sin^2s \quad (I^*)$$

fényingert kapja. Itt $k < 1$ és

$$\sin^2s = \frac{r^2}{4^2}.$$

Ha a \sin^2s értékét visszairjuk és $F' = \pi r^2$ jelzést vezetünk be, akkor

$$l_1 = kq \frac{F' \cdot \rho^2}{4A^2c^2}, \quad (II)$$

a hol F' a fénylő felület területe. A (II) szerint tehát a tökéletes tükröző gömbről visszavert kép fényerőssége arányos a fénylő felület nagyságával és a tükröző gömb sugarának négyzetével, fordítva arányos a gömbnek a világító felülettől és a megfigyelő szemétől mért négyzetes távolságával.

BOND a (II) alatti törvény alapján állapította meg a Holdnak, a Jupiternek és a Venusnak fényerősségét bizonyos összehasonlító mesterséges fényforráséhoz viszonyítva úgy, hogy pontosan meghatározta azon távolságot, mely mellett a mesterséges fény erőssége szabad szemmel nézve egyenlő lett a tükröző felületről visszavert és állandó távolságból (c) figyelt Hold-, Jupiter-, illetve Venus-kép fényerősségével.

G. MÜLLER a potsdami fénykatalogusok alapján BOND emez exact megfigyeléseit az α Aurigæhez való viszonyban számította át és a középtávolságban levő teljes Hold és az α Aurigæ fény-

erősségének viszonyára 67,120 értéket állapított meg. E számérték a HERSCHEL-féle értékkel a közepes távolságban beálló holdtöltekor a Holdra: —11.77 csillagrendhez vezetett.

Más számottevő és megbízható eredmény az újabb időből nem áll rendelkezésünkre.

A photographikus módszer. A photographikus segédeszközök tökéletlensége miatt eddig még nem határozták meg a Hold fényességét. A Magyar Tudományos Akadémia 1910 június 13.-án tartott ülésén «a β Persei photographikus fényváltozása és a levegő photographikus extinciója» czímmel bemutatott értekezésemben azonban szerencsém volt utalhatni arra, hogy a benne ismertetett photographikus eljárásom a Hold fényváltozásának követésére is jól alkalmazható. A Hold felvétele alatt csupán csak az érzékeny lemez széleit kell jól lefednünk, hogy fényhatás ne érje őket. Ezután a holdfénytől megóvott lemezszélekre a laboratóriumban skálákat készíthetünk oly célból, hogy ezekkel a Hold felületi fényessége egészben és a felület minden pontján külön megállapítható legyen önkényes kezdő értékkel bíró nagyságrendszerben. A skálák egyes helyei a potsdami csillagrendekben is kifejezhetők, ha egy második lemezre holdfénymentes éjjelen a SCHWARZSCHILD-féle eljárással csillagfelvételt készítünk s e lemezre ugyanazon lángmagasság mellett ugyanazon alkalommal rávezetjük a skálákat. Ez esetben ugyanis a csillagok felületéből és a Holdkép focalis nagyságából igen nagy pontossággal határozhatjuk meg a Hold fényességét. Ezen eljárásom keresztülvitelére kiváló jó alkalom volt az 1910 november 16.-i holdtöltekor és teljes holdfogyatkozásakor. A levegő ugyanis az egész jelenség tartama alatt nyugodt, tiszta és átlátszó volt, csupán a földárnyékba való lépéskor zavartak a felhők. A Hold a Taurus közelében volt, mely csillagzatnak több fehéres és vöröses-sárga csillagja van. Ezek színe tehát egyező volt a Hold színével, a mi lehetségessé tette e csillagoknál felmerülő visualis-photographikus csillagrendkülönbség nagyságával a Hold visualis magnitúdójának kiértékesítését is. A Holdnak a teljes fogyatkozásakor készült felvétele pedig a fényváltozás nagyságát adta meg. A levegő extinciójának azonos jellege meg csak emeli a megfigyelés megbízható-

ságát, mert a csillagfelvételek és a holdfelvételek ugyanazon este a levegő ugyanazon állapota mellett történtek meg.

E megfigyeléseim reductióját a következőkben bátorkodom a tekintetes Akadémia elé terjeszteni:

Észleléseim terve: A lemezekre készített photographikus ékek helyeinek csillagrendekben való kifejezésére az a Taurus-ról két csillagfelvételt készítettem 3—3 SCHWARZSCHILD-féle egyszeres fedéssel, a második lemezre még 5^h csillagidőkor, a teljes fogyatkozás idején, az egyszeres fedés künntartásával, 3^m26^s -val a Holdról csináltam felvételt a fényváltozás nagyságának megállapítására, végül egy harmadik lemezre 8^s künntartással 6^h52^m csillagidőkor a teljes Holdat fényképeztem le, a lemez széleit jól lefedve, hogy a teljes Hold fényességét is kiszámíthassam a lemez photographikus ékeivel.

A csillagfelvételeket a Hold nem zavarta, hisz az égbolt keleti fele alig volt megvilágítva a 4^h22^m és 4^h41^m csillagidőben történt felvételekor, mert a Holdnak igen kis sarlója volt, ezt is félárnyék takarta már, sőt a második felvételen az összes SCHWARZSCHILD-féle fedések a teljes fogyatkozás alatt készültek, mikor a beállt éjjeli sötétségben az égbolt leggyengébb csillagjai is kigyultak.

Az első két lemezen levő csillagfelvételek és skálák sötétedéseit igen nagy intervallumú ékkel mértem ki a HARTMANN-féle mikrophotometeren, hogy minél pontosabban megkaphassam az ékek szeleihez tartozó potsdami, illetve göttingeni csillagrendeket. E nagy intervallumú ék a harmadik lemezen levő Holdkép sötétedésénél gyengeségénél fogva nem volt használható. A Holdkép kimérésére kis intervallumú, erős sötétedésű éket kellett csinálnom, melylyel nemcsak a Holdképet, hanem az ékeket is kimérhettem. Eme erős sötétedésű ékkel a második lemezen levő ékek sötétedéseit is kimérvén, a kétféle sötétedésrendszer egymásba átvihető volt.

Az első mérőék az egyes lemezekben levő photographikus ékek azonos helyeire a következő sötétedéseket adta:

I. lemez.

S'	S	$S' - S$	$\frac{S' + S}{2}$
86·0	59·4	26·6	72·7
84·0	55·7	28·3	69·9
79·7	49·6	30·1	64·7
75·6	45·3	30·3	60·5
71·3	40·8	30·5	56·0
63·4	38·0	25·4	50·7

II. lemez

S'	S	$S' - S$	$\frac{S' + S}{2}$
88·0	66·7	21·3	77·4
85·0	61·6	23·4	73·3
77·6	54·8	22·8	66·2
75·0	48·0	27·0	61·5
65·7	43·7	22·0	54·7
56·4	41·3	15·1	48·9

III. lemez.

S'	S	$S' - S$	$\frac{S' + S}{2}$
81·0	57·0	24·0	69·0
79·0	53·4	25·6	66·2
71·2	50·4	20·8	60·8
67·2	46·7	20·5	56·9
62·3	41·8	20·5	52·0

A második, kis intervallumú ékkel a második lemezen levő ékek azonos helyeinek kiméréséből nyertem :

II. lemez.

S'_1	S_1	$S'_1 - S_1$	$\frac{S'_1 + S_1}{2}$
65·4	55·8	9·6	60·6
62·4	54·0	8·4	58·2
62·6	52·3	10·3	57·5
58·7	50·1	8·6	54·4
58·4	48·6	9·8	53·5
55·4	48·0	7·4	51·7
52·3	47·0	5·3	49·6
50·0	45·0	5·0	47·5

Az első mérőék adatainak egyesítéséből nyerjük, hogy

$S' - S$	$\frac{S' + S}{2}$	Az egyesített adatok száma
23·8	74·5	3
26·2	69·4	2
26·2	65·7	3
26·0	60·9	3
24·3	55·9	3
20·3	50·5	3

Ezen adatokkal előállítható sötétedési görbét két egyenesre bonthattam, melyek egyenletei:

$$S' - S = \frac{6\cdot5}{18} T + \frac{59\cdot5}{18}, \quad (7)$$

$$S' - S = -\frac{6\cdot5}{13} + \frac{793}{13}, \quad (8)$$

a hol $T = \frac{S' + S}{2}$.

E sötétedési egyenletekhez tartozó nagyságrend-egyenletekre kaptam:

$$m = [0\cdot7997] \log(T + 9\cdot2), \quad (9)$$

$$m' = [0\cdot6538_n] \log(T - 122) \quad (10)$$

egyenleteket, melyekben a []-ben levő mennyiségek logaritmikusok és a T az elsőnél 67 nagyságnyi sötétedésig, a másodiknál pedig ezen felül veendő.

A második mérőék adatainak egyesítéséből a sötétedési görbe pontjaira nyertem, hogy

$S_1 - S_1$	$\frac{S'_1 + S_1}{2}$	Az egyesített pontok száma
9·6	60·6	1
9·8	57·8	2
9·2	53·9	2
6·4	50·6	2
5·0	47·5	1

E pontokból nyert sötétedési görbét ismét két egyenessel helyettesíthetem, melyek egyenletei:

$$S_1'' - S_1 = \frac{5}{11} T - \frac{1775}{11}, \quad (11)$$

$$S_1'' - S_1 = -\frac{1.5}{20} T + \frac{286.25}{20}. \quad (12)$$

A (11) $T = 57.5$ -ig, a (12) pedig 57.5 -től nagyobb sötétedésekre alkalmazandó.

A (11), illetve (12)-hez tartozó magnitudo-egyenletek:

$$m^I = [0.6968] \log (T - 35.5), \quad (13)$$

$$m^I = [1.4881_n] \log (T - 190.8). \quad (14)$$

Az első éknél az m' magnitúdók m -re redukáltattak $D = 19.70$ különbséggel, a második éknél pedig $D' = 72.02$ különbséggel.

Az első éknél ugyanis $T = 67$ sötétedésre nyertem, hogy

$$\begin{aligned} m_{67} &= 11.86, \\ m'_{67} &= -7.84. \end{aligned} \quad (15)$$

A második éknél pedig $T = 57.5$ -re:

$$\begin{aligned} m^I_{57.5} &= 6.68, \\ m^I_{57.5} &= -65.34. \end{aligned} \quad (16)$$

Így tehát:

$$\begin{aligned} m' + D &= m, \\ m^I + D' &= m^I \end{aligned} \quad (17)$$

összefüggések alkalmazandók az egységes rendszerű reduciónál.

Az I. és II. lemez emez egységes reducióját az I. táblázatban foglaltam össze, melyben az első rovat a csillagokat a «Bonner Durchmusterung» számával adja a szokásos módon, az utána következő 6 rovat az I. és II. lemez reduciós adatait szolgáltatja az első mérő ék szerint a (9), illetve (10) alapján egységes rendszerre átszámítva, a 8. rovat a «Potsdamer Durchmusterung» jellemzőit tünteti fel, míg a 9. a göttingeni kir. tudós Társulat kiadványában megjelent «Actinometrie der Sterne der B. D. bis zur Grösse 7.5 in der Zone 0° bis $+20^\circ$ Deklination» jellemzőit.

I. táblázat.

A csillag Bonn. Durch. száma	I. lemez			I. lemez			A csillag Potsd. Durch. fényessége és színe	A csillag photographikus fényessége Gött. Actinometrie der Sterne von K. Schwarzschild.
	a felvétel csill. ideje	sötétedés	fényesség	a felvétel csill. ideje	sötétedés	fényesség		
BD 16·629		78·0	12·41		80·0	12·47	1·18RG	—
« 15·665		45·0	10·93		45·2	10·95	5·30GW	5·71
« 15·666		47·0	11·04		48·0	11·08	4·94GW	5·33
« 14·720		47·4	11·04		47·1	11·04	4·00G	5·42
« 15·631		59·1	11·56		65·0	11·79	4·90W	4·36
« 15·632	4h 22m	44·2	10·89	4h 41m	48·0	11·08	3·78W	5·47
« 15·625		49·6	11·15		51·2	11·23	4·81GW	5·28
« 15·612		46·4	11·00		49·0	11·13	3·98WG	5·33
« 15·637		46·0	10·98		47·5	11·05	5·02W	5·45
« 17·719		55·4	11·41		57·4	11·50	4·56W	4·89
« 18·640		49·0	11·13		47·7	11·07	3·88WG	5·24
« 12·618		51·3	11·24		51·8	11·26	4·68W	4·95

A fényesség reductiójára használt ékek sötétedését, fényességét a (9), illetve (10) szerint az I., illetve II. lemezre a következő adatok adják:

	I. lemez		II. lemez		A redukált fényesség
Az ékek szélének sötétedése — —	86·0	59·4	88·0	61·6	12·60
Az ékek szélének fényessége — —	12·60	11·59	12·69	11·67	12·68

A redukált fényességet úgy nyertem, hogy az egyszeres künntartással készült ék szélét a háromszoros künntartására számítottam át.

A két lemezen levő ékek egyesített fényessége tehát az önkényes kezdőértékű rendszerben: 12·64.

A fenti csillagoknak a göttingeni photographikus rendszerre való átszámítására találtam, hogy 5·22 göttingeni nagyságrend = 11·16 önkényes kezdőértékű nagyságrenddel, közepeket képezvén a göttingeni és általam számított nagyságrendekből.

Így tehát a fenti csillagok magnitudoja a göttingeni photographikus rendszerben megfigyeléseim szerint:

		Eltérés
<i>BD</i> 16·629	3·94	—
« 15·665	5·32	−0·27
« 15·666	5·44	+0·01
« 14·720	5·32	+0·12
« 15·631	4·70	−0·34
« 15·632	5·40	−0·07
« 15·625	5·19	+0·09
« 15·612	5·32	+0·01
« 15·637	5·36	+0·09
« 17·719	4·94	−0·05
« 18·640	5·27	+0·03
« 12·618	5·13	+0·18

Ezen értékek tehát igen jól vágnak SCHWARZSCHILD adataival.

Az I. és II. lemezen az ékek széle (vége) göttingeni rendszerben:

3·74 nagyságrend.

A III. lemez reductiós adatait a II. táblázatban állítottam össze.

II. táblázat.

A mért objectumok megnevezése	Sötétedés	Fényesség	A redukált fényesség
A 8 secundás holdkép a 2. mérő ékkel	79·0	9·01	17·38
Az 1. ékkel mért 1-szeres ék	57·0	11·48	} 12·45
« 1. « « 3-szoros ék	81·0	12·43	
A 2. ékkel mért 1-szeres ék	52·4	6·11	} 12·64
« 2. « « 3-szoros ék	60·2	7·06	

Itt a redukált fényesség a 3-szoros künttartásra átszámított fényesség az első mérőékre vonatkozólag.

Mivel az I. és II. lemeznél az összehasonlításul szolgáló ékek szélének (az ékek végének) fényessége 12·64 nagyságrend, mivel továbbá a III. lemeznél is ugyanazon lángmagasságnál

készültek az ékek, azért a II. táblázatba foglalt fényességekhez 0·19 nagyságrend adandó. E szerint a Holdkép területegységének fényessége az ékek végeihez viszonyítva: 5·12 nagyságrend. A kimért felület, mint területegység, a SCHWARZSCHILD-féle eljárással készült négyzetekbe írható kör területeként adódott a HARTMANN-féle mikrophotometeren a kimérésnél. E négyzetek oldalát a KONKOLY-féle comparatoron kimérve 0·40 mm-nek találtam.

Ezek után a teljes Holdkép fényességét a Holdkép erősségére érvényes

$$Q = kI \cdot f \quad (18)$$

összefüggésből állapítottam meg, melyben I a Holdkép területegységének fényerőssége, f a Holdkép területe, k arányossági tényező. A Holdkép átmérőjét ugyancsak a KONKOLY-féle comparatorral 5 mm-nek találtam. A (18) alatti összefüggést a 0·1257 mm²-nyi területegységre és a teljes Holdképre alkalmazva a fenti adatokból kaptam, hogy a teljes Holdkép magnitúdója és a teljes Holdkép területegységének nagyságrendje között:

$$m - m_H = 10·59 \quad (19)$$

összefüggés áll fönn, a hol $m = -5·12$ nagyságrend az ék végéhez viszonyítva. A lemezeken levő ékek végéhez viszonyítva tehát a teljes Hold fényessége: $-15·71$ nagyságrend. A göttingeni rendszerben azonban az ékek végét 3·74 mg-nak találtam; így tehát a teljes Hold fényessége göttingeni rendszerben:

$$-11·94 \text{ magnitudo.} \quad (20)$$

Ha ehhez még a Hold zenitthávolságához tartozó $-0·19$ extinctio-javítást hozzáadjuk, nyerjük a végleges fényességre:

$$-12·19 \text{ mg} \quad (21)$$

értéket 1910 november 16.-ára, mely a Hold sárgásfehér színe folytán visualis fényességnek is tekinthető az észlelés napjára.

Ha Δ_0 a Hold közepes távolsága a Földtől, r_0 a Föld közepes távolsága a Naptól, Δ és r pedig az észlelés napján érvényes távolságok, akkor az

$$\frac{1}{0.4} \log \frac{d_0^2 r_0^2}{d^2 r^2} \quad (22)$$

javítás tekintetbe vételével a Hold fényessége a közepes távolságban lesz:

$$-11.94 \text{ mg,}$$

mely érték a BOND-féle visualis értékkel teljesen egyezik.

A *Hold fényessége teljes fogyatkozáskor*. A teljes Hold fényességének meghatározása után a MARTENS-féle sötétedésmérővel megállapítottam a Hold nagyságrendjét a teljes fogyatkozás idején. E célból a lemezen levő ékeken megmértem 5 helyen a sötétedés fokát, hogy meghatározhassam a fogyatkozáskor és a holdtöltekor készült Holdképek sötétedésének fokából a fényváltozás nagyságát. Az összehasonlítás végett meg kellett természetesen mérnem a III. lemezen is az összehasonlító ékek végének sötétedési fokát.

A mérés adatait a III. táblázatba foglaltam.

III. táblázat.

A kimért objectumok	A Martens-féle sötétedésmérő adatai fokokban					A sötétedések foka				
	1	2	3	4	5					
A 3-szoros künn tartású ék öt helyének adatai	55.0	47.0	43.2	37.8	33.3	4.15	3.12	2.73	2.27	1.92
Az 1-szeres ék öt helyének adatai a II. lemezen	40.0	32.5	29.7	26.6	23.4	2.44	1.85	1.66	1.46	1.26
A szoros ék végének adata a II. lemezen	46.0	—	—	—	—	3.01	—	—	—	—
az 1-szeres ék végének adata a II. lemezen	32.0	—	—	—	—	1.81	—	—	—	—
A fogyatkozásban a Holdkép adata	22.0	—	—	—	—	4.15	—	—	—	—
Holdtöltekor a Holdkép adata	78.0	—	—	—	—	2.44	—	—	—	—

A MARTENS-féle sötétedésmérő adata a lemezek azon helyein, melyeket fényhatás nem ért:

$$\alpha_0 = 19.0. \quad (23)$$

A MARTENS-féle sötétedésmérő adataiból a sötétedések foka,¹ azaz azon inger (sötétedés), mely a photographikus fényességet szüli:

$$s = \log \cot \alpha_0 - \log \cot \alpha. \quad (24)$$

A sötétedésekből az egyszeres és háromszoros ékek fényességkülönbsége:

$$1.10 \text{ nagyságrend.} \quad (25)$$

Így tehát a sötétedésekből előállított magnitudogörbe egyenlete lesz:

$$m = [0.5303] \log (S - 0.66), \quad (26)$$

a hol a [] kifejezés logaritmus.

Ezek alapján a végleges reductio adatai:

1. A fogyatkozáskor készült Holdkép fényessége ...	—0.99	}	(27)
2. A holdtöltekor készült teljes Holdkép (8 secun-			
dás) fényessége _ _ _ _ _	3.78		
3. Reductio 3 ^m 26 ^s -ra _ _ _ _ _	3.00		
4. A két lemez ékvégeinek különbsége mg-ban _	0.62		

Ennélfogva a (27) alapján a teljes Holdkép fényességéhez képest a fogyatkozásban levő Hold fényessége:

$$8.39 \text{ mg-val}$$

gyengébb. A teljes Hold zenithalis fényessége göttingeni rendszerben azonban —11.94; tehát a fogyatkozáskor a Holdkép fényessége göttingeni rendszerben:

$$-3.55 \text{ mg.} \quad (28)$$

A (28) alatti photographikus adatból a visualis fényességet is megállapíthatjuk, ha a Holdkép színének megfelelő javítást alkalmazzuk. A fogyatkozásban a félárnyékban levő mintegy

¹ A sötétedésre vonatkozó részletes felvilágosítást lásd a szerző «a levegő photographikus extinciója a különböző hullámhosszaknál» című 1910 nov. 14.-én bemutatott értekezésében.

100 fokos sarló színe fehéres sárga volt, a többi rész pedig rézvöröses.

A Taurus kimért fehéressárga csillagaiból — — — 1·44

A Taurus kimért α Tauri vöröses csillagából — 2·76

nagyságrendkülönbség állapítható meg. E correctiókból a Hold-kép visualis fényessége a fogyatkozáskor :

potsdami — 5·65 nagyságrend.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 február 13.-án tartott üléséből.)

elemektől, másfelől attól, hogy az (1) alatti többértékű algebrai iterationál successive az $(i+1)a_v$ mely értékét választjuk.

Most a (2) következő általánosítását bizonyítom be.

Legyenek i_1, i_2, i_3, \dots pozitív, véges λ határ alatt maradó egész számok:

$$i_1, i_2, i_3, \dots \text{ in } \text{inf.} < \lambda, \tag{3}$$

Gondoljuk, hogy a fenti matrixot az (i_1+1) -ik sornál megszakítjuk és az első sorát töröljük. Marad

$$\begin{matrix} {}^{(1)}a_1, & {}^{(1)}a_2, & \dots, & {}^{(1)}a_n, \\ {}^{(2)}a_1, & {}^{(2)}a_2, & \dots, & {}^{(2)}a_n, \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ {}^{(i_1)}a_1, & {}^{(i_1)}a_2, & \dots, & {}^{(i_1)}a_n. \end{matrix}$$

E matrix elemei közül *egészen tetszőlegesen* ragadjunk ki n -et. Ez (sorrendtől eltekintve), mivel ismétlések is meg vannak engedve

$$(ni_1+n-1)_n$$

félekép lehetséges. Legyenek a kiragadott elemek b_1, b_2, \dots, b_n . Ezekből kiindulva alkossunk újra az (1) alatti algorithmussal egy (i_2+1) soros matrixot, melyből az első sort b_1, b_2, \dots, b_n törölve, maradjon

$$\begin{matrix} {}^{(1)}b_1, & {}^{(1)}b_2, & \dots, & {}^{(1)}b_n, \\ {}^{(2)}b_1, & {}^{(2)}b_2, & \dots, & {}^{(2)}b_n, \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ {}^{(i_2)}b_1, & {}^{(i_2)}b_2, & \dots, & {}^{(i_2)}b_n. \end{matrix}$$

Ebből újra egészen tetszőlegesen ragadjunk ki n elemet c_1, c_2, \dots, c_n . Ezekből kiindulva alkossunk újra az (1) alatti algorithmussal egy (i_3+1) soros matrixot, melyből az első sort törölve, a megmaradtak közül egészen tetszőlegesen ragadjunk ki n elemet. És így tovább a (3) alatti végtelen sornak megfelelően.

Áttekinthetőség végett írjuk, hogy

$${}^{(0)}a_v = {}^{(0)}a_v, \quad b_v = {}^{(1)}a_v, \quad c_v = {}^{(2)}a_v, \dots \\ (v=1, \dots, n)$$

A kiragadott elemek a következő végtelen matrixot alkotják:

$$\begin{array}{ccccccc}
 {}^{(0)}a_1, & {}^{(0)}a_2, & \dots, & {}^{(0)}a_n, & & & \\
 {}^{(1)}a_1, & {}^{(1)}a_2, & \dots, & {}^{(1)}a_n, & & & \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\
 {}^{(i)}a_1, & {}^{(i)}a_2, & \dots, & {}^{(i)}a_n, & & & \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot &
 \end{array}$$

A *bebizonyítandó általánosítás szerint mindig léteznek*
 $\lim_{i=\infty} {}^{(i)}a_\nu$ ($\nu=1, \dots, n$) és

$$\lim_{i=\infty} {}^{(i)}a_1 = \lim_{i=\infty} {}^{(i)}a_2 = \dots = \lim_{i=\infty} {}^{(i)}a_n. \quad (4)$$

A *legelső matrixhoz s így (4) helyett a (2)-höz jutunk, hogy ha például*

$$i_1 = i_2 = i_3 = \dots \text{ in inf. } = 1, \quad (5)$$

*és mindig a megmaradt matrix első sorának valamennyi elemét ragadjuk ki.*¹

Természetesen a (4) alatti általánosabb esetben a közös határ értéke nemcsak a (2)-nél említett tényezőktől (kezdőelemek, az algorithmus többértékűsége), hanem attól is függ, hogy esetről-esetre mely n elemet ragadunk ki.

2. A bizonyítás így történhetik.

Az (1)-ből

$$|{}^{(i+1)}a_\nu| \leq \frac{1}{(n)_\nu} \sum |{}^{(i)}a_{r_1} {}^{(i)}a_{r_2} \dots {}^{(i)}a_{r_\nu}|. \quad (6)$$

A Max. = maximum jel a következőkben mindig a ν alsó indexre vonatkozzék. Például $\text{Max } |{}^{(i)}a_\nu|$ jelentse az $|{}^{(i)}a_1|, |{}^{(i)}a_2|, \dots, |{}^{(i)}a_n|$ -ek közül egy bizonyos i mellett azt, a melyiknél közöttük nagyobb nincs, illetőleg ezek egyikét, ha több van ilyen.

A (6)-ból, mivel a summatio jel alatt $(n)_\nu$ számú ν dimenziójú tag áll,

$$\text{Max } |{}^{(i+1)}a_\nu| \leq \text{Max } |{}^{(i)}a_\nu|.$$

E szerint létezik

$$\lim_{i=\infty} \text{Max } |{}^{(i)}a_\nu|.$$

¹ Ha csak ez utóbbi kiragadáshoz ragaszkodunk, de a képzelet fixirozása végett fölvevtt (5) nem áll, akkor is a (2)-höz jutunk.

Tekintve az ${}^{(i)}\alpha$ -k jelentését, nyilván náluk is

$$\text{Max } |{}^{(i+1)}\alpha_v| \leq \text{Max } |{}^{(i)}\alpha_v|, \quad (7)$$

és így itt is létezik

$$\lim_{i=\infty} \text{Max } |{}^{(i)}\alpha_v| = r. \quad (8)$$

Ha $r=0$, akkor (4) a (8)-ból közvetlenül adódik. Legyen tehát $r>0$. Először azt mutatjuk ki, hogy

$$\lim_{i=\infty} |{}^{(i)}\alpha_1| = \lim_{i=\infty} |{}^{(i)}\alpha_2| = \dots = \lim_{i=\infty} |{}^{(i)}\alpha_n|. \quad (9)$$

3. Írjuk

$$\text{Max } |{}^{(i)}\alpha_v| = M_i, \quad \text{Min } |{}^{(i)}\alpha_v| = m_i,$$

hol a Min. = minimum jel hasonló értelemben veendő, mint a Max. jel.

Ha van oly I szám, hogy

$$m_i \geq r$$

mihelyt $i>I$, akkor a (7)-re való tekintettel

$$M_i \geq M_{i+1} \geq m_{i+1} \geq r. \quad (i>I)$$

A (8) alapján ebből a (9) következik.

Ha pedig tetszőleges I számhoz tartozik oly $i>I$, miszerint

$$m_i < r,$$

akkor két eset lehetséges:

I. Van oly i -től független, lényegesen pozitív ρ , miként tetszőleges nagy i -k mellett

$$m_i \leq r - \rho. \quad (10)$$

II. Nincs ilyen ρ szám.

A II. esetben evidens a (9). Ezt tehát még csak az I. esetben, mikor is áll a (10), kellene bebizonyítani; de az I. ellenmondáshoz vezet a következő módon:

4. Gondoljunk fölírva azt a matrixot, melyet az

$${}^{(i)}\alpha_1, {}^{(i)}\alpha_2, \dots, {}^{(i)}\alpha_n$$

elemekből kiindulva alkotunk. Ennek elemei közül valók

$${}^{(i+1)}a_1, {}^{(i+1)}a_2, \dots, {}^{(i+1)}a_n.$$

Ha e matrix második sorának¹ abszolút értékre nézve legnagyobb elemei egyikét

$$\frac{1}{(n)_v} \sum {}^{(i)}a_{r_1} {}^{(i)}a_{r_2} \dots {}^{(i)}a_{r_v}$$

szolgáltatja, akkor a 2. pont alattiak szerint

$$M_{i+1}^r \leq \frac{1}{(n)_v} \sum |{}^{(i)}a_{r_1} {}^{(i)}a_{r_2} \dots {}^{(i)}a_{r_v}|.$$

A jobb oldalon különvéve azokat a tagokat, melyekben m_i szerepel, lesz egész röviden írva

$$M_{i+1}^r \leq \frac{1}{(n)_v} [m_i \Sigma + \Sigma].$$

Az első summatio jel alatt $(n-1)_{v-1}$, a második alatt $(n-1)_v$ számú tag van. E tagokban minden $|{}^{(i)}a_v|$ helyett M_i -t téve, még inkább

$$M_{i+1}^r \leq \frac{1}{(n)_v} [m_i (n-1)_{v-1} M_i^{v-1} + (n-1)_v M_i^r].$$

Ebből egyszerű számítással

$$n M_{i+1}^r \leq \nu m_i M_i^{v-1} + (n-\nu) M_i^r. \quad (11)$$

A hátralevő I. esetben végtelen sok i mellett áll a (10).

Vegyük a (11)-et ezeknél az i -knél. Ekkor, mivel (7) és (8) szerint

$$m_i \leq r - \rho \leq M_i - \rho,$$

azért (11)-ből

$$\nu \rho M_i^{v-1} \leq n (M_i^r - M_{i+1}^r).$$

Az

$$M_i^r - M_{i+1}^r = (M_i - M_{i+1}) (M_i^{v-1} + M_i^{v-2} M_{i+1} + \dots + M_{i+1}^{v-1})$$

identitásból az

$$M_i \geq M_{i+1}$$

segélyével

$$M_i^r - M_{i+1}^r \leq \nu M_i^{v-1} (M_i - M_{i+1}).$$

¹ Első sora: ${}^{(i)}a_1, {}^{(i)}a_2, \dots, {}^{(i)}a_n$.

Tehát, mivel most

$$M_i \geq r > 0$$

s így $\sqrt[n]{M_i^{r-1}}$ -el oszthatunk,

$$M_i - M_{i+1} \geq \frac{\rho}{n}. \quad (12)$$

Ez végtelen sok i mellett áll. A jobb oldal i -től független, lényegesen pozitív szám lévén, végesszámú oly i -n való áthaladás után az

$$M_0 \geq M_1 \geq \dots \geq M_i \geq \dots \text{ in inf. } \geq r$$

sorozattal ellenmondásba jutva, r -nél kisebb M_i -hez érünk. Ez mindenesetre legkésőbb

$$E\left(\frac{M_0 - r}{\rho : n}\right)$$

számú lépés után bekövetkezik, ha $E(x)$ szokásosan a legnagyobb pozitív egész számot jelenti, mely nem nagyobb a pozitív x -nél.

Az I. lehetetlen lévén, a (9) teljesen be van bizonyítva.

5. A (9)-et (4)-re kiegészítő

$$\lim_{i=\infty} \text{arc } {}^{(i)}a_1 = \lim_{i=\infty} \text{arc } {}^{(i)}a_2 = \dots = \lim_{i=\infty} \text{arc } {}^{(i)}a_n \quad (13)$$

egyenlőségeket, ha például minden arcust nem negatívnak és 2π -nél kisebbnek veszünk, néhány szóval elintézhethetjük.

Nyilvánvaló az előbbieik alapján, hogy a tárgyalandó $r > 0$ esetben elég nagy i -től kezdve nemcsak az $|{}^{(i)}a_r|$ -k vannak tetszőleges közel az r -hez, hanem a belőlük keletkező, a (3) szerint legfeljebb λ sorból álló matrixok valamennyi elemének abszolút értéke is. Ekkor azonban az a bebizonyítás, melyet az (5)-nél részletezett

$$i_1 = i_2 = i_3 = \dots \text{ in inf. } = 1$$

esetben adtam,¹ közvetlenül alkalmazható és a (11)-hez vezet. Ezzel a (4) minden részében be van bizonyítva.

¹ Math. és Természettud. Ért. XXVI, p. 235—238.

ADATOK A MERMITHIDAE-CSALÁD ÉDES VÍZBEN ÉLŐ FAJAINAK ISMERETÉHEZ.

Négy táblával.

DADAY JENŐ r. tagtól.

Két évvel ezelőtt ZCHHOKKE FR. baseli- és FUHRMANN O. neuchateli egyetemi tanár a vierwaldstädti és neuenburgi tóból gyűjtött szabadon élő Nematodák tanulmányozására és meghatározására kért fel. A kezemhez jutott anyag feldolgozásához csak a múlt év tavaszán kezdhettem s ekkor nem csekély meglepetésemre azt találtam, hogy a máskülönben gazdag anyag szabadon élő Nematodát csak igen keveset, de annál több *Mermithidae*-félét tartalmaz. A *Mermithidae*-félék meghatározása folyamán végzett tanulmányaim oly gazdag eredményhez jutattak, hogy czélszerűnek, sőt szükségesnek látom azt az alábbiakban monographice is ismertetni, illetőleg a részletekre térés előtt, tanulmányaim alapján, a *Mermithidae*-családra vonatkozó általános adatokat röviden összegezni.

A *Mermithidae*-család fajai, mint az a DUJARDIN F. (1842), v. SIEBOLD TH. (1842—1858) és a későbbi bűvárok egész sorának: CORTI E., LINSTOW O. v., KOHN, MEISSNER, RAUTHER, DE MANN stb.) vizsgálatai alapján általánosan ismeretes, a *Nematohelminthes* féregosztálynak egyik igen érdekes csoportját alkotják. Érdekessé teszi ezt a kis állatcsoportot az életmód. Valamennyi faj ugyanis, a *Gordiacea*-csoporthoz hasonlólag, fiatal, lárva állapotán izeltlábúakban és kivételesen csigákban élőködik, míg idősebb lárvaállapotán és ivaréretten részint a nedves földben, részint a vizek iszapjában szabadon él. A mostanáig ismertetett 38 faj közül két faj ivarérett példányai nedves föld-

ből, 21 faj lárva állapotban különböző gazdaállatokból (rovarok, pókok, bolharák, csigák), 13 faj ivarérett példányai vízből, illetőleg iszapból és két faj lárvaállapotban vízi rovarlárvákból (*Chironomus*, *Simulia*) ismeretes.

A vizek iszapjában lakó *Mermithidae*-félékre vonatkozó legelső ismereteket DUJARDIN F.-nak köszönjük 1845-ből (5), a ki *Filaria aquatilis* és *Filaria lacustris* név alatt a LINSTOW O. v. nyomán ma *Paramermis aquatilis* (DUJ.) néven ismert fajt írta le. LEIDY I. 1852—57-ben a vizekben élő *Mermis elongata* LEIDY, *Mermis crassicaulata* LEIDY és *Mermis ferruginea* LEIDY-fajokról tesz említést (27.), melyeket előbb önállóaknak, majd pedig a *Mermis albicans* varietásainak jelzett, de LINSTOW O. v. szerint épen életmódjuk miatt tényleg önálló fajok gyanánt tekintendők (16. p. 157.). SCHNEIDER A. 1866-ban *Mermis lacimulata* név alatt egy új fajnak ismerteti mindkét ivaregyénét a termőhely megjelölése nélkül (23. p. 178. Tab. 14. fig. 5—7), a melyet LINSTOW O. v. szintén vízben élőnek nyilvánít (p. 390.). FEDTSCHENKO 1874-ben turkestani termőhelyről egy *Mermis explicans* nevű fajt említ (8.), de mint LINSTOW O. v. hangsúlyozva megjegyzi, leírás nélkül (13. p. 154.). A vizekben tenyésző fajok legnagyobb részének ismertetését LINSTOW O. v. munkásságának köszönhetjük, a ki 1883. évi ide vonatkozó első közleményében (11. p. 300—301.) turkestani termőhelyekről a *Mermis paludicola*-, *Mermis acuminata*- és *Mermis rotundata*-új fajokat írta le, de a két utolsóra megjegyzi, hogy «Fundort unbekannt» és «Der Fundort ist nicht angegeben». (11. p. 301—302.) LINSTOW O. v. 1889. évi második közleményében a *Mermis contorta* és *Mermis crassa* új fajok leírását adja (12. p. 391, 392. Tab. 22. fig. 1—8.) s ezek közül az utóbbinak anatómiai viszonyait részletesebben is ismerteti. Nagyjelentőségű a *Mermithidae*-félékre vonatkozó ismeretek sorában LINSTOW O. v.-nak 1899-ben megjelent összefoglaló dolgozata (16. p. 149. Tab. 8.), a melyben az addig ismert fajok részletesebb, vagy rövidebb leírása mellett összegezi a *Mermis*-fajok anatómiai viszonyaira vonatkozó adatokat s a vizekben tenyésző 10 fajt mutat be a nedves földben élőkön és a különböző gazdaállatokban élősködő lárvaalakokon kívül. Egyik nagy előnye e dol-

gozatnak az is, hogy felöleli a korábbi, idevonatkozó teljes irodalmat és megállapítja a synonymeket. Igen fontos lépést tett LINSTOW O. v. e. dolgozatában akkor, mikor a him spiculumainak számára való tekintettel felállította s illetőleg a *Mermis*-genustól elkülönítette a *Paramermis*-genust, a melynek himjei csupán egyspiculumosok, szemben a kétspiculumos tulajdonképeni *Mermis*-fajokkal. A nemek és fajok ismeretét tovább gyarapítja LINSTOW O. v. 1904. évi dolgozata is (17.), a melyben a *Neomermis macrolaimus* új genus és faj, továbbá a *Mermis piscinalis* és *Pseudomermis Zykoffi* de MAN fajok leírását nyújtja; illetőleg az utóbbi faj ivarérett nőtényét mutatja be. Az említetteken kívül LINSTOW-nak azonban még néhány más olyan dolgozata is jelent meg, a mely *Mermithidae*-félék ismertetésével foglalkozik (13., 14., 15., 18., 19.), ezek azonban legnagyobbrészt lárvákra vonatkozó adatokat nyújtanak.

A vizekben élő *Mermithidae*-félék genus- és fajszaámát újabban CORTI E. és MAN I. G. de gyarapítja. CORTI E. 1902-ben részletesen ismerteti a *Hydromermis rivicola* új genusnak és fajnak lárváit és kifejlődött ivaregyéneit (2.). MAN I. G. de pedig 1903-ban felállítja a *Pseudomermis*-genust és a *Zykoffi* fajnak a lárváját írja le (20.), melynek ivarérett nőtényét LINSTOW O. v. találta meg (17.).

Meg kell még említenem a KOHN F. G. 1905. évi dolgozatát (9.), a melyben egy *Mermithida*-félének, szerinte a *Paramermis contorta* (v. LINST.) fajnak anatómiai ismertetését adja. E dolgozat alkalmat adott LINSTOW O. v. (18.) és CORTI E. (3.) polemikus felszólalásának s az utóbbi megállapítja, hogy a KOHN-féle *Paramermis contorta* (LINST.) nem azonos a *Mermis contorta* LINST. fajjal, sőt nem tartozik sem a *Mermis*-, sem a *Paramermis*-genusba, hanem a *Hydromermis*-genus egy új képviselője.

A test alakja általában.

A vizekben tenyésző *Mermithidae*-félék anatómiai viszonyait, a nemek és fajok megkülönböztetésénél követendő s illetőleg tőlem követett irányelvek megokolása kedvéért, saját vizs-

gálataim alapján s az irodalom ide vonatkozó adatainak kellő figyelembe vételével, a következőkben foglalhatom össze.

Úgy a már teljesen ivarérett példányok teste, valamint a szabadba s illetőleg vízbe jutott különböző fejlettségi fokon levő lárváké is, kivétel nélkül hengeres, fonálforma, de hossza és átmérője igen tág korlátok között ingadozik. A tölem vizsgált összes ivarérett példányok testének hossza 7.5—23 mm között ingadozik s e határok között áll a lárváké is. A fajok között legrövidebb testű a *Hydromermis conura* DAD. s a leghosszabb testű a még nagyon fiatal *Limnomermis uncata* DAD. A más bűvároktól vizsgált ivarérett és lárvapéldányok testhossza 8—330 (596) mm között ingadozik, illetőleg a fajok között legrövidebb testű a *Mermis-Limnomermis aquatilis* (DUG.) és leghosszabb a *Mermis lacunculata* SCHNEID.; mert a LEIDY-féle *Mermis ferruginea*-lárva 596 mm, hosszúsága nehezen képzelhető el. Ezt az adatot már LINSTOW O. v. felkiáltó jellel látta el s azt hiszem, hogy inkább szabadba vándorló *Gordiüs*-ről van szó, mint valódi *Mermis*-ről. A test átmérője már ugyanazon faj testének más-más tája szerint is nagy mértékben változik. Általában legvékonyabb a test mellső vége a száj körül s a papillák táján, legvastagabb a nőtényeken a vagina fekvésénél, a hímeken ellenben a két here egyesülésénél s az ivarnyílás táján. A tölem vizsgált fajok ivarérett példányai között a legkisebb átmérőjű 0.13 mm (*Limnomermis limnobia* DAD.), a legnagyobb átmérőjű 0.35 mm (*Bathymermis helvetica* DAD.), míg a fiatal példányok között a legkisebb átmérőjű 0.08 mm (*Limnomermis ensicauda* DAD.) s a legnagyobb átmérőjű 0.28 mm volt. (*Limnomermis uncata* DAD.) A más bűvároktól vizsgált fajok és példányok között legkisebb átmérősök találkoztak a KOHN-tól vizsgáltak között (0.07 mm) és legnagyobb átmérősnek bizonyult a *Puramermis crassa* (LINST.) 0.9 mm átmérővel. A bűvárok adatai között különben találunk olyant is, a mely szerint a lárva kevéssel nagyobb az ivarérett egyénnél, ez az eset ismeretes a *Pseudomermis Zykoffi* de MAN-fajtól, melynek lárvája de MAN szerint 11 mm, míg ivarérett nőténye LINSTOW v. szerint csak 10.3 mm hosszú.

A test mellső vége rendszeren vékonyabb a test középrészé-

nél s már a papillák öve előtt, illetőleg a szájnylás körületen kezd vékonyodni, kivételesen azonban az is előfordul, hogy a test mellső vége csak a papillák öve mögött kezd megvékonyodni s illetőleg a fejevég itt mintegy befűződik. (*Eumermis gracilis* DAD. Tab. 4. Fig. 14.) és *Mermis paludicola* v. LINST. (11. Tab. 9. fig. 42.) A fejevég s illetőleg a szájnylás kerülete legtöbbször többé-kevésbé ívesen kiemelkedett és kerekített, néha némileg kúpformán kiemelkedett (*Limnomermis limnobia* DAD. Tab. 1. Fig. 7.), majd csaknem egyesre metszett (*Bathymermis helvetica* DAD. Tab. 3. Fig. 10. és *Limnomermis gracilis* DAD. Tab. 2. Fig. 9.), végre karélyokra tagoltnak is mutatkozik (*Eumermis gracilis* DAD. Tab. 4. Fig. 14. és *Mermis paludicola* v. LINST. (11. Tab. g. Fig. 42)).

A fejevég a papillák öve mögött rendszeren hátrafelé fokoztatatosan vastagodik, néha azonban a papillák öve mögött előbb kissé befűződik, illetőleg megvékonyodik s csak azután kezd vastagodni. Ebben az esetben a fejevég nyakrészlet látszik elkülönültnek (*Eumermis gracilis* DAD. Tab. 4. Fig. 14.; *Hydromermis bathycola* DAD. Tab. 4. Fig. 6. *Mermis paludicola* v. LINST. (11.) Tab. 9. Fig. 42.; *Limnomermis gracilis* DAD. Tab. 2. Fig. 9.; *Limnomermis ensicauda* DAD. Tab. 2. Fig. 5. és *Limnomermis curvicauda* DAD. Tab. 2. Fig. 3.)

A test hátulsó, illetőleg farkvége minden esetben megvékonyodott, néha a fejevénél is vékonyabb. A teljesen ivarérett him és nőstény példányok farkvége alak tekintetében csak csekélyfokú eltérést mutat, általában tompábban, vagy hegyesebben kerekített csúcsú kúphoz hasonlít, de míg hátoldali szegélye szabály szerint lejtősen íves, addig hasoldali szegélye egyenes. A *Limnomermis limnetica* DAD. azonban e szabály alól kivétel, a mennyiben míg nőstényének farkvége kúposan kerekített (Tab. 1. Fig. 15.), addig himjének farkvége tényleg hegyes kúpot alkot. (Tab. 1. Fig. 13.) Találkozik a fajok között olyan is, a melynek ivarérett nőstényei farkvégükön nem egyszerűen kerekítettek, hanem a farkvég a hasoldali szegély folytatásában gyengébb, vagy erősebb, kúpforma kiemelkedéssel fegyverzett, mint a *Hydromermis annulosa* DAD. Tab. 4. Fig. 5. és *Hydromermis acuminata* DAD. Tab. 4. Fig. 2.

A még nem teljesen ivarérett példányok, mint azt már a korábbi búvárok közül LINSTOW O. v. is megállapította (12. 16.), farkvégük szerkezete alapján is könnyen megkülönböztethetők az ivarérettektől. A tölem vizsgált fiatal, még nem ivarérett példányok között találtam ugyanis egy olyan himet, a melynek farkvége hosszan kihegyesedett (*Linnomermis aculicauda* DAD. Tab. 2. Fig. 2.); találtam továbbá olyan fiatal nőtényt, melynek farkvége rövid törhöz hasonlított s mellette olyan fiatal himet, melynek hosszú, erősen elvékonyodó farknyújtványa volt. (*Linnomermis ensicauda* DAD. Tab. 2. Fig. 8.) Az épen említett fiatal hímhez hasonlít farkvége tekintetéből a *Linnomermis bathybia* DAD. még nem ivarérett nőténye is, de farka rövidebb, gyengén fölfelé íves. (Tab. 1. Fig. 4.) A *Bathymermis helvetica* DAD. még nem ivarérett nőténye farkvégének legkiemelkedőbb csúcsán vékony, S-formán görbült kutikula tüskét visel. (Tab. 3. fig. 16.) A *Linnomermis curvicauda* DAD. még nem ivarérett himjének farkvége meglehetősen hosszú, fokozatosan vékonyodó, alá- és előfelé görbült kutikulanyújtványba folytatódik. (Tab. 2. Fig. 4.) Igen sajátosságos végre a *Linnomermis uncata* DAD. még nem ivarérett nőtényének a farkvége, amelyben legkiemelkedőbb csúcspontján horogforma, elkülönült alapról egy rövid, előre görbült kutikula-horog emelkedik. (Tab. 2. Fig. 14.)

A test farkvégét illetőleg meg kell még jegyezni azt, hogy valamennyi faj valamennyi példányán kisebb-nagyobb mértékben befele kunkorodottnak találtam s így ez a körülmény a fajleírás folyamán egyáltalán semmi jelentőséggel nem bírhat. E mellett példányaim között találkoztak olyanok, a melyeknek fej- és farkvége a test közepétől kezdve egyforma hosszúságban és egyformán be volt kunkorodva s végre olyanok is, a melyeknek teste egy egész spiralist írt le.

A testtakaró a hosszkötegekkel.

A *Mermithidae*-félék testtakarójának szerkezetét illetőleg a búvárok véleménye némileg eltérő. DUJARDIN F. a *Mermis nigrescens* testtakaróján három réteget különböztetett meg, még

pedig egy külső egynemű, egy középső rostos s egy belső egynemű réteget, melyek közül a középső rostos réteg rostjai egymást keresztezik és tulajdonképen két réteget alkotnak. (6. p. 136. Tab. 3. Fig. 5.) MEISSNER a *Mermis albicans* testtakaróján szintén három réteget különböztet meg (21.), míg LINSTOW O. v. a *Mermis nigrescens*-en végzett vizsgálatai alapján már négy rétegűnek mondja a testtakarót s nevezetesen megkülönböztet egy szerkezetnélküli epidermis réteget s egy háromrétegű coriumot, melyen belül aztán a hypodermis következik. (15. p. 504. Tab. 29. Fig. 13.) Későbbi egyik dolgozatában LINSTOW O. v. ugyanezt az adatot idézi (16. p. 163.) s megfeleldezik a *Mermis crassa*-ról, a melynek testtakaróján az epidermis-rétegen kívül csak két corium-réteget s a hypodermist figyelte meg. (12. p. 393.)

Az említett bűvárokkal homlokegyenest ellenkezően KOHN F. G. a tőle *Paramermis contorta* név alatt ismertett faj testtakaróját csak kétrétegűnek mondja és egy világos külső, meg egy sötétebben színeződő belső kutikula-réteget különböztet meg, de ezekről is azt jegyzi meg, hogy «die Differenz zwischen einem hellen äusseren und einem ausgezackten, dunkelfärbbaren inneren Teil der Cuticula, die wir oft auf Schnitten ansehen bekommen, kann auf Verquellung im Fixierungsmittel beruhen». (9. p. 224.)

A vizsgálataim folyamában nyert adatok alapján én azoknak a bűvároknak a felfogását erősíthetem meg, a kik a *Mermithidae*-félék testtakaróját több rétegűnek mondják (CORTI, DUJARDIN, LINSTOW O. v. MEISSNER) s illetőleg idevonatkozólag a következő eredményekre jutottam.

Az összes *Mermithidae*-félék közös jellemvonása az, hogy úgy lárva-, nem egészen ivarérett, valamint teljesen ivarérett állapoton is, a testtakarójuk, a szájkörüli- s a hímek præ- és postanalís papilláitól eltekintve, egészen sima fölületű, kivételesen gyűrűsen ránczolt (*Hydromermis annulosa* DAD. Tab. 4. Fig. 3.) kis mértékben hajlékony. Másik jellemvonása a *Mermithidae*-félék testtakarójának az, hogy epidermis- és hypodermis-rétegre tagolódott, a mely rétegeknek fejlettsége és szerkezete igen fontos útbaigazítást ad a genusok s esetleg a fajok megkülönböztetésénél.

A *Mermithidae*-félék *epidermis rétege*, illetőleg *kutikula-burka* az összes *Nemathelminthesekre*, sőt mondhatjuk, hogy az összes *Férgékre* jellemző, de mint azt KOHN F. G. megfigyelései (9. p. 224.) s az egyik fajon szerzett tapasztalataim bizonyítják, kalilúgtól erősen megtámadható kutikula-anyagból áll. E kutikula-tömeg, illetőleg burok minden esetben rétegzett, de rétegeinek száma és szerkezete bizonyos meghatározott csoportokon belül változó.

Vizsgálataim alapján és DUJARDIN, MEISSNER, valamint LINSTOW O. v.-nak a *Paramermis crassara* vonatkozó adatainak szem előtt tartásával, általános szabály gyanánt megállapíthatom azt, hogy a *Mermithidae*-félék-, specialiter pedig a rendelkezésemre állott összes példányok epidermise, illetőleg kutikula-burka háromrétegű s nevezetesen egy *külső*-, egy *középső*- és egy *belső rétegből* áll.

A *külső kutikula-réteg* minden esetben egynemű, üvegátlátszó, éles körvonalú és változó vastagságú. A tölem vizsgált példányok között találtam ugyanis olyanokat, a melyeknek külső kutikularétege csupán 0·0012—0·0015 mm; s olyanokat is, a melyeké 0·003 mm átmérőjű. Az említett két szélsőség között állónak találta DUJARDIN F. a *Mermis nigrescens* külső kutikularétegét, a mennyiben 0·0018 mm átmérőjűnek mondja. (6. p. 136.) E mellett megjegyzem azt, hogy a tölem vizsgált, még nem ivarérett példányok egész kutikula-burka s ezzel kapcsolatosan ennek külső rétege is vékonyabb az ivarérettekénél.

A *középső kutikula-réteg* szerkezete két típus szerint fejlődött; nevezetesen a genusok egyik csoportja körében két, egymást bizonyos szög alatt, LINSTOW O. v. szerint általában 50°—130° alatt keresztező rostok rétegéből összetett (12. p. 393.; 16. p. 163.); másik csoportja körében ellenben vagy egynemű, vagy hosszirányban finoman rostozott, tehát a keresztező rostokat nélkülözi. (Tab. 1. Fig. 3.; Tab. 4. Fig. 4.) CORTI E. a *Mermithidae*-félék kutikula burkának szerkezetében nyilvánuló e különbséget annyira fontosnak tartja, hogy a korábban egységes családot két alcsaládra különíteni javasolja s a kereszteződő rostokkal bíró kutikulával borított nemeket és fajokat a *Mermithinae*-, a sima kutikula-burokkal borítottakat pedig a *Hydro-*

mermithinae-alcsaládokba osztja. (3. p. 631.) CORTI E.-n kívül azonban de MAN I. G. és LINSTOW O. v. is lényegesnek tekinti a kutikula-burok középső rétegének szerkezetében mutatkozó, épen említett különbséget s a genusok megkülönböztetésénél szintén nagy súlyt helyez erre. A rendelkezésemre állott fajok között, mint az a systematikai leírás során is ki fog tűnni, megtaláltam a két típusú középső kutikula-réteget, de találtam egy olyan fajt is, a melynek középső kutikula-rétege párhuzamosan fekvő gyűrűs rostokat tartalmaz. (*Hydromermis annulosa* DAD. Tab. 4. Fig. 4.)

A keresztezett rostokat tartalmazó és az egynemű középső kutikula-réteg azonban nemcsak szerkezete tekintetében különbözik egymástól, hanem vastagságában is. A keresztezett rostokat tartalmazó kutikula-réteg általában vékonyabb az egyneműnél, így DUJARDIN F. a *Mermis nigrescens*-nél 0.0017 mm vastagnak találta, (6. p. 137.) míg én átlag 0.0018—0.002 mm átmérőjűnek mértem. Ezzel ellentétben méréseim szerint az egynemű középső kutikula-réteg 0.0048—0.005 mm, míg a párhuzamos gyűrűs rostokat tartalmazó 0.0028 mm vastag.

A *belső kutikula-réteg* fejlettsége és szerkezete szoros kapcsolatban állónak látszik a középsővel. A keresztezett rostokat tartalmazó középső réteggel bíró kutikula-burkon a belső réteg erősen fejlett és a más kettőhöz mérten igen vastag, a meny nyiben méréseim szerint 0.01—0.018 mm között ingadozik átmérője (*Eumermis gracilis* DAD., *Bathymermis Fuhrmanni* DAD.) s e mellett hosszirányban futó finom rostokat is látszik tartalmazni. A sima-, vagy párhuzamos gyűrűs rostokat mutató középső réteggel bíró kutikulaburkon a belső réteg vastagsága csupán 0.0012—0.002 mm között ingadozik s e mellett teljesen szerkezetnélküli, illetőleg egynemű. (*Hydromermis conura* DAD., *Limnomermis bathybia* DAD., *Mesomermis Zschokkei* DAD., *Hydromermis annulosa* DAD.)

A *Mermithidae*-félék valamennyi fájának közös jellemvonása az, hogy szabadban élő összes példányai, tehát úgy a lárvák és még nem teljesen ivarérettek, valamint az ivarérettek epidermisén a szájnylás mögött egy övben *papillák*, az úgynevezett *szájmögötti, posteralis papillák* emelkednek. Az összes ivar-

érett hím *Mermithidae*-félék epidermisén azonban a szájmögötti papillákon kívül még úgynevezett *analís papillák* is fejlődtek ki, a melyek helyzetük szerint *praeanalís* és *postanalís papillák* csoportjába oszthatók. Úgy a szájmögötti vagy *postoralís papillák*, valamint az *analís papillák* is az epidermisnek a hypodermis módosulása folytán keletkezett kiemelkedéseinek és részben tapintó-, részben tapadó szerveknek tekinthetők, de fejlettségük és számuk tág korlátok között ingadozik.

A *postoralís papillák* a hypodermis réteg helybeli megvastagodásának és kiemelkedésének eredményei, a melyekbe még izomrostocskák is nyomulnak be s aztán maguk fölött a kutikularéteget is kiemelik. A *postoralís papillák* leggyakrabban többé-kevésbé kúpformák, néha azonban koronghoz hasonlítanak, mint a *Pseudomermis Zytkoffi* de MAN. fajéi, mindkét esetben azonban egy központi, kis, erősebben fénytörő, gömbszerű testecskét viselnek. Igen változatos a *postoralís papillák* száma, a mennyiben a fajok között találkozunk négy papillával bírók (*Mermis pachyderma* LINST., *Mermis involuta* LINST., *Pseudomermis Zytkoffi* de MAN), van egy 10 papillával bíró is (*Neomermis macrolainus* LINST.), de a legtöbb fajnak csupán hat *postoralís papillája* van s úgy látszik, hogy ez a szám jellemző a *Mermithidae*-félékre általában, mint azt LINSTOW O. v. és KOHN F. G. is említi (9. p. 226). E feltevés mellett látszik tanuskodni az a körülmény is, hogy ugyanazon genus körében találkozunk négy és hat *postoralís papillával* bíró faj. Így például a *Pseudomermis Zytkoffi* de MAN-fajnak de MAN. I. G. és LINSTOW O. v. adatai szerint (20. 117.) csupán négy *postoralís papillája* van, míg a *Pseudomermis pusilla* LINST.-faj LINSTOW O. v. adatai szerint (19.) már hat *postoralís papillát* visel.

A *postoralís papillák* fekvése szintén változatos, de a fajokra bizonyos fokig jellemző. A tölem vizsgált fajok egyik részének *postoralís papillái* közül 2—2 *lateralís*, egy *dorsalis*, egy pedig *ventralís* fekvésű (*Bathymermis*-fajok, *Eumermis Zschokkei*, *Limnomermis ensicauda*, *Limnomermis gracilis*, *Limnomermis acuticauda*, *Limnomermis curvicauda*, *Limnomermis limnetica*, *Limnomermis uncata*, *Mesomermis lacustris*); a fajok másik részének *papillái* közül egy-egy *lateralís*, kettő *dorsalis* és

kettő ventralis, illetőleg egy-egy mediolateralis, kettő dorso-lateralis és kettő ventrolateralis. (*Hydromermis conura*, *Hydromermis annulosa*, *Hydromermis bathycola*, *Limnomermis bathybia*, *Hydromermis acuminata*, *Limnomermis limnobia*, *Paramermis limnophila*) A négy postoralis papillával bíró fajokon két laterodorsalis- és két lateroventralis papilla különült el, míg a 10 postoralis papillával bíró *Neomermis macrolaimus* LINST. papillái közül, a LINSTOW O. v. adatai szerint, egy dorsalis, egy ventralis és négy-négy lateralis elhelyezkedésű. (17. p. 491.)

Az *analís papillák* jelenléte a teljesen ivarérett hímeket jellemzi s általában sokkal kisebbek a postoralisoknál, sőt néha oly kicsinyek, hogy csak erősebb nagyítással vehetők észre. Egyik általános jellemvonása az *analís papilláknak* az, hogy úgy az ivarnyílás előtt, valamint a mögött is hosszsorokban rendeződtek s mint említettem, helyzetök szerint *præ-* és *postanalís papillák* csoportjába oszthatók. Igen változatos a *præ-* és *postanalís papillasorok*nak a száma s e tekintetben az irodalmi adatok alapján (16.) a következő eredményeket állapíthatjuk meg:

1. *Paramermis aquatilis* LINST. 3 *præanalís papillasor*. (16. p. 155.)

2. *Neomermis macrolaimus* LINST. 3 *præ-* és 3 *postanalís papillasor*. (17. p. 491.)

3. *Mermis lacimulata* SCHNEID. 3 *præ-* és 3 *postanalís papillasor*, de a középső az ivarnyílás előtt és mögött ketté ágazott. (23. p. 178.)

4. *Mermis paludicola* LINST. 2 *præanalís oldali*, 2 *postanalís oldali* és 2 *postanalís közép papillasor*. (16. p. 154.)

5. *Mermis albicans* SIEBOLD. 6 *præanalís papillasor*, még pedig 2—2 *oldali-* és 2 *középső sor*. (16. p. 151—152.)

6. *Mermis crassa* LINST. 6 *præanalís* és 4 *postanalís papillasor*, még pedig 2—2 *præanalís oldali*, 2 *præanalís középső*, 1—1 *postanalís oldali* és 2 *postanalís középső sor*. (16. p. 153—154.)

A mennyire vizsgálataim alapján megállapítanom sikerült, a rendelkezésemre állott valamennyi faj ivarérett hímjének

3 praë- és 3 postanalis papillasora van, még pedig mindkét csoportban 1—1 oldali és egy középső sor. Úgy a praëanalis, valamint a postanalis sorok papilláinak a száma fajonként változó, úgy, hogy én az egyes sorok papillaszámát, mint másodlagos ivari bélyeget, a fajok megkülönböztetésénél is fontos útbaigazítónak tartom. Annyit a korábbi bűvárokkal egyetértőleg én is hangsúlyozok, hogy az analis papillák sorának és az egyes papillák számának pontos megállapítása meglehetősen nehézséggel jár.

A testtakaró *hypodermis-rétege* általában szemecskés syncytium, de nem az egész kutikulaburok alatt és nem az összes *Mermithidae*-féléknél egyforma fejlettségű. Egészben véve a hypodermis-réteg magokat nem tartalmazó, vékony, finom szemcsés plasma-réteg, de az egész test hosszában bizonyos pontokon, illetőleg bizonyos hosszvonalak irányában köteggé vastagodott. E kötegeknek, az úgynevezett *hossz-* vagy *longitudinalis kötegeknek*, egyik-másik bűvártól *hosszvonaluknak* (KOHN F. G. p. 14.) is nevezett megvastagodásoknak a száma és helyzete igen változatos, de a genusok megkülönböztetésénél igen fontos útmutatással szolgál.

Az eddig ismert *Mermithidae*-félék között a hosszkötegek elhelyezkedése és száma szerint a kiinduló pontot a *Neomermis macrolaimus* LINST. alkothatja, a mennyiben e faj hypodermise csupán a hát- és a hasoldal középvonalában vastagodott meg köteggé s az úgynevezett *háti*, *dorsalis* és *hasi*, *ventralis köteget* eredményezi, mint az LINSTOV O. v. vizsgálatai alapján ismeretes. (17. p. 491.)

A nemek és fajok legnagyobb részének hypodermise hat hosszköteggé vastagodott meg a test bizonyos vonalain. A hat hosszköteg közül egy-egy a hát- és hasoldal középvonalán, egy-egy a test két oldalán, kevéssel a középvonal fölött és egy-egy szintén a test két oldalán, de már a hasoldalhoz közeledetten húzódik végig. Az épen említett hosszkötegeket a bűvárok eltérő névvel jelölték, a *háti*, *dorsalis* s a *hasi*, *ventralis köteget* kivételével. Így a test két oldalán kissé a hátoldalhoz közeledett kétoldali köteget LINSTOV O. v. *dorsolateralis kötegeknek*, míg KOHN F. G. *lateralis vonalnak* nevezi (9. p. 15., 17.), a

test két oldalán, a hasoldalhoz közeledett két oldalköteget LINSTOW O. v. *ventrolateralis köteg*, KOHN F. G. pedig *ventrolateralis vonal* névvel jelöli. Az eddig ismert genusok közül, beleszámítva a tőlem felállított újakat is, a következők azok, a melyeknek hypodermise az előzőkben említett hosszkötegeket alkotja: *Bathymermis* DAD., *Limnomermis* DAD., *Mermis* DUJ., *Mesomermis* DAD., *Paramermis* LINST. Valószínűleg ide tartozik a *Pseudomermis* de MAN. genus is, a melynek ugyan csupán dorsalis, ventralis és lateralis kötegeiről tesz említést de MAN I. G. (20.), de nem zárja ki a két ventrolateralis köteg jelenlétének lehetőségét sem.

Végre találkozik a genusok között kettő olyan is, névszerint a *Hydromermis* CORRI és *Eumermis* DAD., a melyeknek hypodermise már nyolcz hosszköteggé vastagodott meg. Az említett nyolcz hosszköteg fekvése szerint a következő: 1. egy *dorsalis*-, 2. egy *ventralis*-, 3. egy-egy *dorsolateralis*-, 4. egy-egy *mediolateralis*-, 5. egy-egy *ventrolateralis*. Ha aztán összehasonlítjuk a hat hosszköteggel bíró nemeket a nyolcz hosszköteggel bírókkal, azt állapíthatjuk meg, hogy az utóbbiak a dorsalis köteg s a két lateralis köteg közé beékelődött, úgynevezett *dorsolateralis* két köteg jelenlétével különböznek az előbbiektől.

Itt megjegyzem, hogy a különböző hosszkötegek elnevezésénél, tekintettel a nyolcz hosszköteges genusokra, én a KOHN F. G. nomenclaturáját követem, azzal a különbséggel, hogy a *vonat* (Linie) helyett *köteg* szót használok. Ezen az alapon megkülönböztetek: *háti*, *dorsalis*, *hasi*, *ventralis*, *középsoldali*, *mediolateralis*, *hátoldali*, *dorsolateralis* és *hasi-oldali*, *ventrolateralis kötegeket*.

A kötegek szerkezetét illetőleg, vizsgálataim alapján, általánosságban csak a következőket kívánom megjegyezni. Az összes kötegek között legjobban fejlettek, illetőleg legszélesebbek és legmagasabbak a *mediolateralisak*, melyek után a *dorsalis* és *ventralis köteg* következik, míg a két *dorsolateralis* és *ventrolateralis* igen keskeny, jóformán csakugyan vonalnak tűnik fel. A fejlettséggel szoros kapcsolatban áll a hosszkötegek szerkezete is, a mennyiben a széles és magas mediolateralis-, valamint a ventralis-, sőt igen sokszor a dorsalis köteg is szemecs-

kés tömegében tojás-, vagy ritkán gömbforma magokat tartalmaz, míg a dorsolateralis és ventrolateralis kötegekben magokat egyszerűen sem birtam felismerni. A legtöbb magot a mediolateralis kötegek tartalmazzák s ezek a különböző fajokéban más-más elrendezésűek; néha egy síkban két vagy több hosszszorban, más-kor rétegekben egymás fölött fekszenek, a mi keresztmetszeteiken igen jól látható. Tapasztalataim szerint a mediolateralis és ventralis kötegek a test két végén rendszeren több magot zárnak magukba, mint a test közepe táján. A még nem teljesen ivarérett példányok mediolateralis kötegeiben néha még a sejtek határvonalai is felismerhetők, mint például a *Limnomermis acuticauda* DAD. (Tab. 2. Fig. 1. 2.); *Limnomermis uncata* DAD. (Tab. 2. Fig. 14. 15.); *Limnomermis curvicauda* DAD. (Tab. 2. Fig. 3. 4.) fajokéban; de ilyen eset előfordulhat teljesen ivarérett példányokon is, mint egyebek között a *Mesomermis Zschokkei* DAD. fajon. (Tab. 2. Fig. 12., 13.)

A hypodermis általános feladata, mint az ismeretes, az epidermis kutikula-rétegeinek kiválasztása, de a belőle kialakult hosszkötegeknek már igen fontos más szerep jutott. A hosszkötegek valamennyie ugyanis a hypodermis-rétegen belül elhelyezkedő izomzaton áttörve, azt megfelelő számú izomnyalábokra tagolják, mint azt az izomzat rövid tárgyalása folytán látni fogjuk. Másik feladata a hosszkötegeknek az, hogy a belső szerveket, mint például a zsirtestet s az ivarszerveket a test üregében plasmanvújtványaik segélyével rögzítsék, illetőleg felfüggeszszék. A hosszkötegeknek ilyen irányú működése különösen a már régen ivarérett, kevés, vagy semmi zsirtestet nem tartalmazó és a petéket már teljesen lerakott nőstényeken tűnik szembe könnyen észrevehetőleg már külső szemléletnél is; míg a harántmetszeteiken még a nem ivarérett példányokban is feltűnően mutatkozik.

Az izomzat.

A *Mermithidae*-félék izomzata lényegében histologiai szempontból, sőt még tagolódás tekintetéből is nagymértékben egyezik a szabadon élő *Nematodákéval* és tulajdonképen a hypodermisen belül fekvő bőrizomtól alkot, a mely a test hossztenge-

lyével párhuzamosan futó izomlemezkekből áll. Az izomlemezek körvonalai a testtakarón át tekintve finom hosszirányú rostocskák alakjában tűnnek fel, de nem alkotnak összefüggő tömlőt, mert kisebb-nagyobb terjedelmű pamataikat a hypodermis hosszkötegei, mint már említettem, nyalábokra különítik. (A részletesebb hystologiai ismertetést lásd KOHN F. G. p. 233.)

A hypodermis hosszkötegeinek a száma s a hosszirányú izomnyaláboké szoros viszonyban van egymással. A *Neomermis macrolaimus* LINST. dorsalis- és ventralis hosszkötege az izomzatot két hatalmas hosszirányú izomnyalábra osztja. A hat hosszköteggel bíró nemek és fajok izomzata a hosszkötegek számának megfelelőleg hat hossznyalábra tagolódott, melyek közül két nyaláb a dorsalis és mediolateralis kötegek között fekszik s ezek a *dorsalis nyalábok*; két izomnyaláb a mediolateralis és ventrolateralis kötegek között helyezkedik el s ezek a *ventrolateralis nyalábok*; végre két izomnyaláb a ventralis- és ventrolateralis kötegek között húzódik végig s ezek a *ventralis nyalábok*. A nyolcz hosszköteggel bíró nemek és fajok izomzata végre a hosszkötegek számának megfelelőleg tagolódott s ezekben fekvésük szerint a következő izomnyalábokat különböztetjük meg: 1. *dorsalis izomnyalábok* a dorsalis- és dorsolateralis hosszkötegek között; 2. *dorsolateralis izomnyalábok* a dorsolateralis és mediolateralis hosszkötegek között; 3. *ventrolateralis izomnyalábok* a mediolateralis és ventrolateralis hosszkötegek között és végre 4. *ventralis izomnyalábok* a ventralis- és ventrolateralis hosszkötegek között.

Valamennyi izomnyaláb a test mellső végétől, illetőleg a postoralis papillák övétől kezdve a test hátulsó végéig nyúlik, elvékonyodva, vagy helyesebben ékformán kihegyesedve kezdődik és ugyanígy végződik. Az egyes izomnyalábok átmérője, illetőleg szélessége különböző. A *Neomermis macrolaimus* LINST. fajnak mindkét izomnyalábja egyforma széles. A hat izomnyalábos fajokon a dorsalis izomnyalábok szélesebbek a ventralisoknál és ventrolateralisoknál. A nyolcz izomnyalábos fajokon a dorsalis és ventralis izomnyalábok szélesebbek a dorsolateralisoknál és ventrolateralisoknál. A vastagság tekintetében valami szembetűnő különbség nincs az egyes izomnyalábok között,

néha azonban a ventralis és ventrolateralis izomnyalábok valamivel magasabbnak látszanak a többiekénél.

A test belsejében izomrostokat typusosan csupán a hímek hátulsó testvégén találunk a praeanalis papillák sorától kezdve a fark vévéig. A hímek hátulsó testvégében ugyanis, a szabadon élő *Nematodákra* emlékeztetően, dorsoventralis irányban finomabb vagy vastagabb, egyszerű, vagy végeiken elágazódó izomrostok vannak, a melyeknek működése a párosodásnál játszik nagy szerepet. (Tab. 1. Fig. 6.; Tab. 1. Fig. 10.; Tab. 1. Fig. 13.; Tab. 2. Fig. 12.; Tab. 3. Fig. 2.; Tab. 3. Fig. 7.; Tab. 3. Fig. 15.; Tab. 4. Fig. 17.) Kivételesen a nőstények között is találkozik olyan teljesen ivarérett, a melynek hátulsó testvége dorsoventralis irányban futó néhány erősebb, dorsalis végén faalakúlag elágazódott izomrostot tartalmaz, mint a *Limnomer-mis bathybia* DAD. fajnak a nősténye. (Tab. 1. Fig. 2.)

Az idegrendszer.

A *Mermithidae*-félék idegrendszerére vonatkozólag a leg-részletesebb adatokat MEISSNER G. nyújtotta a *Mermis albicans*-ra vonatkozó tanulmányában (21.). Ezenkívül kisebb-nagyobb terjedelmű megfigyelést találunk SCHNEIDER (23.), LINSTOW O. v. (12., 15., 16.) és KOHN F. G. (9.) dolgozataiban. Magam behatóbban ugyan nem foglalkoztam a *Mermithidae*-félék idegrendszerének tanulmányozásával, egyfelől azért, mert a rendelkezésemre álló anyag ilyen irányú vizsgálatokra nem volt elég alkalmas, másfelől pedig azért, mert ez nagyon távol esett kitűzött tulajdonképeni feladatomtól. A *Mermithidae*-félék szervezeti viszonyainak teljes ismertetése kedvéért azonban részint az irodalom adataira, részint saját megfigyeléseimre támaszkodva, az idegrendszert a következőkben ismertetem röviden.

A *Mermithidae*-félék idegrendszerének középpontja helyzetés szerkezet tekintetében nagy mértékben emlékeztet a szabadon élő *Nematodákéra*. Az idegrendszer középpontja ugyanis a szájnilyástól kisebb-nagyobb távolságban fekvő garatgyűrű, a mely még nem teljesen ivarérett példányokon bonyolódottabb szerkezetűnek látszik, mint az érett, petéket záró, vagy a petéket

már lerakott idős nőstényekben. A még nem teljesen ivarérett, vagy még fiatal példányok garatgyűrűjén, mint azt KOHN F. G. is említi (9. p. 235.) kissé ferdén harántul futó idegrost pamatot találunk, a mely előtt és mögött kisebb és nagyobb, gömbforma idegsejtek halmaza fekszik. Az idősebb, főleg a petéket már lerakott példányokban az épen említett garatgyűrűből jóformán egyéb sem marad meg, mint a harántul fekvő rostok kötege, míg az idegsejtek csaknem teljesen elenyésztek, az élet folyamán valószínűleg felszívódtak.

A garatgyűrűből a szájvég felé és hátrafelé idegek indulnak ki, még pedig MEISSNER G. és LINSTOW O. v. adatai szerint egy-egy erősebb ideg a dorsalis és ventralis hosszkötegekben fut végig s ezek finom oldaleresztékekkel egymással összeköttetésben állóknak látszanak, illetőleg oldaleresztékeikkel beidegzik az izomnyalábokat. E két főideghez csatlakozik MEISSNER G. szerint még két oldali ideg is, a melyek szintén hátrafelé futnak s a két előbbi között helyezkednek el.

A külső érzőszerveket a *Mermithidae*-félék testén a száj mögött emelkedő és már említett postoralis papillák reprezentálják első sorban, de ezeknek öve mögött kisebb-nagyobb távolságban egy olyan szerv is van, a melyet én de MAN I. G. nyomdokait követve, *oldalszervnek* s illetőleg sajátosságos érzőszervnek tekintek szemben LINSTOW O. v. KOHN F. G. s más bűvárokkal, a kik e szervet *hivető nyílásnak* — *porus excretorius* — tekintik, a melyen át a kiválasztott nedvek kerülnek ki a külvilágba. Felfogásomban megerősít engem első sorban az a körülmény, hogy de MAN I. G.-nak sikerült a *Pseudomermis Zykoffi* fajon az oldalszerveken kívül egy olyan nyílást fedeznie fel, a mely a valódi *porus excretorius*-nak látszik megfelelni (20.). De megerősít fölfogásomban az a körülmény is, hogy a tölem oldalszerveknek tekintett szervek tényleg lateralisán, még pedig a test mind a két oldalán mediolateralisan fekszenek, holott a *porus excretorius* páratlan és ventralisan fekszik, még pedig a postoralis papilláktól sokkal nagyobb távolságban, mint az oldalszervek. Mindezekhez járul még az a körülmény is, hogy a szabadon élő *Nematodák* tulajdonképeni oldalszervei azonos fekvésűek a *Mermithidae*-félékével.

A tölem vizsgált *Mermithidae*-félék példányainak *oldalszervei* a postoralis papillák övétől kisebb-nagyobb távolságban, majd épen a mediolateralis vonalban fekszenek, majd kissé eltolódva dorsalis vagy ventralis irányban. A példányok legnagyobb részének oldalszervei körformák, kivételes a némileg tojásforma, egy esetben négyszöghöz hasonlónak találtam, mint a *Mesomermis Zschokkei* DAD. fajét. (Tab. 2. Fig. 12.) A leg-sajátságosabb oldalszerveket a *Limnomermis limnobia* DAD. fajon figyeltem meg (Tab. 1. Fig. 7.); a mennyiben ennek oldalszervei éles körvonalú, tömlőszerű bemélyedéseket alkotnak. A kör- és tojásforma oldalszervek területének közepén egy éles körvonalú kerek udvar tűnik fel, a mely talán egy nyílásnak a képe.

Az emésztő készülék.

Azóta, hogy DUJARDIN F. a *Mermis nigrescens* ismertetése során megállapította azt, hogy az emésztő készülék hiányosan fejlett s illetőleg, hogy az alfelnyílás a faj egész életén át hiányzik (6.), a későbbi bűvárok vizsgálatai hebizonyították, hogy a *Mermithidae*-félék összes fajaira tényleg jellemző az elcsenevészett bélsatorna s az alfelnyílás hiánya.

Az összes *Mermithidae*-félék bélsatornája a test mellső végén kezdődik a szájnnyílással, a mely leggyakrabban épen a test hossz tengelyének a végén, ritkán kissé a hasoldalra húzó-dottan fekszik, mint például LINSTOW O. v. vizsgálatai szerint a *Paramermis aquatilis* LINST. fajé. (16. p. 155.) A szájnnyílás helye a fajok igen nagy részénél már külsőleg is felismerhető, a mennyiben környéke tölcsérszerűen gyengébben vagy erősebben bemélyedt, mint például a *Bathymermis Fuhrmanni*-é (Tab. 3. Fig. 9.), a *Hydromermis acuminata*-é (Tab. 4. Fig. 1.), a *Paramermis limnophila*-é (Tab. 3. Fig. 14.) s a *Limnomermis ensicauda*-é. (Tab. 2. Fig. 5.) Máskor a szájnnyílás környéke elsimult, vagy tompán íves, mint a *Limnomermis gracilis*-é (Tab. 2. Fig. 9.); a *Limnomermis limnetica*-é (Tab. 1. Fig. 11. 12.); *Limnomermis uncata*-é (Tab. 2. Fig. 14.); a *Limnomermis curvicauda*-é (Tab. 2. Fig. 3.) s a *Mesomermis lacustris*-é. (Tab. 3. Fig. 1.) Ritkábban végre a szájnnyílás kör-

nyéke kúpszerűen kiemelkedik s a szájnnyílás a kúp legkiemelkedőbb pontján ül, mint a *Limnomermis bathybia*-é (Tab. 1. Fig. 1.) és még feltünőbbben a *Limnomermis limnobia*-é (Tab. 1. Fig. 7). A legtöbb faj szájnnyílását nyitottnak találtam, de találkozik néhány a fajok között olyan is, a melynek szájnnyílása zártnak látszik, mint a minőnek mondja LINSTOW O. v. a *Mermis nigrescens*-ét. (15. p. 507.) A zárt szájnnyílású fajok szájnnyílása a fölüllettől kisebb-nagyobb távolságra húzódott vissza a fölüllettől, mint ez látható a *Limnomermis bathybián* (Tab. 1. Fig. 1.), a *Limnomermis gracilisen* (Tab. 2. Fig. 9.) és *Eumermis gracilisen*. (Tab. 4. Fig. 14.) A szájnnyílás minden esetben rövid, keskeny, csőszzerű szájöbölbe vezet, melynek megvastagodott kutikulából álló falazata észrevehető határ nélkül megy át az oesophagus falazatába.

Az *oesophagus* úgy szerkezetével, valamint hosszúságával is a *Mermithidae*-félék egyik feltünő ismertető bélyegét alkotja s a szabadon élő *Nematodakétól* lényegesen különbözik abban, hogy falazatának izomzata teljesen hiányzik. A fiatalabb példányok oesophagusának falazatát szemecskés plasma, esetleg még önálló sejtek alkotják, de ezek az ivaréretté fejlődés folyamán lassanként elenyésznek, úgy, hogy a már teljesen ivarérett, illetőleg idős, petéiket lerakott példányokban csupán lumenének kutikulafalazata marad meg kevés szemecskés plasmától körülfogottan.

Az oesophagus kutikulacsőve eleinte a test középvonalában fekszik, majd az ideggyűrű mögött kisebb-nagyobb távolságban a hasoldalra vonul s aztán többszöri hullámos kanyarodás után a nőtényekben az ivarnyílás közelében, a hímeekben a test közepétől kisebb-nagyobb távolságban végződik; hosszúsága különben nemcsak fajonként, hanem a test mekkoraságával kapcsolatban, esetleg példányonként is változik. Az összes eddig ismert *Mermithidae*-félék között leghosszabb oesophaguscsőve van a *Neomermis macrolaimus* LINST. fajnak, a mennyiben ezé LINSTOW O. v. vizsgálatai szerint, egészen a farkvégig nyúlik. (17. p. 492.)

Az oesophagus kutikulacsővének finomabb szerkezetével LINSTOW O. v. (16. 18.) és KOHN F. G. (9. p. 237.) foglalkozik.

Mindkét bűvár véleménye egyezik abban, hogy a kutikula-cső hátrafele haladtában fokozatosan szűkül, míg tömör zsineggé válik s aztán vakon végződik. Egybehangzó a két bűvárnak az az állítása is, hogy a kutikulacső falazatán elszórtan bogyszerű megvastagodások vannak, a melyek egy-egy nyílást viselnek s ezeken át a csatorna lumene a testüreggel közlekedik. KOHN F. G. ezenkívül a bogok szomszédságában eredő finom elágazások jelenlétéről is megemlíkezik, a melyek szerinte valószínűleg az oesophagus sejtes anyagába nyílnak. Vizsgálataim során nyert adataim alapján megállapíthatom, hogy az oesophagus kutikula csőve hátrafelé tényleg fokozatosan szűkül, de hogy vakon végződne és vége tömött lenne, már nem mondhatom, sőt ellenkezőleg én itt is csőnek láttam nyitott véggel. A kutikula-cső falazatának bogait már nem sikerült megfigyelnem, még kevésbé az oldali finom elágazásokat.

Az oesophagus kutikulacsővének hátulsó vége nem folytatódik gyomorba, hanem a test üregébe nyílik.

A gyomor jelenléte vagy hiánya felől a bűvárok véleménye kétféle. A korábbi bűvárok, névszerint DUJARDIN F., MEISSNER G., FEDTSCHENKO, valamint legújabban KOHN F. G. is a test mellső végétől kisebb-nagyobb távolságban eredő s az ivarszervek felett, tehát a hátoldalhoz közeledetten, majdnem a test hátulsó végéig húzódó, zsírcepppekhez hasonló gömböcskékkel telt, önálló falazatú és mindenütt zárt tömlőt sajátosságosan módosult gyomornak tekintik. E bűvárokkal szemben LINSTOW O. v. az épen említett tömlőt nem gyomornak, hanem *zsírtestnek* tekinti. (16. 18.) E véleményhez csatlakozik de MAN I. G. is a *Pseudomermis Zykoffi* faj leírása során (20.) s ugyane véleményt természetem magamévá én is. E felfogásban megerősít engem a már LINSTOW O. v.-tól is hangsúlyozott az a körülmény, hogy e tömlő még a lárvákban is teljesen zárt s az oesophagusszal egyáltalán nem közlekedik. Hogy e tömlő, zsírtestecskékhez hasonló tartalmával, tényleg a zsírtest szerepét játssza és oly tartalékanyagokat tartalmaz, a melyek az állat teljes kifejlődése során felhasználódnak, mint azt már LINSTOW O. v. is feltételezi (12., 15.), több körülmény bizonyítja. A zsírtest ugyanis legjobban fejlett a szabadba kerülő és teljesen ivaréretlen lárvákban. A mint az

ivarszervek fejlődése megindul, a zsírtestecskek tömege kezd kevesbedni s az ivartermékek megérése során már csak igen kevés marad meg belőle. Az ivartermékeket már kiürített egyénekben végre, a teljes felhasználás következtében, jóformán semmi sem marad vissza az egész zsírtestből. Különösen szép példákat szolgáltatott idevonatkozólag a *Bathymermis*-fajok s a *Linnomermis bathybia* DAD. még nem teljesen és teljesen ivarérett nőstényei.

E helyen röviden meg kell még emlékezni a *Mermithidae*-félék kiválasztó szerveiről is. Ide vonatkozólag az irodalomban csupán két bűvártól találunk feljegyzéseket, nevezetesen LINSTOW O. v.-tól és KOHN F. G.-tól. LINSTOW O. v. több dolgozatában emlékezik meg egyik-másik fajnak a kiválasztó szervéről. Legelőször a *Mermis-Paramermis crassa* kiválasztó szerveiről emlékezik meg (12. p. 393.) s e faj dorsalis kötegeből két edényt említ, a melyek valószínűleg a vizedényrendszerrel állanak összeköttetésben. A *Mermis nigrescens* baloldali dorsolateralis = lateralis kötegeből LINSTOW O. v. egy vizedényt említ, melynek falazata erős, chitines (15. p. 506.); ugyanezt a tételt ismétli a *Mermis*-genusról írt összefoglaló munkájában is (16. p. 164.). A *Paramermis*-genusról írt dolgozatában végre LINSTOW O. v. (18. p. 394.) elejteni látszik korábbi nézetét s a porus excretoriusnak tekintett nyílást egy ventrális mirigy nyílásának értelmezi. KOHN F. G. a tőle vizsgált faj anatómiai ismertetése során (9. p. 232.) megállapítja, hogy elkülönült kiválasztó szerv nincs, hanem ennek szerepet más belső szervek, esetleg a hypodermis hosszkötegei s talán a zsírtest végzik, a postoralis papillák öve mögött fekvő nyílás pedig több szabadon élő *Nematoda* nyakmirigyeihez hasonló szerv kivezetője lehet.

Tekintettel arra, hogy a rendelkezésemre állott fajok mindenikéből harántmetszeteket készítettem, de ezek hosszkötegeinek egyikében sem tudtam észrevenni a kiválasztó, illetőleg kivezető edénytörzseknek átmetszeti képeire emlékeztető semmiféle elkülönülést, az említett két bűvár felfogása közül a KOHN F. G.-éhez csatlakozom. A különbség a KOHN F. G. felfogása és az enyém között csak az, hogy, mint már említettem, a postoralis papillák öve mögött a mediolateralis vonalban fekvő saját-

ságos két szervet én de MAN I. G.-vel egyetértőleg *oldalszervnek* tekintem.

A női ivarszerv.

Mint az már MEISSNER G. vizsgálatai óta ismeretes (21.), a *Mermithidae*-félék mindannyian váltivarúak. A két ivaregység kisebb-nagyobb mértékben már külsőleg is felismerhető, még pedig az ivarnyílások helyzete alapján. A női ivarnyílás ugyanis mindig a test közepe táján, majd kissé előbbre, majd hátrább húzódottan fekszik, míg ellenben a hím ivarnyílás kivétel nélkül a test hátulsó végének közelében nyílik s míg a női ivarnyílás körülete egészen sima, addig a hím ivarnyílása körül a már említett præ- és postanalís papillák sorai emelkednek.

Közös jellemvonása az összes *Mermithidae*-féléknek az, hogy a női ivarszerv két *csirafészekből* — ovarium —, ezekhez csatlakozó egy-egy *petevezeték*ből — oviductus —, illetőleg *méh*-ből — uterus — és páratlan *vaginából* áll; melybe az *ivarnyílás* — vulva — vezet.

A *vulva*- vagy a *női ivarnyílás*, mint fentebb már említettem, mindig a test közepe táján a hasoldalon fekszik fajok szerint majd kissé előre, majd hátra húzódottan és harántfekvésű rést alkot. Az oldalt fekvő példányokon a vulva leggyakrabban első tekintetre felismerhető, mert körülete kraterszerűleg kissé kiemelkedett.

Valamennyi *Mermithidae*-féle *vaginája* páratlan, izmos falazatú szerv, de két típus szerint fejlődött. A fajok legnagyobb részének *vaginája* ugyanis megnyúlt, hengeres, leggyakrabban S-formán, ritkábban horogszerűen görbült, eleinte föl és hátrafelé halad, majd pedig föl és előfelé kanyarodik s aztán a két uterus-szal lép összeköttetésbe (Tab. 1. Fig. 5., Tab. 1. Fig. 8. stb.), mint azt LINSTOW O. v., CORTI E. és KOHN F. G. is megfigyelte már. A fajok egy kis részének *vaginája* már többé-kevésbé dorsalis irányban emelkedő, némileg körteforma tömlő, mely elől és hátul az uterus-szal közlekedik (Tab. 3. Fig. 8. 13.); a minőhöz hasonlót de MAN I. G. irt le a *Pseudomermis Zykoffi*-fajtól. (20.)

A vaginának előbb említett kétféle szerkezete annyira fel-

tünő, hogy ezen az alapon a genusokat két csoportba lehet osztani s illetőleg egymástól könnyen meg lehet különböztetni. Hengeres, megnyúlt és különbözőképen görbült vaginája a következő genusoknak van: *Mermis* DUJ., *Paramermis* LINST. v., *Hydromermis* CORTI., *Neomermis* LINST. v., *Limnomermis* DAD., *Eumermis* DAD., *Mesomermis* DAD. Tömlőforma vagina még eddig csupán a *Pseudomermis* de MAN. és *Bathymermis* DAD. genusoktól ismeretes.

A hengeres, megnyúlt, különbözőképen görbült és a tömlőforma vagina szöveti szerkezet tekintetében is különbözik egymástól. A hengeres, megnyúlt vagina vastagfalazata tömötten álló radiális izomrostok tömegéből áll, a melyek a vagina lumenének kutikulafalazatától a fölületet borító kutikulahüvelyig futnak; mint az már a korábbi búvárok vizsgálataiból is ismeretes. A tömlőforma vagina falazatának főtömegét gyűrűs, concentricusan elhelyezett, dorsoventrális irányban futó izomrostok alkotják. (Tab. 3. Fig. 8.) Az izomrostok eme kétféle elrendeződése, természetesen szoros kapcsolatban áll a vagina külső alakjával és lumenének lefutásával. A hengeres, megnyúlt vagina lumene ugyanis hosszú, hengeres cső, míg a tömlőformájé tömlőforma üreg s így az előbbi szűkítését és tágítását csakis radiális, az utóbbiét ellenben csakis concentricus gyűrűs izomrostok eszközölhetik. A vagina lumenének falazatát takaró kutikulaburok az epidermis egyenes folytatása s valószínűleg ugyanilyen eredetű a fölületét borító kutikulahártya is.

A vaginával két *uterus* áll egyenes összeköttetésben, melyek közül egyik előfelé, másik hátrafelé halad s egy-egy *oviductusba* megy át. Az uterusok falazata szemecskésnek és gyűrűs izomrostokat tartalmazónak látszik, lefutásában néha gyengén hullámos. Az oviductusok legtöbbször egyszerű lefutásúak, ritkább esetben, mint a *Bathymermis helvetica* DAD. fajnál, hurkot alkotnak.

Az oviductusok mindenike észrevétlenül átmegy egy-egy *ovariumba*, a melyek közül az egyik a test mellső, a másik a test hátulsó vége közelében a szájnyilástól s illetőleg a farkvégtől különböző távolságban ered. Tapasztalataim szerint van ugyan némi különbség a fajok között is a két ovarium hossza-

sága tekintetéből, de szembetünőbb a különbség e tekintetben ugyanannak a fajnak petéit már lerakott és fiatalabb ivarérett nőstényei között, a mennyiben az utóbbiaknak ovariumai mindig sokkal messzebbre nyúlnak a fej- és farkvégbe, mint az előbbieneké.

A már teljesen kifejlett peték vagy gömb-, vagy tojásformák, különböző nagyok és fölületüket szabályszerint egyszerű, vékonyabb vagy vastagabb kutikulaburok fôdi. Igen feltünô kivétel e szabály alól a *Mermis nigrescens* Duj. faj, a melynek tojásforma petéi két sarkukon pamatban végzôdô zsineget viselnek, mint az már a DUJARDIN F. vizsgálatai óta ismeretes. (6.)

A hím ivarszerv.

A *Mermithidae*-felék hím ivarszervére vonatkozó irodalmi adatok ez idô szerint meglehetôs eltérôek. LINSTOW O. v. szerint a hímeknek csupán egy heréjük van (16. p. 33.) s ugyanezt találta MEISSNER G. is a *Mermis albicans* faj két himjében, míg egy harmadikban párhuzamosan futó két herét említ járulékaival együtt. (21.) CORTI E. a *Hydromermis rivicola* leírása során szintén csak egy herérôl emlékezik meg. (2.) Az épen említett bûvároktól elterôen KOHN F. G. a tôle vizsgált faj (*Hydromermis contorta* KOHN) himjeiben két herét figyelt meg, melyeknek egyike a test mellsô-, másika a test hátulsó vége közelében ered s aztán a test közepe táján a hasoldalon fekvô közös *vas deferens*be egyesül. ez pedig a farkvég közelében fekvô ivarnyílásig, illetôleg spiculumig fut. (9. p. 245.)

A rendelkezésemre állott fajok himjein végzett vizsgálataim alapján teljes mertekben bizonyíthatom a KOHN F. G. vizsgálatainak helyességét. En ugyanis a tôle megkülönböztetett valamennyi genus és faj himjeiben két herét figyeltem meg, melyek közül az egyik a test mellsô végében a szájnylástól, a másik a test hátulsó végében, a farkvégtôl kisebb-nagyobb távolságban ered s az elsô hátrafelé, a második elôfelé fut, körülbelül a test közepe tájáig, itt egyesülnek s a hasoldalon végig vonuló *vas deferens*be mennek át. A herék finomabb szerkezetének tanulmányozásával részletesebben nem foglalkoztam.

Valamennyi *Mermithidae*-féle faj himjének, a szabadon élő *Nematodákéra* emlékeztetőleg, közösülő szerv gyanánt működő úgynevezett *spiculuma*, vagy LINSTOW O. v. szerint *cirrusa* van, mely az ivarnyíláson át a megfelelő kitoló és visszahúzó izmok működése szerint kitolható és visszahúzható. E közösülő szerv, illetőleg *spiculum* szerkezete, legfőképen száma két typust mutat. A genusok egy részének körében ugyanis a himnek két *spiculuma* van, mint például a *Mermis* DUJ., *Neomermis* LINST., *Bathymermis* DAD. és *Mesomermis* DAD. genusok himjeinek. A genusok másik és kisebb csoportjában a himnek csupán egy *spiculuma* van, mint a *Paramermis* LINST., *Hydromermis* CORRI, *Limmomermis* DAD. és *Eumermis* DAD. genusokéinak. Általános jellemvonása a *Mermithidae*-félék himjeinek az, hogy ha két *spiculum* van, ezek mindig hosszabbak a páratlan *spiculum*nál.

Az ondószálacsákák szerkezetét és fejlődését nem tettem speciális tanulmány tárgyává, de annyit mégis megjegyezhetek, hogy az ondószálacsákák kétségtelenül jól fejlett farkkal birnak, mert a teljesen ivarérett hímek vas deferensében egész gomolyagokat figyeltem meg.

A fejlődés menetéről a bűvárok megfigyelési adatai, különösen pedig LINSTOW O. v. összefoglaló ismertetése alapján csak a következők feljegyzésére szoritkozom.

A megtermékenyített s a nedves földbe, vagy a vízbe lerakott petékből kifejlődő s aztán a szabadba jutó lárvák ismerető jele a meglehetősen élénk mozgás, különösen pedig a *Dorylaimusokra* emlékeztetőleg a szájnnyíláson kiölthető törforma kutikulaképlet, a mely az oesophagus folytatásnak látszik. E lárvácska egyidei szabad élet után törének segítségével beforakodik a megfelelő gazdaállatba, a víziek leggyakrabban *Chironomus*-, avagy más vízben élő rovarlárvaiba, a nedves földbe kerülők pedig a legkülönbözőbb *ízeltlábuakba*, még pedig lárvákba és imagókba egyaránt.

A megfelelő gazdaállatba jutott kis lárvácska elvesziti fűrő törkészülékét, elvesziti mozgékonyágát, a gazda tápnedveiből élénken táplálkozva, gyorsan növekedni kezd és testének üregében felhalmozódik a későbbi szabad élethez szükséges tartalékanyag, illetőleg a zsirtest.

Az elősködés folyamában typosos mekkoraságát és fejlettségét elért lárva egy idő múlva elhagyja a gazdaállatot, még pedig a lárvagazdákat a bebábozódás előtt s most mint még nem teljesen ivarérett fiatal nőtény vagy him, ismét a külvilágba, nedves földbe, vagy vízbe jut. A gazdaállatból a külvilágba vándorló, mondjuk, *idős lárva*, nagy mértékben hasonlít az ivarérett egyénekhez, mindamellett több bélyeg alapján könnyen felismerhető. Általánosan azt mondhatjuk, hogy külsőleg jellemzi a *Mermithidae*-félék idős lárvaít, illetőleg még ivaréretlen, szabadon élő példányait az, hogy testüknek hátulsó vége nem kerekített, mint az ivaréretteké, hanem vagy hegyes (*Limnomermis acuticauda* ♂ juv. Tab. 2. fig. 1.), *Limnomermis ensicauda* ♀ juv. Tab. 2. Fig. 7.); vagy pedig igen különböző alakú és mekkoraságú, farkszerű kutikula függeléket visel, mint az eddig ismert idős lárvák legnagyobb része. (Lásd LINSTOW O. v. 12., 13., 14., 16., 19., DUJARDIN F. 5., CORTI E. 2., de MAN I. G. 20. KOHN F. G. 9.) A *Limnomermis uncata* DAD. faj idős lárvája érdekes annyiban, hogy ennek farkfüggeléke félreismertetlenül önálló képlet, mely alapi és csücsrésztelből áll. (Tab. 2. Fig. 15.)

A szabadba vándorolt idős lárva szervezettség tekintetéből annyiban tér el az ivarérettektől, hogy zsirteste nagy terjedelmű, rengeteg sok zsirtestecskeket tartalmaz, a mi miatt egészen átlátszatlan. Ehhez járul az, hogy ivarszervei még csak kezdetükben vannak meg és belőlük a nőtényekben a vagina, a hímekben a spiculum építőanyaga jelenik meg leghamarább és ismerhető fel legkorábban. (*Limnomermis acuticauda* ♂ juv. Tab. 2. Fig. 2.; *Limnomermis curvicauda* ♂ juv. Tab. 2. Fig. 4.)

A nemek és fajok áttekintése.

A *Mermithidae*-félék legelső genusát DUJARDIN F. jellemezte 1842-ben *Mermis* név alatt (6.) a genus jellemei között, mint kiváló fontosságúakat a csenevész emésztőkészüléket, illetőleg az alfelnnyílás hiányát, továbbá a testtakaró keresztvező rostjait említi. A későbbi bűvárok közül SCHNEIDER A. ismeri fel a *Mermis*-genus előbb említett jellemei mellett a hat hossz-

köteg jelenlétének fontosságát. (23. p. 177.) LINSTOW O. v.-nak 1899-ben megjelent monographicus dolgozatáig (16.) az addig ismert összes *Mermithidae*-félék valamennyien a *Mermis*-genus tagjai gyanánt szerepeltek, ekkor azonban LINSTOW O. v. a him spiculumainak számában mutatkozó eltérésre való tekintettel két genust különböztetett meg. A két spiculummal bíró fajokat ugyanis meghagyta a régi *Mermis*-genusba, míg az egy spiculumosok részére a *Paramermis*-genust állítja fel. (16. p. 167.) A genusok száma azonban idő haladtával mind jobban kezd gyarapodni. CORRI E. 1902-ben ivaréretten a vízben élő egy oly *Mermithidae*-félét talált, a melynek testtakarójából hiányzottak a kereszteződő rostok, a bőrizomtömlőt nyolcz hosszköteg pamtolta nyalábokra s a hímeknek csupán egy spiculuma volt. E példányoknak befogadására CORRI E. a *Hydromermis rivicola* új nemet és fajt állítja el. (2.) de MAN I. G. és LINSTOW O. v. szintén a testtakaró szerkezetét, az utóbbi pedig még a hosszkötegek számát is fontos jellemnek vette a *Pseudomermis* de MAN és *Neomermis* LINST. genusok felállításakor. Különben a testtakaró kereszteződő rostjainak hiánya már DUJARDIN F.-nek is feltűnt, sőt fontosnak látszott akkor, a mikor a más egyéb szervezeti viszonyokban a *Mermis*-szel egyező *Filaria aquatilis* DUJ. és *Filaria larustris* DUJ. fajt nem a *Mermis*-, hanem a *Filaria*-genusba helyezte. (5. p. 68.)

Az épen említett bűvárok felfogásával teljesen ellentétes nézetet vallott KOHN F. G. a *Paramermis contorta* LINST. helyesen *Hydromermis contorta* (KOHN) leírása során (9.) KOHN F. G. ugyanis egyáltalán semmi súlyt sem helyez a testtakaró kereszteződő rostjainak jelenlétére, vagy hiányára, sőt még a hosszkötegek hatos- vagy nyolczas számára sem, hanem csupán a spilucumok száma után indul el a nemek megkülönböztetésénél. Ez volt aztán az oka annak, hogy a kereszteződő rostokat nem tartalmazó testtakarós és nyolcoldalköteges *Hydromermis contorta* (KOHN) fajt a kereszteződő rostokat tartalmazó testtakarós és hathosszköteges *Paramermis contorta* LINST. név alatt írta le es annak tekintette. (9.)

KOHN F. G.-nek épen említett dolgozata, mint egy kihívás, alkalmul szolgált LINSTOW O. v.-nak, mint megtámadottnak és

Eredetileg kitűzött feladatomban a tőlem megfigyelt *Mermithidae*-félék ismertetése ugyan, de hogy ismereteink jelen állásán az egész csoportról áttekintést nyújtsak, az alábbiakban röviden megemlékezem a más bűvároktól ismertetett nemekről és esetleg fajokról is.

Itt megjegyzem még azt, hogy a genusoknak a testtakaró szerkezetére való tekintettel alcsaládokba csoportosítását, mint azt a *Mermithinae*- és *Hydromermithinae*-alcshaládok felállításakor CORTI E. tette (3. p. 631), nem tartom kellőleg megokoltnak és célravezetőnek. E felfogásom megokolására elegendőnek tartom, ha reá mutatok, hogy ilyen alapon a nyolcz hosszköteges genusok közül a kereszteződő rostokat nélkülöző *Hydromermis* CORTI a *Hydromermithinae*-, a kereszteződő rostokkal bíró *Eumermis* DAD. pedig a *Mermithinae*-alcshaládba jutna, holott más fontos bélyegeken egyeznek. Ha a jelenben ismert *Mermithidae*-félék genusait alcshaládokba akarnók csoportosítani minden áron, akkor felfogásom szerint, vagy a hypodermis hosszkötegeinek, vagy a spiculumoknak a számát, vagy pedig végső esetben a vagina szerkezetét kellene irányadónak vennünk.

Gen. NEOMERMIS LINST. v.

Neomermis LINSTOW O. v. 17. p. 491.

A testtakaró kutikulaburka kereszteződő rostokkal. A hypodermis csak dorsalis és ventralis hosszköteggé vastagodott meg. A bőralatti izomzat két izomnyalábot alkot. Az oesophagus kutikulacsöve a test hátulsó végéig fut. A hímnek két egyforma spiculumma van. A postoralis papillaövben 10 papilla emelkedik.

E genus a szabad állapotban a vízben tartózkodók egyike s ez ideig még csak a következő egyetlen faja ismeretes.

Neomermis macrolaimus LINST. v.

Neomermis macrolaimus LINSTOW O. v. 17. p. 491. Tab. 28. Fig. 13—15.

A hím 26—34 mm hosszú és átmérője 0.26—0.31 mm. A farkvég kerekített, az ivarnyílástól mérten 0.13 mm hosszú.

Az ivarnyílás körül három sor præ- és postanalis papilla van. A præanalis sorokban 24—25-, a postanalisokban ellenben csupán 7—8 papilla emelkedik. A spiculumok gyengén görbültek, 0·28—0·31 mm hosszúak. Az œsophagus kutikulacsöve az ivarnyílásig fut.

A nőtény 65 mm hosszú és 0·33—0·35 mm átmérőjű. A farkvég kerekített és csúcsától 0·21 mm távolságban egy papilla emelkedik. Az ivarnyílás a test közepe táján fekszik. Az œsophagus kutikula csöve a fark végesúcsától 0·091 mm távolságban végződik.

Termőhelye Saratow s itt a Wolga partján fekvő tóból vízi növények gyökerei közül került elő két him és két nőtény példány.

Gen. LIMNOMERMIS DAD.

A testtakaró kutikulaburka kereszteződő rostok nélkül. A hypodermis hat hosszuköteggé vastagodott mely s ezek közül egy dorsalis, egy ventralis, kettő mediolateralis és kettő ventrolateralis. A bőr-alatti izomzat hat izomnyalábot alkot. Az œsophagus kutikulacsöve nem éri el a test közepét. A postoralis papillák övében hat papilla emelkedik. A hímnek egy spiculumum van s a test hátulso végén három præ- és három postanalis papillasor emelkedik a sorokban az egyes fajokra jellemző számú papillával. A nőtény vaginája megnyúlt, hengeres, rendszeren S-formán görbült.

E genus egyike a fajokban leggazdagabbaknak. A szabadba jutott lárvák és az ivarérett példányok valamennyien a vízben s illetőleg az iszapban élnek. Az idetartozó legelső fajt s illetőleg példányokat DUJARDIN F. írta már le, de a *Filaria*-genus tagjai gyanánt *Filaria aquatilis* és *Filaria lacustris* név alatt. Megjegyzem különben, hogy a postoralis papillák helyzete szerint a fajokat két csoportba oszthatjuk, nevezetesen vannak olyanok, melyeknek hat postoralis papillája közül egy-egy a mediolateralis, kettő a dorsolateralis és kettő a ventrolateralis vonalban emelkedik és ezekkel ellentétben vannak olyanok, a melyeknek hat postoralis papillája közül kettő-kettő a mediolateralis, egy a dorsalis és egy a ventralis vonalban fekszik. Az első csoportba tartozik

a *Limnomermis bathybia* DAD. és *Limnomermis limnobia* DAD., míg a többi faj a második csoport képviselője.

Limnomermis bathybia DAD.

1. tábla, 1—6. ábra.

A *hím* teste 11·5—18 mm hosszú, a mellső és hátulsó végen sokkal vékonyabb, mint a középén, átmérője a postoralis papillák öve mögött 0·04 mm, a test közepe táján 0·15—0·2 mm, míg az ivarnyílás mögött 0·1 mm s a farkesúcs közelében már csak 0·05 mm. A fejavég közepe s illetőleg a szájnnyílás környéke gyengén íves. A test hátulsó vége a spiculum elejétől kezdve hirtelen és meglehetősen erősen vékonyodik, hasoldala egyenes, míg hátoldala lejtős és végrésze lejtősen íves, úgy, hogy a hasoldallal csaknem hegyes zugot alkot. (1. tábla, 6. ábra.) A testtakaró kutikulaburka vékony, 0·004—0·005 mm átmérőjű. A hypodermis hosszkötegei közül legszélesebb a két mediolaterális, átmérőjük a test hátulsó felében 0·043—0·045 mm és szegélyük mentén tojásforma magokat tartalmaznak. (1. tábla, 6. ábra.) Az oesophagus kutikulacsövének hossza 3·2—6·5 mm között ingadozik, kapcsolatban a test egész hosszával. A zsirtestnek már csak nyomai láthatók. A spiculum sarlóforma, 0·13 mm hosszú. Az ivarnyílás a fark legkiállóbb pontjától 0·15 mm távolságban fekszik. Az ivarnyílás előtt három præ-, mögötte pedig három postanalís papillasor fekszik, még pedig egy-egy középső és két-két oldali sor. A külső præanalís papillasorokban 9—9, a középsőben 16, a külső postanalís papillasorokban 7—7, a középsőben végre 7 papilla van. (1. Tab. 6. Fig.)

A *nőstény* teste 12·38—13·3 mm hosszú, átmérője a postoralis papillák öve mögött 0·04—0·07 mm; az ivarnyílásnál 0·15—0·26 mm s a farkvég közelében 0·11—0·16 mm. A fejavég a szájnnyílás körül halomszerűen kissé kiemelkedett. (1. tábla, 1. ábra.) A test hátulsó vége hirtelen vékonyodik, meglehetősen hegyesen kerekített, de egyenes hasi oldala lejtősen íves hátoldallal zugot nem alkot, belsejében dorsoventralís irányban futó izomrostok vannak. (1. tábla, 2. ábra.) A kutikulaburok 0·005—

0·006 mm vastag, három rétege közül a középső legvastagabb, a külső és belső egyforma vékony. (1. tábla, 3. ábra.) A hypodermis hosszkötegei közül a mediolateralisak szerkezet tekintetében egyeznek a hímekéivel, de átmérőjük 0·038—0·05 mm között ingadozik. A postoralis papillák közül, épen mint a hímeken is, egy-egy mediolateralis, kettő dorsolateralis, kettő pedig ventrolateralis fekvésű. A postoralis papillák öve mögött 0·01 mm távolságban a körforma oldalszerv fekszik, melynek átmérője 0·01 mm. Az oesophagus kutikulacsövének hossza 5—7 mm között változik. A zsirtest az idős példányokban majdnem egészen felhasználódott, fiatalabb példányokban a szájnnyílástól 0·13—0·22 mm távolságban ered s a fark csúcsától 0·15—0·17 mm távolságban végződik. Az ivarnyílás a szájtól 6·3—7 mm távolságban fekszik. A megnyúlt, hengeres vagina előbb föl- és előfelé gömbül, majd aztán hátra- és fölfelé irányul. (1. tábla, 5. ábra.) Az oviductus az idős példányokban egy hurkot alkot. A mellső petefészek a szájvégtől 0·9—1·4 mm távolságban ered, míg a hátulsónak a vége a fark végesúcsától 0·46—0·66 mm távolságban fekszik. A peték gömbformák, burkuk igen vékony, átmérőjük 0·04—0·05 mm.

A még nem teljesen ivarérett fiatal nőtény teste 11·5 mm; legnagyobb átmérője 0·15 mm. A hátulsó testvég gyengén föl- felé hajlott, fokozatosan vékonyodó és hegyesen végződő kutikulanyújtványba megy ki, melynek hossza 0·15 mm. A kutikulaburok 0·015 mm vastag. A zsirtest átlátszatlan tömlőt alkot. Az ivarszervből csupán a már egészen kialakult vaginát tudtam megkülönböztetni.

A fajnak több példánya állott rendelkezésemre, a melyeket Prof. ZSCHOKKE FR. a vierwaldstädti tóból gyűjtött, még pedig a következő mélységekből: 40 m mélységből 1 ♀ 2 ♀ juv.; 70 m mélységből 1 ♀; 80 m mélységből 2 ♀; 96 m mélységből 1 ♂; 214 m mélységből 1 ♂. A fiatal nőtények sötét, míg az idős nőtények és hímek halvány sárgásbarnák voltak.

Limnomermis limnobia DAD.

1. tábla, 7—10. ábra.

A *hím* teste 10—16 mm hosszú; átmérője a postoralis papillák öve mögött 0·055 mm; a test közepe táján 0·24 mm; az ivarnyílásnál 0·13 mm. A fejbég a szájnnyílás környékén kissé kúpformán kiemelkedett. (1. tábla, 7. ábra.) A test hátulsó vége az ivarnyílástól kezdve erősen vékonyodik s a fark meglehetősen hegyesen kerekített csúcsban végződik; a hasoldal egyenes ugyan, de észrevétlenül megy át a farkcsúcsba, míg a hátoldal lejtősen íves. (1. tábla, 10. ábra.) A testtakaró kutikulaburka 0·005 mm vastag. A hypodermisréteg hosszkoetegei közül a mediolateralisak átmérője a test közepe táján túl 0·06 mm és három hosszorsban elhelyezkedő, tojásforma magokat tartalmaz. A postoralis papillák övében egy-egy papilla mediolateralis, kettő dorsolateralis és kettő ventrolateralis fekvésű. A postoralis papillák öve mögött a mediolateralis vonalakban egy-egy tömlőforma oldalszerv van, mely sajátos alakjával a fajnak legfeltűnőbb bélyege. (1. tábla, 7. ábra.) Az oesophagus kutikulacsatornája 1·75 mm hosszú, tehát feltűnő rövid. A zsírtest csaknem teljesen elenyészett. A mellső here a szájbégtől 1·2 mm távolságban ered, míg a hátulsó here csúcsa a fark végétől 1·5 mm távolságban fekszik. Az ivarnyílás a fark csúcsától 0·17 mm távolságban nyílik, előtt 3 præ-, mögött 3 postanalís papillasor emelkedik. A két külső præanalís papillasorban 5—5, a középsőben 10, a két külső postanalísban 3—3, a középsőben pedig 6 papilla van. (1. tábla, 10. ábra.) A spiculum sarlóforma, hossza 0·16 mm.

A *nőstény* teste 20 mm hosszú, átmérője a postoralis papillák öve mögött 0·052 mm, a vaginánál 0·27 mm, a fark közelében 0·17 mm. A test farkvége nem oly vékony, mint a hímé és végcsúcsa kevéssel tompábban kerekített. (1. tábla, 9. ábra.) A testburok kutikularétege 0·005 mm átmérőjű. A hypodermisréteg mediolateralis kötegeének szélessége 0·085 mm és szerkezete a híméhez hasonlít. A garat hossza 10 mm. A zsírtest legnagyobb része már elenyészett. Az ivarnyílás a test közepe előtt, a száj-

nyílástól 9·2 mm távolságban nyílik. A vagina S-formán dorsalis irányban görbült, kezdetben ferdén hátra- és fölfelé halad, majd előre kanyarodik s aztán fölfelé fordul. (1. tábla, 8. ábra.) A petefészkek közül a mellső a szájnnyílástól 1·11 mm, a hátulsó a fark csúcsától 0·8 mm távolságban ered. A peték tojásformák, vékony burkúak, 0·04 mm hosszúak.

A him világos, a nőtény sötét sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. gyűjtötte, még pedig 40 m mélységből 1 ♂-et; 50 m mélységből 1 ♀-t és 95 m mélységből 1 ♂-et.

Limnomermis limnetica DAD.

1. tábla, 11—15. ábra.

A hím teste 11·2 mm hosszú; átmérője a postoralis papillák mögött 0·03 mm, a test közepe táján 0·15 mm, az ivarnyílásnál 0·1 mm. A fejvég a szájnnyílás körületén tompán íves, a postoralis papillák öve mögött kissé befűződött. (1. tábla, 12. ábra.) A farkvég az ivarnyílástól kezdve vékonyodik és hegyes csúcsban végződik; a hátoldali szegély lejtős, a hasoldali egyenes és találkozásuk hegyes szöveget alkot. (1. tábla, 13. ábra.) A testtakaró kutikularétege 0·0023 mm átmérőjű, tehát igen vékony. A hypodermis réteg mediolateralis hosszkötege átlag 0·04—0·05 mm, egész hosszában három sejtsorból állónak látszik. A postoralis papillák övében 2—2 mediolateralis, egy dorsalis és egy ventralis papilla van, melyek világos gömböskében végződnek, kúpformák. (1. tábla, 11. ábra.) A postoralis papillák öve mögött 0·018 mm távolságban az oldalszerv fekszik, mely körforma és 0·012 mm átmérőjű. (1. tábla, 11. ábra.) Az oesophagus kutikulacsöve 3 mm hosszú. A zsírtest a fejvégtől 0·32 mm távolságban kezdődik s a farkvégtől 0·6 mm távolságban végződik. A mellső here a fejvégtől 4 mm, a hátulsó a farkvégtől 1·5 mm távolságban ered. A spiculum sarlóforma, hossza 0·135 mm. Az ivarnyílás a farkvégtől 0·2 mm távolságban fekszik, előtte és mögötte 3—3 sor papilla fekszik. A praenalis két külső papillasorban 10—10, a középsőben 14, a posta-

nalis két külső sorban 7—7 s a középsőben 11 papilla van. (1. tábla, 13. ábra.)

A nőstény teste 12·8 mm hosszú, átmérője a postoralis papillák öve mögött 0·06 mm, az ivarníyláznál 0·22 mm, a farkvég közelében 0·14 mm. A testtakaró kutikularétege 0·003—0·005 mm vastag. A fejkvég szerkezet tekintetében egyezik a hímével; úgy a mediolateralis hosszkötegek is, melyeknek átmérője átlag 0·05 mm. A farkvég hátoldali szegélye lejtősen íves, mélyen ereszkedik le a középvonal alá s a hasoldali szegélylyel lefelé irányuló, kerekített csücsöt alkot. (1. tábla, 15. ábra.) Az oesophagus kutikulacsöve 6·5 mm hosszú. A zsírtest a fejkvégtől 0·28 mm, a farkvégtől 0·11 mm távolságban fekszik. Az ivarníylás a fejkvégtől 7·2 mm távolságban, tehát a test közepén túl nyílik. A vagina S-formán görbülten dorsalis irányban emelkedik. (1. tábla, 14. ábra.) A mellső petefészek a szájníylástól 0·78 mm, a hátulsó a farkvégtől 0·1 mm távolságban ered. A peték gömbformák, vékonybőrűak, átmérőjük 0·04 mm.

Mindkét ivaregyén sárgásbarna, de a nőstény sötétebb színű.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. gyűjtötte, még pedig egy ♀-t 40 m mélységből, egy ♂-et 80 m mélységből.

Az épen leírt és teljesen ivarérett állapotot elért fajokon kívül még néhány nem teljesen ivarérett, illetőleg a szabadban tartózkodó idős lárvát is vizsgáltam. Miután minden kételyt kizárólag eldönteni nem tudtam, hogy közülök melyik tartozik az ivarérett példányok valamelyikéhez, kénytelen vagyok ezeket külön-külön fajnév alatt ismertetni, annyival is inkább, mert a lárváknak külön fajnév alatt való leírása általános szokás a *Mermithidae*-félékre vonatkozó irodalomban.

***Limnomermis acuticauda* DAD.**

2. tábla, 1—2. ábra.

A test hossza 14·2 mm; átmérője a postoralis papillák öve mögött 0·04 mm, a test közepe táján 0·2 mm; a spiculumnál 0·1 mm. A fejkvég ívesen kerekített, a postoralis papillák öve mögött befűződés nélkül. (2. tábla, 1. ábra.) A farkvég a spicu-

luntól kezdve erősen vékonyodik és ékformán hegyesen végződik. (2. tábla, 2. ábra.) A postoralis papillaövben két-két papilla a mediolateralis vonalban, egy dorsalisán és egy ventralisan fekszik. (2. tábla, 1 ábra.) A testtakaró kutikularétege 0·05 mm vastag. A hypodermis mediolateralis hosszkötegei a fej- és farkvég kivételével egyebütt átlag 0·05 mm átmérőjűek, a fejtégben három-, egyebütt két sejtsorból állóknak látszanak s ezeknek magja gömbforma. (2. tábla, 2. ábra.) Az oldalszerv körforma, átmérője 0·01 mm, a postoralis papillák öve mellett fekszik. Az oesophagus kutikulacsövét 6·5 mm hosszúnak találtam. A zsirtest kevés zsírszemecskét tartalmazott. A herék nem voltak még kifejlődve. A spiculum egy rostos tömeg alakjában mutatkozott. Az analis papillák közül egyet sem birtam felismerni. (2. tábla, 2. ábra.) Színe halvány sárgásbarna. Az ivarnyílás a fark csúcsától 0·6 mm távolságban nyílik.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. gyűjtötte az egyetlen him példányt 190 m mélységből. Nem tartom kizártnak azt, hogy az épen leírt idős him-lárva a *Limnomermis limnetica* DAD. alakkörébe tartozik, különösen ha a fark alakját vesszük tekintetbe.

Limnomermis curvicauda DAD.

2. tábla, 3—4. ábra.

Teste 9·3 mm hosszú, átmérője a postoralis papillák övé-
nél 0·06 mm, a test közepe táján 0·17 mm. A test mellső vége a száj körületén tompán íves, csaknem egyenesre metszett, a postoralis papillák öve mögött élesen befűződött, azontúl fokozatosan vastagodik. (2. tábla, 3. ábra.) A test farkvége az ivarnyílás mögött alig észrevehetően vékonyodik és horogformán a hasoldalra és előre görbült kutikulaanyagból álló farknyújtványba megy ki, melynek egész hossza 0·13 mm. (2. tábla, 4. ábra.) A testtakaró kutikularétege 0·005 mm vastag. A hypodermis mediolateralis hosszkötegei a fej- és farkvég kivételével egyebütt átlag 0·05 mm átmérőjűek, három sejtsorból állanak, a sejtnagok tojásformák. A postoralis papillák övében két-két mediolateralis, egy dorsalis és egy ventralis papilla van. Az

oesophagus kutikulacsöve 4 mm hosszú. A zsírtest tele van zsír-cseppekkel, mellső vége a szájnyílástól 0·35 mm, hátulsó vége a fark csúcsától 0·4 mm távolságban fekszik. A herék még nem voltak kifejlődve. A spiculum körteforma rostos tömeg alakjában mutatkozott. Az ivarnyílás távolsága a farkvég csúcsától 0·24 mm. Anális papillát egyet sem birtam megkülönböztetni; ezek teljesen hiányzanak. Színe sárgásfehér.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. gyűjtött egy idős him lárvát 35 m mélységből.

Limnomermis ensicauda DAD.

2. tábla, 5—8. ábra.

A *him* teste 9 mm hosszú, átmérője a postoralis papillák mögött 0·04 mm, a test közepe táján 0·09 mm, az ivarnyílás táján 0·07 mm. A test mellső vége a szájnyílás körületén tompán kerekített, a postoralis papillák övéig erősen elvékonyodott s e mögött befűződött, azon túl hirtelen vastagodni kezd. A test farkvége az ivarnyíláson túl feltűnően vékonyodik és hegyesen végződő, fokozatosan vékonyodó, törforma farknyújtványba megy ki, mely 0·13 mm hosszú. (2. tábla, 8. ábra.) A testtakaró kutikula rétege 0·008 mm vastag. A hypodermis mediolateralis hosszkoégei a száj- és farkvég kivételével egyebütt 0·04 mm szélesek és három sejtsorból állanak. A postoralis papillák övében két-két mediolateralis-, egy dorsalis- és egy ventralis papilla van. Az oesophagus kutikulacsöve 3·5 mm hosszú. A zsírtest nagymennyiségű zsírrögöcskét tartalmaz, a szájnyílástól 0·2 mm távolságban kezdődik s a fark csúcsától 0·38 mm távolságban végződik. Az oldalszerv tojásforma, a postoralis papillák övétől 0·015 mm távolságban fekszik, legnagyobb átmérője 0·014 mm. A heréket nem birtam megkülönböztetni, de már a sarlóforma spiculum jól kifejlődött, hossza 0·09 mm. Az ivarnyílás a fark csúcsától 0·27 mm távolságban nyílik. Az anális papillák közül még egy sem volt kiemelkedve. (2. tábla, 8. ábra.) Színe halvány sárgásbarna.

A *nőstény* teste 8 mm hosszú, átmérője a postoralis papillák övénél 0·022 mm, a test közepe táján 0·13 mm, a fark-

nyujtvány alapján 0·04 mm. A szájvég a száj körületén tompán íves, a postoralis papillák övéig és kissé ezen túl is erősen elvékonyodott, némileg befűződött. (2. tábla, 5. ábra.) A farkvég alig észrevehetően elvékonyodik s aztán törforma, széles alapú, rövid, hegyes farknyujtványba megy ki, melynek hossza 0·05 mm. (2. tábla, 7. ábra.) A testtakaró kutikula rétege 0·01 mm vastag. A hypodermis mediolateralis kötegei 0·05 mm szélesek és három sejtsorból állóknak látszanak. A postoralis papillák övében két-két papilla mediolateralisan, egy dorsalisán és egy ventralisan fekszik. Az oldalszerv körforma, átmérője 0·01 mm. (2. tábla, 5. ábra.) Az oesophagus kutikulacsöve 3·5 mm hosszú. A zsírtest nagymennyiségű zsírrögöskét tartalmaz, a szájnylástól 0·21 mm távolságban kezdődik s a fark csúcsától 0·12 mm távolságban végződik. A két ovarium már felismerhető volt, de még nem nőttek össze a vaginával. Az ivarnyílás a szájtól 4 mm távolságban nyílik, tehát épen a test közepén. A vagina aránylag igen hosszú, erősen görbült; eleinte fölfelé emelkedik, majd hátra és fölfelé hajlik, a test középvonalában előre kanyarodik s aztán lassan ventralis irányban ereszkedik lefelé. (2. tábla, 6. ábra.) Színe halvány sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. 40 m mélységből a leírt fiatal himet és nőtényt gyűjtötte.

Limnomermis gracilis DAD.

2. tábla, 9—11. ábra.

Teste 14·2 mm hosszú, átmérője a postoralis papillák övé-nél 0·03 mm, a vagina táján 0·18 mm, a zsírtest hátulsó végénél 0·07 mm. A test mellső vége a szájnylás körületén alig észrevehetően íves, csaknem egyenes, a postoralis papillák öve mögött kissé befűződött. A postoralis papillák övében két-két mediolateralis, egy dorsalis és egy ventralis papilla van. Az oldalszerv körforma, átmérője 0·01 mm: a postoralis papillák övétől 0·012 mm. távolságban fekszik. (2. Táb. 9. ábra.) A testtakaró küticula rétege 0·006 mm. vastag. A hypodermis mediolateralis hosszkötegei 0·03 mm. szélesek, szegélyükön tojásforma magok egy-egy hosszorát tartalmazzák, de a sejtek határvona-

lait nem tudtam felismerni. (2. tábla, 9—10 ábra.) Az oesophagus kutikulacsöve 6 mm hosszú. A zsírtest meglehetősen sok zsírrögöcskét tartalmaz, a szájnylástól 0·04 mm távolságban kezdődik s a farktól 0·08 mm távolságban végződik. A mellső petefészek a szájnylástól 3·8 mm, a hátulsó a fark csúcsától 0·8 mm távolságban kezdődik. A vagina eleinte előfelé halad, de kis távolságban hátra kanyarodik és egyenes irányban megy hátrafelé, majd pedig ismét előre fordul s az uterusokkal találkozik. (2. tábla, 11. ábra.) Az ivarnylás a test szájvégétől 7 mm távolságban fekszik, tehát csaknem a test közepén. Petéket az uterus nem tartalmazott. Színe halvány sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE Fr. gyűjtötte az egyetlen fiatal nőtényt 40 m mélységből.

Limnomermis uncata DAD.

2. tábla, 14—15. ábra.

A test egész hossza 20—23 mm, átmérője a postoralis papillák övénel 0·05 mm, a test közepe táján 0·25—0·28 mm, a farkvég csúcsa közelében 0·05 mm. A fejbég a postoralis papillák övéig igen vékony, azontúl gyorsan vastagodik; a szájnylás körülete tompán íves, csaknem egyenes. (2. tábla, 14. ábra.) A test hátulsó vége kúpformán kihegyesedett, végsúcsa kerekített, de két részből álló farknyujtványt visel. A farknyujtvány alaprészele korongforma, magáról a farkról lefűződöttnek látszik s a csúcsrészzel is ízületi összefüggésben van. A csúcsrészet horogforma, széles alappal kezdődik, majd erősen elvékonyodik és előfelé görbül (2. tábla, 15. ábra.), egész hossza 0·07 mm. A testtakaró kutikula rétege a 0·01 mm vastag. A hypodermis mediolateralis hosszkötegei a fej- és farkvég kivételével 0·045 mm szélesek, három sejtsorból állóknak látszanak. (2. tábla, 14—15. ábra.) A postoralis papillák övében két-két mediolateralis, egy dorsalis és egy ventralis fekvésű papilla van. (2. tábla, 14. ábra.) Az oldalszerv körforma, átmérője 0·015 mm s a postoralis papillák övétől 0·02 mm távolságban fekszik. A zsírtest a test szájvégétől 0·25 mm távolságban kezdődik s a farkvég-től 0·27 mm távolságban végződik, nagyon sok zsírrögöt tar-

talmaz. A petefészkek még nincsenek kifejlődve. A vagina kis távolságban fölfelé emelkedik, majd a test középvonalában hátrafelé fut, további útjában erősen meggörbül és előfelé irányul a a hasoldalon. Az ivarnyílás a szájvégtől 9·6 mm távolságban, tehát a test közepe előtt fekszik. Színe sötét sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. három fiatal nőtényt gyűjtött 35 m mélységből.

Limnomermis aquatilis (DUJ.)

Filaria aquatilis DUJARDIN F., 7. p. 68. Tab. 3. Fig. E.

« *lacustris* DUJARDIN F., 7. p. 68. Tab. 3. Fig. F.

Az ivarérett nőtény teste 8—11 mm hosszú, átmérője 0·102 mm. A fejevég a száj körületén ívesen kiemelkedett. A farkvég fokozatosan vékonyodik és ívesen végződik. Az ivarnyílás kevéssel a test közepe előtt fekszik. A peték gömbformák, átmérőjük 0·062 mm. Színe fehéres.

A lárva teste 13·5 mm hosszú, átmérője 0·175 mm. Fejvége a száj körül gyengén íves. A farkvég kúpforma és kis nyújtványban végződik. Az ivarnyílás a test közepe mögött fekszik. Színe halvány rózsaszínű.

Termőhelye Rennes és Vilaine, a hol DUJARDIN F. Nymphaea-levelek alatt találta.

Hiányosan ismert faj, melyet csupán azért vettem fel a *Limnomermis*-genus körébe, mert DUJARDIN F. szerint «*tégument homogéne, sans stries*», azaz az epidermis kutikula tömegéből hiányzanak a kereszteződő rostok. Nem tartom kizártnak azt, hogy e faj a *Hydromermis* CORTI genusnak is lehet tagja, de a hypodermis hosszkötegeinek ismerete nélkül ezt eldönteni nem lehet. Határozottan kizártnak tartom azonban azt, hogy a DUJARDIN F.-féle *aquatilis*- és *lacustris*-faj azonos lenne a LINSTOW O. v. *Mermis-Paramermis aquatilis*-ével, a melynek kutikulájában megvannak a kereszteződő rostok.

Pseudomermis de MAN.

Pseudomermis de MAN I. G. 20. p. 61.

A testtakaró kutikulaburka keresztveződő rostok nélkül. A hypodermis hat hosszköteget alkot, (?) A bőralatti izomzat hat hossznyalábra pematolódott. (?) A postoralis papillaövben 4—6 papilla van. Az oldalszerv körforma. A vagina körteforma tömlőt alkot.

A genusnak épen említett jellemző bélyegei közül csupán a kutikulaburok keresztveződő rostjainak hiánya s a vagina szerkezete az, mely feltétlenül irányadó; mert a többiek felől még nincsenek végérvényes adataink. Felemlítésre méltónak tartom azt, hogy míg de MAN I. G. és vele együtt LINSTOW O. v. a genus egyik jellemének tekinti a postoralis papillák négyes számát (17. 20.), LINSTOW O. v. későbbben mégis egy olyan ide tartozó fajt ír le *Pseudomermis pusilla* LINST. név alatt, melynek hat postoralis papillája van. (19. p. 248.)

Ez idő szerint a genusnak két faja ismeretes, melyek közül a *Pseudomermis Zykoffi* de MAN szabad lárva és ivarérett állapotban vízből, a *Pseudomermis pusilla* LINST. ellenben csupán élősködő lárva állapotban kelet-afrikai rovarokból ismeretes (19. 248. fig. 25., 26.) s így ez nem tartozik tárgyalásunk körébe.

Pseudomermis Zykoffi de MAN.

Pseudomermis Zykoffi de MAN I. G. 20. p. 61. Tab. 1.

“ “ LINSTOW O. v. 17. p. 490.

A szabadon élő ivaréretlen lárva teste 11 mm hosszú és 0.13 mm átmérőjű. A szájvég egyenletesen kerekített, a postoralis papillák öve mögött befűződés nélkül. A farkvég szintén hegyesen kerekített, de hátoldali szegélye lejtősen íves, míg a hasoldali csaknem egyenes s a kettő egy kis hátra irányuló, tüskéhez hasonló farknyújtványban egyesül. A postoralis papillák övében négy, lateralisán elhelyezett korongforma papilla van s az oldalszervek ezektől igen kis távolságban ülnek. A hypodermis lateralis, illetőleg mediolateralis hosszkötegei a test átmérőjének $\frac{1}{3}$ -át teszik ki szélességükkel és két sejtorsóból állanak. Az

oesophagus kutikulacsöve a test hosszának $\frac{1}{4}$ -ét eléri. A zsírtest a test egész üregét kitölti. A női ivarnyílás csaknem a test hosszának közepén fekszik. A vagina vastagfalú tömlő.

Az ivarérett nőstény 10·3 mm hosszú és 0·15 mm átmérőjű. A farkvégen nincs meg a farknyujtvány. Az ivarnyílás a test közepe mögött fekszik. LINSTOW O. v. szerint az ivarérett nőstény egyebekben egyezik a de MAN I. G.-től leírt lárvával s ezen kijelentéssel kapcsolatosan nem is tesz említést a postoralis papillák számáról, a hypodermis hosszkötegeiről s a vagina szerkezetéről.

Termőhelye Saratow, a Wolga partján fekvő tócsa, melynek iszapjából ZYKOFF gyűjtötte.

Gen. MESOMERMIS DAD.

A testtakaró kutikulaburka keresztvező rostok nélkül. A hypodermisréteg hat hosszköteget alkot, még pedig egy dorsalist, egy ventralist, két mediolateralist és két ventrolateralist. A bőr alatti izomzat hat pamatra tagolódott. A postoralis papillaövben hat papilla van. A him két spiculummal és két herével bír.

Az előzőekben jellemzett genus általános szervezeti viszonyai tekintetéből, különösen pedig a keresztvező rostokat nélkülöző kutikulaburkával és hypodermisének hat hosszkötegeivel nagymértékben egyezik a *Limmomermis* DAD. genus-szal, de eltér ettől a him spiculumainak számában, a mit én eléggé fontosnak tartok a két genus különválasztására.

Vizsgálataim során e genusnak az alábbi két faját találtam meg.

Mesomermis lacustris DAD.

3. tábla, 1—2. ábra.

A test hossza 9—12 mm között ingadozik, átmérője 0·08—0·15 mm. A fejevég a szájnyílás körületén íves, kissé kiemelkedett, a postoralis papillaöv mögött gyengén befűződött. (3. tábla, 1. ábra). A farkvég a spiculumoktól kezdve erősen vékonyodik, kúpforma, végsőcsúsa meglehetősen hegyesen kerekített, hátoldali sze-

gélye lejtősen íves, a hasoldali ellenben a végcsúcsba való átmenetelig egyenes. (3. tábla, 2. ábra). A postoralis papillaövben hat papilla van, melyek közül kettő-kettő mediolateralis, egy dorsalis, egy pedig ventralis fekvésű; valamennyi kúpforma és kis világos gömböcskében végződik. (3. tábla, 1. ábra.) Az oldalszervek körformák, átmérőjük 0·013 mm s a papillák övétől 0·02 mm távolságban fekszenek. A testtakaró kutikulaburka 0·01 mm vastag, keresztveződő rostok nélkül. A hypodermis mediolateralis hosszkötegeinek legnagyobb átmérője 0·02—0·35 mm és két sejtsorból állanak. Az oesophagus kutikulacsöve átlag 5·5 mm hosszú. A zsírtest nagy részében felhasználódott és csak kevés zsírrögöcskét tartalmaz. A két spiculum hátulsó felében horogformán görbült és ilyen helyzetben 0·6 mm hosszúsúak. Az ivarnyílás a fark végcsúcsától 0·65—0·7 mm távolságban nyílik, előtte három sor praeanalis és mögötte három sor postanalis papilla emelkedik. A középső praeanalis papilla-sorban 12, a két oldaliban 7—7, a középső postanalis sorban 11 s a két oldaliban végre 7—7 papilla van. (3. tábla, 2. ábra.) Színe halvány sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE F. több példányt gyűjtött, még pedig 35 m mélységből 2 ♂-et, 40 m mélységből 2 ♂-et, és 70 m mélységből 1 ♂-et, melyeknek mindenike ivarérett volt.

Mesomermis Zschokkei Dad.

2. tábla, 12—13. ábra.

A test hossza 15·6 mm, átmérője a papilláknál 0·07 mm, a test közepe táján 0·26 mm, a farkvég közelében 0·17 mm. A fejvég a szájnnyílás körületén gyengén íves, a postoralis papillák öve mögött kissé befűződött. (2. tábla, 12. ábra.) A farkvég az ivarnyílástól kezdve erősen vékonyodik, hegyesen kerekített csúcsba végződik, mely a hasvonalba fekszik, miután a hátoldali szegély erősen lejtősen lefelé íves, míg a hasoldali szegély egyenes. (2. tábla, 13. ábra.) A testtakaró kutikularétege 0·01 mm vastag, keresztveződő rostok nélkül. A hypodermis hat hosszkötege közül a mediolateralisak legnagyobb szélessége

0·06 mm és három sejtorsóból állanak. A postoralis papillaövben két-két papilla mediolateralis-, egy dorsalis- és egy ventralis fekvésű, valamennyi kúpforma. (2. tábla. 13. ábra.) Az oldalszervek sajátos négyzöghöz hasonlítanak s a papillák övétől 0·04 mm távolságban fekszenek. Az oesophagus kutikulacsöve 5·8 mm hosszú. A zsírtest csak nagyon kevés és apró zsírszemecskét tartalmaz. A mellső here a szájnylástól 0·36 mm-, a hátulsó a farkvégtől 0·6 mm távolságban ered. A két spiculum egyenes, mindenik 0·27 mm hosszú. Az ivarnyílás a fark csücsától 0·17 mm távolságban fekszik, előtte 3 sor praeanalis, mögötte 3 sor postanalis papilla emelkedik. A középső praeanalis papillasorban 14, a két külsőben 5—5, a középső postanalis sorban 8-, a két külsőben 3—3 papilla van. Színe halvány sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. gyűjtötte egyetlen ivarérett hím példányát 50 m mélységből. Itt megjegyzem, hogy egy darabkájából metszetsorozatot készítettem, farkvégét a spiculumokkal pedig kifőztem és kellemetlen meglepetésemre e darabkája a kálilúgban teljesen megsemmisült.

E faj a *Mesomermis lacustris*-től az analis papillák száma, az oldalszervnek alakja s a spiculumok hossza és alakja alapján könnyen megkülönböztethető. De a kettő között elválasztó bélyeg a farkvég alakja és szerkezete is.

Gen. BATHYMERMIS DAD.

A testtakaró kutikulaburka kereszteződő rostokkal. A hypodermis hat hosszköteget alkot. A bőralatti izomzat hat nyulábra pamatolódlott. A postoralis papillaövben hat papilla emelkedik. A vagina többé kevésbbé körteforma tömlőt alkot, megrövidült. A hímnek két spiculuma van s az ivarnyílás körül három prae- és három postanalis papillasor emelkedik.

Érdekessé teszi e genust az, hogy magában egyesíti a *Pseudomermis* de MAN és *Mermis* Duj. LINST. két genus legfontosabb jellemeit. A testtakaró kutikulaburkának kereszteződő rostjaival s a hím két spiculumával ugyanis e genus a *Mermis* Duj. LINST., míg ellenben megrövidült, tömlőforma vaginájával

a *Pseudomermis* de MAN genus-szal egyezik. Ez a körülmény indított engemet a genus felállítására.

Ezidőszerint két idetartozó faj ismeretes, melyek szabad lárva és ivarérett állapotban vizet lakók.

Bathymermis Fuhrmanni DAD.

3. tábla, 3—9. ábra.

A *him* teste 8·4 mm hosszú, átmérője a postoralis papilla-övnél 0·05 mm, az oesophagus végén 0·23 mm, az ivarnyílásnál 0·16 mm. A fejkúp kúposan kiemelkedett, magas ívben kerekített, de a középvonalban fekvő szájnnyílás körül öbolszerűen bemélyedt. (3. tábla, 9. ábra.) A farkvég az ivarnyílás táján hirtelen vékonyodik, hátoldali szegélye ívesen lejtős, a hasoldali egyenes és együtt hegyesen kerekített csúcsot alkotnak. (3. tábla, 7. ábra.) A testtakaró kutikulaburka 0·015—0·02 mm vastag, középső rétege keresztvezető rostokkal. (3. tábla, 6. ábra.) A hypodermis hossz-kötegei közül a mediolateralisak átlag 0·04 mm szélesek és 4—5 sejtsorból állanak, de a sejtsorok száma a fej- és farkvég felé lassanként kettőre csökken. A postoralis papillaövből a hat papilla közül kettő-kettő mediolateralisan egy dorsalisán és egy ventralisan fekszik, a szájnnyílástól 0·02 mm távolságban emelkednek. Az oldalszervek némileg tojásformák, legnagyobb átmérőjük 0·018 mm s a postoralis papillák övétől 0·018 mm távolságban fekszenek. (3. tábla, 9. ábra.) Az oesophagus kutikulacsöve 3 mm hosszú. A zsírtest tömege majdnem egészen felhasználódott és belőle csak igen kevés zsírcseppecske maradt meg. A két here közül a mellső a szájvégtől 0·8 mm, a hátsó a farkvégtől 0·7 mm távolságban ered. A két spiculum végén kissé ventralis irányban ívelt, hossza 0·32 mm. Az ivarnyílás a fark csúcsától 0·17 mm távolságban fekszik. A praeanalis papillasorok közül a középsőben 14, a két külsőben 7—7, a postanalis papillasorok közül a középsőben 7, a két külsőben 3—3 papilla van. (3. tábla, 7. ábra.) Színe világos sárgásbarna.

A *nőstény* testének hossza 8·5—12 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0·016—0·02 mm, a vagina táján 0·3—0·35 mm, a farkvégen 0·25 mm. A fejkúp hegyesen kerekített, de a szájnnyílás

körülete öbölszerűen bemélyedt. (3. tábla, 3—4. ábra.) A farkvég hátoldali szegélye ívesen lejtős, a hasoldali egyenes és együttesen meglehetősen szélesen kerekített csúcsot alkotnak. (3. tábla, 5. ábra.) A postoralis papillák ugyanolyan elhelyezésűek, mint a himéi, de a szájnnyíláshoz sokkal közelebb fekszenek. Az oldal-szervek körformák, átmérőjük 0·03 mm s a papillaövtől 0·015 mm távolságban fekszenek. A testtakaró kutikulaburka 0·02—0·023 mm vastag. A hypodermis hosszkötegei közül a mediolateralisak 0·15 mm szélesek, négy sejtsorból összetettek, de a sejtsorok száma a fej- és farkvégen kettőre apad. Az oesophagus kutikulacsöve 3·2—5·3 mm hosszú. A zsírtest nagyon kevés zsíresep-pecskét tartalmaz, mellső vége a szájnnyílástól 0·3 mm, a fark csúcsától 1·28 mm távolságban fekszik. Az ivarnyílás a test szájvégétől 4·5 mm távolságban nyílik. A vagina tömlőforma, falazatában concentricusan fekvő gyűrűs rostokat tartalmaz, mellső és hátsó szarva az uterusokba megy át. (3. tábla, 8. ábra.) A mellső petefészkek a szájvégtől 2·2 mm, a hátsó a farkvég-től 1·8 mm távolságban ered. A peték vékonybőrűak, gömbformák, átmérőjük 0·08 mm. Színe világos sárgásbarna.

Termőhelye a neuenburgi tó, a honnan Prof. FUHRMANN O. gyűjtötte, a kinek tiszteletére neveztem el e fajt. A rendelkezésemre állott példányok közül két nőtény 99 m, egy him 104 m mélységből került elő.

Bathymermis helvetica DAD.

3. tábla 10—13., 16. ábra.

A teljesen ivarérett nőtény testhossza 9·4—12·4 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0·06 mm, a vagina táján 0·3—0·35 mm, a farkvég közelében 0·15 mm. A test fejjége elmeszertnek látszik, de a dorsalis és ventralis postoralis papillák halomszerűen kiemelkedtek s a száj körülete kis mértékben íves. (3. tábla 10—13. ábra.) A farkvég csak kissé vékonyodik, hátoldali szegélye lejtősen íves, a hasoldali egyenes s a kettő a hasoldalhoz közeledett, meglehetősen hegyesen kerekített csúcsot alkot. (3. tábla, 13. ábra.) A testtakaró kutikulaburka 0·01—0·02 mm vastag és középső rétege a jellemző keresztvező ro-

tokat tartalmazza. A hypodermis mediolateralis hosszkötegeinek legnagyobb szélessége 0·06 mm és két sejtsorból állanak, melyeknek határvonalai azonban elenyésztek. A postoralis papillaövben két-két papilla mediolateralis-, egy dorsalis- és egy ventralis fekvésű, mindenik kúpforma. Az oldalszervek körformák, átmérőjük 0·02 mm s igen közel fekszenek a papillaövhez. (3. tábla, 10—11. ábra.) Az oesophagus kutikulacsöve 3·4—4 mm hosszú. A zsírtest több-kevesebb zsírcseppet tartalmaz, a szájnylástól 0·8 mm, a farkvégtől 0·9 mm távolságban fekszik. Az ivarnyílás a test szájvégétől 4—6 mm távolságban nyílik, tehát majdnem a test közepén. A vagina némileg gömbforma tömlőhöz hasonlít, vastag falazata concentricus rostokat tartalmaz. (3. tábla, 12. ábra.) A mellső ovarium a fejvégtől 1—1·2 mm, a hátulsó ellenben a farkcsúctól 1—1·5 mm távolságban kezdődik. Az uterus a vagina közelében hurkot alkot. A peték simaburkúak, gömbformák, átmérőjük 0·1 mm. A test színe halvány sárgásbarna.

A szabadon élő, még nem teljesen ivarérett nőstények testhossza 9·4 mm, legnagyobb átmérőjük 0·16 mm. A fejvég szerkezete mindenben hasonlít az idős nőstényekéhez. A belső szervek szerkezete tekintetében sincs nagy különbség a fiatal példányok s az idős nőstények között, de zsírtestük nagyon sok zsírcseppet tartalmaz s az ivarszervek még nem fejlődtek ki teljesen. Jellemzi a fiatal nőstényeket a test farkvége, mert ke-rekített csúcsa csaknem a középvonalba esik és erről egy S-formán görbült, 0·04 mm hosszú, tüskeforma farknyújtvány lóg le. (3. tábla, 16. ábra.) A fiatal példányok színe sötét sárgásbarna s a sok zsírcsepp miatt nagyon átlátszatlan.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. több példányt gyűjtött 35 m mélységből, még pedig két teljesen ivarérett és három még ivaréretlen nőstényt. E faj legfőképen fej- és farkvégének alakjával, valamint vaginájának szerkezetével tér el a *Bathymermis Fuhrmanni* DAD. fajtól, a melylyel különben igen közeli rokonságban áll.

Gen. PARAMERMIS LINST. v.

Mermis LINSTOW O. v. pro parte.

Paramermis LINSTOW O. v. 16. p. 167.; 18. p. 393.

" CORTI E. 3. p. 627.

A testtakaró kutikulaburka keresztvező rostokkal. A hypodermis hat hosszköteget alkot. A bőralatti izomzat hat hossznyalábra pematódott. A postoralis papillaövben hat papilla emelkedik. A vagina megnyúlt, hengeres, rendszeren S-formán görbült. A himnek egy spiculumma van.

Itt megjegyzem azt, hogy e genus általános jellemei tekintetéből nagy mértékben egyezik a *Limnomermis* DAD. genuszal és jóformán csupán a testtakaró kutikulaburkának szerkezetében tér el szembeötlően. E genus fajai teljesen kifejlesztett állapotban vízből ismeretesek.

Paramermis aquatalis LINST.

Mermis-Paramermis aquatalis LINSTOW O. v. 16. p. 165. Tab. 8. Fig. 7—10.

A him teste 12 mm hosszú, átmérője 0.176 mm. Az oesophagus kutikulacsöve a test hosszának $\frac{1}{2.4}$ -ét, a fark ellenben $\frac{1}{62}$ -ed részét teszi. A spiculum árforma és 0.26 mm hosszú. Az ivarnyílás előtt három praeanalis papillasor van, még pedig egy medialis és két lateralis. Az ivarnyílás mögött a hasoldalon hosszú rés mutatkozik.

A nőtény teste 19 mm hosszú és 0.273 mm átmérőjű. Az oesophagus kutikulacsöve csaknem a test félhosszát teszi ki. Az ivarnyílás a test közepe mögött fekszik. A vagina átmérője 0.07 mm, hátrafelé 0.4 mm hosszú utat tesz s aztán előre és fölfelé kanyarodik. A peték gömbformák, átmérőjük 0.049 mm.

Termőhelye a genfi tó, Morges mellett, a hol BUGNION gyűjtötte 2—80 m mélységből *Potamogeton* és *Myriophyllum* gyökerei közül. ASPER is megtalálta e fajt LINSTOW Ov. szerint a schweizi tavak iszapjában.

Paramermis contorta (LINST. v.).

Mermis contorta LINSTOW O. v. 12. p. 391. Tab. 22. Fig. 1.; 16. pag. 154.

Paramermis contorta LINSTOW O. v. 18. p. 393. Fig. 1.

A him testhossza 14·8 mm, legnagyobb átmérője 0·17 mm. A farkvég kúpformán kihegyesedett. Az ivarnyílás körül anális papillák sora emelkedett, az egyik sorban 14 papilla van.

Az ivarérett nőstény testhossza 21·1—49 mm, átmérője 0·23—0·28 mm között ingadozik. A fejevég tompán kerekített. A postoralis papillasorban két-két papilla mediolateralis, egy dorsalis és egy ventralis fekvésű. Az oldalszervek körformák s a fejevtől 0·026 mm távolságban ülnek. A farkvég kúpformán kihegyesedett. Az ivarnyílás kevéssel a test közepe előtt nyílik. A vagina megnyúlt, hengeres, 0·36 mm hosszú, átmérője 0·049 mm, eleinte ívesen előre és fölfelé hajlik, majd a hasoldal felé görbül s aztán átmegy a két uterusba. A peték gömbformák, burkuk sima, átmérőjük 0·059 mm.

Termőhelye Göttingen, a hol egy tócsa iszapjából LINSTOW O. v. gyűjtötte. Itt megjegyzem, hogy a KOHN F. G.-tól *Paramermis contorta* név alatt leirt faj (9.), nem azonos a *Paramermis contorta* (LINST.)-fajjal, mint azt LINSTOW O. v. (18) és CORTI E. (3.) megállapította.

Paramermis crassa (LINST. v.).

Mermis crassa LINSTOW O. v. 12. p. 392. Tab. 22. Fig. 2—8.; 13. p. 244. 16. p. 153.

Mermis crassa STILES p. 163.

A him teste 19—28 mm. hosszú. A nőstény hossza 13·2—90 mm között ingadozik és átmérője 0·29—0·9 mm a különböző fejlettségű példányokon. A him farkvége hegyes. Az ivarnyílás körül præ- és postanalís papillasorok vannak, még pedig egy medialis- és két laterális sor. A medialis sor egész hosszában, tehát præ- és postanalísan megkettőződött; a præanalís laterálisak szintén s így præanalísan tulajdonképen hat-, posta-

nalisan pedig negy papillasor van. A nőstény oesophagusának kutikulacsöve a test közepe előtt végződik.

Termőhelye LINSTOW O. v. szerint Közép-Európa, így névszerint Göttingen.

Itt meg kell jegyeznem azt, hogy a fenti rövid leírás adatait a LINSTOW O. v. közleményei alapján állítottam össze s a STILES ide vonatkozó második dolgozata nem állott rendelkezésemre. Nem tartom azonban kizártnak azt, hogy a STILES dolgozata sem nyújt részleteket a faj jellemei felől, mert LINSTOW O. v. ezt is felhasználta a faj legújabb leírásakor. (16.) Épen így meg kell jegyeznem azt is, hogy LINSTOW O. v. kérdőjel alatt synonymek gyanánt feljegyzi a SIEBOLD TH. v. féle *Mermis chironomi*- és *Mermis simulae reptantis*-, valamint a KRAEMER-féle *Merinthoideum mucronatum*zfajt is. (16.) p. 153.)

Paramermis limnophila DAD.

3. Tábla 14., 15. ábra.

A test hossza 10·4 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0·06 mm, a herék egyesülésénél 0·2 mm, az ivarnyílásnál 0·12 mm., A fejtég a szájnnyílás körületén alig észrevehetően íves, majdnem egyenes, a szájnnyílás kissé bemélyedt. (3. tábla, 14. ábra.) A farkvég az ivarnyílás mögött észrevehetőbben vékonyodik, hátoldali szegélye lejtősen íves, a hasoldali egyenes s a kettő a középvonal alatt mélyen fekvő kerekített csúcsot alkot. (3. tábla, 15. ábra.) A postoralis papillaövben egy-egy dorsolateralis-, egy dorsalis- és egy ventralis papilla van, melyek oldalról nézve kúpformák. (3. tábla, 14. ábra.) A testtakaró kutikulaburka 0·013 mm vastag s a genusra jellemző keresztvező rostokat mutatja. A hypodermis hosszukötegei közül a mediolateralisak legnagyobb szélessége 0·03 mm és három sejtsorból összetettek lehetnek, mert bennük három magsort különböztethetem meg. Az oesophagus kutikulacsöve 3 mm hosszú. A zsírtest nagyon kevés zsírcseppeskét tartalmaz. A mellső here a szájtégtől 0·8 mm, a hátulsó a farkvégtől mintegy 1·2 mm távolságban ered. A spiculum sarlóformán görbült, hossza 0·14 mm. Az ivarnyílás a fark csúcsától 0·2 mm távolságban fekszik, előtte há-

rom præ-, mögötte három postanalis papillasor emelkedik. A középső præanalis papillasorban 12, a két lateralisban 15—15, a középső postanalisban 15- és a két lateralisban 10—10 papilla van. A test színe halványsárgás.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. egy ivarérett himet gyűjtött 70 m mélységből.

Gen. MERMIS DUJ.

Mermis DUJARDIN F. 6. p. 129. LINSTOW O. v. 16. p. 149.

A testtakaró kutikulaburka kereszteződő rostokkal. A hypodermis megvastagodásai hat hosszköteget alkotnak. A bőralatti izomzat hat hossznyalábra pamatolódott. A postoralis papilla-övben hat papilla van. A vagina megnyúlt hengeres S-formán hurkolt. A himnek két spiculuma van.

E genus körében a bűvárok nagy számú fajt írtak le, melyek közül a *Mermis nigrescens* DUJ. és *Mermis albicans* v. SIEB. ivaréretten is ismeretes, még pedig nedves földből. Nagyobb része a fajoknak ivarérett állapotban a vízben tenyészik, még pedig az alábbiakban röviden ismertetett *Mermis acuminata* LINST., *Mermis lacinulata* SCHNEID., *Mermis paludicola* LINST. *Mermis piscinalis* LINST. és *Mermis rotundata* LINST. Lárva állapotban vízből ismeretes a *Mermis crassicauda* LEIDY, *Mermis elongata* LEIDY és *Mermis ferruginea* LEIDY, a melyeknek LINSTOW O. v. szerint (16. p. 157.) csupán hosszmeretei ismeretesek. Végre a fajoknak legnagyobb része élősködő lárva-állapotban ismeretes különböző gazdaállatokból s ezeknek száma ezidőszerint 20. Gazdaállatok gyanánt *Bolharákok*, *Pókfélék*, *Rovarok* és *Csigák* szerepelnek. A későbbi vizsgálatok feladata kideríteni azt, hogy vajjon a 20 élősködő *Mermis*-lárva tulajdonképen földben, vagy vízben élő és hány fajt képvisel.

Mermis acuminata LINST.

Mermis acuminata LINSTOW O. v. 11. p. 301. Tab. 9. Fig. 44.; 16. p. 156.

Testhossza 45 mm, legnagyobb átmérője 0.72 mm. Fejvége meglehetősen élesen kerekített. Farkvége kúpformán kihegyesedett.

A postoralis papillaövben hat papilla és két hegyes kiemelkedés van. A peték tojásformák, legkisebb átmérőjük 0·055 mm, a legnagyobb 0·069 mm.

E faj egyetlen ivarérett nőtényét, melynek jellemei felől LINSTOW O. v. leírásaiban több nem található, FEDTSHENKO gyűjtötte Turkestanban, de termőhelye ismeretlen.

Mermis lacinulata SCHNEIDER.

Mermis lacinulata SCHNEIDER A. 23. p. 178. Tab. 14. Fig. 5—7.; LINSTOW O. v. 16. p. 156.

A him teste 84 mm, a nőtényé 330 mm hosszú. A fejtég kúpformán kerekített. A farkvég csúcsa kúpformán kihagyosodott, a nőtényé vastagabb a fejtégnél. A postoralis papillasorban hat papilla emelkedik. A him ivarnyílása előtt és mögött 3—3 sor analis papilla van. A két lateralis sor egész lefutásában összefüggő tagolatlan, míg a medialis sor az ivarnyílás előtt és mögött ketté ágazik, mindenik ága 4—4 papillából áll. Valamennyi papillasor egyforma hosszú és a fark csúcsától 6 mm távolságban húzódik előre. A két spiculum hengeres, görbült, tompa csúcsú.

Termőhelye ismeretlen, HARTMANN gyűjtötte egy him és egy nőtény példányban.

Mermis paludicola LINST.

Mermis paludicola LINSTOW O. v. 11. p. 300. Tab. 9. Fig. 42., 43.; 16. p. 154.

A him teste 36 mm hosszú, 0·34 mm átmérőjű. A nőtény hossza 78 mm, átmérője 0·48 mm. A fejtég száj körületén kissé kiemelkedett. A farkvég mindkét ivaregyéne kerekített csúcsú. A postoralis papillaövben hat papilla emelkedik. A him hátulsó testvégén az ivarnyílás körül két lateralis papillasor emelkedik pra- és postanalisan, ezenkívül postanalisan két középső sor is. A lateralis papillasor pra-analis felében 9, a postanalisan 11 papilla van, míg a mediopostanalis papillasorok 4—4 papillából állanak. A spiculumok 1·3 mm hosszúak, vékonyak, pál-

ezikaformák és mellettük támasztó készülék van. A test színe barna.

Termőhelye Turkestanban a Sarawschan völgyben fekvő Durschan-kul tó, a honnan FEDTSCHENKO gyűjtötte és *Mermis explicans* név alatt említette, a nélkül, hogy mint LINSTOW O. v. megjegyzi, leírását alta volna. (16. p. 154.)

Mermis piscinalis LINST.

Mermis piscinalis LINSTOW O. v. 17. p. 490.

A test hossza 29 mm, átmérője 0·40 mm. A postoralis papillaövben hat papilla emelkedik. A farkvég kerekített csúcsú. Az ivarnyílás a test közepén fekszik. A gömbforma peték vastagburkuak, átmérőjük 0·035 mm.

Termőhelye Saratow, a Wolga partján fekvő tó, a honnan LINSTOW O. v.-nak egyetlen nőtény állott rendelkezésére.

Mermis rotundata LINST.

Mermis rotundata LINSTOW O. v. 11. p. 301.; 16. p. 157.

A test hossza 14 mm, átmérője 0·17 mm. A fejközlegre metszett, míg a farkvég csúcsa kerekített.

Termőhelye Turkestan, a hol FEDTSCHENKO gyűjtötte fel nem jegyzett termőhelyről. LINSTOW O. v. e fajt maga is első közleményében «species inquirenda» jelzővel látja el és újabb leírásában sem tud felőle többet mondani.

Azt hiszem, hogy nem tévedek akkor, ha általánosságban azt az észrevételt kockáztatom meg, hogy a *Mermis*-genus eddig ismert vizben élő fajai valamennyien hiányosan leírtak s a leírások alapján nehezen, vagy épen nem ismerhetők fel. Különösen áll ez azokról a fajokról, a melyeknek csak a nőtényei ismeretesek, mert ezekről még azt sem lehet határozottan megállapítani, hogy tényleg a *Mermis*-, vagy pedig a *Paramermis*-genusba tartoznak-e.

Gen. HYDROMERMIS CORTI.

Hydromermis CORTI E. 2. p. 105.; 3. p. 631.; KOHN F. G. 9. p. 249.

A testtakaró kutikulaburka kereszteződő rostok nélkül. A hypodermis megvastagodásai nyolcz hosszköteget alkotnak. A bőr alatti izomzat nyolcz hossznyalábra pamatolódott. A postoralis papillaövben hat papilla emelkedik. A vagina megnyúlt, hengeres, S-formán görbült. A himnek csak egy spiculuma van.

A genus ivarérett példányai vízben élnek, míg lárvái legfőképen Chironomus-lárvákban élőködnek.

Hydromermis acuminata DAD.

3. tábla, 17. ábra. 4. tábla, 1., 2. ábra.

A test hossza 10–12 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0.4 mm, a petefészkek kezdetén 0.17 mm, a farkvég közelében 0.1–0.13 mm. A fejközeg meglehetősen hegyesen kerekített, a szájnnyílásnál kissé bemélyedt. (4. tábla, 1. ábra.) A farkvég hátoldali szegélye lejtősen, de meglehetősen erősen ívelten ereszkedik alá az egyenes hasoldali szegélyhez s ezzel egyenesen hátra irányuló, rövid kúpot alkot. (4. tábla, 2. ábra.) A testtakaró kutikulaburka 0.005 mm vastag. A hypodermis hosszkötegei közül a mediolateralisak legnagyobb átmérője 0.04 mm és három sejtsorból összetettek, de a sejtek határvonalai elenyésztek s csak a magok sorai mutatnak rá az egykori sejtekre. A postoralis papillaövben egy-egy dorsolateralis, egy-egy mediolateralis és egy-egy ventrolateralis, kúpforma papilla emelkedik. (4. tábla, 1. ábra.) Az oldalszervek körformák, átmérőjük 0.01 mm s a papillaövhez közel fekszenek. Az oesophagus kutikulacsöve 3.5–4.6 mm hosszú. A zsírtest tele van zsírcseppekkel s a szájnnyílástól 0.55 mm távolságban ered s a fark csücsától 0.033 mm távolságban végződik. A két petefészkek ugyanott ered, a hol a zsírtest ered és végződik. Az ivarnyílás a szájnnyílástól 5–5.8 mm távolságban, tehát a test közepén, vagy kevéssel az előtt fekszik. A megnyúlt, hengeres vagina eleinte dorsalis irányban

emelkedik, majd hátra és kissé lefelé hajlik, később fölfelé görbül s aztán előre irányul. (3. tábla, 17. ábra.) A peték gömbformák, vékony burkúak, átmérőjük 0·05 mm. A test színe sötét sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. két ivarérett nőtényt gyűjtött 30 és 40 m mélységből.

Hydromermis annulosa DAD.

4. tábla 3—5. ábra.

A test hossza 14 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0·05 mm, a test közepe táján 0·23 mm, a farkvég közelében 0·17 mm. A fejevég feltűnő vékony, meglehetősen szabályosan és hegyesen íves. (4. tábla, 3. ábra.) A farkvég hátoldali szegélye ívesen és lejtősen ereszkedik le az egyenes hasoldali szegélyhez s ezzel hegyes csúcsot alkotna, ha kis öböl nem mélyedne bele, melynek alsó határa fogszerűen kiáll. (4. tábla, 5. ábra.) A testtakaró kutikulaburkának középső rétegében gyűrűs rostok fejlődtek ki (4. tábla, 4. ábra.), melyeknek jelenléte alkalmul szolgált a faj elnevezésére. A test egész fölületén különben, különösen pedig a fej- és farkvégen a kutikulaburok fölülete gyűrűsen redőzött (4. tábla, 3—5. ábra.); átmérője 0·005 mm. A hypodermis hosszkoztegei közül a ventrolateralisak 0·018 mm, a dorsolateralisak 0·012 mm s a mediolateralis 0·1 mm átmérőjűek, három sejtsorból összetetteknek látszanak. A postoralis papillaövbén egy-egy mediolateralis, két dorsolateralis és két ventrolateralis, kúpforma papilla emelkedik. (4. tábla, 3. ábra.) Az oldalszervek körformák, átmérőjük 0·012 mm. Az oesophagus kutikulacsöve 6·4 mm hosszú. A zsírtest sok zsírcseppet tartalmaz, a szájnnyilástól 0·58 mm, a fark csúcsától 0·2 mm távolságban végződik. A két petefészek vége ugyanott kezdődik, a hol a zsírtesté. Az ivarnyílás a szájtól 4·8 mm távolságban, tehát jóval a test közepe s az oesophagus kutikulacsövének vége előtt. A végina S-formán görbült. A peték még nem voltak teljesen kialakulva. A test színe sárgásfehér.

Termőhelye a neuenburgi tó, a honnan Prof. FUHRMANN O. gyűjtötte az egyetlen fiatal nőtényt példányt 75 m mélységből.

Hydromermis bathycola DAD.

4. tábla, 6—9. ábra.

A test hossza 13·5 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0·03 mm, a vagina táján 0·18 mm, a farkesűcs közelében 0·05 mm. A fejbég az oldalszervekig feltünő vékony, csaknem nyakszerű, a száj területén tompán ives, csaknem egyenes. (4. tábla, 6—7. ábra.) A farkvég a csűcs előtt kis távolságban kezd vékonyodni csupán, hátoldali szegélye lejtős, a hasoldali egyenes, de együttesen kúpforma. kerekített csűcsot alkotnak a test középvonala alatt. (4. tábla, 8. ábra.) A postoralis papillaövből egy-egy mediolateralis, egy-egy dorsolateralis és egy-egy ventrolateralis kúpforma papilla emelkedik. Az oldalszervek körformák, a papillaövtől 0·02 mm távolságban fekszenek, átmérőjük 0·01 mm. A testtakaró kutikulaburka 0·002 mm vastag, sima; keresztződő vagy gyűrűs rostok nélkül. A hypodermis hosszükötegei közül a mediolateralisak legnagyobb szélessége 0·03 mm és két hosszirányú sorban rendeződő magokat mutat. Az oesophagus kutikulacsöve 5·2 mm hosszú. A zsírtest meglehetősen sok zsírcseppel tartalmaz, mellső vége a szájnyílástól 0·26 mm távolságban kezdődik s a farkesűcstől 0·18 mm távolságban végződik. A két petefészkek vége egybeesik a zsírtest két végével. Az ivarnyílás a szájvégtől 7·1 mm távolságban, tehát a test közepe előtt fekszik. A megnyúlt, hengeres vagina föl- és hátrafelé irányul, majd aláfelé görbül s aztán előfelé halad. (4. tábla, 9. ábra.) A peték tojásformák, vékonyburkúak, legnagyobb átmérőjük 0·04 mm. A test színe világos sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. gyűjtötte egyetlen nőtény példányát 95 m mélységből.

Hydromermis contorta (KOHN F. G.).

Paramermis contorta KOHN F. G. 9. p. 213. Tab. 16. Fig. 1—26.

Hydromermis implicata CORTI 3. p. 629.

A him teste 13—26 mm, a nőtényé 26—50 mm hosszú és 0·07—0·21 mm, illetőleg 0·18—0·37 mm átmérőjű. A fejbég a száj körületén tompán ives. A farkvég lassanként vékonyodik

és hegyes csúcsba végződik. A testtakaró kutikulaburka 0·005—0·008 mm vastag, rostok nélkül. A hypodermis hosszkötegei közül a mediolateralisak együttesen a test körületének 40% -át teszik ki s a sejtmagok 3—4 hosszorát tartalmazzák. A postoralis papillaövben egy-egy papilla dorsalisán és ventralisan míg kettő dorsolateralis, kettő pedig ventrolateralisan emelkedik. Az oesophagus kutikulacsöve a nőstényekben a vagina közelébe ereszkedik le. A zsirtest a szájnilyástól 0·3 mm távolságban kezdődik s a nőstényben a fark csúcsától 0·25—0·55 mm távolságban végződik. A mellső here a szájvégtől 2 mm, a hátulsó a spiculumtól kis távolságban kezdődik. A spiculum sarlóformán íves. A nőstény farkvége hirtelen, erősen vékonyodik és fölfelé hajlott csúcsban végződik. A mellső petefészek a szájvégtől 0·6 mm, a hátulsó a farkcsúctól 0·08 mm távolságban ered. Az ivarnyílás 1—1·5 mm távolságban fekszik a test közepétől előbb. A vagina megnyúlt, hengeres, kezdetben ferdén föl és hátrafelé emelkedik, majd előre és lefelé hajlik, végre ismét fölfelé emelkedik. A peték átmérője 0·053—0·068 mm.

Termőhelye Liesing és Brunn között egy tócsa, a honnan SCHNEIDER K. C. gyűjtötte. Nem tartom különben lehetetlennek, hogy a KOHN-féle fajnév alatt egynél több faj is lappang.

Hydromermis conura DAD.

4. tábla, 10—13. ábra.

A test hossza 7·5 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0·03 mm, a vagina táján 0·2 mm, a farkcsúcs közelében 0·13 mm. A fejkég a postoralis papillák övétől kezdve feltűnően megvékonyodott, a szájnilyás körületén íves. (4. tábla, 10—11. ábra.) A farkvég hátoldali szegélye lejtősen íves, mélyen a középvonal alá ereszkedik, hasoldali szegélye egyenes, de a hátoldalival csaknem a hasvonalba eső hegyesen kerekített csúcsot alkot. (4. tábla, 13. ábra.) A test kutikulaburka 0·009 mm vastag, rostokat nem tartalmaz. A hypodermis hosszkötegei közül a ventrolateralisak és dorsolateralisak 0·01 mm, a mediolateralisak 0·05 mm szélesek s ezekben központi fekvésű egyetlen magsort tudtam megkülönböztetni. A postoralis papillaövben egy-egy

mediolateralis, két dorsolateralis és két ventrolateralis, kúpforma papilla emelkedik. Az oldalszervek körformák, átmérőjük 0·015 mm, a postoralis papillaövtől 0·02 mm távolságban fekszenek. (4. tábla, 11. ábra.) Az oesophagus kutikulacsöve 2·4 mm hosszú. A zsírtest meglehetősen kevés zsírcseppecskét tartalmaz, a szájnylástól 0·3 mm távolságban kezdődik s a farkcsüestől 0·18 mm távolságban végződik. A mellső petefészkek a szájvégtől 0·45 mm, a hátsó a farkcsüestől 0·18 mm távolságban kezdődik. Az ivarnyílás a szájnylástól 4 mm távolságban, tehát a test közepe mögött fekszik. A vagina eleinte föl- és kissé előfelé emelkedik, majd hátrafelé görbül s a test középvonala táján helyezkedik el. (4. tábla, 12. ábra.) A peték gömbformák, simaburkúak, átmérőjük 0·06 mm. A test színe sárgásfehér.

Termőhelye a neuenburgi tó, a honnan Prof. FUHRMANN O. 104 m mélységből gyűjtötte a rendelkezésemre állott egyetlen nőtény példányt.

Hydromermis rivicola CORTI.

Hydromermis rivicola CORTI E. 2. p. 105.

A testtakaró kutikulaburka 0·004—0·005 mm vastag, keresztződő rostokat nem tartalmaz. A hypodermis hosszkötegei közül a mediolateralisak a test körületének 50%-át teszik ki. A postoralis papillaövben egy-egy mediolateralis-, két dorsolateralis- és két ventrolateralis papilla emelkedik. Az oesophagus kutikulacsöve a test közepéig terjed. A zsírtest a test két végétől 0·5 mm távolságban kezdődik s illetőleg végződik.

A him testhossza 15—32 mm, átmérője a postoralis papillaöv táján 0·072—0·097 mm, egyebütt 0·182—0·275 mm. A fejevég kerekítetten szögletes. A farkvég hegyes csúcsba megy ki. A spiculum 0·227—0·318 mm hosszú, íves, sárgás színű. Az ivarnyílás körül præ- és postanal papillasorok vannak, de számuk ismeretlen.

A nőtény testhossza 18—56 mm, átmérője 0·023—0·023 mm. A fejevég egyszerűen kerekített, átmérője 0·050—0·085 mm. A farkvég elmetsetten végződik. Az ivarnyílás az egyének nagysága szerint majd a test közepén, majd attól kisebb-nagyobb, a fej-

végtől 1—8 mm távolságban fekszik. A vagina megnyúlt, hengeres, S-formán görbült, még pedig eleinte elő- és fölfelé emelkedik, majd a hasoldal felé és hátra hajlik, később ismét a hátoldalra kanyarodik. A peték gömbformák, sima burkúak, átmérőjük 0·066—0·072 mm.

Termőhelye Pavia mellett egy tócsa, a honnan CORTI E. gyűjtötte, még pedig élősködő lárváit a *Chironomus venustus*-ból, ivarérett példányait az iszapból A CORTI E. minden tekintetben részletes leírásának némi hiánya az, hogy nem nyújt ki-merítő adatokat a him præ- és postonalis papillasorairól s ezekben a papillák számáról.

Gen. EUMERMIS DAD.

A testtakaró kutikulaburka keresztződő rostok nélkül. A hypodermis nyolcz hosszköteggé vastagodott meg. A bőralatti izomzat nyolcz hossznyalábra pamatolódott. A postoralis papillaövbén hat papilla emelkedik. Két here fejlődött ki. A himnek csak egy spiculumma van.

E genus testtakarója kutikulaburkának keresztződő rostjaival és a him egyetlen spiculumával a *Paramermis* LINST. genusszal egyezik, míg a hypodermis nyolcz kötege éles elválasztó vonalat alkot s inkább a *Hydromermis* CORTI genus szomszédságába vonzza.

Eumermis gracilis DAD.

4. tábla, 14—17. ábra.

A test hossza 22 mm, átmérője a postoralis papillaövnél 0·06 mm, a garatgyűrű taján 0·155 mm, a test közepén 0·25 mm, a spiculum előtt 0·2 mm. A fejevég a száj körületén halomszerűen kiemelkedett, a szájnyílásnál öblös, a két oldalon észrevehető. kúpforma csúcsocskát alkot. (4. tábla, 14. ábra.) A farkvég az ivarnyílás mögött feltűnően vékonyodik, hátoldali szegélye lejtősen íves s az egyenes hasoldali szegélyig ereszkedik le, a melylyel kúpforma, hegyes csúcsot alkot. (4. tábla, 17. ábra.) A test kutikulaburka 0·01 mm átmérőjű, középső rétegének keresztződő

rostjai élesek, a belső réteg kétszerte vastagabb, mint a más kettő együtt. (4. tábla, 15. ábra.) A hypodermis hosszkötegei közül a mediolateralisak legnagyobb átmérője 0·02—0·03 mm között ingadozik, szemecskés tömegében két mag sor vonul végig. (4. tábla, 16. ábra.) A postoralis papillaövben egy-egy mediolateralis-, két-két dorsolateralis és ventrolateralis kúpforma papilla van. Az oldalszervek körformák, átmérőjük 0·012 mm s ugyanilyen távol fekszenek a postoralis papillaövtől is. Az oesophagus kutikulacsövének hossza 7 mm. A zsírtest a szájvégtől 0·49 mm, a farkvégtől 0·5 mm távolságban kezdődik s illetőleg végződik és meglehetősen sok zsírcseppel tartalmaz. A mellső here a szájnyílástól 0·14 mm, a hátulsó a fark csúcsától 0·6 mm távolságban kezdődik. Az egyetlen spiculum 0·13 mm hosszú, sarlóforma. Az ivar nyílás a fark csúcsától 0·28 mm távolságban fekszik előtte három sor praeanalis-, mögötte 3 sor postanalis papillasor van. A középső praeanalis papillasorban 24-, a két lateralis praeanalis sorban pedig 18 papilla emelkedik. A középső postanalis papillasort 11-, a két lateralis postanalis sort ellenben 5 papilla alkotja. (4. tábla, 17. ábra.) A test színe halvány sárgásbarna.

Termőhelye a vierwaldstädti tó, a honnan Prof. ZSCHOKKE FR. 40 m mélységből gyűjtötte a rendelkezésemre állott egyetlen, ivarérett hím példányt.

Az idevonatkozó irodalom jegyzéke.

1. BUGNION: Verhandl. d. schweizer. naturf. Gesellschaft. Jahresber. 1876—77. (78). p. 247. (Sec. LINSTOW O. v.)
2. CORTI E.: Di un nuovo Nematode parasita in larva di Chironomus. — Rendiconti del reale Istituto lombardo di Scienze e lettere. Ser. 2. Vol. 35. 1902. p. 105.
3. « Sulla Paramermis contorta di KOHN. — Zool. Anzeiger. Bd. 29. Nr. 20. 1906. p. 627.
4. DIESING: Systema Helminthum 1851. II. p. 108.
5. « Revision der Nematoden. 1861. p. 607.
6. DUJARDIN F.: Sur les Mermis et les Gordius. — Annal. des Scienc. Natur. Ser. 2. Tom. 18. 1842. p. 129. Tab. 6. Fig. 1—16.
7. « Histoire des Helminthes. 1845. p. 68. Tab. 3. Fig. E. F.
8. FEDTSCHENKO: Bericht d. Freunde d. Naturw. Bd. 10. H. 2. 1874. p. 58. Tab. 14. Fig. 16. (Sec. LINSTOW O. v.)

9. KOHN F. G.: Einiges über *Paramermis contorta* (v. LINST.) = *Mermis contorta* Linst. — Arbeiten a. d. zool. Institut. d. Univers. Wien. Tom. 15. 1905. p. 213. Tab. 16.
10. KRAEMER: Illust. Medic. Zeitung. Bd. 3. 1855. p. 291. Tab. 11. Fig. 9. 10. (Sec. LINSTOW.)
11. LINSTOW O. v.: Nematoden, Trematoden und Acanthocephalen, gesammelt von Prof. FEDTSCHENKO in Turkestan. — Archiv. f. Naturg. 43. Jahrg. 1883. p. 274. Tab. 9. Fig. 42—43.
12. « Bemerkungen über *Mermis*. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 34. 1889. p. 390. Tab. 22.
13. « Weitere Beobachtungen an *Gordius tolosanus* und *Mermis*. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 37. 1891. p. 239. Tab. 12. Fig. 10.
14. « Beobachtungen an Helminthen. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 39. 1892. p. 325. 15. Fig. 9. 10.
15. « Über *Mermis nigrescens*. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 40. 1892. p. 498. Tab. 28. 20.
16. « Das Genus *Mermis*. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 53. 1899. p. 149. Taf. 8.
17. « Neue Beobachtungen an Helminthen. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 64. 1904. p. 484. Tab. 28.
18. « Zur Anatomie des Genus *Paramermis*. — Zool. Anzeiger. Bd. 29. Nr. 12. 1906. p. 393. Fig. 1.
19. « Gordiiden und Mermithiden des königlichen Zoologischen Museums in Berlin. — Mittheilungen aus dem Zoologischen Museum zu Berlin. Bd. 3. H. 2. 1906. p. 243. Taf. 4. 5.
20. MAN I. G. de: Materialen zur Wolga-Fauna. Zykoff's. — Bulletin de Moscou. 1903. p. 61. Tab. 1. (Sec. de MAN.)
21. MEISSNER G.: Beiträge zur Anatomie und Physiologie von *Mermis albicans*. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 5. 1854. p. 207. Tab. 11—15. Bd. 7. 1855. p. 144. 250. (Sec. LINSTOW O. v.)
22. RAUTHER M.: Beiträge zur Kenntniss von *Mermis albicans* Sieb. — Zool. Jahrb. Vol. 23. Anat. 1906.
23. SIEBOLD TH. v.: Ueber die Fadenwürmer der Insecten. Eine bitte an die Entomologen. — Stettiner entom. Zeit. Bd. 3. 1842. p. 146. Erster Nachtrag. Ibid. Bd. 4. 1843. p. 78. Zweiter Nachtrag. Ibid. Bd. 9. 1848. p. 290. Dritter Nachtrag. Ibid. Bd. 11. 1850. p. 329. Vierter Nachtrag. Ibid. Bd. 15. 1854. p. 103. Fünfter Nachtrag. Ibid. Bd. 19. 1858. p. 325.
24. « Beitrag zur Naturgeschichte der Mermithen. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 5. 1854. p. 201.
25. STILES: Note préliminaire sur quelques parasites. — Bullet. Soc. Zool. de France. 1891. Année 16. p. 163.
26. « Notes on Parasites II. — Journ. comp. Med. Weter. Arch. Vol. 13. 1892. p. 523. Fig. 9—12. (Sec. KOHN F. G.)

27. LEIDY I.: Proceed. Acad. Philadelphia. T. 5. 1852. p. 263. T. 8. 1857. p. 58. (Sec. LINSTOW O. v.)
28. RAUTHER M.: Morphologie und Verwandtschaftbeziehungen der Nematoden und einiger ihnen nahe gestellter Vermalien. — Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie. Bd. 1. 1909. p. 491. Fig. 1—21.
- (A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 ápr. 24.-én tartott üléséből.)

ÁBRÁK MAGYARÁZATA.

I. Tábla.

- | | | | | | |
|----------|------------------------------|------|---|-------------------------|-----------------------|
| 1. ábra. | <i>Limnomermis bathybia</i> | DAD. | ♀ | fejvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 2. " | " | " | ♀ | farkvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 3. " | " | " | ♀ | cuticula átmetszete. | REICH. Oc. 6. Obj. 7. |
| 4. " | " | " | ♀ | juv. farkvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 5. " | " | " | ♀ | vaginája oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 2. |
| 6. " | " | " | ♂ | farkvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 7. " | <i>Limnomermis limnobia</i> | DAD. | ♂ | fejvége hasoldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 8. " | " | " | ♀ | vaginája oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 2. |
| 9. " | " | " | ♀ | farkvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 10. " | " | " | ♂ | farkvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 11. " | <i>Limnomermis limnetica</i> | DAD. | ♂ | fejvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 7. |
| 12. " | " | " | ♀ | fejvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 13. " | " | " | ♂ | farkvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 14. " | " | " | ♀ | vaginája oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |
| 15. " | " | " | ♀ | farkvége oldalról. | REICH. Oc. 6. Obj. 4. |

II. Tábla.

1.	ábra.	<i>Limnomermis acuticauda</i>	DAD.	♂ juv. fejbége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
2.	"	"	"	♂ juv. farkvége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
3.	"	<i>Limnomermis curvicauda</i>	DAD.	♂ juv. fejbége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
4.	"	"	"	♂ juv. farkvége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
5.	"	<i>Limnomermis ensicauda</i>	DAD.	♀ juv. fejbége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
6.	"	"	"	♀ juv. vaginája oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
7.	"	"	"	♀ juv. farkvége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
8.	"	"	"	♂ juv. farkvége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
9.	"	<i>Limnomermis gracilis</i>	DAD.	♀ juv. fejbége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
10.	"	"	"	♀ juv. farkvége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
11.	"	"	"	♀ juv. vaginája oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	
12.	"	<i>Mesomermis Zschokkei</i>	DAD.	♂ fejbége oldalról.	REICH. Oc. 6.
				Obj. 4.	
13.	"	"	"	♂ farkvége oldalról.	REICH. Oc. 6.
				Obj. 4.	
14.	"	<i>Limnomermis uncata</i>	DAD.	♀ juv. fejbége oldalról.	REICH. Oc. 6.
				Obj. 4.	
15.	"	"	"	♀ juv. farkvége oldalról.	REICH.
				Oc. 6. Obj. 4.	

III. Tábla.

1.	ábra.	<i>Mesomermis lacustris</i>	DAD.	♂ fejbége oldalról.	REICH. Oc. 6.
				Obj. 7.	
2.	"	"	"	♂ farkvége oldalról.	REICH. Oc. 6.
				Obj. 4.	
3.	"	<i>Bathymermis Fuhrmanni</i>	DAD.	♀ fejbége oldalról.	REICH. Oc. 6.
				Obj. 4.	
4.	"	"	"	♀ fejbége oldalról.	REICH. Oc. 6.
				Obj. 4.	

5. ábra. *Bathymermis Fuhrmanni* DAD. ♀ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 2.
6. " " " " " " " " " " " " kutikula szerkezete. REICH. Oc. 6.
Obj. 7.
7. " " " " " " " " " " " " ♂ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
8. " " " " " " " " " " " " ♀ vaginája oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
9. " " " " " " " " " " " " ♂ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 7.
10. " ~~Bathymermis~~ *Bathymermis helvetica* DAD. ♀ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 2.
11. " " " " " " " " " " " " ♀ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
12. " " " " " " " " " " " " ♀ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 2.
13. " " " " " " " " " " " " ♀ vaginája oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 2.
14. " *Paramermis limnophila* DAD. ♂ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
15. " " " " " " " " " " " " ♂ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
16. " *Bathymermis helvetica* DAD. ♀ juv. farkvége oldalról. REICH.
Oc. 6. Obj. 4.
17. " *Hydromermis acuminata* DAD. ♀ vaginája oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 2.

IV. Tábla.

1. ábra. *Hydromermis acuminata* DAD. ♀ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 7.
2. " " " " " " " " " " " " ♀ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
3. " *Hydromermis annulosa* DAD. ♀ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
4. " " " " " " " " " " " " ♀ kutikula szerkezete. REICH. Oc. 6.
Obj. 7.
5. " " " " " " " " " " " " ♀ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
6. " *Hydromermis bathycola* DAD. ♀ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.
7. " " " " " " " " " " " " ♀ fejtvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 7.
8. " " " " " " " " " " " " ♀ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6.
Obj. 4.

9. ábra. *Hydromermis bathycola* DAD. ♀ vaginája oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 2.
10. " *Hydromermis conura* DAD. ♀ fejkéje oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 4.
11. " " " " ♀ fejkéje oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 7.
12. " " " " ♀ vaginája oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 2.
13. " " " " ♀ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 4.
14. " *Eumermis gracilis* DAD. ♂ fejkéje oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 4.
15. " " " " ♂ kutikula szerkezete. REICH. Oc. 6. Ob. 7.
16. " " " " ♂ testének részlete a lateralis kötegekkel oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 4.
17. " " " " ♂ farkvége oldalról. REICH. Oc. 6. Obj. 4.

Valamennyi rajz rajzoló készülék segítségével készült.

ÚJABB ADATOK BUDAPEST KÖRNYÉKE HARMAD- IDŐSZAKI ÜLEDÉKEINEK GEOLOGIÁJÁHOZ.

LÖRENTHEY IMRE 1. tagtól.

(Második közlemény.)

Ez alatt a cím alatt írott első közleményemben ¹ a Budapest-környéki tertierre vonatkozó újabb geológiai megfigyeléseim közül az oligocén és alsómediterránra vonatkozókat közöltem, jelentékenyen kibővítve Budapest tertierjének rétegsorát és lényegesen módosítva Budapest geológiai térképét.

Kimutattam, hogy Hlavács Gyulának a budapesti neogénről összeállított értekezése teljesen hamis képét nyújtja e képződménynek, a minék bizonyításához különben ez és a harmadik értekezésem fogja a legtöbb adatot szolgáltatni; nem is szólva a palaeontológiai eredményekről, melyek szintén több értekezésnek teszik az anyagát. Ez értekezéseim fényesen megczáfolják Hlavács Gyulának ama kijelentését, hogy miután Budapest neogénje már teljesen ismert, nem tudhatott róla újat mondani.

4. Adatok a riolittufa pontosabb geológiai korához.

Dr. Szabó József Göd környékének vízviszonyairól írott munkájában ¹ diluviálisnak tartja e Budapest-környéki agyagos riolitot, szóval átmosottnak. Ezen a véleményen volt eleinte dr. Schafarzik Ferencz is, a mint ennek Budapest geológiai

¹ Math. Term.-tud. Értesítő. XXIX. köt. 1. füzet. 1911.

² Göd környéke forrásainak geológiai és hydrográfiai viszonyai. (Értekezések a Term.-tudományok köréből. XVII. köt. 20. l. 1887.)

térképéhez írt magyar nyelvű magyarázó szövegében kifejezést is adott¹ a rákosi kastély melletti föltárásokról szólván, midőn azt mondja: «... az alsó, dült helyzetben lévő kavics levantei korú, míg a fölötte lévő horzsaköves réteg már diluviális korú lehet». Bár SCHAFARZIK a cserháti andesitekről írott munkájában² megemlékezik arról, hogy a fehér riolittufának nyomai megvanak e «Rákos-kastélytól DDK-re fekvő Királyhegyen is a futóhomok alatt, a hol helyzeténél fogva a rákosi lajtamész fekéjébe esik»; mind a mellett Budapest geologiai térképén Mogyoród legközelebbi környékétől eltekintve, ettől délre e képződmény sehol sem szerepel.

A rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról írott értekezésemben³, mutattam egyrészt ki, hogy a Rákos-kastély mellett föltárt, dült helyzetű konglomeratumos kavicsok nem mastodonos kavicsok, tehát nem levantei korszakbeliek, hanem a bennök talált palæontologiai leleteim alapján alsó mediterrániak. Továbbá, hogy a fölējök települt gömbös, horzsaköves riolittufa nem átmosott s így nem diluviális, hanem egykori a Királyhegyet alkotó tufával, tehát szintén alsómediterráni. Egyúttal a rákosi királyvágánynak a szelvényével bizonyítottam SCHAFARZIK ama föltevését, hogy a Királyhegy riolittufarétege «a rákosi lajtamész fekéjébe esik». Ezt egy geologiai szelvényben be is mutattam, csodálkozásomat fejezve ki egyúttal a fölött, hogy HLAVÁCS GYULA, a ki Budapest geologiai térképének déli lapját reambulálta, sem a térképen nem tünteti föl e rákoskörnyéki riolittufát, sem magyarázó szövegében nem említi,⁴ szóval nem ismeri egyáltalában. SCHAFARZIK F. hivatkozik⁵ eme megfigyeléseimnek eredményeire térképének német magyarázó szövegében, de a térképet ennek értelmében javítani már nem lehetett.

¹ Budapest. és Szt.-Endre vidéke stb. (Magyarázatok a magy. kor. országainak részletes földtani térképéhez. 1902. 54. lap.)

² A Cserhát piroxén-andesitjei. (Földt. Int. Évk. IX. k. 1893. 301. l.)

³ Földtani Közlöny. XXXIV. köt. 1904.

⁴ Budapest és Tétény vidéke stb. 1902.

⁵ Die Umgebung von Budapest und Szt.-Endre. 1903.

E munkám megjelenése után már Hlavács Gyula is tudomást vett róla, hogy az ő tőle reambulált területen tényleg van eruptívus kőzet és pedig a szóban lévő riolittufa, a mely most már, miután én megismertettem, szerinte is «ott fehérlik» a királyvágyány leásásában. (Budapesti neogén 345. l.) Azonban sem az én, sem Vadász dr.-nak a munkáját, melyből az adatot merítette, nem említi.

Azóta tovább tanulmányozva Budapest környékének geológiai viszonyait sikerült megállapítanom, hogy a térképen tetemes foltként térképezendő e tufa Budapest határában. E folt a Rákosi-kastélytól keletre majdnem a villamosnak Almássy Pál-telepi megállójáig, északnyugatra a rákosszentmihályi Árpádu utczáig és délre a Budapest—gödöllői vasutvonalig térképezendő. A Rákos-pataktól nyugatra is térképezendő még riolittufa. Ugyanis Rákosfalvával szemben, az országút déli oldalán lévő vásártér kútjában 270 m mélységben az alluvium alatt a tufa 9 m vastagságban lett föltárva, a mint én ezt ismertettem.¹

Az eredeti helyzetben számban lévő riolit vagy dacittufa korából eddig az irodalom alapján a következőket tudjuk: dr. Schafarzik Ferencz «A Cserhát piroxénandesitjeiről» írott munkájában² következőleg nyilatkozik: «... legkevésbé sem habozom a főt-mogyoródi tufák egymáshoz való viszonyát analógiában a Cserhátban tapasztalt tényekkel oly módon fölfogni, miszerint a fehér riolittufa az egész vidék legrégebb képződménye, melyet Salgó-Tarjánra való tekintettel itt is alsómediterránkorúnak vehetünk». Erre következik a piroxénandesit tufája, egyrészt a főt Somlyón, másrészt pedig Mogyoród K-ti szélén, mely viszont itt is, úgy mint a Cserhátban általában a lajta-emeletnek s a többi fiatalabb lerakódásoknak alapul szolgált.»

Schafarzik eme nyilatkozataiból látni, hogy ő a «fehér riolittufa» korát illetőleg nem nyilatkozik elég határozottan, ő olyan alsómediterrán-korszakbelinek mondja, mely a felsőmediterrán-rétegek alá nyúlik, a mit tényleg sikerült is be-

¹ A rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról. 235. l.

² Földt. Int. Évk. IX. köt. 302. lap. 1893.

bizonyítanom és a Sashalom kavicsának koráról írott értekezésben geológiai szelvényben be is mutatni. Ezekből csak azt lehetne megállapítani, hogy a riolittufa az alsómediterrán végét jelzi s ugyanerre az eredményre jutott Böckh János¹ is, mondván, «hogy az Ordító-erdő árkában a congeria-agyag közvetlenül fedi, valószínűvé teszi, hogy ezen képződmény a lajta-képlet legfiatalabb tagja» s miután itt a tőle lajta-képletnek nevezett rétegösszletet az alsómediterrán képviseli, ő is az alsó- és felsőmediterrán határára teszi az eruptió korát. Böckh Hugó nagy-marososi munkájában ugyanezt mondja az eruptió koráról. A mennyiben a 12. lapon így nyilatkozik «a dunakeszi rév előtt azután riolittufa bukkanik fölszínre. Ez a szomszédos vidéken, mint azt édes atyám vizsgálataiból tudjuk, a pecten præscabriusculus tartalmú rétegeken fekszik... és így az alatta fekvő homokokban a pecten præscabriusculus tartalmú rétegeket kell keresnünk».

HLAVÁCS GYULA a budapesti neogénről írott dolgozatában (347. l.) azt mondja: «hogy az eruptív tufa tényleg a burdigaleni korú üledék tagja és ennek a kornak körülbelül közepét ájtörtént meg az eruptió, melynek hamuja a tengerbe hullva, fenekén leülepedett».

HLAVÁCS tehát az eddigi fölfogástól eltérőleg, nem az alsómediterrán végére, hanem a közepére teszi a horzsaköves riolittufa eruptiói korát. Ezt azonban nem tudja megindokolni, annál kevésbbé, mert a fúrt kutak szelvényeiben is teljesen önkényesen húzza meg a burdigaleni és vindobonai emeletek között a határt. Így például a Dréher-sörfőző negyedik számú kútjának szelvényében a 149 m-beli «apró kavicsos durva homok»-ot veszi a felsőmediterrán alsó határanak, míg az *Alveolina melo*, F. M. sp., *Rotalia Beccarii*, L. és *Polystomella crispa*, D'ORB. sp. és *Polystomella macella*, F. es M. sp. tartalmú homokkővet önkényesen elszakítva az ugyane faunát tartalmazó fölötte

¹ Fót, Gödöllő, Aszód környékének földtani viszonyai. (Földtani Közöny. II. köt. 13. lap) 1872.

lévő felső mediterrán-rétegektől az alsó mediterránba teszi, holott még feltétlenül a felsőhöz tartozik, petrográfiai és faunisztikai alapon. Eme állításomat különben maga HLAVÁCS is megerősíti, midőn azt mondja (349. lap): «a burdigaleni és vindobonai üledék közötti határnak a megvonásánál... az a körülmény volt a döntő, hogy míg a vindobonai rétegek fúrópróbáinak megiszapolása kielégítő foraminifera-faunával örvendtetett meg, melyben az alveolinák és miliolinák játszsza a vezérszerepet, addig a burdigaleni rétegek — mint már említettem — az altalajban fossziliákban meddők.» Ezek után tehát a tufa erupciói idejéről még mindig nem tudunk biztosat.

Azt hiszem e kérdés megoldását is sikerül legalább egy lépéssel előbbre vinni, ama föltárás alapján, mely a Czinkótá-hoz tartozó Beniczky-féle kavicsbányában tanulmányozható. Ennek az északi martjában ugyanis az itt föltárt pecten *præscabriusculus* homokban nagy riolittufa-tömbök vannak beágyazva.¹

Ezek közül a legérdekesebb már tömegénél fogva is a bánya alsó és felső szintjének határán lévő nagy tömb, mely a mai állapotában kb. 3 mm széles, 2 mm magas és a meglévő részéből ítélve több méter hosszú lehetett. Ezt, miután a csákány nemsokára örökre megsemmisíti, ezzel eltüntetve a tufák korviszonyainak megítélésére szolgáló egyik legszebb bizonyítékot: szükségesnek tartom a mellékelt fotografikus képben megörökíteni.

E bánya magasabban fekvő szintjében a felső diluviális (?) kavics alatt 5 m mélyen ugyancsak az *equipecten præscabriusculus* homokban másik két dacittufa rög is van, melyeknek mindegyike több mint $\frac{1}{2}$ m átmérőjű.

Ez a föltárás mindenesetre igen szépen igazolja, hogy az eddigi fölfogásokkal szemben a dacittufa erupciói ideje nem az alsómediterrán végére, hanem az eleje tájára helyezendő,

¹ LÖRENTHEY: I. Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához című munkámban közölt szelvényben — 123. lap, 2. ábra — már föltüntettem e rétegeket. (Math. Term.-tud. Ért. XXIX. köt. 1. füzet.)

miután a pecten præscabriusculus homokban már megkeményedett rögei vannak; de egyúttal igazolja azt is, hogy e rögök nem messziről kerülhettek ide s így a kráterüknek közelben kellett lenni. De valószínű, hogy e tufáknak nagyobb volt itt a felületi elterjedése is, melyet később az errózió részben elmosott.



Dacittufa-zárvány a pecten præscabriusculus homokban, a czinkotai Beniczky-féle homokbányából.

5. Újabb adatok a felsőmediterrán kifejlődéséhez és faunájához.

A budapesti felsőmediterránt tárgyaló munkák között is Hlavács Gyulának szóban lévő, Budapest-környéki neogénjéről írott munkája¹ az utolsó. E szóban lévő munka azonban nem nyújtja a felsőmediterránnak helyes képét, sem a képződmény kifejlődését, de még kevésbé a faunáját illetőleg.

¹ A magy. kir. földtani intézet évkönyve. XVII. köt. 2. füzet. 1910.

Minek oka az, hogy egyrészt az utolsó tíz évnek irodalmát nem veszi tekintetbe, a régebbieket pedig minden kritika nélkül kezeli; másrészt pedig az újabbi feltárásokat nem ismeri.

Így lehetséges az, hogy említést sem tesz Budapestnek egyik legérdekesebb feltárásáról, mely a neogént a legszebben tárja fel. Ezzel a még irodalmilag majdnem teljesen ismeretlen föltárással éppen a Budapest-környéki neogént tárgyaló munkának kellett volna bővebben foglalkoznia, annál is inkább, mivel ennek létezéséről, mint «a budaörs-diósi útbevágás»-ról már dr. VADÁSZ is tesz említést,¹ kiemelve annyit, hogy ott a «lithodomus»-ok gyakoriak.

Ez a föltárás Budapest nyugati határán van, a Kamaraerdő és Kőérberek között. Kelenföldről a «Kőérberek» vasútállomás mellett a katonai lövöldéhez vezető útnak a hegytetőn lévő bevágása létesítette azt a szép szelvényt, melyről itt szólni akarok. A hegy északi lejtőjén alul, a házak közelében, az út bevágása és árcai kékes agyagos és homokos rétegeket tárnak föl kövületekkel, melyek a kattiai emeletbeli *pectunculus obovatus* rétegekhez tartoznak. Innen tovább dél felé haladva az út a humuszba van mélyesztve, úgy hogy az itteni alsó mediterrán kavicsokat és homokokat nem tárja fel. A hegytetőre közeledve az erdő széle felé ismét üledékes tengeri rétegeket tár fel az út bevágása. Itt a következő érdekes rétegsorozat látható:

1. A humusz alól kibukkanik kavicsos, alveolinás mészkő 1-2 mm vastag.

2. E fölött zöldes márgás pikkelyesen széthulló réteg van, melyben szintén kvarckavics van elszórva, ezek különösen a réteg alsó és felső részében gyakoriak. A réteg, a hol legvastagabb 3 m s jellemző reá nézve a *Cidaris-tüskéknek* nagy száma. E rétegsorozatban helyenként lithothamniumos gumókkal telt keskenyebb hydrozoás (*millepora*) lencsék vannak, melyek fölépítésében részt vesznek a zátonyépítő elemek közül még a korallak is (*heliastrea*). E zátonyszerű lencsékben itt is, miként

¹ Budapest-Rákos felsőmediterránkorú faunája. (Földtani Közlöny. XXXVI. köt. 281. lap) 1906.

Rákoson, nagy számban vannak a fúrókagylók (*lithophagus*, *gastrochæna*, *Jouannetia*, *saxicava*).

E rétegből eddig a következő szerves maradványokat ismerem :

Lithothamnium sp. gumók. (i. gy.)

Alveolina melo, D'ORB. (i. gy.)

Heliastrea conoidea, Rss. ? (gy.)

Millepora sp. ind. (i. gy.)

Serpula sp.

Cidaris Desmoulensi, SISM. ? (i. gy.)

 " *Schwabenau*, LBE. (gy.)

 " sp. (cfr. *Peroni*, COTTO.) (r.)

Cellepora globularis, Rss. (gy.)

Crania abnormis, DEFR.

Lima sp. ? (r.)

Pecten alunurus, EICHW. (i. gy.)

 " (*Chlamys*) *trigonocosta*, HILB.

 " " *gloria maris*, DUB. ?

 " sp. (cfr. (*Chlamys*) *Sturi*, HILB.)

 " sp.

Lithophagus lithophagus, L. sp. (i. gy.)

Arca (Anadora) turonica, DUJ.

 " sp.

Pectunculus obtusus, PARTSCH. (gy.)

Chama sp. (*gryphina*, LAM. ?)

Cypricardia transylvanica, HÖRN. (i. gy.)

Lucina sp.

Lucina (Jagonia) reticulata, POLI. sp.

Gastrana (Capsa) lacunosa, CHEMN. sp.

Tellina sp.

Venus clathrata, DUJ.

Saxicava arctica, L. cfr. var. *elongata*, BR.

Gastrochaena dubia, PENN. (i. gy.)

 " *intermedia*, HÖRN. var. *obesa*, FONT.

 " cfr. *intermedia*, HÖRN. var. *tauroblonga*, SACCO.

Jouannetia semicaudata, DESM. (gy.)

- Haliotis ovata*, BON. (e. gy.)
Natica ind. sp.
Vermetus (Burtinella) turbinata, PHIL. sp.
Cypraea (Aricia) leporina, LAM. (i. gy.)
 " " *Lanciae*, BRUS.
Conus (Chelyconus) ventricosus, BRONN.? (gy.)
 " (*Leptoconus*) *Dujardini*, DESH.? (gy.)
Pagurus cfr. *subsimitis*, M. EDW.
Calappa Heberti, BROCC.
Neptunus sp. (*granulatus*, M. EDW.?)
 Nagy *Decapod*-rák ollótöredéke.
Chrysophrys sp.?

3. Ez a márgás pad majdnem észrevétlenül átmegy a fölötte lévő meszes, laza konglomeratumszerű padba, melyben szintén kvarczkavics van elszórva. E kvarczkavics szemei borsónagyságúak s többnyire zöldesek. Ebben a rétegben kevés kövület-töredék és cédaris túske van. E 2 m vastagságú rétegnek felső egynegyede durvább kavicsból áll és sok hydrozoa-gumót tartalmaz.

4. A felső mediterrán legfelső rétege tiposos lukacsos lajta-mész sok kövület köbelével és lenyomatával s helyenként hydrozoás fészkekkel. Ebben a $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ m vastag rétegben, miként az alatta levő réteg felső részében is tojásnagyságú kvarczkavics van elszórva. Ebből a rétegből a következő faunát határozhattam meg:

- Alveolina melo*, D'ORB. (gy.)
Miliolina sp.
Heliostrea sp.
Millepora sp.
Pinna cfr. *Deshayesi*, MAYER.
Lima inflata, CHEMN.
Radula lima, L. sp.
Pecten substriatus, D'ORB.
Arca (Barbatia) barbata, L.
 " (*Barbatia*) *dichotoma*, HÖRN.
 " (*Anadara*) *turonica*, DUC.

- Arca (Anadara) diluvii*, LAM. ?
 " *Noae* L.
Cardita rufescens, LK. var. *elongata*, BRN.
 " *cfr. calyculata*, L.
Chama gryphina, LAM.
Venus (Ventricola) praecursor, MAY. ?
 " " *excentrica*, AG. sp.
Mitrularia hungarica, LŐRENT. n. sp.¹
Vermetus (Burtinella) turbinata, PHIL. sp.
Serpula sp.
Buccinum (Uzita) obliquum, HILB.
Comus (Chelyconus) mediterraneus HWASS.
 " " *ventricosus*, BRONN. ?

Sajnos, hogy mint a lajtamész-faciesben mindenhol, úgy itt is a legtöbb kövület csak benyomatok és kőbelek alakjában van meg, a mi a meghatározást megnehezíti, sőt sokszor lehetlenné is teszi. A sok kövület közül csakis a pectenek, echinodermatok és crustaccák vannak héjjas állapotban. A felsorolt fajokon kívül még rendkívül sok a felsoroltaktól eltérő kagyló- és csigafaj benyomata van gyűjteményemben, melyek azonban meghatározhatatlanok.

Ezekre a 13^a felé 4—5 fokkal dülő rétegekre konkordansan telepszik a szarmata mészkő, melyről a következő 6. fejezetben külön cím alatt szólok.

Ennek a föltárásnak 2. számú rétegét, éppen úgy mint a rákosi vasútbevágásban az alsó tufa-rétegre települő zátonyszerű milleporás réteget, a milleporák, lithothamniumok, bryozoumok, korallok és a fúrókagylók nagy száma jellemzi. Ez a zátonyszerű pad itt is lencseszerűen van a zöldes márgában elhelyeződve, éppen úgy, mint a rákosi vasútbevágásbeli homokban. Ez a zátonyszerű képződmény, valamint faunája és a rétegekben lévő sok kavics is a képződménynek teljesen sekélyvizi, partközeli

¹ Ez érdekes új fajt legközelebb megjelenendő: «Palaeontologiai ujdonságok Magyarország harmadidőszaki üledékeiből» című dolgozatomban írom le.

eredésére vall. E lelethely rétegeinek a többi felsőmediterrán lelethely rétegeitől való eltérő kifejlődése erre a faunára is reá-nyomja a sajátosság bélyegét éppen úgy, mint a hasonló kifejlődésű rákosi alsó szint faunájára.

Ennek tudható be, hogy olyan nemek és fajok vannak itt nagy mennyiségben, melyek máshol ritkaság számba mennek. Ilyenek a *Lithophagus lithophagus*, L. sp., *Gastrochaena intermedia*, HÖRN., *Gastrochaena dubia*, PENN., *Saxicava arctica*, L. sp., *Jouannetia semicaudata*, DESM., *Cypricardia transylvanica*, HÖRN. és *Haliotis ovata*, BON. Van a faunában (a 4. sz. rétegben) a magyarországi mediterránra új nem is, a sekély vizet kedvelő *Mitrularia* és pedig ennek egy új faja, *Mitrularia hungarica*, nov. sp., a mely úgy látszik nem is éppen ritka, a mennyiben rövid idei gyűjtés két példányát eredményezte. Van a faunában a galíciai és eggenburgi alsómediterránra jellemző fajok, melyek hazánkból eddig csakis a rákosi felsőmediterrán hydrozoás padból voltak ismereteseek, mint a *Pecten (Chlamys) trigonocosta*, HILB. és *Pecten (Chlamys) gloriamaris*, DUB. ?; ezzel szemben pl. a *Comus (Chelyconus) mediterraneus*, HWASS, *Lima inflata*, CHEMN. és *Arca (Barbutia) barbata*, L. ma is élő fajok.

E föltárásból anyagot kaptam STRÉDA REZSŐ és VADÁSZ MÓR ELEMÉR dr. uraktól is, a miért fogadják e helyen is köszönetemet.

Ennek az érdekes feltárásnak az ismerete nélkül nem lehet a Budapest-környéki neogénnek helyes képét adni s még kevésbbé akkor, ha valaki a rákosi vasútbevágás szelvényét sem ismeri, s daczára ennek HLAVÁCS GYULA nemcsak adatokat akart szolgáltatni, hanem a munkája cziméből ítélve teljes képét akarta nyújtani a Budapest-környéki neogénnek. Ez azonban, a mint az eddigiekben bebizonyítottam, sehogy sem sikerült.

De nézzük ezek után, hogy mennyiben sikerült neki, a mit munkájában ígért, az adatokat összegyűjtve, az újabb felfogás keretében egységes képét rajzolni a Budapest-környéki neogén-üledékeknek.

HLAVÁCS GYULÁnak az adatok összegyűjtése körül kifejtett lelkiismeretességét jellemeztem részben akkor, midőn kiemeltem, hogy az 1910-ben megjelent munkában csakis az

1903-ig megjelent irodalmat vette — úgy a hogy — tekintetbe. Most a felsőmediterránnak az irodalom alapján nyújtott képeről akarok csak szólni. A képződmény kifejlődését illetőleg rögtön szembetűnik, hogy nemcsak hogy újat nem nyújt e tekintetben, hanem hogy dr. VADÁSZNAK ama érdekes, még 1906-ban közölt megfigyeléséről sem tud, mely szerint a rákosi vasútbevágásban a tőlem kimutatott¹ s geológiai szelvényben is bemutatott dacittufa fölé két hydrozoás zátonyszerű pad (lencse) telepszik,² olyan mint a milyent az előző lapokon, a Budaőrssel szemben lévő katonai útról is ismertettem.

Ha már a geológiai rétegsort helytelenül és hiányosan közli, nézzük, hogy talán a faunát illetőleg tényleg sikerült az adatokat összegyűjteni s az újabb felfogás keretében erről egységes képet adni.

Hogy ez HLAVÁCS GYULÁNAK mennyire sikerült akkor, mikor Rákosról 86 foraminiferát, 45 molluscát, 1 echinodermatát és az én munkám alapján 11 rákot, tehát összesen 143 állatfajt említ, kitűnik, ha e faunára vonatkozó ismeretek fejlődését tekintjük.

FRANZENAU ÁGOSTON már 1881-ben³ 86 foraminiferát, 46 molluscát és 1 echinodermatát ismertet, megemlítve, hogy vannak még rákollók és rákpánczélok is. 1895-ben HLAVÁCS GYULA egy ugyancsak akadémiai pályadíjat nyert munkájában⁴ újra leközi FRANZENAU adatait, mindössze annyit változtatva rajta, hogy kihagyott a kövület-jegyzékből egy «*Lawina sp.*»-t, a «*Pecten Leytajanus*» nevét «*Pecten Sienringensis*»-re változtatja, FRANZENAU rák-ollói és hátpánczéljai helyét «*r á k - o l l ó k a t*» és «*h a l - p á n c z é l o k a t*» említ, nem tudva azt, hogy időközben BROCCHI P. 1883-ban, tehát HLAVÁCS munkájának megjelenése

¹ LŐRENTHEY I.: A rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról. (Földtani Közlöny. XXXIV. köt. 1904.)

² VADÁSZ M. E.: Budapest-Rákos felsőmediterránkorú faunája. (Földtani Közlöny. XXXVI. köt. 1906.)

³ Adatok a rákosi (Budapest) felsőmediterrán-emelet foraminifera faunájához. (Földtani Közlöny. XI. köt. 1881.)

⁴ Az Alföld Duna-Tisza közötti részének földtani viszonyai. (Földt. Int. Évkönyve. IX. köt. 1895.)

előtt már 12 évvel leírta az itteni rákokat és pedig 5 új fajt.¹ Majd én 1898-ban, az egyetlen HLAVÁCS-tól is idézett munkám-ban,² már 12 évvel HLAVÁCSnak szóban lévő munkájának a megjelenése előtt ismerttettem 20 addig még innen ismeretlen fajt és pedig 1 echinodermatát, 1 vermet, 11 molluscát, 5 rákot és 2 halat. Később 1905-ben, tehát HLAVÁCS munkájának megjelenése előtt 5 évvel ismét két új molluscát ismerttettem innen.³

Majd később dr. VADÁSZ 1906-ban,⁴ tehát HLAVÁCS munkájának a megjelenése előtt 4 évvel, a leginkább tőlem gyűjtött anyag, de részben saját gyűjtései alapján is 73-mal szaporította a fajok számát, úgy hogy a 4 bizonytalan meghatározású alakot kihagyva és a foraminifera-fajok számát az újabb nomenklatura szerint 10-zel kevesbitve, innen már 219 fajt közöl.

Ha tehát a már 1906-ban ismertetett 219 fajjal szembeállítjuk HLAVÁCS 1910-ben megjelent munkájának 143 faját, az eredményt legjobb akarattal sem lehet haladásnak minősíteni, mert ezzel szerzője sem az újabb felfogás kereteit nem töltötte meg s még kevésbé szolgáltatott a képződményről és faunájáról egységes képet, hanem csak szegényes képet. Hogy HLAVÁCS ugyanazt az 1881-ből való kövületlajstromot 1910-ben újra harmadszor is kiadja, mutatja, hogy ismerete 1881 óta nem változott. Ő mindössze annyi egyéni bélyeget nyomott csak a már 1881-ben FRANZENAUTÓL kiadott adatokra s a már tőle megállapított tudományos igazságokra, hogy a *Scutella vindobonensis* a molluscákhoz veszi, s az én rákmunkám nyomán felsorolja az innen ismertetett alakokat. Az állítólag elszórt, de tényleg együtt lévő adatoknak egybeállítása sem sikerült ezek szerint HLAVÁCSnak. Miután az en említett két iro-

¹ Notes sur le scrustacés fossiles des terrains tertiaires de la Hongrie. (Ann. d. sc. geol. Tom. XIV. 1883.)

² Adatok Magyarország harmadkorú rák-faunájához. (Math. Term. tud. Közlemények. XXVII. köt. 2. sz. 1898.)

³ Kivonat a szakülési jegyzőkönyvből. (Földtani Közlöny. XXXV. köt. 189. lap. 1905.)

⁴ Budapest-Rákos felsőmediterrán faunája. (Földtani Közl. XXXVI. köt. 1906.)

dalmi pótlásomat és dr. VADÁSZnak kizárólag e faunával foglalkozó munkáját nem akarja ismerni, újabb anyagot pedig nem gyűjtött, holott majd minden kiránduláson találhatni valami újat. Így ő nem ismer innen coelenteratát, vermet, bryozoát, cephalopodát, cirripediát, vertebratát, holott az irodalomban ez mind van ismertetve.

HLAVÁCS hogy mennyire nem «az újabb felfogás keretében» közli e mástól átvett adatokat, — mint a hogy igéri — mutatja az, hogy ő a foraminiferáknak régi szinonimáit mind külön fajkként közli, de nem csak a rákosi faunából, hanem városligeti artézi kútból valókat is, azért nála *Truncatulina Dutemplei*, D'ORB., majd *Rotulina Dutemplei*, D'ORB. szerepet külön-külön fajként egy lapon (305. lap), míg máshol *Heterolepa Dutemplei*, D'ORB. szerepel, de is rosszul «*Heterolepa Dutemplei*, D'ORB. sp.» helyett stb. stb. De nemcsak a foraminiferák, hanem a molluscák sincsenek az újabb felfogás keretébe beillesztve, sőt a legtöbb meghatározás éppen a régi felfogás keretébe lévén beállítva, már elévült. Mindez mutatja az irodalomnak felületes és szakszerűtlen kezelését.

Ezen az alapon HLAVÁCSnak a Rákosról felsorolt 143 fajja redukálódik 133-ra, melylyel szemben dr. VADÁSZ már régen 219-et ismertetett meg, a mihez ha hozzávesszük az újabb gyűjtések eredményeit:

Vioa int. sp.

Heliastrea conoidea, Rss.

Ostrea (Cubitostrea) frondosa, DE SERR.

Meretrix (Amiantis) gigas, Lk. sp.

Cardita (Megacardita) Jouanneti, BAST.

Myristica cornuta, Ag. sp.

Pagurus cfr. subsimilis, M. EDW.¹

Dorippe margaretha, nov. sp.

¹ Ezt az öt új decapoda-rákot ez év folyamán szándékozom még megismertetni «Budapest-környéki harmadidőszaki rákok» című értekezésemben. (Math. és Term.-tud. Közlemények.)

Portunus tricarinatus, nov. sp.

Portunus rákosiensis, nov. sp.

Zozymus mediterraneus, nov. sp.

összesen volna 230 faj, ebből levonódik kettő, miután a *Lithophagus Avitensis*, MAY. sp.-t időközben összevonták a *Lithophagus lithophagus*, LAM.' sp.-el és továbbá az *Andorina elengans*, LÖRENT.-al azonos lévén a VADÁSNÁL külön néven szereplő *Lambrus?* sp. ind.; mar ad a fajok száma 228 HLAVÁCS 133 fajával szemben.

Mennyivel más képet nyújt e faunáról VADÁSZ listája, mint HLAVÁCSÉ és mennyivel más faunisztikai, palaeogeografiai és fáciesbeli következtetések vonhatók az olyan faunából, melyben mind a nyolcz állatosztály képviselve van, mint az olyanból, melyben csak 4 van képviselve majdnem félannyi fajjal.

Miután az eddigiekben és előző értekezésemben¹ beigazoltam, hogy HLAVÁCSNAK a Budapest-környéki neogénről írott munkája kizárólag az íróasztal mellett készülvén, nem is bővíthette lényegesebb újabb adattal ismereteinket, daczára annak, hogy minden kirándulás eredményez újat; továbbá miután láttuk, hogy az irodalmi művek közül csakis a neki tetszőket vette tekintetbe és azokat is fölületesen és minden kritikai készség nélkül: nézzük most, hogy az újabb adatokat, melyeket ZSIGMONDY BÉLA és FRANZENAU ÁGOSTON uraktól kapott, mi módon értékesíti, milyen következtetéseket von belőlök. E szempontból is tettem már néhány megjegyzést ebben és előző I. értekezésemben. Láttuk ugyanis, hogy ő glauconiás homokokat említ egy mátyásfüldi kút fúrási eredményeként, holott a környék geologiai fölépítése kizárja a kréta-képződmények jelenlétét. Láttuk továbbá, hogy bár a kutak szelvényét alkotó alsó- és felsőmediterrán rétegeinek egymástól való elkülönítésének alapja, a mint maga HLAVÁCS mondja, a felsőmediterránnak foraminifera tartalma az alsó mediterránéval

¹ I. Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához. (Math. és Term.-tud. Értesítő. XXIX. köt. 1. füzet. 1911.)

szemben; mindazonáltal a Dréher-sörfőző negyedik kútjának szelvényében a 149 m-beli «apró kavicsos durva homok»-ot veszi a felsőmediterrán alsó határának; míg az *Alveolina melo*, *Rotalia Beccarii*, *Polistomella crispa* és *Polistomella macella* jellemezte homokkövet az alsómediterránba sorozza (333. lap) a felső helyett.

A fúrott kutak rétegei alapján hibásan szerkeszti meg HLAVÁCS Budapest altalajának rétegviszonyait feltüntető szelvényeit; a mennyiben ő semmiféle törési vonalat sem tüntet föl, holott tudjuk, hogy többé-kevésbé saktáblaszerűen össze vannak a rétegek tördelve. Erre vonatkozólag lesz alkalmam még bizonyítékokat fölhozni, most csak HLAVÁCS ama kijelentésével szemben, miszerint «... a még fiatalabb képződmények (mint a kisczeli agyag) jóval alacsonyabb térszínen, nyugodtabb konkordáns településben, a hegységet övező dombtság alkotásában vesznek részt», két közzétett geológiai szelvényemre utalok, «A rákosszentmihályi Sashalom kavicsainak koráról» írott értekezésem I. szelvényére¹ és az «Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához» című 2. ábrájára,² melyek a nyugodt település ellen, illetve az utólagosan beállott tektonikus zavarok mellett bizonyítanak. HLAVÁCS ama régi téves állítása ellen, hogy a fiatalabb rétegek mind konkordánsan települnek, csak arra az egy tényre óhajtok itt utalni, a mit már régen SZABÓ JÓZSEF, INKEY BÉLA s később magam is — éppen HLAVÁCSsal szemben — kimutattam, hogy a szarmata rétegekre a pannoniaiak éppen diskordánsan települnek³ s e tekintetben hibásak geológiai szelvényei is. HLAVÁCS geológiai szelvényein sehol sem jelzi a méreteket, a torzítás fokát, sőt még az égtájakat sem, a melyek irányában a szelvény készült. Egyszerűen az 1. ábrán tünteti föl, hogy a szelvény Ny—K irányú, de ennél az egynél is hibásan jelzi, a mennyiben a szövegben az itt föltárt rétegekről ezt mondja: «a rétegek

¹ Földtani Közlöny. XXXIV. köt. 237. lap.

² Math. és Term.-tud. Értesítő. XXIX. köt. 123. lap.

³ Budapest pannoniai és levanteikori rétegei és ezek faunája. (Math. és Term.-tud. Értesítő. XXIV. köt. 308. lap.)

a hegységtől eldülnek, pl. a budafoki Nagyarokban 13^h felé 25 fokkal». Ha ez igaz, úgy az ábra helytelen, mert ha a szelvény 13^h felé dülő rétegekből fölépített dombságon megy keresztül, úgy a Ny--K szelvény a csapás irányában haladhat csakis. Tehát a szöveg és szelvény ellentmondanak egymásnak. A szelvény tényleg D—É irányú s nem Ny--K-i.

Az irodalom szándékos mellőzéséből magyarázható HLAVÁCS-nak az a kijelentése is, melyet a rákosi vasutbevágásban föltárt eruptívus tufáról tesz, hogy: «... hamuja a tengerbe hullva, fenekén leülepedett». Mert ha már saját megfigyeléséből nem győződött meg arról, hogy ez a tufa egyáltalában nem réteges, hogy hatalmas gömbhéjjas bombákat tartalmaz és hogy tengeri szerves zárványnak nyomát sem találni benne: legalább dr. VADÁSNAK a többször említett rákosi munkáját vette volna tekintetbe, melyben ő kimondja, miszerint: «fel kell tételeznünk, hogy a legalsó tufaréteg még szárazföldre hullott le» s csak e tufaréteg leülepedése után vette kezdetét a tenger transgressiója.

Ezek a tények mindenesetre figyelemre méltók, melyeket hallgatással mellőzni nem lett volna szabad, annál kevésbbé, miután érdekes palaeogeografiai következtetésekre jogosít.

Az eddig elmondottak fényesen bizonyítják, hogy a felsőmediterránra vonatkozólag is mennyire indokolatlan HLAVÁCS-nak ama önmegnyugtatója, miszerint a Budapest-környéki neogén már annyira ismeretes, hogy ő lényegesebb újabb adattal nem igen bővítheti ismeretüket. Mert eltekintve az eddig említett újabb geologiai adatoktól, magok a rétegek szerves eredetű zárványai is sok érdekes alakkal gazdagítják a magyarországi felsőmediterrán faunáját.

Így a magyarországi felső mediterránra nézve újak: *Cidaris Desmoulensi*, SISM.?, *Ostrea (Cubitostrea) frondosa*, DE SERR., *Pecten (Chlamys) trigonocosta*, HILB., *Pinnu* cfr. *Deshayesi*, MAYER, *Radula lima*, L. sp., *Pagurus* cfr. *subsímilis*, M. EDW. Teljesen új fajok: *Mitralaria hungarica*, nov. sp., *Sepia mediterranea*, nov. sp., *Dorippe margaretha*, nov. sp., *Portumnus tricarinatus*, nov. sp., *Portunus rákosiensis*, nov. sp., *Zozymus mediterraneus*, nov. sp. Ehhez ha hozzáveszszük a budafoki felső

mediterránban tölem talált érdekes új rákot, a *Microcorystes n. gen. latifrons*, *nov. sp.*-t, az új fajok száma már 7.

Ezek között két új nem is van; három faj pedig mint a *Portumnus tricarinatus*, *Zozymus mediterraneus* és a *Doriippe uargaretha* nemüknek első kövült képviselői s ezen a réven kölcsönöznek a faunának különös érdekességet. Ezek közül csak a *Zozymus* volt eddig subfossilis állapotban ismeretes.

6. Bryozoás rétegek a szarmatán belül.

A Budapest-környéki tertierben eddig két olyan szintet ismertünk, melyet a bryozoák tömeges föllépése jellemez. Az egyik a budai márga alsóbb szintjéből, a másik az alsó mediterránból ismeretes.

A budai márgának az alsó, helyenként bryozoákban bővelkedő részét éppen azért bryozoás márgának nevezték s dr. HOFMANN KÁROLY nyomán a barton emelet legfelső szintjének tekintették, míg HANTKEN MIKSA e bryozoás márgákat a budai márga faciesének minősítve az oligocén alsó részébe helyezte. E vitás kérdés eldöntve még nincs, újabban azonban mindig több és több bizonyíték szól a mellett, hogy a bryozoában bővelkedő padok csak faciesei a budai márgának. Erről még lesz alkalmam bővebben is szólni, azért itt csak két példára akarok hivatkozni. Egyrészt a pizskai úgynevezett «bryozoás márgá»-ban alig találni bryozoát;¹ másrészt pedig viszont a budai márgában is vannak bryozoában bővelkedő szintek, a mint erről a Pusztaszeri-út bevágásában meggyőződhetni.² Ez azonban magában csak annyit bizonyít, hogy a bryozoák tömeges föllépése facies jelenség s hogy egyező facies viszonyok különböző időben, de viszont egyidejűleg különböző helyen is lehettek. De hogy ezek az úgynevezett «bryozoás márgák» nem az eocénbe, hanem inkább az oligocénbe tartoznak, tehát lényegileg tényleg budai márgák; azt az összfauna van hivatva bizo-

¹ A magy. kir. Földt. Int. Évkönyve. XVIII. köt. 201. lap. 1910.

² LŐRENTHEY: Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához. (Math. és Term.-tud. Ért. XXIX. k. 122. l.) 1911.

nyítani. Erre vonatkozólag dr. VOGL VIKTORNAK a piszkei «bryozoás márgán» végzett megfigyeléseire utalok, melyekből kitűnt, «hogy a piszkei márga faunáját a budakörnyéki bryozoomos márgánál fiatalabbnak, alsó oligocén jellegűnek kell tekintenünk». Bár VOGL dr. csak a piszkei úgynevezett «bryozoás» márgát hajlandó oligocénnek venni, míg a budakörnyékieket régebbieknek; én hiszem, hogy ezeknek a rendszeresebb tanulmányozása is módosítani fogja az ebbeli nézeteket.¹

A másik bryozoákban bővelkedő szint az alsó mediterrán bryozoás mesze, mely az alsómediterrán felső szintjét jelzi Pomáz, Fót és Csomád környékén. SCHAFARZIK FERENCZ Budapest környékének geológiai térképén külön ki is választotta e szintet. A HLAVÁCStól reambulált déli lapon nincs e képződmény feltüntetve, sőt térképmagyarázó szövegében sem tesz róla említést. Én már utaltam HLAVÁCS térképének e hibájára s megemlékeztem arról,² hogy ilyen bryozoás meszet Budafokon is találtam és pedig az Adlerberg déli oldalán. a budafoki templomhoz vezető árokban.

Most ezekkel az eddig ismert a régebbi bryozoás mészkövekkel szemben a szarmata rétegből akarok ilyen megismertetni, mint Magyarország területéről az első e nembelit.

Még az előző fejezetben említettem a Budapest nyugati határát tevő katonai út bevágásában föltárt rétegekről szólva, hogy a 14^h felé 4—5 fokkal dülő felsőmediterráni rétegekre konkordánsan települnek a szármáti mészkövek. Ezen a képződményen belül egész hatalmas tömegekben szirtszerű bryozoás tömegeket találni, melyek fönt a hegy déli lejtőjén kiszántva is található.

Feltűnő jelenség, hogy ilyen elegyesvízü rétegben kőzetalkotó mennyiségben szerepelnek a bryozoák. Igaz egyrészt, hogy például az aránylag kevésbé sós Keleti-tengerben is sok bryozoa van, habár kőzetet nem is alkotnak és hogy másrészt

¹ A magy. kir. Földt. Int. Évkönyve. XVIII. köt. 201. lap. 1910.

² Budapest pannoniai és levanteikori rétegei és ezek faunája. (Math. és Term.-tud. Értesítő. XXIV. köt. 308. lap jegyzetében. 1906.)

Oroszországban (Krimben) a szarmata felső részében vannak hatalmas bryozoa-zátonyok,¹ olyanok, sőt még talán tömegesebbek, mint a tőlem fölfedezettek. Csak hogy a Keleti-tengerbeliek kitines héjúak és a krimi zátonybeliek is olyan nemhez tartoznak, a *Membranipora*hoz, melynél a kamra mellső fala szintén kitines.

Tehát míg ezeknek a nemeknek az anyaga egészben vagy részben kitinből állván, arányban van a víz sekély sótartalmával; addig e magyarországiak e tekintetben kivételt tesznek, a mennyiben a teljesen mészházú *Hemischara*-nemhez tartoznak s így ilyen nagy tömegben való előfordulásuk annál meglepőbb ez elegyesvízü üledékekben.

A *Hemischarák* az oroszországi mediterránban alkotnak mészköveket, a mint ezt ANDRUSSOW N. szíves levélbeli közléséből tudom.

Sajnos, hogy élő bryozoa-zátonyokat nem ismerünk s így életmódjukat s fejlődésüket sem ismerjük.

Míg a mediterrán bryozoás mészkövek tömöttek s úgy látszik, hogy jórészt bryozoák törmelékéből (detritus) állanak, addig a szóban lévő szarmata-korszakbeliek egymástól sokszor elváló, majdnem gömbhéjjas rétegekből állanak, a mely rétegfelületeken a bryozoák lakókamrái kitünően láthatók. Ennek nagyobb tömegei teljesen olyan gömbhéjjasan rétegzettek, mint a minőket ANDRUSSOW ábrázol az orosz szarmatából.

A tétényi fennsík egész felülete be van növe, úgy hogy csak későbbi esetleges feltárások fogják lehetővé tenni e zátonyszerű bryozoás mészkövek tanulmányozását.

Ezzel az értekezéssel csak a szakkörök figyelmét akarom felhívni arra, hogy Magyarország szarmata-képződményeiben is vannak bryozoás zátonyszerű tömegek. Ez a tény is mindenestre igazolja, hogy HLAVÁCSNAK nincs igaza akkor, a mikor a Budapest-környéki neogént teljesen ismertnek mondja; mert pl. a szarmata teljesen ismeretlen, a többi képződményről pedig már kimutattam, hogy jórészt ismeretlenek.

¹ ANDRUSSOW N.: Die Fossilen Bryozoenriffe der Halbinseln Kertsch und Taman. 1909.

Az újabb vizsgálatok beigazolják, hogy szarmata-képződményeink még egyáltalán ismeretlenek úgy kifejlődésüket, mint faunájokat illetőleg; a mennyiben például dr. GAÁL ISTVÁN¹ és dr. SCHRÉTER ZOLTÁN² újabban szárazföldi rétegeket is mutattak ki a szarmatából, sőt szinteket is, a mi arra vall, hogy szarmata-képződményeink kifejlődése inkább az oroszországgal, mint az ausztriaival egyenlő, holott HLAVÁCS kizárólag ez utóbbiakra utal a budapesti neogénről írott munkájában.

¹ A hunyadmegyei Rákosd szarmatakorú csigafaunája. (A magy. kir. Földt. Int. Évkönyve. XVIII. köt. 1. füzet. 1910.)

² Jelentés az orsovai és mehádia-kornyai neogénterületeken végzett földtani vizsgálatokról. (Jelentés az 1908. évi részletes földtani fölvételekről.)

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)

A HAZAI IRIS-FÉLÉK RENDSZERE.¹

BERNÁTSKY JENŐ-től.

Az *Iris*-félék közül négy génusz összesen 28 fajjal vadon terem Magyarországon.

Fajokban leggazdagabb az *Iris*-génusz. Még pedig az ország délkeleti részében olyan *Iris*-fajok is teremnek, a melyek Európa nyugati országaiban ismeretlenek. Sőt az *Iris*-fajok egyik-másik csoportjára vonatkozólag azt is mondhatjuk, hogy phylogenetikai kialakulásuk színhelye éppen Magyarország délkeleti és a Balkán-félsziget északi részeibe esik. Azonkívül a *Crocus*-, *Romulea*-, *Gladiolus*-génuszok is képviselve vannak Magyarországon, de mindegyik aránylag kevés fajjal. A következőkben főleg az *Iris*-génusszal és annak fajaival foglalkozom, de mielőtt a részletes tárgyalásra áttérnék, röviden előre kell bocsátanom azt, hogy a vizsgálat megindítása alkalmával milyen tudományos elvek vezéreltek.

Konkrét feladatul azt tűztem ki, hogy a fajoknak minél pontosabb és minél hívebb leírását nyujtsam. Ennek a feladatnak olyan részletességgel igyekeztem eleget tenni, a milyen növényteni monographiákban talán szokatlan. Nevezetesen nem elégedtem meg azzal, hogy egyszerűen csak a fajok közötti különbséget legfőbb vonásaiban állapítsam meg s így a fajokat éppen hogy jól meghatározzam, hanem igyekeztem mindent feljegyezni, a mit feljegyzésre érdemesnek lehetett találni, tekintet nélkül arra, hogy a feljegyzett tulajdonságok rendszertanilag értékesíthetők-e vagy nem. Ennek értelmében a virág, a termés és a levelek, a szár és a földalatti szervek pontos meg-

¹ A Magy. Tud. Akadémia megbízásából írott mű ismertetése.

ismerésére nagy gondot fordítottam. Főleg a rhizomát (a *Crocus*- és *Gladiolus*-ra vonatkozólag a hagymás gumót) részletes vizsgálat tárgyává tettem, a mire az irodalomban eddig kevés súlyt helyeztek, holott ez a kérdés még a gyakorlati életbe is vág. Ugyanis egyrészt a rhizomáról szokták a kertészek az *Iris*-fajokat leghamarább elszaporítani, tehát a rhizoma pontos ismerete kertészeti szempontból is fontos. Azonkívül az *Iris germanica*, *Iris florentina* és *Iris pallida* rhizomája officinális volt és mai nap is drogot szolgáltat; a három faj rhizomájának alapos megkülönböztetése tehát officinális tekintetből is érdekes volna, de az irodalomban erre nem lehetett biztos adatot találni. Mellékesen megjegyzem, hogy mindezek alapján a hazai *Iris*-fajok (valamint a három említett kerti faj) rhizomájának meghatározása és biztos megkülönböztetése — külső morphologiai alapon — pontosan sikerült. Példaképen itt csak a következő három faj adatait említem meg:

Az *Iris florentina* rhizomájának elágazási szöge 45° -nál valamivel kisebb; a termő hajtás hossza három különböző esetben 40, 75, 42, szélessége 32, 33, 26, magassága 24, 25, 17 mm volt. A levélnyalábnyomok távolsága egymástól 1—4 mm. A csúcán közel 1 cm hosszú csőr van. Az elhalt szár nyomának felülete szabálytalanul behorpadt és átmérője 9—13 mm; az egyévi hajtáson látható oldalrügyek száma 5—7; a kihajtott oldalrügyek száma 1—2, a gyökérnyomok távolsága egymástól 7—10 mm.

Az *I. germanica* rhizomájának elágazási szöge 45° -nál kisebb; a termőhajtás hossza 55, 50, szélessége 40, 35 és magassága 25, 24 mm (különböző esetekben); a levélnyalábnyomok távolsága egymástól 1.5—5 mm. A rhizoma csúcán csőr nincs. Az elhalt szár nyomának a felülete sima vagy sekélyen behorpadt; átmérője 15—18 mm. Az egyévi hajtáson található oldalrügyek száma 2—3; a kihajtott oldalrügyek száma 1—3; a gyökérnyomok távolsága egymástól 6—10 mm.

Az *I. pallida* rhizomájának elágazási szöge 45° -nál valamivel nagyobb, azaz tompább. A termőhajtás hossza 40, 35, szélessége 30, 23 és magassága 20, 14 mm (különböző esetekben). A levélnyalábnyomok távolsága egymástól 1—2 mm.

Csúcsán esőr nincs; az elhalt szár nyomának felülete sima, átmérője 12—14 mm. Az egyévi hajtáson található oldalrügyek száma 2—3; a kihajtott oldalrügyek száma 1. A gyökérnyomok távolsága egymástól 4—9 mm.

Azonkívül nem elégedtem meg a kész, termőképes, kifejlett növény kutatásával, hanem ontogenetikailag is igyekeztem azt tanulmányozni, azzal a beható részletességgel, a mire IRMSCH a múlt század ötvenes éveiben «Morfologiai megfigyelések» címén («Morphologische Beobachtungen») kitűnő példát nyújtott s a hogy azt *Asparagus*-monographiámban is követtem.

Meg kell még említenem, hogy az ismeretes *Iris*-fajok rendszeresítése tekintetében BAKER-nek van legtöbb követője («Synopsis of the known species of Iris», London 1876). Az ő rendszerének értelmében a hazai *Iris*-fajok két csoportba oszthatók, úgy mint a *Pogoniris*- és az *Apogon*-csoportra. Ez a csoportosítás igen jó szolgálatot tesz, mert egyszerűen azon alapul, hogy a virág külső perigonlevelei szakállasak-e vagy nem. Tehát először is hasonlítsuk össze ezt a két csoportot egymással, annak megállapítására, hogy vajjon a két csoport ismeretes kritériumán kívül még más állandó sajátságokkal is jellemezhető-e vagy nem?

Vizsgálataim eredménye gyanánt a *Pogoniris*- és *Apogon*-csoportokra vonatkozólag a következőket állapíthattam meg.

I. Pogoniris.

A rhizoma aránylag tompa (sokszor 45°-nyi) szög alatt ágazik el; alakjára nézve felülről kissé lapított, úgy hogy szélességi mérete nagyobb, mint magassági mérete; consistentiája húsos; a levelek hüvelyrészei többnyire hamar és egyenletesen lerothadnak róla vagy könnyen lefejthetők. A szár hengeres; ha elágazó, akkor az ágak hosszúak s széjjelálló, mert tompa szög alatt ágaznak el. A lomblevelek többnyire aránylag szélesek, sokszor szürkés színűek s mindig kardalakúan hajlottak. A levelek közül legalább a külsők félreálló, csónakalakúak, fel-fúvódottak s a virágzás idején vagy színesek, vagy többé-kevésbé hártásak. A többvirágú fajokon a virágzat terebélyes. A kocsány elenyészően rövid. A perigonsallangok aránylag egyszerűek,

tojásdad-hosszúkásak vagy lándzsásak, csak vállukon nyélbe összekeskenyedők, s a külső meg belső perigonsallangok alakra nézve igen hasonlók egymáshoz; virágzaskor többé-kevésbé fölfelé irányultak, nevezetesen a belsők egészen összeborulók; a külsőkön jól látható szakáll van. A termés orsóalakú, elenyésző rövid vagy semmi csőrrel. A perigoncső többnyire hosszú. Virágbiologialilag a belső perigonsallangok szélesek és nedves időben nagyon összeborulnak, a termőt eső és harmat ellen kitünően védik; a külső perigonsallang felső része lefelé hajlik s az esőcseppek a szakáll szörképleteinek irányát követve lefolynak a földre. Ökológiailag száraz, sőt többnyire meszes talajt szeretnek.

II. Apogon.

A rhizoma igen hegyes szög alatt ágazik el; vagy kerek, vagy oldalról összenyomott, úgy hogy szelességi mérete kisebb vagy legfőlebb akkora, mint magassági mérete; fás; a levelek hüvelyrészei vagy ezeknek szívós vagy serteszerű maradványai többnyire sokáig borítják. A szár sokszor szögletes, sőt kétélű; ha elágazó, akkor is az ágak vagy elenyészően rövidek, vagy ha kivételesen hosszúak, hegyes szög alatt ágaznak el. A lomblevelek aránylag keskenyek, mindig élénk zöld színűek és egyenesek. A fellevelek közül a külsők is rendszeren szárhoz, illetőleg ághoz simulók, többnyire egyenesek s laposak, s virágzaskor zöldék, igen ritkán színesek, ritkán hártyásak, de ez esetben is keskenyek. A többvirágú fajokon a virágzat keskeny s hosszú, sőt többnyire igen nyulánk, virgácsalakú. A virágkocsány sokszor erősen megnyúló. A perigonsallangok igen változatos alakúak. Nevezetesen a külső perigonsallangon rendszerint élesen megkülönböztethető egy keskeny, szálas s esetleg középen kiszélesedő körömrész, meg egy szélesebb kerekded lemezrész; a belső perigonsallang pedig rendszeren jóval kisebb s egyszerűen lándzsás-szálas alakú. Virágzaskor mindig szétterpeszkedők, többnyire a belsőkkel együtt is közel vízszintes helyzetűek, sőt kissé lefelé irányultak is, sohasem összeborulók. Szakáll vagy egyáltalán nincs, vagy pedig csak álszakáll található. A termő élein sokszor szögletes, sőt szárnyalt is több

esetben. A termés hengeres s sokszor hosszú csőre van. A perigoncső sokszor rövid. Virágbiologiallag a belső perigon-sallangok igen keskenyek, sőt sokszor igen aprók lévén, a sokkal nagyobb bibét nem védik, egyáltalán az eső akadálytalanul érheti a virág belsejét. Ökológiailag nedves, sőt mocsaras-vizes, némelyek szikes talajban fordulnak elő.

A fajok és fajkörök kivonatos ismertetése.

I. *Iris pumila* L. A vízszintes helyzetű rhizoma kissé lapítottan henger alakú. Az egyévi termőhajtás, a melyen átlag 12 levélnyom olvasható, közel 2 cm hosszú.

A rhizomahajtás csúcsán 1 vagy kivételesen 2 rövid tőkocsány foglal helyet egy-egy virággal. Mivelhogy a tőkocsány igen rövid s azt azonfelül a levelek hüvelyrészei is takarják, azért szár nélkülinek mondják.

A lomblevél rövid kard alakú, 10—15 cm hosszú s 7—12 mm vagy kerti művelés mellett 20 mm, széles.

A fellelél szálas-lándzsa alakú, fehéres vagy kissé pirosas, többnyire a tompa csúcsán is hártvás s végig ránczos, 5--8 cm hosszú.

A virágkocsány elenyésző rövid; a magház is csak 7—13 mm hosszú, de az erősen megnyúló perigoncsővel együtt 6—9 cm hosszú. Tehát főleg a perigoncső az, a melylyel a virág föl-emelkedik. A perigonsallang a perigoncsőnél jóval rövidebb, csak 4-6 cm hosszú s 17—24 mm széles, hosszúság-visszastojásdad alakú.

Az egész virág igen hervatag, de ha április közepe táján mégis sok virágot találunk, azt azzal kell magyarázni, hogy egy-egy elágazó rhizomán számos ág van s mindegyiknek a csúcsán 1-2 virág van s az egyik a másik elhervadása után nyílik.

A virág nagysága s főleg a színe igen változó, a rhizoma szerint igen eltérő, majd sötétebb s kékebb, majd világosabb s rózsásabb árnyalatú, majd sötét-, majd világos vajszerű. Egyébiránt már CLUSIUS az *I. pumila*-nak öt színváltozatát ismerte. Ez idő szerint ezek csak egyéni eltéréseknek tekinthetők.

Az «*Iris pumila* var. *transsilvanica*» (FUSS) az *Iris pumila*-tól semmi lényeges jellemvonásában sem különbözik. (Az Erdélyi Múzeum-Egyesület herbáriumi példányai alapján.)

Az «*Iris binata* SCHUR» a BARTH-féle gyűjtések (M. N. Múzeum) alapján az *I. pumila*-tól különbözik, mert a perigoncső aránylag rövid (26—40 mm h.), de a perigonsallang hosszú (40—50 mm), a fellevelek lándzsásak, kihegyesedők, sőt kihegyezettek, csónakalakúan hajlottak, végig zöldesek, simák, me-revhegyűek. A virág állandóan vajszinű, alsó részén világoskék árnyalattal.

Az «*I. transsilvanica* FUSS b) *flava*» az előbbivel egyezik.

A BARTH-féle gyűjteményben (M. N. Múzeum) Erdélyből a következő jelzésű növény is található: «*I. pumila* L. var. *scapifera* BORB. n. var.» E növény levelei jó 20 cm hosszúságot s 20—28 mm szélességet érnek el, a szár 4—5 cm hosszú, tövén elágazó, a fellevél szálas-lándzsaalakú, kissé kihegyezett, csónakalakúan hajlott, zöldes-pirosas színű, sima; a perigoncső 30—33, az intenzív lilaszínű perigonsallang 4.5—5.3 mm hosszú s 2.2—2.5 mm széles. Az *I. pumila*-tól és *I. binata*-tól állandóan különbözik.

Az «*Iris scapifera* BORB.» közép-magyarországi példányai s az «*I. pseudopumila* JANKA» megnyúlt szárral tűnnek ki, de más különbség az *I. pumila*-hoz képest nincs, s a szár megnyulása, a számos esetben megvizsgált herbariumi példányok alapján, egyénileg változó.

A dél-olasz *Iris pseudopumila* TINEO az *I. pumila*-val igen közel rokon, de nyilván állandóan különbözik tőle, s minden esetben jól felismerhető.

Az *I. Chamaeiris* BERT. (Dél-Franciaország és Olaszország) az erdélyi *I. scapifera*-ra emlékeztet, de el nem ágazó szára, egyetlen virágja, keskeny levelei, rövidebb s kissé hártvás fellevelei, rövid perigoncsőve, hosszabb kocsánya s igen széles perigonsallangjai révén különbözik tőle.

Az «*I. italica*» (gyűjt. PORTA Tiroliában) = *I. pallida* var. *Cengialti*.

Az etrusiai *I. italica* LEVIER = *I. Chamaeiris*.

Az apuliai «*I. italica*» PORTA & RIGO = *I. pseudopumila*.

Az *I. balkana* JANKA az *I. Chamaeiris*-hez hasonlít egyrészt, de az *I. Reichenbachii*-től sem áll épen távol a rövidebb perigoneső (15—30 mm) miatt, bár a virágja kék.

Az *I. attica* (BOISS & HELDR.), Görögországban, az *I. pumila*-val közel rokon, de tőle állandóan különbözik.

Ugyanezt mondhatom a sareptai *I. aequiloba*-ra vonatkozólag is.

Az «*I. Frivaldszkii* SÁNDOR» példánya (Herb. Univ. Hung.) igen hiányos, sorsa el nem dönthető, csak az bizonyos, hogy az *I. pumila*-val igen közel rokon, ha nem azonos.

II. *Iris arenaria* W. & KIT. A rhizoma a nagyobb termetű *Iris*-fajok rhizomájától már csak méreteinél fogva is eltér, de az apró termetű fajok rhizomájától is jól megkülönböztethető, mert az indaszerű oldalágak aránylag a legtompább, közel 90°-nyi szög alatt ágaznak el, s 3—4 cm hosszúak. A meddő rhizomahajtás henger alakú, 2—7 mm vastag s 1—3 cm hosszú. A termő rhizomahajtás gömbölyű, de fölülről kissé lapított, közel 10 mm vastag. A levélhüvelyek rajta hártvásak, fehéresek, szárazak, hamar múlóak.

A lomblevelek szálasak s nagyon kevésbé kardalakúan hajlottak, a *Pogoniris*-csoportban a legkeskenyebbek, alig 1 cm szélesek.

Az egyenes s látszólag el nem ágazó szár 6—10 cm hosszú, a miért is az *I. pumila*-tól élesen különbözik, ámbátor ASCHERSON & GRAEBNER Synopsisában ez a faj az «alacsony vagy hiányzó szárú» fajokhoz van tévesen sorolva.

A szár csúcsát két virág foglalja el, némelykor azonban csak egy virág található; színe sárgás.

A külső murvák felfúvódottak, kissé hártvásak, lándzsásak.

A virágkocsány átlag 1 cm hosszú, a termő 7—10 mm, a perigoneső 10—12 mm hosszú.

A perigonsallangok hosszúkás-lándzsásak vagy keskeny tojásdadok.

Az erdélyi *I. flavescens* = *I. arenaria*.

III. *Iris Reichenbachii* HFF. A HEUFFEL-től származó eredeti példányokon (Erdélyi Muz.-Egyesület herb.) a következők állapíthatók meg.

A rhizoma leginkább az *I. hungarica* és *I. pumila* rhizomájára emlékeztet, de kissé vékonyabb.

A lomblevelek igen keskenyek, a száron eredők kardalakúan igen erősen visszahajlanak annyira, hogy közel félkört irnak le, csúcsukon ismét kissé előre hajlók; jó 10—12 cm hosszúak s 4—6 mm szélesek.

A szár a virágokig 7—8 cm hosszú. Csúcsán 1—2 sárga virág van. A fellevel 35 mm hosszú s csak 5—6 mm széles, *keskeny lándzsás, hosszúan kihegyezett*; színe zöldes, világosbarna vagy sárga árnyalattal, csúcsán *merev s zöldessárgás, nem hártvás*.

A külső perigonsallang 6 cm hosszú s 24 mm széles; a belső perigonsallang méreteiben amazzal jóformán egyezik.

A Boszniában előforduló *I. bosniaca* (BECK) fellevelei nem keskenyen, hanem szélesen lándzsásak, a lomblevele pedig 14—16 mm széles. Egyébiránt az *I. Reichenbachii*-vel könnyen összetéveszthető; ugyanezt mondhatjuk az *I. serbica* PANC.-ról is, a mely leginkább csak kisebb virágja s rövidebb-hegyesebb lemezzel bíró lomblevele alapján különböztethető meg tőle.

A külföldi (nyugati) *Iris lutescens* LAM. és *I. virescens* DELARB. közös jellemvonása, hogy a jól kifejlesztett szár el nem ágazik, azaz csúcsán 1 vagy legfölébb 2 sárga virág van. Mind a kettőt az *I. Reichenbachii* közelébe helyezték. Ámde míg az *I. lutescens* fellevele végig merev, dudvás, sárgás-zöld, addig az *I. virescens* tölevelei alig visszahajlók, *fellevelei szálasak, csúcsukon tompák s fehéren hártvásak*, hosszirányban erősen *ránctusak*; tehát ez a faj távol áll az előbbiektől.

IV. *Iris variegata* L. A rhizoma hengeres, felülről kissé lapított, barnás-sárgás színű; az egyévi termőhajtás alig 3 cm széles s 2 cm-nél keskenyebb. A gyökér rendszerint 4 mm vastagságot ér el. A rhizoma oldalágai a főtengelylyel körülbelül 45°-nyi szöveget zárnak be.

A lomblevél kissé kardalakúan visszahajló, zöldes, élő levélen feltűnően kiugró hosszerekekkel, a melyek révén a faj jól megismerhető; rendszerint 15—25 cm hosszú s 15—16 mm széles.

A lombleveleknél kissé alacsonyabb vagy alig hosszabb szár egyenes, egyszerű laza fürt módjára elágazó, több virággal. Még

pedig a szár rendszerint félmagasságán túl kezd elágazni s mindössze csak 3—4 ág szokott kifejlődni.

A fellevelek általában erősen felfúvódottak, legalább felső részükön sárgás színűek, merevek, majd hártyásak, 3 cm hosszúak s 1 cm szélesek.

A virágkocsány elenyésző rövid. A perigonsallang 40—45 mm hosszú, hosszukás fordított tojásdadalakú.

A termés hosszú orsóalakú, 5—7 cm hosszú s 21—25 mm széles, tehát az *I. Pseudocorus*-éhoz hasonlóan hosszú, de szélesebb; csőre csak 2—3 mm hosszú.

Az *I. leucographa* KERN. és az *I. lepida* HFF. a szerzők leírásai után itelve vagy az *I. variegata* egyévi éltérései vagy kerti szökevények. A hazai fajok sorába (mint külön fajok) ez idő szerint nem vehetők fel.

V. *Iris hungarica* W. & KIT. A rhizoma az *I. pumila* és az *I. variegata* rhizomájához hasonlít leginkább, mindazonáltal ezektől megkülönböztethető főleg méretei s alakja, valamint színe alapján; a termő évi hajtás 3—4 cm hosszú, 21—30 mm széles, sötétbarna s igen kellemes, bár gyenge ibolyaillatú.

A lomblevél kardalakú, jó 12—15 cm hosszú s 17—18 mm széles; sokszor S-alakúan hajlott.

A 10—27 cm hosszú szár igen laza fürtté ágazik el, 3—4 virággal. A fellevelek erősen felfúvódottak, igen élénk lilaszínűek legalább felső részükön, csak a főér végig zöld.

A termő magháza 9 mm, a perigoncső közel 3 cm hosszú; a virágkocsány csak egynéhány mm hosszú.

Az intenzív lilaszínű perigonlevelek fordítva tojásdadalakúak; az egész porzó is lilaszínű. Az erdélyi példányok rendszerint gyengébbek mint a felvidékiek.

Az *Iris furcata* M. BIEB. a szerző ismertetése (Centuria Plantarum Rariorum, tab. 51), valamint a M. N. Múzeumban őrzött Dnjeper-vidéki példány szerint kevesebb virágú; fellevele zöld, keskenyebb, a perigonsallang lándzsás. Erdélyben nincs igazi *I. furcata*.

VI. *Iris pallida* LAM. A rhizomára vonatkozólag lásd a fent közölt leírását.

A lomblevél kissé kardalakú, majdnem egyenes, 50—60 cm

hosszú s 28—30 mm széles; igen hegyes, olyannyira, hogy a levél hegyétől 10 cm-nyire számítva a levél szélessége csak 18 mm. Csúcsa őszre elszárad.

A magas szár hengeres, egyenes, felső részében lazán elágazó, jó 1 méter magasságra nyúl. Az ágak aránylag rövidek s felfelé irányultak, égnék állók, bár tompaszögből indulnak ki.

A fellevelek virágnyíláskor egészen szárazok, hártvásak.

A perigoncső a magháznál rövidebb, csak 6—10 mm hosszú.

A perigonsallangok keskenyen fordított tojásdadalakúak, a belsők hirtelenül nyélbe keskenyedők; a szakáll felső része igen keskeny.

A porszál hosszabb mint a portok.

Az *Iris illyrica* TOMM. mindenben kisebb s egyszerűbb mint az *I. pallida*, de máskülönben meglehetősen egyezik vele.

VII. Az *Iris germanica* L. minden szerve az *I. pallida* mindegyik szervétől biztosan megkülönböztethető, ha kellő részletességgel, élő példányokon tanulmányozzuk.

A lomblevél nagy, kardalakú, 50—60 cm hosszú s 36 mm széles; kissé tompa, úgy hogy a levél hegyétől számított 40—60 mm-nyi távolságban annak szélessége 2 cm. Csúcsa őszszel még fagyok után is zöld.

Az alig 1 m magas száron 10 cm hosszú ágak fejlődnek, számos virággal.

A fellevelek közül a nagyobbak virágnyílás idején végig pirosas-zöldek, a kisebbek csúcsukon hártvásak, barnásak.

A perigoncső közel kétszer akkora mint a magház. A szakáll széles, a sallang szélesen fordított tojásdadalakú.

A termés mindkét végén begyesebb mint az *I. pallida*-é.

VIII. Az *Iris florentina* L. is különálló faj. Az *I. germanica*-nál is alacsonyabb, a levél csak 35—40 cm hosszú, de 22—28 mm széles, kardalakú, aránylag legtompább. Szára csak 50—60 cm-nyi.

A külső perigonsallang igen tompa, felső harmadától kezdve lefelé erősen keskenyedik, úgy hogy tövén csak 4—5 mm széles.

A termésen a hossziránti csatornák feltűnően élesek.

IX. *Iris pseudacorus* L. A rhizoma kerek hengeralakú.

Alul a gyökerek, fölül a levélhüvelymaradványok igen sűrűn borítják; 15—40 mm vastag s keresztmetszete nem fehéres, hanem piszkosan rózsaszínű.

Lomblevele legtövéen fehérszínű, majd pirosas, felső részén azonban végig zöld, deres bevonat nélkül. Egyenes, szálas, hegyes, jó 1 m hosszú s 25—30 mm széles.

Egyenes, hengeralakú, sima szára jó 1 m hosszú s már közepe táján kezd elágazni; az ágak 5—15 cm hosszúak s kissé hegyes szögből indulnak ki.

A nagyobb fellevelek szálasak, zöldek s igen hirtelenül hosszú hegygyé keskenyedők.

A virágkocsány közel 3—5 cm hosszú.

A belső perigonsallang szálas-lándzsás s csak alig fél akkora mint a tojásdadalakú, igen keskeny körömrésszel bíró s 5 cm hosszú külső perigonsallang. Színe sárga.

X. *Iris sibirica* L. A ferdén felfelé irányult rhizoma alig 1 cm-nyi vastag, de a sűrűn reáboruló levélhüvelymaradványoktól vastagabbnak látszik.

A lomblevelek keskeny szálasak, 30—60 cm hosszúak, de csak 5—7 mm szélesek.

A belül üres szár hengeres, sima, jóformán csupasz, ritka oldalágai elenyészően rövidek.

A fellevelek virágzás idején már barnák, hártásak, különben igen keskeny lándzsásak, hegyesek.

A virágkocsány változó, többvirágú példányokon a későbben nyíló virágok kocsányai igen hosszúira (4—5 cm-re) nyúlnak.

Az 5—7 mm hosszú magházon 3 erősebb s 3 gyengébb hosszirányú lécz látható.

A perigonső 5—7 mm hosszú, a virág intenzív kékes-lilaszínű.

XI. *Iris subbarbata* Ioó. A rhizoma felfelé irányult, kerek hengeralakú vagy oldalról kissé összenyomott, közel ujjnyi vastag; az elhaló barna levélhüvelyek maradványai szívós, barna serték alakjában sokáig borítják.

A lomblevél egyenes, szálas, 7—15 mm széles.

A szár többé-kevésbé összenyomott vagy szegletes, többnyire jó fél méternél hosszabb.

A rövid ágak a virágokkal együtt szorosan a szárhoz simulnak, de csak a szár fél magasságán túl ágazik el a szár.

A fellevelek zöldek, szálasak, alig felfúvódottak, csak csúcson s szegélyükön elhalók, hártyásak.

A kocsány jó 2 cm hosszú, a perigoncső rövid.

A külső perigonsallang körömrésze szárnyasan kiszélesedik, lemezrésze kerekded; álszakállal bir. A belső perigonsallang lándzsás.

A virág igen szép ibolyaszín-kék.

A henger alakú termésnek jó 5 mm hosszú csőre van, 6 kiugró keskeny éllel.

A nyugati *I. spuria* L. az előbbivel közel rokon faj, a mely azonban csak tőlünk nyugatra, főleg Franciaországban honos. Itt megjegyzem, hogy egyébiránt nagy valószínűséggel bir az, hogy LINNÉ a mi növényünket nevezte el *I. spuria*-nak s ez esetben az *I. subbarbata* név törlendő, a nyugati növény pedig *I. spathulata* LAM. volna.

XII. *I. graminea* L. A ferdén felfelé irányult rhizoma fás, oldalról kissé összelapított s oldalról nézve kigyózdó vonalú, csak 7—10 mm széles.

A lomblevél keskeny-szálas, egyenes vagy kissé visszahajló, hegyes, 40—50 cm hosszú s 3—8 mm széles, zöld.

A szár tövénél henger alakú, de feljebb két oldalról lapított s kétélű; kétvirágú, ritkán egyvirágú.

A virágkocsány rövid.

A termő magháza orsóalakú s hosszirányban hatszárnyú.

A perigoncső elenyészően rövid (2—3 mm).

A külső perigonsallang lemezrésze kerekded, körömrésze lándzsás s kissé szárnyalt, alul hirtelenül nyélbe keskenyedő, összesen 30—45 mm hosszú s 10—15 mm széles.

A porszal hártyás szegélyű, az egész porzóval s az egész virággal együtt lila-kékes színű.

Virágnyláskor a perigonsallangok annyira szétterpeszkedők, hogy még a belsők is közel vízszintes helyzetűek. — Több rokon faja és formája van.

XIII. *Iris humilis* M. BIEB. A rhizomán csak 6—10 mm hosszú s 5—6 mm vastag hajtások következnek egymásra. Még

az idősebb hajtásokat is barna, sima, kemény levélmaradványok fedik. A gyökerek maradványai is merevek s hosszúak.

A lomblevél keskeny szálás, közel 30 cm hosszú s csak 3—5 mm széles. A szár törpe, alig 1—2 cm hosszú.

A virágkocsány 4—5 mm hosszú, a perigoncső jó 2 cm hosszú.

A külső perigonsallang szárnyalt, lándzsás körömrésze kétszer akkora, mint kerekded lemezrésze.

A virág ibolyás-kék.

XIV. *Iris caespitosa* PALL. A rhizoma igen kemény s igen vékony, drótszerű.

A lomblevél átlag 20 cm hosszú s 4—6 mm széles, keskenyszálás, zöld.

A szár el nem ágazó, kissé összenyomott, zöld, kissé iv alakúan felemelkedő, majd egyenes. Egyvirágú.

A fellevelek keskeny lándzsásak, kissé felfüvödottak, sárgásfehéres-zöldek, ibolyás árnyalattal.

A kocsány jó 1 cm hosszú s ekkora a perigoncső is.

A külső perigonsallang hosszú, körömrésze ék alakú vagy egyenes szálás, nem szárnyalt, lemezrésze hosszúkás-kerekded. Kék, fehéres sávval.

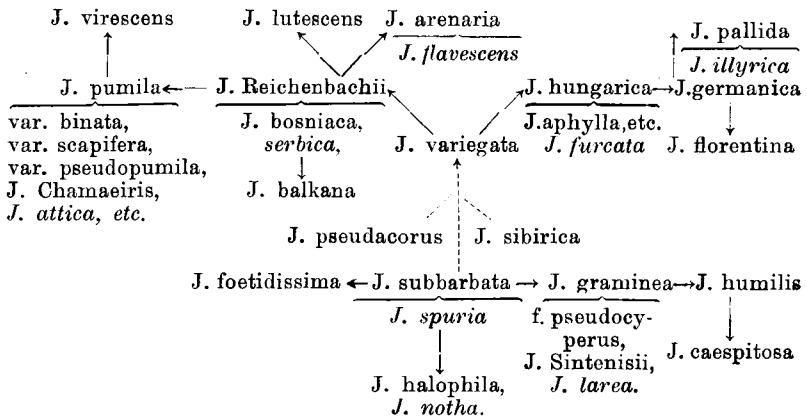
*

A fentiekben a hazai *Iris*-fajokat — a fontosabb külföldi fajok bevonásával — nagyjából abban a sorrendben soroltam fel, melyet BAKER óta általánosan követni szoktak. Együttal igyekeztem a fajokat röviden úgy jellemezni, hogy azok egymástól lehetőleg pontosan megkülönböztethetők legyenek. De már itt is kénytelen voltam a BAKER-féle sorrendtől egyben-másban kissé eltérni, s ha a fajok jellemzését szem előtt tartjuk, ki fog derülni, hogy még több eltérés is megengedhető volna. Nevezetesen a különböző fajok rokonsága tekintetében új kapcsolat állapítható meg, a melyet azonban bajos volna egyenes sorban kifejezésre juttatni, hanem annak lehetőleg hű feltüntetésére inkább táblázat állítandó össze. A táblázatban az *Iris variegata* s a hozzá aránylag legközelebb álló *I. hungarica* és *I. Reichenbachii* a középhelyet foglalja el s innen elágazólag a többi kapcsolódik hozzá. Ez az elágazás — melyet nem lehet merev sor-

rendbe szorítani — a természetes rokonságot, az egymástól való leszármazást tükrözi vissza olyan hűséggel, a milyennel azt a tudományos kutatás megengedi. Viszont azonban itt is ismételnem kell, hogy a *Pogoniris*- és *Apogon*-csoport a leszármazási táblán is tényleg külön áll s az *Apogon*-csoport kapcsolata a *Pogoniris*-csoportjába tartozó *I. variegata*-val csak pontozott vonallal jelezhető. Az itt következő táblán a nyíl iránya a valószínűleg leszármazás irányát fejezi ki, megjegyezvén azonban, hogy az nem épen a direkt leszármazást jelzi, hanem csak azt, hogy az egyik faj a másikhoz — a nyíllal összekötött fajhoz — aránylag legközelebb áll s phylogenetikailag fiatalabbnak tekinthető. A hol pedig egy faj alatt több faj áll — kapcsolójellel összekötve —, az egy egész fajcsoportot jelez, az illető fajok vagy fajváltozatok és formák egymással a legszorosabb rokonságban vannak. Talán fel fog tűnni az is, hogy az *Apogon*-csoporttól a nyíl a *Pogoniris*-csoport felé van irányítva; ez tehát azt fejezi ki, hogy az *Apogon*-csoport phylogenetikailag idősebb. Ez a feltevés arra támaszkodik, hogy az *Apogon*-csoport az *Iris*-génusz földrajzi központjában — tőlünk keletre — aránylag gazdagabban van képviselve, több monotypusos faja van s ezek nagy elterjedésűek — az *Iris sibirica* nyugati Európától Japánig van elterjedve — s végül nagyrészt mocsárlakók.

A hazai *Iris*-fajok phylogenetikai táblázata.

(A fontosabb külföldi fajok bevonásával).



Miután az egyes fajokat lehetőleg pontosan megállapítani s azokat különböző szerveik alapján jellemezni igyekeztem, úgyszintén a kétesebb fajokat és formákat bőséges herbáriumi és élő anyag alapján tisztáztam, még pedig erre való tekintetből a fontosabb külföldi és kerti fajokat is figyelembe vettem: a fajokat vérrokonságuk szerint természetes rendszerbe csoportosítottam, hogy így phylogenetikai leszármazásukról — az emberi számítás határain belül — minél hivebb képet nyerjünk. Ennek a feladatnak a megoldásával tanulmányomat befejezettnek tekinthetném. Ámde a fajok egyes szerveinek részletes tanulmányozása közben, főleg pedig a természetes csoportokon szerzett áttekintés után, be kellett látnom, hogy itt még más, általánosabb phylogenetikai érdekű szabályok is vonhatók le. Ezek a szabályok a *phylogenetikai teoriába* vágnak. Mivelhogy az *Iris*-fajok és *Iris*-csoportok reális tanulmányozására támaszkodnak, azért engedtessek meg, hogy azokat itt, mint tanulmányomnak általánosabb érdekű végeredményeit, röviden közöljem. Mielőtt azonban ezekre áttérnék, előbb azt a pusztán logikai alapokon nyugvó elvet bátorodom kiemelni, a mely már a vizsgálatok megindítása előtt is szemem előtt lebegett. Ez a logikai elv következőképen hangzik: *A természeti tárgyakat annál jobban ismerjük, minél több oldalról világítjuk meg s minél több módszerrel kutatjuk át az egészet és minden egyes részletét, fejlődése különböző fázisaiban.*

Ez az elv indított engem arra, a mit már soraim elején hangsúlyozni bátorkodtam, hogy t. i. a fajokat minél részletesebben és minél pontosabban megismerni igyekeztem, valamennyi szerv morfológiáját, sőt az ontogenetikai fejlődést is kutatás tárgyává tettem.

A módszer reális eredményét — egész kivonatatosan — az eddigiekben ismertettem s most végül az általános phylogenetikai végeredmények gyanánt nyert szabályokat sorolom fel:

1. Valamely növény helye a természetes rendszerben nemcsak egy, hanem valamennyi szervének főbb jellemvonásai révén határozható meg.

2. A természetes csoportoknak nemcsak egy, hanem több közös jellemvonásuk van, tehát több jellemvonás révén ismerhetők fel.

3. Az előbbiekből következik, hogy minél jobban közelíti meg valamely rendszer a természetes csoportosulást, annál több ismertető jele van, holott a mesterséges rendszer többnyire csak egy-két jellemvonásra támaszkodik.

4. A faj, valamint a fajcsoport, nemcsak morfológiailag, hanem ökológiailag, valamint növényföldrajzilag is egységes.

Magyarázatul csak egész röviden még a következők szolgáljanak.

Ismeretes, hogy a mesterséges rendszerek mindig egy bizonyos szervből s egy jellemvonásból indulnak ki. Így pl. a LINNÉ-féle növényrendszerben a porzók száma a döntő, mint főkritérium. Ehhez hasonlóan az *Iris*-fajok rendszeresítésében a BAKER-féle *Apogon*- és *Pogoniris*-csoportok mesterségeseknek mondhatók voltak mindaddig, míg csak egy kritériumra, azaz egysesyedül a külső perigonlevelekre lehetett hivatkozni. Miután azonban kitűnt, hogy ez a két csoport nemcsak a külső perigonlevelek, hanem az egész virágszerkezet, a termés, a fellevelek, a lomblevelek, a szár, sőt még a rhizoma révén is megkülönböztethető egymástól, feltétlenül biznunk kell abban, hogy ez a két csoport a természetes csoportosulást tükrözi vissza, más szóval, az egyik és a másik csoportba tartozó fajok maguk közt valóban vér szerint rokonok egymással. Ez az eredmény azért is figyelmet érdemel, mert a növények phylogenetikai leszármazásába vetett meggyőződésünkben — új s talán megingathatatlan bizonyítékképpen — megerősít.

A hazai *Crocus*-, *Gladiolus*- és *Romulea*-fajokat szintén tüzetes tanulmány tárgyává tettem, de mivelhogy azok száma aránylag csekély s phylogenetikai kialakulásuknak színhelye az országtól nyilván távol esik (egy-két *Crocus*-változat kivételével), azért sem új rendszeresítésre, sem phylogenetikai következtetésekre okot nem szolgáltatnak s tárgyalásukat ezen összefoglaló ismertető értekezésem belül mellőzöm.

AZ ÉHEZÉS HATÁSA A FORMOLLAL TITRÁLHATÓ ANYAGOK KIVÁLASZTÁSÁRA.¹

FUCHS DÉNES-től.

Vizsgálataimmal a hosszabb éheztetés végén közvetlenül a halál előtt tapasztalható fokozott fehérjebomlás chemismusának ismeretéhez óhajtottam adatokat nyújtani. Célom annak eldöntése volt, vajjon a *N*-kiválasztásnak *præmortalis* fokozódása nincs-e nagyobb mérvű aminosavkiválasztástól feltételezve? SCHULZ² elmélete nyomán ugyanis — mely az előbb említett jelenséget a hirtelen támadó nagymérvű sejthalállal magyarázza — amaz általánosan ismert kóros állapotokkal (pl. a phosphormérgezés, a heveny májsorvadás) való hasonlóság alapján, melyekben a hirtelen nagyobb mérvű sejtelhalás következtében fokozott mértékű aminosavkiválasztás keletkezik, a fokozott *N*-kiválasztás okául a sejtfehérje autolysisszerű szétesésére lehet gondolni. E feltevés helyes vagy helytelen voltának kísérletes eldöntése céljából a *N* és aminosav-*N*-kiválasztásnak az éhezés folyamán történő alakulását igyekeztem vizsgálni.

Kísérleteimet két kutyán és két nyulon végeztem. Hogy a *N*-kiválasztásnak *præmortalis* fokozódása a kutyákban is jellemzően kifejezésre jusson, az állatokat megelőzőleg zsirjuk és glikogénjük nagy részétől megfosztottam oly módon, hogy az

¹ A kolozsvári m. kir. Ferencz József tudományegyetem élettani intézetében készült dolgozat.

² FR. N. SCHULZ: Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels bei unzureichender Ernährung. Arch. f. d. g. Phys. LXXVI. 379, 1899.

éheztetés megkezdése előtt egy-egy hónapig húsliszt alakjában zsir- és szénhydratmentes táplálékot adtam nekik. A nyulak ilyen czélből semmi előzetes kezelést nem igényelnek; ez állatokat illetően teljes biztossággal lehet számítani a *N*-kiválasztásnak *præmortalis* fokozódására.

Az állatok a kísérleti sorozatok idején anyagcsereszekrényben voltak; vizeletüket pontosan gyűjtöttem s a II., III. és IV. kísérleti sorozatban naponként végzett csapolással pontosan elválasztottam. Az első kísérleti sorozatban használt himkutyát nem csapoltam; a 24 órás vizelet azonban az állat megszoktatása révén itt is jól elhatárolódott.

A vizeletek fehérjét, cukrot, acetoezetsavat egyik kísérlet-sorozatban sem tartalmaztak. UFFELMANN tejsavreactiója, melyet már a titráláshoz előkészített vizeletben végeztem, valamennyi kísérleti sorozatban elejétől végig jól kifejezett volt. A vizeletben a *N*-t KJELDAHL szerint (katalysator: *Hg*), az aminosav-*N*-t HENRIQUES-SÖRENSEN szerint határoztam meg. Az utóbbi eljárás részleteit illetően az eredeti dolgozatokra (illetve e módszert ismertető másik dolgozatomra)¹ utalok s itt csak azt kívánom újból megjegyezni, hogy az e módszerrel megállapított aminosav-értékek a vizeletben található formollal titrálható anyagok valamennyijére vonatkoznak s hogy a formollal való titrálást HENRIQUES-SÖRENSEN szerint a lakmusszal való közömbösítéstől a phenolphtaleinnatrium erős piros színéig végeztem.

A kísérleti eredményeket a következő táblázat tünteti fel:

¹ I. Math. és Term.-tud. Ért. XXIX. k., 590. l.

Kutya-kísérletek.

Kísérlet sorozat-száma	Éhezési napok száma	A kísérlet időpontja	Testtölg gm	A vizeletben egy napra jut				
				N gm	aminosav N		ammonia N	
					gm	%	gm	%
I.	1	IV. 21	5550	2·07	0·048	2·33	0·075	3·64
	3	« 23	5450	1·57	0·044	2·82	0·112	7·12
	4	« 24	5450	1·97	0·044	2·25	0·114	5·80
	5	« 25	5370	1·75	0·055	3·14	0·120	6·84
	9	« 29	5000	2·41	0·048	1·98	0·125	5·22
	10	« 30	5000	2·14	0·056	2·62	0·098	4·57
	11	V. 1	4950	1·39	0·042	2·98	0·062	4·43
	14	« 4	4650	2·17	0·056	2·58	0·111	5·10
	15	« 5	4550	1·77	0·041	2·33	0·071	3·98
	16	« 6	4530	1·66	0·046	2·77	—	—
	17	« 7	4430	2·36	0·050	2·13	0·099	4·17
	18	« 8	4300	2·39	0·046	1·93	0·102	4·24
	19	« 9	4200	2·69	0·045	1·68	—	—
	20	« 10	4170	2·92	0·058	1·98	0·117	4·01
	22	« 12	3920	2·79	0·058	2·66	0·109	3·90
	23	« 13	3800	3·52	0·077	2·18	0·118	3·37
	25	« 15	3550	3·04	0·056	1·84	0·094	3·10
	26	« 16	3400	4·26	0·077	1·80	0·124	2·92
	27	« 17	3250	4·47	0·090	2·00	0·119	2·67
	II.		V. 31	5650	7·27	0·136	1·87	—
		VI. 1	5670	4·095	0·089	2·16	0·325	7·94*
1		« 2	5500	1·809	0·062	3·40	0·143	7·94
3		« 4	5350	1·641	0·045	2·73	0·085	5·18
5		« 6	5100	2·363	0·058	2·45	0·158	5·24
8		« 9	4900	3·024	0·077	2·54	0·120	5·09
14		« 15	4400	2·01	0·054	2·68	0·099	4·93
	17	« 18	4100	1·28	0·041	3·15	0·084	6·55

* Ezen a két napon az állat összesen 100 gm huslisztet kapott.

Nyúl-kísérletek.

Kísérlet sorozat-száma	Éhezési napok száma	A kísérlet időpontja	Testsúly gm	A vizeletben két napra jut				
				N gm	aminosav N		ammonia N	
					gm	%	gm	%
III.		V. 6—7	1475	1·08	0·034	3·12	0·0124	1·14*
		« 8—9	1375	1·12	0·031	2·73	0·0178	1·58*
	2	« 10—11	1310	1·47	0·029	1·98	0·0093	0·63
	4	« 12—13	1260	1·47	0·034	2·30	0·0081	0·56
	6	« 14—15	1220	1·32	0·034	2·54	0·0052	0·39
	8	« 16—17	1160	1·29	0·032	2·50	0·0055	0·43
	10	« 18—19	1090	1·35	0·035	2·59	0·0147	1·09
	12	« 20—21	1040	1·57	0·038	2·42	0·0209	1·33
	14	« 22—23	950	2·18	0·052	2·39	0·0432	2·39
IV.		VI. 11—12	1510	1·36	0·054	3·93	0·0090	0·66**
		« 13—14	1500	1·40	0·058	4·11	0·0078	0·55**
	2	« 15—16	1340	1·695	0·038	2·27	0·0111	0·66
	4	« 17—18	1180	3·75	0·077	2·05	0·0291	0·77
	6	« 19—20	1000	1·89	0·041	2·17	0·0199	1·05

Ez összeállításból a kiindulási pontként szereplő kérdésre nyert választ illetően kiderül, hogy bár az aminosavaknak, illetve a formollal titrálható anyagoknak a vizelettel kiválasztott abszolút mennyisége az éhezés előhaladása folyamán nagyobbodik, azoknak a vizeletben kiválasztott N teljes mennyiségéhez viszonyított mennyisége változatlan marad. A relatív aminosav- N mennyiségeket kifejező számokban lehet ugyan itt-ott kisebb ingadozásokat látni, ezek azonban nem elegendők s nem eléggé jelentékenyek arra, hogy az előbbieken megállapított következtetést módosítsák.

A kísérleti eredmények ezek szerint nem látszanak igazolni a kiindulás alapjaként szereplő feltevést, mert noha a N -kiválasztásnak præmortalis fokozódása az I., III. és IV. kísérleti sorozatban igen jellemző volt, az aminosavaknak, a formollal titrálható anyagoknak relatív mennyisége nem gyarapodott meg.

* Ezekon a napokon az állat 30—30 gm zabot kapott.

** Ezekon a napokon az állat 100—100 gm káposztát és 30—30 gm zabot kapott.

A következtetést s így az eredményt sem lehet azonban még véglegesen lezártnak tekinteni. Már említettem ugyanis, hogy UFFELMANN tejsavreactiója az éheztesítés folyamán végig pozitív volt. Az is ismeretes, hogy az éhezés folyamán a vizeletben kiválasztott zsírsavak mennyisége meggyarapszik. Ez a két körülmény a formoltitrálás útján nyert adatok mérlegelésekor igen megfontolandó, annál inkább, mert a mint legújában MALFATTI¹ említi, a titrálendő folyadékok tejsavtartalma a lakmusszal és phenolphtaleinnal való közömbösítés átcsapási pontját egymáshoz közelíti, és pedig annyira, hogy egyébként azonos feltételek között a formollal titrálható anyagból kevesebbet találunk. Ezek szerint lehetséges, hogy ezekben a kísérletekben is talán a nagyobbfoku folyton előhaladó tejsav- vagy zsírsavkiválasztás volt az, a mi a formollal titrálható anyagok esetleges relativ meggyarapodásának megállapítását megakadályozta.

A tejsav, illetve más savtermészetű anyagok kiválasztásának fokozódását látszik igazolni az NH_3 -kiválasztásnak változása a nyulakon végzett III. és IV. kísérleti sorozatban, a hol az bizonyos minimális érték elérése után egész a halálig folyton és fokozatosan nagyobbodott. Ezzel szemben a kutyán végzett I. kísérleti sorozatban gyarapodást egyáltalán nem, a II.-ban is csak az utolsó napon találunk, sőt az I. kísérleti sorozatban — legalább a mi a relativ NH_3 — N -t illeti — az éhezés kezdetétől egészen a halálig tartó fokozatos csökkenés volt tapasztalható.

Az NH_3 -kiválasztásnak tekintetbe vételével sem dönthető el tehát, hogy az előbb említett körülmények milyen hatással vannak a formoltitrálás eredményére. Sajnos, hogy az elemzés céljára felhasználható vizelet mennyiségének csekély volta meggátolt abban, hogy a tejsavat illetőleg a zsírsavakat quantitative meghatározhassam, miért is az említett lehetőségnek s így az egész kérdésnek végleges tisztázását alkalmasabb módszerek alkalmazhatóságig el kell halasztanunk.

¹ MALFATTI: Zur Formoltitration der Aminosäuren im Harne. Zeitschrift f. phys. Chem. LXVI. 152, 1910.

MAGYARORSZÁG FEJLŐDÉSTÖRTÉNETI NÖVÉNY- FÖLDRAJZÁNAK FŐBB VONÁSAI.

TUZSON JÁNOS 1. tagtól.

(Egy térképpel.)

(Székfoglaló értekezés.)

Eredetileg tisztán előadási célokra igyekeztem Magyarország fejlődéstörténeti növényföldrajzát kidolgozni; még pedig főleg GRISEBACH (11), KERNER (12, 13), DRUDE (6), ENGLER (7, 8) és WARMING (24) növényföldrajzi megállapításai nyomán, s hazánk területére, valamint a szomszédos területekre vonatkozó, floristikai felsorolások alapján. A feladat azonban hova-tovább nehezebbnek bizonyult. Az adatgyűjtéssel hova-tovább kiterjedtebb térre kellett lépnem, úgy, hogy azok, a miket itt röviden összefoglalok, tulajdonképen egy terjedelmes munka rövid kivonatát képezik. E munka általános részével már évekkel ezelőtt elkészültem és anyagát a népszerű főiskolai tanfolyam 1906—7. évében, valamint a tudományegyetemen tartott előadásaimon már használtam. Egyes részletei pedig e tanulmányoknak meg is jelentek,¹ a teljes munka kézírata azonban még kiadatlan. Ezekhez az általános tanulmányokhoz kapcsoltam később azokat az adatokat, a melyek szorosán véve Magyarországot és a környező területeket illetik. Hogy az adatgyűjtéssel teljesen elkészültem volna, korántsem mondhatom; hiszen épen hazánk

¹ A növényvilág fejlődéstörténete. Népsz. Főisk. Tanf. LVIII. Syllabus. 1907; Engler's Bot. Jahrb. 1909; és más fejlődéstörténeti, valamint systematikai czikkekből, megjelennek a sajtó alatt levő Rendszeres Növénytanban.

területére vonatkozólag az irodalomban szereplő növényfajok tekintélyes részének helyes systematikai értékelése terén is nagyon sok még a tennivaló. A főbb kérdésekben azonban sikerült megállapodásra jutnom annyira, hogy a növényföldrajzi tagolódásnak fejlődéstörténeti szempontból indokolható, fontosabb határvonalait megállapíthattam.

Beosztásom irányának és jelentőségének körvonalozása céljából elkerülhetetlen, hogy itt a növényföldrajz különféle módszereiről ne tegyek röviden említést.

A *leíró* vagy *statisztikai* növényföldrajz elkülöníti egymástól mindazokat a területeket, a melyeknek növényzete egymástól a fajok kisebb vagy nagyobb számában eltérő. Ennek kivételében pedig rendszeren egy vagy több, az egész növényösszetételre jellemzőbb fajt szokás figyelembe venni, melyek elterjedését azután tekintet nélkül a többi körülményre állapítják meg és határolják el a térképen. Így megvonhatjuk hazánkra és az ezt környező területekre vonatkozólag pl. a *Bruckenthalia spiculifolia*, *Buphthalmum speciosum*, *Tilia tomentosa*, *Castanea vulgaris*, *Quercus lamuginosa*, *Syringa Josikaea*, *Salix silesiaca*, *Corylus colurna* stb. elterjedésének határait, s a mennyiben e fajok bizonyos flórák kifejezői, elterjedésük határai eléggé fontos vonalakat tüntetnek elénk. Maga a módszer azonban az eshetőségek végtelen láncolatát zárja magába, mert az, hogy milyen növényfajokat fogadunk el növényföldrajzi vezérfajoknak, mindig felfogás dolga marad.

Az *ökologiai* növényföldrajz a hasonló életfeltételekhez kötött növényösszetételek elterjedési határait állapítja meg. Ebből kifolyólag tehát tulajdonképen pl. az alpesi tájakat, a dombvidékeket, a homokpusztákat, lápokot, sós területeket stb., szóval a physikailag különböző területeket határolja el egymástól. Minthogy a physikai mediummal lényegesen változnak a növényösszetételek tagjai is, e módszerrel szintén eléggé fontos növényföldrajzi határvonalak állapíthatók meg, és különösen nagy, összefüggő, egyforma területeknek e módszerrel való elhatárolása minden tekintetben megfelelő növényföldrajzi egységekre vezet. A physikai viszonyok tekintetében szaggatott területeken azonban ez a módszer túlságos tagolásra vezet:

közvetlenül szomszédos, de ökológiailag elütő területek közt nagy elválasztó falat emel s egymástól távol eső, ökológiailag egynemű területeket összefoglal; mint a hogy pl. KERNER (13) «Alpine Flora»-ját az Alpesek és a Kárpátok magaslatain szétosztott, egymástól flórájuk tekintetében lényegesen elütő részletek képezik, vagy mint a hogy nemcsak KERNER, hanem WARMING (24, 256), DRUDE (6, 380), ENGLER (7, 187) s mások is Alföldünket a délorosz pusztaságokkal foglalták össze.

A statisztikai és az ökológiai növényföldrajz határvonalai az illető szempontokból fontosak. Hozzájuk azonban oly mélyebb értelem, mely az illető terület növényzetét valamely egységes megvilágításba helyezné és azt a növényzetet, mely az illető területen van, okszerűen magyarázná, nem fűződik.

A növényföldrajz harmadik módszere az egyes területek növényzetét annak *fejlődéstörténete* alapján igyekszik megítélni. Abból indul ki, hogy a növények földrajzi elhelyezkedése a multban lejátszódott események bizonyos sorozatának eredménye; hogy a mai elhelyezkedés a fejlődéstörténet egy pillanata, a mit az egyes rokonsági csoportok fajainak kialakulása és a physikai viszonyokkal kapcsolatos vándorlása előzött meg. A fejlődéstörténeti módszer tehát azokat a területeket igyekszik körülhatárolni, a melyek növényzete a fejlődéstörténet folyamán közös sorson ment keresztül.

Minthogy közös fejlődéstörténete csakis systematikailag és ökológiailag egymással kapcsolatban álló növényközösségeknek lehet, annak következtében a fejlődéstörténeti módszer eredményei a statisztikai és ökológiai növényföldrajz eredményeit magukban foglalják, de az egységesebb fejlődéstörténeti vonások előtérbe juttatásával, a másik kettőnek aprólékos és az összességre jelentőséggel nem bíró megállapításait nagyobb egységekké olvasztják.

A fejlődéstörténeti növényföldrajz megállapításait a lefolyt események visszamaradt jeleire: a geológiai átalakulásokra és a fossilis növénymaradványokra alapítja; ezek figyelembevételével s a növényfajok jelenlegi elhelyezkedése alapján keresi az egyes területek növényzetének származását.

A fejlődéstörténeti módszert követve, első sorban is tehát

a hazánk területe és környezete flórájának multjára vonatkozó adatokat, azután pedig azokat foglalom egybe, a melyek flóránk származására és a kapcsolatos növényföldrajzi határvonalakra vonatkoznak. Minthogy pedig az összes fejlődéstörténeti és növényföldrajzi kérdések közül Magyarország területére nézve a *legnagyobb, úgyszólván döntő jelentősége az Alföldre és az Erdélyi medenczére vonatkozóknak* van, a továbbiakban ezekre helyezem a legnagyobb súlyt.

1. A Kárpátoktól övezett medencze flórájának multja.

A harmadkor eseményeit lezáró jégkorszak a Kárpátok magaslatainak növényzetét nagyrészt megsemmisítette, illetőleg a fokozatos bekövetkezés folyamánként lejjebb és lejjebb szorította a mai középhegységekre és dombvidékekre. Ebben az értelemben változott az alsóbb tájak növényzete is: a harmadkori, melegebb klimára és nagyobb légnedvességre valló flóra végleg eltűnt hazánk területéről, s csakis ama flóraelemek maradtak meg, a melyek a hidegebb klimát elviselhették. Így tűntek el hazánk területéről a következő oligocæn kori génuszok, ú. m.: *Libocedrus, Glyptostrobus, Taxodium, Sequoia, Callitris, Chamaerops, Smilax, Myrica, Carya, Castanea, Zelkova, Celtis, Nelumbo, Cinnamomum, Celastrus, Ilex, Vitis*, a melyek akkor Európa-Ázsia mai mérsékelt övén is mindenfelé el voltak terjedve, a harmadkor végén s a pleistocæn alatt pedig Közép-Európából kipusztultak, hogy Észak-Amerikában, Ázsia déli részén és részben a Mediterránban és Afrika északi részén tartsák fenn fajaikat. Ezek mellett a ma már nálunk nem tenyésző génuszok mellett *a harmadkor végén már ki voltak alakulva a mai összes mérsékelt övi és a hidegebb klimát kedvelő rokonsági csoportok is*, a melyek közül a magyarországi fiatalabb harmadkori lelőhelyeken kétségtelen maradványai kerültek elő: a *Quercus, Fagus, Carpinus, Corylus, Salix, Alnus, Ulmus, Evonymus, Tilia, Acer, Fraxinus, Pinus*-génuszoknak. A hidegebb klimát, mondjuk a közép-európai hegyvidékek mai klimáját igénylő növények Magyarország praëglacialis idejéből biztosan nem ismeretesek; nincsenek megfelelő lelőhelyeink. A Norfolk partokon

azonban Cromer mellett, valamint az Aue melletti pleistocæn-kori tőzegtelepek alatt megtalálták a præglacialis flóra kétségtelen maradványai¹ között a *Taxus baccata*, *Picea excelsa*, *Potamogeton*, *Alisma*, *Carex*, *Eriophorum*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Rumex*, *Polygonum*, *Nuphar luteum*, *Caltha*, *Prunus spinosa*, *Acer*, *Hypericum*, *Trapa*, *Viola*, *Cornus*, *Menyanthes*, *Mentha*, *Picris* és más, Közép-Európa mai flórájában helyet foglaló növények egyes részleteit, a melyek nagyrészt a mai alakokkal specifikusan is egyezők s bizonyítják, hogy a Föld flórájának mai alakjai javarészt már a pliocæn végén teljesen ki voltak alakulva. A trópusi növényeknek a sarkvidékről már a kréta-időszakban megkezdődött lefelé való vándorlása a pliocæn végén befejeződött és a *pleistocænt közvetlenül megelőzőleg minden kétségen kívül volt egy idő, a mikor a Föld növényzete a mai állapotban volt.* Különbségek csupán abban lehettek, hogy a vizek és a szárazföld eloszlásában s az egyes földrészek ez irányú kialakulásában más viszonyok voltak, s így a hol pl. a Fekete tenger vagy a Földközi tenger mélyebben benyult, mint ma, vagy a hol, mint pl. Alföldünkön, kiterjedt belvizek foglaltak helyet, ott parti növényzet volt, holott ma ugyanott kontinentális flóra van. Az akkori partvidékek flórája azonban egyező volt a mai ugyanazon földrajzi szélességre eső partvidékekével, az akkori steppék, homokpuszták, hegyvidékek, havasok flórája mindenesetre egyező volt a mai steppék, homokpuszták stb. flórájával. A kifejezés egyszerűsítése okából nevezzük ezt az időszakot *homostatikus* időszaknak, mely a pleistocæn interglacialis periodusaiban egyes területeken többször megismétlődhetett.

A pleistocæn alatt ez a viszony megváltozott. Hazánk területén az északi és a keleti Kárpátok magaslatait, valamint egyes magasabb, belső hegységünket is, pl. a Bihar-hegységet,² glecserek

¹ REID, The Orig. of the British Flora, 1899; WEBER, Versuch eines Überblickes über die Vegetation der Diluvialzeit der mittl. Regionen Europas, Naturwiss. Wochenschr. 1900.

² L. SZÁDECZKY Gy. Földr. Közlem. XXXIV, 299. old. A Magyarország pleistocæn korára vonatkozó irodalmat, a továbbiakban idézettek

borították, a mi természetesen hatással volt az alsóbb tájak növényzetére is. Számos, a homostatikus időszakban elterjedt, melegebb klímát igénylő növényfajunk életfeltételei nálunk megszűntek; ezek tőlünk délebbre, a mediterrán tájakon tartották fenn fajukat, a honnan később, az interglacialis és postglacialis időben visszavándorolhattak ismét azokra a területekre, a melyeken a homostatikus időben voltak, vagy a mely területek a vizek visszahúzódása stb. átalakulások révén tenyészetükre alkalmassá váltak.

Hogy milyen flórája volt Magyarország területének a pleistocæn alatt, arra nézve a lucskii, gánóczyi, ratnóczyi, szliaécsi, fehérpataki, szepesváraljai, lipóczyi, borszéki, krassó-szőrény-megyei és frecki fossilis növénymaradványok nyújtanak némi felvilágosítást. A meghatározások szerint¹ e növénymaradványok a következők: *Polypodium vulgare*, *Pinus silvestris*, *Pinus pumilio*, *Pinus cembra*, *Picea excelsa*, *Sparganium affine*, *Potamogeton praelongus*, *Potamogeton pusilus*, *Potamogeton crispus*, *Phragmites communis*, *Eriophorum vaginatum*, *Luzula pilosa*, *Tofieldia calyculata*, *Salix myrtilloides*, *Salix incana*, *Salix cinerea*, *Salix caprea*, *Salix aurita*, *Salix hastata*, *Salix repens*, *Populus tremula*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Betula nana*, *Alnus glutinosa*, *Alnus viridis*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Quercus pedunculata*, *Quercus sessiliflora*, *Ulmus campestris*, *Ulmus montana*, *Polygonum minus*, *Scleranthus*, *Nuphar pumilum*, *Ceratophyllum demersum*, *Ribes alpinum*, *Dryas octopetala*, *Cotoneaster tomentosa*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*, *Rubus idaeus*, *Rubus tomentosus*, *Astragalus hamosus*, *Oxalis acetosella*, *Cotinus coggygria*, *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Rhamnus frangula*, *Tilia platyphylla*, *Tilia cordata*, *Oenanthe aquatica*, *Peucedanum oreoselinum*, *Cornus mas*, *Cornus san-*

kívül l. még SZÉKÁNY B., A jégkorszak Magyarország területén, 1909 és STAUB M., Magyarország jégkorszaka, Földt. Közl. 1891 dolgozatokban.

¹ Az ezekre vonatkozó szétszórt irodalmat l. PAX F., Grundzüge d. Pflanzenverbreitung in den Karpathen, 35—47 old.; u. a. Foss. Fl. von Gánócz, Növényt. Közlem. 1905 (19) old.

guinea, *Vaccinium uliginosum*, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Menyanthes trifoliata*, *Galium palustre*, *Galium uliginosum*, *Lonicera alpigena*, *Petasites albus*, *Tussilago farfara*.

E sorozat fajai kétségtelenül csak megközelítő meghatározással állapítvák meg, egyes igen fontos fajok, mint épen a *Dryas octopetala*, *Betula nana*, a mint STAUB¹ leírásából kivethető, igen hiányos maradványok alapján állapították meg, és a többi faj maradványai sem kétségtelen meghatározásúak. Ennek teljes tudatában vagyok és nem akarok ennek a sorozatnak a megengedettnél nagyobb jelentőséget tulajdonítani. Egyeseket e fossilis maradványok közül, különösen pedig gánócziakat, közvetlen megvizsgálás alapján is ismerek és ezek szerint, valamint a többi meghatározás lehetőségeinek figyelembe vételével mégis kétségtelennek tartom, hogy a *Kárpátoktól övezett medenczét a pleistocæn alatt a mai borealis, tehát mérsékelt hűvös erdők jellemző fa- és cserjefajai s az ezekhez tartozó erdei és mezei fűnennü növényzet övezték*. Vagyis a homostatikus állapothoz viszonyítva hazánk flórája csupán annyiban változhatott, hogy a mai középhegységi és dombos vidékeinken valamivel hűvösebb klímát elviselő és kedvelő flóra volt. Kétségtelen, hogy a pleistocæn különböző szakaiban ez a viszony ingadozott. Erre lehetne következtetni, a mennyire a meghatározások megbízhatók, egyrészt pl. a *Dryas octopetala* és *Betula nana*, másrészt pedig az *Astragalus hamosus* és *Cotinus coggygria*-maradványokból.

Az előbbieket arctikus vegetatio, az utóbbiak mérsékelt meleget igénylő (mediterrán-féle) flóra tagjai. Ha tisztán ebből a néhány, nem egészen biztos adatból kellene következtetni, nem mertem volna az előbbi feltevést kétségtelennek mondani. Vannak azonban ez irányban más bizonyítékaink is, nevezetesen a Tátrából a Novi hegyről és az Abaújmegyéből Óruzzsin környékéről előkerült pleistocænkori állati maradványok,² melyek

¹ Magyarország, jégkorszaka, Földt. Közl. 1891, 25 old.

² NEHRING A., Ein Höhlenfund aus d. Hohen Tátra, Globus, 1880; Übersicht ü. 24 mitteleur. Quartärfaunen, Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1880; PARTSCH J., Die Gletscher d. Vorzeit i. d. Karp. 1882; ROTHE S.,

aretikus, illetőleg alpesi klimára vallanak, ilyenek: *Arvicola nivalis*, *A. raticeps*, *A. gregalis*, *Lagomys hyperboreus*, *Myodes lemmus*, *M. torquatus*, *Lepus variabilis*, *Canis lagopus*, *Cervus tarandus* s mások. E maradványok a lelőhelyüktől északabbra fekvő pleistocænkori növénylelőhelyek tölgy, bükk, gyertyán, hárs stb. kétségtelen maradványaival szemben jelentékeny ellentétet képeznek és jelzik a hidegebb és melegebb periodusoknak az első homostatikus állapot utáni váltakozásait.

Hogy a pleistocæn eme szakaszai alatt milyen flóra s általában milyen viszonyok uralkodtak *Alföldünkön*, arra nézve nagyrészt csak közvetve lehet következtetnünk. Pleistocænkori flóramaradványaink nincsenek, csupán a terület morphológiája, a nyugati és északi részeken, egész Nógrádmegyéig előforduló «Dreikantner» kövek, éles kavicsok,¹ a glecserek nyomainak hiánya, s a Közép-Európa területére vonatkozó általánosítható megállapítások azok, a melyekből a flórára következtethetünk.

Az Alföld morphologiai viszonyai alapján jogosult az a feltevés, hogy a levantei vizek lecsapolódása után is nagyrészt belvizektől borított terület volt. Ebbe futott le a pleistocæn alatt a környező hegységek vize és a lapályosabb helyeken szétterülve, nagy kiterjedésű mocsarakat, nyirkos, vizes területeket² alkotott, melyek nyomai a történelmi időkgig fennmaradtak. Ezt a vizes területet vették körül hegyvidékeink, melyeket az előbbiekben közölt bizonyítékok szerint borealis flóraelemekből álló erdőség s általában borealis növényzet borított. A pleistocæn egyes szakaszainak váltakozása alatt mindenesetre a homostatikus állapothoz visszatérő és attól a klimának újbóli lehülése folytán ismét eltérő flórák váltakozhattak. A felhozott, kétségtelen bizonyítékok alapján azonban másként nem képzelhető el, mint hogy Alföldünkön a pleistocæn alatt főleg a maitól alig eltérő vízi és parti növényzet, szárazabb részein a környező hegyi vidék-

Termtud. Közl. 1881; Math. Termtud. Közl. 1881; A Kárp. Egyesület Évk. 1881 és 1882.

¹ PAPP K., Éles kavicsok Magyarország hajdani pusztáin, Földt. Közl. 1899.

² Ide vág KORMOS T., A pleisztocén és postpleisztocén klimaváltozások Magyarországon, 1910.

ról leszármazó, borealis flóraelemek, a nyugati és északi részén elterjedő, homokos steppéken pedig pusztai növényzet voltak. Ez a növényzet kétségtelenül ma is helyet foglal az Alföld flórájában, mely a postpleistocæn idõben csakis azon a változáson mehetett keresztül, hogy a hőmérséklet emelkedésével közéje a mediterránból ismét északra terjedő flóraelemek keveredtek. Hogy honnan származtatható le az Alföld steppenövényzete, az iránt részben a flóra mai képe nyújt fölvilágosítást, a mire a továbbiakban térek rá; nagyrészt azonban e flóra származására a környező területek geologiai multjából is jogosan vonhatunk következtetéseket. Ebben az irányban nagy jelentőségük a braunschweigi, kelet-thüringiai és hazánk területéről az óruzsini és beremendi pleistocænkori állati maradványok. NEHRING¹ meghatározásai szerint Braunschweigban a tundraállatok (*Myodes lemmus*, *M. torquatus*, *Canis lagopus*, *Cervus tarandus*) maradványait tartalmazó réteg felett olyan réteg következik, a melyben jellemző steppe-állatok (*Lagomys pusillus*, *Arctomys bobac*, *Sciurites jaculus*, *Spermophilus altaicus*) esontjaira bukkantak. E kétségtelen bizonyítékok szerint Közép-Európa északibb részein a pleistocæn alatt eleinte tundra-vegetatio volt s erre steppe-vegetatio következett. Homokos steppékre vallanak hazánkban az említett éles kavicsok is; ezenkívül azonban az óruzsini és beremendi pleistocænkori jellemző, steppe-lakó állatok maradványai is e mellett bizonyítanak. Ezek között NEHRING felismerte a *Cricetus phaeus*, *C. vulgaris*, *C. nigricans*, *C. arenarius*, *Lagomys pusillus* és *Spermophilus*-fajokat; nemkülönben az *Arctomys bobac*-fajt KOCH A. gyűjtötte Kolozsvár mellett, diluvialis agyagban és steppe-állatok maradványait találták meg Bécs közelében is.² Így nem lehet kétség az iránt, hogy a pleistocæn bizonyos szakában Alföldünk vizes területei körül, legalább

¹ NEHRING, Fossile Lemmingen u. Arvicolen, Gibel's Zeitschr. f. d. gesamm. Naturw. 1875; továbbá Arch. f. Anthrop. X. és XI. 1878; Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1878; Beitr. z. Kenntn. d. Diluvialfauna, 1876; Tundren u. Steppen, 1890. Ide vonatkoznak továbbá ROTH S., PAPP K., STAUB M. (Jégkorszak) előbb idézett dolgozatai is.

² NEHRING A., Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1879, 475. old.

egyes helyeken steppék¹ terültek el. Hogy egész Alföldünk ily steppe lett volna, azt annak morfológiai viszonyai figyelembevételével alig lehet feltételezni, valószínűbbnek látszik az, a mit már előbb hangsúlyoztam, t. i. hogy vizes, mocsaras terület volt, a mely hovatovább kiszáradt.

A Kárpátoktól övezett medencze flórája fejlődéstörténetének, származásának megfejtésére térve rá, az előre bocsátott adatok alapján kétségtelen, hogy e flóra a homostatikus állapot előtt az általános növényvándorlás irányának megfelelően északról vándorolt le. A præpleistocænbeli homostatikus állapot után a pleistocænben Közép-Európa és Dél-Európa steppéin vándorolt ide-oda, miközben minden jel bizonyítéka szerint többször is volt homostatikus, vagy közel homostatikus állapot.² Különösen pedig ezen a sorson mentek keresztül azok a steppe-elemek, a melyek ma is Európa kisebb-nagyobb steppe-területein és első sorban a mi Alföldünkön vannak elterjedve. Ezek tehát Közép- és Észak-Németország területén a pleistocæn egyes szakaszaiban nagy kiterjedésű formatiókat alkottak. Innen a klimaváltozással kapcsolatos beerdősülés alatt hovatovább kiszorultak, hogy ma, egy-két kisebb területtől, mint pl. a mainzi medenczétől, a Pyrenæi-félsziget steppéitől stb. eltekintve, csupán Alföldünkön és részben az Erdélyi medenczében, valamint a Fekete tenger környéki romániai steppéken alkossanak nagyobb formatiót. Számos faja e szövetkezeteknek átélte Alföldünk környezetében az egész pleistocænt, mások pedig a hőmérsék sülyedésével kapcsolatosan a mediterrán alkalmas tájain és lehet,

¹ A *steppe* olyan erdőtelen pusztaság, a melynek flórája túlnyomóan élő növényekből, fűneműekből és itt-ott cserjékből és legfeljebb egyes facsoportokból áll. A *steppe*-fajok vagy «*steppe*-elemek» igen különfélék és e szerint eltérők az egyes *steppe*-lakó szövetkezetek is, mint a hogy a további felsorolások ezt elének tárják. Általában a *steppe* klímája, talaja száraz; növényzete, legalább egyes időszakokban silány. Maguk a *steppe*-elemek meghúzódhatnak kisebb foltokon is, más formatiók között; alkalmas körülmények mellett azonban nagy, összefüggő formatióvá egyesülnek.

² L. PENCK A., *Entwickl. d. Flora Europas seit der Tertiärzeit*, *Wiss. Ergebn. d. internat. botan. Congr. Wien 1905*; JEROSCH M. CH., *Geschichte u. Herkunft d. Schweiz. Alpenfl.* 1903, mely dolgozatokban, különösen az utóbbiban, a kapcsolatos irodalom részletesen fel van sorolva.

hogy — mindenesetre igen csekély részben — Afrika északi részén tartották fenn magukat, hogy innen ismét északra terjedjenek.

A Kárpátoktól övezett medence flórájának vázolt fejlődéstörténete kétségtelenül kiderül az idézett adatokból s ENGLER¹ bizonyító anyagából s levezetéseiből is; annál feltűnőbb, hogy különösen az Alföld flóráját úgyszólván megszokásszerűen mégis a délorosz steppék flórájából származtatják le.

Ennek a leszámaztatásnak megokolását keresve, azt találjuk, hogy Alföldünknek és a délorosz steppéknek számos megegyező növényfaja alapján, különösen KERNER nyomán terjedt el ez a felfogás az irodalomban. Úgy hiszem azonban, hogy a kérdést nem méltatták oly részletességgel figyelemre, mint a milyen szükséges ahhoz, hogy döntsünk felette. Így a KERNER-féle «*Pollinia*», «*Stipa*» és «*Bromus*» formatio növényfajaiból következtet ENGLER is, holott ebből a sorozatból először is hiányzik Alföldünk növényfajainak egy igen jellemző sorozata, mint: *Hordeum Gussoneanum*, *Atropis distans*, *Festuca vaginata*, *F. pseudovina*, *F. valesiava*, *F. sulcata*, *Heleochoa explicata*, *H. schoenoides*, *Crypsis aculeata*, *Scirpus maritimus*, *Chenopodium glaucum*, *Camphorosma ovata*, *Astragalus excapus*, *Plantago arenaria*, *Pl. maritima*, *Aster panmonicus*, *Artemisia monogyna* stb., stb., a melyeket nem lehet figyelmen kívül hagyni. Másodszor pedig a felsorolt és fel nem sorolt fajok egyes részének a délorosz steppéken való előfordulása mellett nem lehet jelentőség nélküli az, hogy *nagyrészt Nyugat-Európában is, egész Spanyolországig el vannak terjedve és hogy a délorosz steppékre az előbbieken jelzett vándorlási irány szerint Európa déli részéről jutottak és nem megfordítva*. Végül nem hagyható figyelmen kívül, hogy a délorosz steppék flórája nagy sorozatát tartalmazza az oly keleti fajoknak, a melyek nálunk nem fordulnak elő, a mi egészen elütő jellemvonást kölcsönöz a délorosz steppék flórájának. Mindezeket figyelembe véve, a Kárpátoktól övezett medence flórájának a délorosz steppékről való származását joggal vonhatjuk kétségbe

¹ ENGLER A. 7, 1879.

és a következő fejezetben épen ezért kizárólag ezt a kérdést kísérlem meg tisztába hozni.

2. A Kárpátoktól övezett medence és a délorosz steppék flórájának egymáshoz való viszonya.

ENGLER az ő *Syllabus*-ában «Pontusi provincia» néven a mi alföldi és pannoniai flórákörnyékünket, valamint a horvátországi síkságot, a szerémségi flórákörnyéket, Románia területét s a délorosz steppéket foglalja egybe, beleértve a Kaspi tengertől északra elterülő steppéket is. Hogy e «provincia» növényföldrajzi viszonyaiba betekintést nyerjünk, figyelemre kell méltatnunk egyrészt az ettől keletre, egészen az Altai hegység környékéig terjedő Kirgíz-steppék, sőt a dzsungáriai steppék flóráját is, melynek elemei a pleistocæn alatt a Kaspi tengertől keletre fekvő, jégáraktól mentes területeken tarthatták fenn magukat. Másodsor pedig ki kell terjeszteni figyelmünket a «provincia»-tól nyugatra eső Közép- és Dél-Európa flórájára, melynek elemei a pleistocæn alatt, főképp Európának jégmentes közép- és déli részén tenyésztek.

A Kaspi tengertől keletre eső területek flóra-elemei között első sorban is szemünkbe ötlenek a nálunk teljesen hiányzó és nagyrészt monotypikus, vagy csak néhány fajt számláló génuuszok,¹ mint: *Bassia*, *Girgensohnia*, *Ceratocarpus*, *Cithareloma*, *Streptoloma*, *Lachnoloma*, *Stroganovia*, *Hultheimia*, *Halimodendron*, *Miltianthus*, *Muretia*, *Suchtelenia*, *Rindera*, *Dodartia*, *Cymbaria*, *Karelinia*.

E génuuszok kétségtelenül délázsiai származásúak és olyan góczterületre vallanak, a melynek nyugati irányban való kisugárzásait kell követnünk abból a célból, hogy a déleurópai származású steppeflóra területét ettől elválaszthassuk. E génuuszok nagy része nyugatra nem terjed messze; figyelembe kell tehát vennünk más tagjait a velük jelenleg közösen előforduló növényszövetkezetnek. Ezek első sorban az ázsiai steppékre jellemző *Astragalus*-fajok. LEDEBOUR a délázsiai steppékről, különösen

¹ GRISEBACH, 11, 481; LEDEBOUR, 14; BOISSIER 3.

pedig a kirgiz és dzsungáriai s általában a Kaspi tengertől keletre elterülő pusztaságokról mintegy 70 olyan *Astragalus*-fajt sorol fel, a melyeket e steppék jellemző növényeiül vehetünk fel. Ezek száma nyugat felé szintén hovatovább apad. Az *Astragalus*-génuszon kívül a *Caragana*-t emelem itt külön ki. E génusznak nyolcz faja van elterjedve az Altai hegység környezetében levő steppéken. Nyugatra még kevésbé hatolnak el, mint az *Astragalus*ok, közülök csupán a *Caragana frutescens* jut el Podoliáig. Az oly sokszor hangoztatott *Stipa*-formatio fajait véve figyelembe, a Kaspi tengertől keletre elterülő steppéken a nálunk is előforduló három fajon kívül különösen a *St. sibirica*, *St. gigantea*, *St. consanguinea*, *St. Richteriana*, *St. orientalis*, *St. splendens*, *St. caragana* fordul elő, mint olyan faj, a melynek származását szintén délázsiaiinak kell tartanunk.

Az említett idegen génuszokat, valamint a felhozott *Astragalus*, *Caragana* és *Stipa*-fajokat az ázsiai steppékre jellemző, s az európai steppékről hiányzó növényfajok nagy sorozata kíséri, a melyek száma az előbbiekéhez hasonlóan nyugat felé apad. A Kaspi tengertől északra és északnyugatra elterülő steppéket némi átmenetességgel ugyan, de még mindig igen tekintélyes számmal népesítik azok a fajok, a melyek a középeurópai steppék flórájából hiányzanak. Ilyenek KRASSNOFF A.¹ felsorolásából a következők:

1. **Üröm-steppék.** *Triticum orientale*, *T. prostratum*, *Allium caspium*, *Tulipa Gesneriana*, *Iris aequiloba*, *Atraphaxis spinosa*, *Anabasis aphylla*, *Kochia hyssoifolia*, *Ceratocarpus arenarius*, *Salsola brachiata*, *S. laricina*, *Dianthus rigidus*, *Delphinium divaricatum*, *Ranunculus polyrhizos*, *R. oxyspermus*, *Papaver arenarium*, *Chorispora tenella*, *Lepidium micranthum*, *Sisymbrium contortuplicatum*, *Erysimum versicolor*, *Alyssum Fischerianum*, *Potentilla bifurca*, *Astragalus physodes*, *A. testiculatus*, *A. vulpinus*, *A. rupifragus*, *A. diffusus*, *Alhagi camelorum*, *Ferula caspica*, *Rindera telraspis*, *Onosma tinctor-*

¹ KRASSNOFF A., Geobotanische Unters. in den Kalmüken-Steppen, Nachr. d. Kais. Russ. Geogr. Ges. 1886, Ref. Engler's Jahrb. 1889, Literaturber. 53 old.

rium, *Echinosperrnum patulum*, *Linaria macroua*, *Linomyris divaricata*, *Carduus uncinatus*, *Centaurea wolgensis*, *Achillea Gerberi*, *Artemisia frigida*.

2. Homokos-steppék a Kaspi tengertől északra. *Elymus sabulosus*, *Calligonum Pallasia*, *Agriophyllum arenarium*, *Silene wolgensis*, *Erysimum sessiliflorum*, *Astragalus longiflorus*, *Myricaria davurica*, *Thymus odoratissimus*, *Cephalaria tatarica*, *Jurinea Eversmanni*, *J. linearifolia*, *J. polyclonos*, *Chondrilla graminea*, *Tragopogon ruthenicus*.

3. Sós-steppék. *Asparagus trichophyllus*, *Rumex Marschallianus*, *Polygonum salsugineum*, *Halimocnemis glauca*, *H. monandra*, *Suaeda acuminata*, *Salsola clavifolia*, *S. crassa*, *S. lanata*, *Gypsophila trichotoma*, *Lepidium coronopifolium*, *Melilotus ruthenicus*, *Nitraria caspica*, *Tamarix tetrandra*, *Inula caspica*, *Centaurea glastifolia*, *C. repens*, *C. salina*, *Mulgedium tataricum*.

4. Csernozjom-steppék. *Silene procumbens*, *Melilotus ruthenicus*, *Calophaca wolgarica*, *Vicia picta*, *Erodium Hoefftianum*, *Althaea ficifolia*, *Ferula tatarica*, *Castillea pallida*, *Centaurea trichocephala*.

KRASSNOFF felsorolásai eléggé jellemző képét nyújtják a kalmuk-steppék flórájának, melyben az előbbieken felsorolt, nálunk hiányzó fajokhoz a középeurópai s így Alföldünkön is előforduló növények igen tekintélyes számmal: 30–80%-kal vesznek részt. Legnagyobb számmal a Csernozjom (fekete földű) pusztákon, legkisebbel a sós-steppéken.

A kalmuk-steppék jellemző, nálunk hiányzó fajainak nagy része a dél-orosz steppéken általánosan el van terjedve. Ezekon kívül vannak olyan fajok is, a melyek a Kárpátoktól övezett medencében hiányzanak ugyan, de Európa déli s nyugati részén el vannak terjedve, mint pl.: *Spergularia segetalis*, *Dianthus leptopetalus*, *Hypocoum caucasicum*, *Hutschinsia procumbens*, *Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda altissima*, *Frankenia hispida*, *Tamarix tetrandra*, *Phlomis pungens*, *Convolvulus lineatus*, *Nonnea lutea*, *Ajuga chia*, *Teucrium polium*, *Linaria odora*, *Artemisia maritima*, *Petasites spurius*, *Mulgedium tataricum*.

Ha a Kaspi tengertől tovább nyugatra és a Fekete tengertől északra elterjedő steppék flóráját hasonlítjuk össze a közép-európai steppékével, akkor azt látjuk, hogy a keleti steppe-elemek közül a Pruth folyót igen kevés lépi át. És általában, ha a közép-európai és a délorosz steppék között valamely elválasztó vonalat akarunk kijelölni, arra a Pruth folyó, illetőleg ennek keleti vízválasztója kínálkozik a legalkalmasabbnak. A közép-európai és a délorosz steppék viszonyait egybevetve tehát, az eddigiek figyelemmel tartása mellett a Pruthtól keletre, a Dnieszter és a Don környékén elterülő steppék flórája bir a legnagyobb jelentőséggel.

E területről legrészletesebb adatokat SCHMALHAUSEN műve (19) tartalmaz. Ezekből kivehetőleg a közép-európai steppe-elemekkel szemben itt még mindig nagy szerepe van a keleti elemeknek. Ezek közül itt érik el nyugati elterjedésük határát a következő fajok: *Triticum dasyanthum*, *T. desertorum*, *T. prostratum*, *Scirpus hamulosus*, *Allium decipiens*, *Tulipa Biebersteiniana*, *Crocus speciosus*, *Cerastium nemorale*, *Arenaria cephalotes*, *A. rigula*, *A. saxatile*, *A. capillaris*, *Atriplex verruciferum*, *Salsola collina*, *S. tamariscina*, *Silene sibirica*, *S. supina*, *Gypsophila glomerata*, *G. collina*, *G. altissima*, *G. trichotoma*, *Dianthus pseudarmeria*, *D. campestris*, *D. humilis*, *D. squarrosus*, *Nigella segetalis*, *Delphinium hybridum*, *Ranunculus polyrhizos*, *Leontice altaica*, *Corydalis Marschalliana*, *Sisymbrium toxophyllum*, *Brassica juncea*, *Cardamine uliginosa*, *C. quinquefolia*, *Draba repens*, *Arabis pendula*, *Alyssum podolicum*, *Erysimum aureum*, *E. crassipes*, *E. cretaecum*, *E. versicolor*, *E. leptostylum*, *E. sessiliflorum*, *E. siliculosum*, *Chorispora tenella*, *Clausia aprica*, *Potentilla bifurca*, *Trifolium ambiguum*,¹ *Caragana digitata*, *Oxytropis Pallasii*, *Astragalus albicaulis*, *A. tanaiticus*, *A. utriger*, *A. dolichophyllus*, *A. testiculatus*, *A. corniculatus*, *A. subulatus*, *A. pallescens*, *A. vimineus*, *Hedysarum grandiflorum*, *Lathyrus incurvus*, *Ruta Besseri*, *Evonymus nana*, *Peplis alternifolia*, *Lythrum borysthenicum*, *Trinia Henningii*, *T. Hoffmanni*,

¹ Erdélyben kétes.

Muretia lutea, *Ferula tatarica*, *F. caspica*, *Palimbia salsa*, *Astrodaucus orientalis*, *A. littoralis*, *Rhododendron flavum*, *Statice graminifolia*, *S. caspia*, *Galium tataricum*, *Cephalaria tatarica*, *Cynanchum medium*, *Rindera tetraspis*, *Echinosperrum heteracanthum*, *Achillea Gerberi*, *Chrysanthemum millefoliatum*, *Artemisia salsoloides*, *A. hololeuca*, *Senecio racemosus*, *Carduus uncinatus*, *Cirsium serrulatum*, *C. elodes*, *Saussurea amara*, *Jurinea linearifolia*, *J. stoechadifolia*, *J. polyclonos*, *J. ambigua*, *Serratula xeranthemoides*, *S. coronata*, *Centaurea salina*, *C. repens*, *C. glastifolia*, *C. trichocephala*, *C. Marschalliana*, *C. ovina*, *Scorzonera ensifolia*.

E fajok túlnyomó többsége mélyen elhatol Ázsia belseje felé a kirgiz- és a dzsungáriai steppékbe; nyugat felé pedig kevés lépi át közülök a Pruth folyót, úgy hogy eléggé indokolják a középeurópai flóravidek steppe-lakó szövetkezetének elkülönítését. Ezeken kívül a dél orosz steppék flóráját még a flóraelemek háromféle csoportja teszi ki. Legtekintélyesebbike e csoportoknak az, a mely olyan fajokból áll, a melyek Közép- és Nyugat-Európa steppéinek is tipikus növényei. Ilyen elemei a dél orosz steppéknek a következők: *Tragus racemosus*, *Digitaria sanguinalis*, *Stipa pennata*, *S. capillata*, *Crypsis aculeata*, *Heleochoa explícata*, *Heleochoa schoenoides*, *Atropis distans*, *Festuca valesiaca*, *F. sulcata*, *Bromus tectorum*, *B. mollis*, *B. arvensis*, *Haynaldia villosa*, *Scirpus maritimus*, *Chenopodium glaucum*, *Salsola kali*, *Silene conica*, *Gypsophila fastigiata*, *Astragalus excapus*, *A. vesicarius*, *Tribulus terrestris*, *Trinia glauca*, *Alcanna tinctoria*, *Plantago maritima*, *P. arenaria*.

Ilyenekből áll egyúttal a Kárpátoktól övezett medenceze jellemző steppenövényeinek 75—80%-a. E növényfajok jelentősége azonban a Pruthon túl kelet felé a dél orosz steppék jellemző keleti flóra-elemeivel szemben hovatovább csökken.

A dél orosz steppék növényeinek második csoportjába sorozhatjuk azokat, a melyek a Kárpátoktól övezett medenczében is előfordulnak, azonban itt eléri elterjedésük nyugati határát, vagy csak kevéssel terjednek nyugatabbra. Ilyenek: *Stipa Lessingiana*, *Secale fragile*, *Crocus reticulatus*, *Iris variegata*,

I. arenaria, *Polygonum arenarium*, *Camphorosma ovatum*, *Corispermum nitidum*, *C. canescens*, *Alsine glomerata*, *Silene longiflora*, *Gypsophila paniculata*, *Dianthus polymorphus*, *Paeonia tenuifolia*, *Ranunculus pedatus*, *Syrenia angustifolia*, *Cytisus austriacus*, *Astragalus virgatus*, *A. austriacus*, *A. asper*, *A. dasyanthus*, *Erodium serotinum*, *Geranium collinum*, *Ruta suaveolens*, *Trinia Kitaibelii*, *Peucedanum arenarium*, *Vinca herbacea*, *Achillea pectinata*, *Artemisia latifolia*, *Jurinea mollis*, *Scorzonera stricta*.

E fajoknak nagy jelentősége van első sorban azért, mert kapcsolatot árulnak el a Kárpátoktól övezett medence és a dél orosz steppék flórája között; másodsor pedig azért, mert indokolják azt, hogy a magyar medencét nyugat felé elhatároljuk. A mi a dél orosz steppékkel való, előbb említett vonatkozást illeti, azt ezek a növények bizonyos mértékig kétségtelenné teszik. Fejlődéstörténeti szempontból azonban fontos e körülmény megítélésében az, hogy nem származhattak, vagy legalább is túlnyomó többségük nem származott a dél orosz steppékről hozzánk, hanem megfordítva: úgy ezek, mint az előbbi felsorolásban kimutatott, Nyugat-Európában is elterjedt steppenövények minden jel bizonyítéka szerint délnyugati irányból vándoroltak a dél orosz steppékre, hogy ott a keleti steppe elemekkel folyton apadó arányban keveredve terjedjenek el. E mellett szólanak a következő körülmények: első sorban is a pleistocæn alatt a déleuropai és a Kárpátoktól övezett steppéken már megvolt ez a steppelakó szövetkezet, holott a dél orosz steppék nagyrészt északról mélyen lenyúló jégáraktól, dél felől messze benyúló tengerektől voltak borítva; ¹ a közbelevő területek valószínűleg a jégárak hatása alatt állva, ennek a száraz és meleg klimát igénylő steppenövényzetnek befogadására nem voltak alkalmasak. Mai növényzetükkel való benépesedésük minden bizonyynal csakis homostatikus állapotú, interglacialis időben és főleg a pleistocæn után következett be, mikor is az általános növényvándorlás iránya szerint Ázsia déli része és a

¹ NEHRING A., Tundren u. Steppen, 231. old.; PACZOSKI J., Entwicklung d. Flora in Südwest-Russland, 1910, térkép.

Kaukázus felől merítették a keleti steppe-elemeket, Dél- és Közép-Európa felől pedig az európai steppe-elemeket. E mellett lehetséges, hogy későbbi bevándorlások Közép- és főleg Észak-Európába történhettek a délorosz steppékről. Ez azonban valószínűleg aránylag csak kevés esetben fordult elő. Ilyen keleti származású növények lehetnek pl.: *Carex loliacea*, *Corispermum intermedium*, *Stellaria crassifolia*, *Drosera intermedia*, *Saxifraga hirculus*, *Rosa aricularis*, *Trifolium lupinaster*, *Lathyrus pisiformis*, *Cenolophium Fischeri*, *Galium trifidum*, *Bidens radiatus*, *Petasites tomentosus* és más oly növényfajok, a melyek főként Európa északi részében vannak elterjedve, vagyis oly helyeken, a melyek később szabadultak fel a jégárak alól, mint a délorosz steppék. Vagy legalább is azt állíthatjuk, hogy az ilyen észak-nyugateurópai steppe-elemek származhattak kelet felől. Hogy azonban Európa délibb steppéinek növényzete, a náluknál fiatalabb és északibb délorosz steppékből, a pleistocæn utáni általános növényvándorlási iránynyal ellenkező irányból, északkeletről származott volna, nem lehet feltételezni. E mellett különben nemcsak fejlődéstörténeti körülmények, hanem a jelenlegi flóra több fájának elterjedési viszonyai is bizonyítanak, nevezetesen olyan, keleten elterjedt növényfajok, a melyek Európában már csak itt-ott vannak meg s a melyekről jogunk van feltételezni, hogy Közép- és Dél-Európában a pleistocæn alatt elterjedtebbek voltak. Ilyenek pl. *Suaeda altissima*, *Alyssum linifolium*, *Rhododendron ponticum*, *Convolvulus lineatus* s mások, a melyek a pyrenæi félszigeten s azután nagy megszakításokkal csak messze, kelet felé fordulnak elő, a közbeeső területekről kipusztultak, szóval Európa területén a pleistocæn előtti és alatti homostatikus állapotokból megmaradt relictum-fajok. Ilyeneknek kell tekintenünk hazai flóránkban pl. a *Ferula Sadleriana* és *Artemisia latifolia*-fajt,¹ a melyek nagyobb fokú elterjedésre nálunk már nem képesek és semmi esetre sem kelet felől délnyugatra előrenyomuló fajok, hanem megfordítva, nálunk utolsó hirmondói keletre vándorolt, illetőleg csakis keleten fennmaradó növényfajoknak.

¹ WAGNER J., Magy. Bot. Lap. 1911, 2 old.

A közép- és déleurópai steppe-elemek származásáról kifejtetteket bizonyítják PACZOSKINAK (17, 421--430 old. s a kapcsolatos felsorolások) Délnyugat-Oroszország flórájának fejlődéstörténetére vonatkozó adatai, a melyek alapján kimutatja, hogy már a Dnieszter és Pruth tájékának flórája is nagyrészt nyugatról (a mit főleg délnyugatról kell feltételeznünk) származik és «alaptalannak» tartja «a keletről feltételezett növényvándorlás hypothesisét». Délnyugat-Oroszországból, a podoliai fennsík-ről 287, nagyrészt steppelakó, olyan növényt sorol fel (353—355. old.), a melyek határozottan nyugatról származnak és csak 135 olyant, a melyek keleti eredetűek; az északibb lapályról (Poljesje) 244 nyugatit és csak 56 keletit; a délibb, Fekete tenger melléki steppékről pedig 33 jellemző nyugati és 67 keleti (360—362 old.) steppe-elemet említ, melyek összevéve a mellett szólnak, hogy a délorosz steppéken a nyugati flóráknak jelentékeny szerepe van, a keleti steppe-elemek pedig itt már háttérbe szorulnak.

Hogy a Pruth és Dnieszter környékének flórája keleti vonatkozású elemei révén a mienktől még mindig lényegesen eltérő, azt az előbbieken kimutattam, s említettem azt is PACZOSKIVAL egyetértően, hogy e mellett itt még bőségesen vannak nyugat- és déleurópai növények úgy, hogy a nyugati vonatkozások félreismerhetetlenek. Ily körülmények mellett, úgy hiszem, mindenkinek be kell látnia, hogy *a még nyugatabbra fekvő s e mellett a Kárpátok hatalmas láncolata által kelet és északkelet felől elzárt Alföld és az Erdélyi medence flóráját nem lehet a délorosz steppék flórájából származónak tekinteni.*¹ Hogy e mellett itt-ott egyes növényfajok, a melyek viselkedésén a ruderalis jelleget rendszeren fel lehet ismerni, mint pl. egyes újabban bevándorolt és behurczolt növényünk,² bevándorolhat-

¹ GRISEBACH (11 I. 224 old., a 155. és 156. old.-on bizonyos fenn-tartással, a mit BORBÁS is követett, Pallas Lexikon XII, 921. old.); DRUDE (6, 380. old.); ENGLER (7, 187. old. azzal a további megjegyzéssel, hogy mindkét flóra délről származik); KERNER (12, 13); PAX (18 II, 43. old.); WARMING (24, 256. old.); stb.

² SCHILBERSZKY K., Földrajzi Közlem. 1891.

tak régibb időkben is a délorosz steppékről, az a fenti tételen nem változtat.

Az előbbieken megadott felsorolások s a kapcsolatos fejlődéstörténeti indokok alapján veszem fel a Pruth folyót, illetőleg annak keleti vízválasztóját a keleti steppe-elemek elterjedési határául és egyúttal a középeurópai és a délorosz flórávidék választékául. E határvonal éles flóráválasztéknak nem tekinthető, már csak azért sem az, mert innen is, túl is ökológiailag azonos területek veszik körül. Legfeljebb annyiban alkot ökológiailag is választékot, a mennyiben a tőle nyugatra eső moldovai steppék már teljesen kívül esnek a Fekete tenger hatásain.

I. KÖZÉPEURÓPAI FLÓRAVIDÉK.

A) Dunai flórákerület.

Ha a Pruth folyónál kijelölt flóráválasztéktól nyugat felé haladunk, egy nagy, összefüggő flórákerületet állapíthatunk meg, a melyet a délorosz steppékkal szemben középeurópai steppe-elemek jellemeznek. Ezt nevezzük *Dunai* (Danubiai) flórákerületnek, a mely magában foglalja a Romániai, a Keleti Kárpátok, az Alföldi, a Pannóniai és a Szerémségi flórákörnyéket. E flórákörnyékek steppeterületei, úgymint: Moldva és Havasalföld, nemkülönben a magyar Alföld, a Dunántúl alacsonyabb fekvésű részei, a Kis-Alföld és az Erdélyi-Medencze flórája egymással annyira megegyező, hogy összefoglalásuk nemcsak az előrebocsátott fejlődéstörténeti, hanem statisztikai alapon is indokolt.

Az, hogy a Dunai flórákerület az Erdélyt körülvevő hegyvidéket is magában foglalja, első pillanatra különösnek látszik. Ez a hegyvidék először is azonban csak egy ökológiai szigete a Dunai flórákerületnek, a mely köröskörül van véve steppeterületekkel, másodsor pedig flórája keleti és déli vonatkozásai, valamint feltűnő endemismusa ¹ révén az Északi Kárpátokétól, és ugyancsak endemismusa, valamint számtalan balkáni növény hiánya által a balkáni hegyvidékétől lényegesen elüt. Ezenkívül

¹ L. SIMONKAI L. 20, 19. old.

pedig egy olyan medenczét zár körül, a mely a Dunai kerület steppeflórájának jellegét viseli magán. Így tehát legtermészetesebb beosztásnak kínálkozik az, ha a Dunai kerületbe olvasztjuk mint a Keleti Kárpátok környékét.

A Dunai flórakerület határa északon, nyugaton és délen Magyarország területéből a Középeurópai flóravidékhez kapcsolja az Északi Kárpátok flórakerületét, mint külön kerületet; az Alpések flórakerületéhez a Dunántúl nyugati részén levő hegyvidéket; az Illyr-flórakerülethez a Horvát-Szlavon- és a Karszt-flórakörnyéket és hozzákapcsolja az Alföld déli része felől a Szerémségi, keleten pedig a Romániai flórakörnyéket.

A Dunai flórakerület határvonala különböző részeiben változó értékű. Az egyes részletek jelentőségét hátrább, az illető flórakörnyékek jellemzése világítja meg. Itt azokhoz, a miket a Pruth-menti flóraválasztékról említettem, csupán azt emelhetem ki, hogy e kerület különválasztását egyrészt azok a növények indokolják, a melyek annak nyugati határát nem, vagy csak kevéssel lépik át (l. 572. old.). Északi és déli határát különösen az Alföld, mint ökológiai egység szabja meg, mint olyan terület, a mely a középeurópai steppe-elemeket egy jellemző szövetkezetté egyesíti nagy kiterjedésű területén és feltűnően elüt úgy az Északi Kárpátoktól, mint az Illyr-flórakerület hegyes vidékeitől.

1. Romániai flórakörnyék. A mennyire GRECESCU (10) műve alapján, nemkülönben BOISSIER (3), LEDEBOUR (14) és ADAMOVIĆ (1) munkájából megállapítható, e flórakörnyéknek kereken 300 jellemzőbb steppenövénye között mintegy 40 faj van olyan, a mely a Dunai flórakerület többi környékén nem fordul elő. Ezek két csoportra oszthatók:

1. a melyek csak a délorosz steppék felé terjedvék el, mint: *Ranunculus oxyspermus*, *Chorispora tenella*, *Alyssum minutum*, *Dianthus campestris*, *D. capitatus*, *Gypsophila glomerata*, *Silene wolgensis*, *Ceratocarpus arenarius*, *Astragalus ponticus* stb.; 2. a melyek a Dunai flórakerület többi környékéről hiányzanak, azonban délen és nyugaton előfordulnak, mint: *Cynanchum acutum*, *Periploca graeca*, *Verbascum crenatifolium*, *Teucrium polium*, *Ornithogalum tenuifolium*, *Potentilla taurica*, *Pimpinella tragium* stb.

A délorosz steppékről, valamint a mediterránból a Romániai flórákörnyékbe is behatoló, felsorolt növények indokoltá teszik, hogy ezt a Dunai flórákerület külön flórákörnyékének tekintsük. Ezt egyúttal fejlődéstörténeti okok is érthetővé teszik, a mennyiben e környéket a délorosz steppékkal, a dobrudzsai partvidékkel és a mősiai flórákörnyékkel hosszú vonalon való közvetlen érintkezése más flóra-elemek befogadására tette alkalmassá.

2. Alföldi flórákörnyék. Flóra-elemeit a pleistocæn után túlnyomóan a közép- és déleurópai steppék flóra-elemeiből merítette. Ilyenek első sorban azok, a melyek elterjedési területének az Alföld többé-kevésbé keleti részébe esik. Ilyenek: *Festuca amethystina*, *F. vaginata*, *Hordeum Gussoneanum*, *Elymus caput medusae*, *Pollinia gryllus*, *Ornithogalum narbonense*, *Spiranthes autumnalis*, *Euphorbia verrucosa*, *Fumana procumbens*, *Galium pedemontanum*, *Saxifraga bulbifera*, *Bupleurum tenuissimum*, *Dorycnium germanicum*. Ez a csoport és még más idetartozók, ha túl is terjednek az Alföld és a Dunai flórákerület keleti határán, de a délorosz steppéken hiányzanak. Ezek tehát majdnem Spanyolországtól elterjedve, kétségtelenül a középeurópai steppék tipikus növényei. Az Alföld jellemző növényzetének zöme egész Nyugat- és Dél-Európában is honos, de e mellett megvan a délorosz steppéken is, természetesen mennél keletebbre megyünk, jelentősége a délorosz steppék jellemző növényzetével szemben annál inkább csökken. Ilyenek az 573. oldalon felsoroltak, és ilyenekből áll az Alföld növényzetének mintegy 75—80%-a. E mellett az Alföldön és részben a Pannóniai flórákörnyéken is számos olyan növényfaj is terem, a mely a délorosz steppéktől kezdve csak idáig terjed el, vagy csak kevéssel lépi át a Dunai flórákerület nyugati határát. Ezek a növények kölesönöznek egyúttal a Dunai flórákerület nyugati határának jelentőséget. Ilyenek az 573. oldalon felsoroltak.

A mint előbb már kifejtettem, Alföldünk «keleti» növényei közül lehet, hogy egyik-másik csakugyan a délorosz steppékről jutott el hozzánk. Nagy részük azonban a pleistocæn alatt kétségtelenül a Balkán-félszigeten s általában Európa déli és középső

résznél tartotta fenn magát, hogy innen a Dunai flórakerület steppéire és tovább, a délorsz steppékre is elvándoroljon.

Az Alföld növényföldrajzi megítélésében fontos annak fás növényzete. BORBÁS (5) 103 fát és cserjét sorol fel az Alföldről, s a mint BERNÁTSKY¹ behatóan ismertette: a deliblati homokpusztán, a Duna áradásos területein, különösen a délibb részen, a Maros és Körös környékén, a Nyírségen, a Duna-Tisza között nemcsak egyes fák, facsoportok, hanem erdők is vannak. Ilyenek régebben, a fokozatos kiszáradás előbbi szakáiban bőségesen lehettek. Különösen fontos, hogy nemcsak a nyírkos, parti talajon, hanem a szárazabb, homokbuczkás pusztákon is vannak erdős részletek. Ilyenek pl. Kecskemét mellett a bugaczi pusztán *Juniperus communis*, *Populus alba*, *Crataegus* stb. cserjései; vagy a monori homokpuszták ugyanilyen bozótos területei, a melyeket helyenként a *Quercus lanuginosa* százados példányai és csoportjai tesznek változatossá; sőt kisebb erdőket is alkot ez a faj, a mely számos formára hasadva, az Alföldön minden tekintetben az őshonosság bélyegeit viseli magán. A deliblati homokpusztán BERNÁTSKY szerint a következő fa- és cserjefajok fordulnak elő: *Juniperus communis*, *Quercus pedunculata*, *Quercus lanuginosa*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Berberis vulgaris*, *Prunus mahaleb*, *Crataegus monogyna*, *Cotinus coggygria*, *Evonymus verrucosa*, *Evonymus europaea*, *Rhamnus frangula*, *Rhamnus tinctoria*, *Rhamnus cathartica*, *Tilia tomentosa*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Viburnum Lanthana*. Ezekhez csatolhatom még a *Fraxinus ornus*-t, *Celtis australis*-t, *Sorbus aucupria*-t, *Acer campestre*-t.

E fajok közül egyesek, mint a *Juniperus communis*, *Populus tremula* a borealis flóra elemei, mások, mint *Cotinus coggygria* és különösen *Tilia tomentosa*, *Quercus lanuginosa*, *Prunus mahaleb* stb., délibb vidékiek. Egyedek szerint az utóbbiak vannak túlsúlyban. Általában az Alföld fás növényzetét olyannak tekinthetjük, mely a pleistocæn előtti és alatti homostatikus állapotok idejében megvolt az Alföldet környező dombvidéken

¹ BERNÁTSKY J., Festschr. z. Ascherson's 70-ten Geburtstage, 1904, 73. old.

(l. 573. old.) és az Alföld fokozatos kiszáradásával lépést tartva telepedett meg.

A mint útleírásokból kivehető, a délorosz steppék, a hol homokosak, ott nagyrészt teljesen fátlanok. A távol keletiek, úgy-mint az Altai hegység környezetében levő steppék, *Caragana* és *Astragalus* vegetációjukkal mindenesetre lényegesen elütők az Alföldről ott is, a hol cserjések; nemkülönben egészen más fa-és cserjenövényzete van a kirgiz-steppéknek is, melyekről NÖSCHEL¹ a *Berberis dumetorum*, *Mespilus cotoneaster*, *Prunus cerasus*, *P. chamaecerasus*, *Amygdalus nana*, *Spiraea crenata*, *Caragana frutescens*, *Acacia sibirica*-fajokat, valamint fűz, nyír, nyár s a *Cytisus* génusz-fajait említi. MIDDENDORFF² az északibb orosz steppékről feljegyezi, hogy ezeknek a *Pinus silvestris* és a *Betula* a fája, a melyek «legmélyebben bemezőszkednek a steppék belsejébe». NAZAROW³ a kirgiz-steppékről ezt írja: mennél délre megyünk, eltűnik a fekete föld és agyag, a fák eltűnnek, csak itt-ott talál az ember fűzbokrokat és *Caragana*-cserjéseket. Lent *Artemisiák* borítják a területet, a dombokat árvalányhaj.

A Pruth-hoz közelebb fekvő délorosz steppék fa-és cserjevegetációjára nagyrészt igen szegényes, csupán a folyók mentén s az északibb fekvésű steppéken van fás növényzet, az utóbbiak azonban szintén nem hasonlíthatók az Alföldről, hanem fenyves erdők inkább a Balti flóra síksági erdőségeire emlékeztetnek.

Habár a fás növényzettel kapcsolatos kérdésekben nélkülözöm az autopsziát, a fentiek alapján még sincs semmi kétségem, hogy a délorosz steppék a Kárpátoktól övezett medenczétől és egyszersmind az egész Dunai flórákerület steppéitől lényegesen elütnek.

3. A Keleti Kárpátok flórákörnyéke. Minthogy a Dunai flórákerület s az Alföldi és a Romániai flórákörnyék jelentőségét és elkülönítésének indokait részletesen ismerttettem, a további tagolódás ismertetésében — a rendelkezésre álló helyhez alkal-

¹ NÖSCHEL, Beitr. z. Kenntn. d. Russischen Reichs, 18. köt., 117—196. old.

² MIDDENDORFF A. Th., Sibirische Reise. IV. köt. 1874, 565, 750. old.

³ NAZAROW, P. S., Rech. zool. des Steppes des Kirguiz, Bull. Nat. 1876, 351. old.

mazkodva — csak a legfontosabbakra terjeszkedem ki és különösen azokra, a melyek az előbbieken nincsenek érintve.

A Keleti Kárpátok flórákörnyékének a Mezőség steppéitől kezdve a Kárpátoknak az örök hó régiójába érő havasi tájáig rendkívül változatos flórája van. Közös jellemvonása e flórának csupán az, hogy az öt környező Romániai, Mösiai és Alföldi flórákörnyékektől és az Északi Kárpátok flórákerületétől lényegesen elüt (mint a hogy azt már az 577. oldalon is érintettem).

A Keleti Kárpátok flórákörnyéke morfológiaileg egységes terület, a mely mintegy 1200 m tenger feletti magasságain alul a jégáraktól nagyrészt meg volt kímélve, úgy, hogy flórája zavartalanul fejlődhetett és alakulhatott, a szerint, a mint azt a változó periodusok magukkal hozták; a nélkül tehát, hogy a pleistocæn alatt teljesen megváltoztatta volna növényzetét. Egyes flóra-elemei ennek a flórákörnyéknek a délibb hegységekkel közösek, mások az északnyugatiakkal, azonkívül jellemzi e környéket endemismusa és számos relictum-növénye, a melyek egy része kétségtelenül a pleistocæn előtti homostatikus állapotban s általában a pliocænben már itt helyezkedett el.

E négy elemcsoporton kívül, a Keleti Kárpátok flórákörnyékének növényzete a közép európai erdők s a közép európai steppék elemeiből áll, valamint néhány olyan fajból, a melyek kelet felől itt érik el nyugati elterjedési határukat; illetőleg utolsó hírmondói egyes a pleistocæn alatt és után Dél-Európából keletre vándorolt növényfajoknak.¹ A Keleti Kárpátok flórákörnyékének a Mösiai flórákörnyékekkel számos közös növénye, mint: *Juniperus sabina*, *Sesleria rigida*, *Orchis saccifera*, *Corylus colurna*, *Silene Lerchenfeldiana*, *Melandrium nemorale*, *Dianthus giganteus*, *Ranunculus crenatus*, *Arabis procurrens*, *Sempervivum Heuffelii*, *Saxifraga Rocheliana*, *Seseli rigidum*, *Bruckenthalia spiculifolia*, *Syringa vulgaris*, *Plantago gentianooides*, *Adenostyles orientalis*, *Buphthalmum speciosum*, *Achillea lingulata*, *Centaurea Kotschyana*, *Crepis viscídula* még más balkáni fajokkal az endemikus fajokon kívül is eléggé

¹ E csoportok fajaira vonatkozólag lásd SIMONKAI 20 1—30. old. és PAX F. 18 II. 195. stb. old.

jellemzi a Keleti Kárpátok flórákörnyékét, különösen az Északi Kárpátokkal szemben. Jelzi a déli vonatkozásokat is, a melyek a Mösiai flórákörnyékkel határos részek felé hovatovább erősödnek s a Dunai flórákerület határvonalának e részletét, mint flóráválasztékot, a közvetlen környezetre vonatkozólag bizonyos mértékben conventionalis természetűvé teszi.

4. Szerémségi flórákörnyék. ADAMOVIĆ (1, 425 old.) beosztását és indokolását követve foglalom a Szávától és Dunától délre fekvő lapályokat és hegyvidéket a Dunai flórákerülethez, mint flórákörnyéket, a melyet számos mediterrán növényfaja, pl.: *Geranium asphodeloides*, *Paliurus australis*, *Cyclamen hederifolium*, *Celtis australis*, *Asparagus scaber* stb. alapján s részben ökológiai okokból is el kell különítenünk az Alföldtől.

5. Pannóniai flórákörnyék. Flórája az Alföld flórájától lényegesen elütő, habár keleti határvonalán az átmenet fokozatos. Fejlődéstörténeti szempontból e flórá három csoportból állónak tartom: steppeflórája származásra azonos az Alföldével és attól nem választható el; a flórákörnyék nyugati részének flóra-elemei közé az Alpesi flórákerület elemei is keverednek (l. BORBÁS 4, 255. old.) s általában e flórákörnyék területén gyakoriak a hegyvidéki elemek, mint: *Botrychium matricariae*, *Asplenium septentrionale*, *Carex ericetorum*, *Nardus stricta*, *Luzula pilosa*, *Streptopus amplexifolius*, *Fagus sylvatica*, *Melandrium rubrum*, *Dianthus superbus*, *Cardamine impatiens*, *Drosera rotundifolia*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Saxifraga aizoon*, *Daphne cneorum*, *Angelica montana*, *Pirola minor*, *Vaccinium vitis idaea*, *V. oxycoccos*, *Andromeda polyfolia*, *Calluna vulgaris*, *Mentha spicata*, *Scrophularia alata*, a melyek részben az Alpések nyúlványaival határos részeken találhatók, részben pedig annak a hegyvonalatnak magaslatain, a mely a Bakonytól a Hegyaljáig terjedve övezi az Alföldet.¹ Származásuk kétféle lehet: részben az Alpesekből s az Északi Kárpátokból vándoroltak, legújabbán, részben pedig pleistocénkori maradványai annak a montán és subalpesi flórának, a mely ezt

¹ L. VRABÉLYI, Magy. Orv. Természetvizsg. vgy. Évk. 1868, 142. old.; PRODÁN Gy., Adatok a Bükk flórájához, Botan. Közl. 1909, 103. old.

a hegyvonulatot a Kárpátok és Alpések eljegesedése idejében foglalta el. E hegyvidék flórája alkotja tehát a harmadik csoportot, a melynek subborealis elemei az Alföld peremén egyrészt déli származású fajokkal, mint pl. *Paronychia cephalotes*, *Convolvulus cantabricus* stb. és az Alföld steppe-elemeivel keverednek; másrészt a magaslatokon montan-elemekkel vegyülve sajátos keverékké egyesülnek, a mely jól felismerhetően elüt az összes környező flórákörnyékek növényzetétől.

A Pannóniai flórákörnyéket az egyes szerzők a Horvát-Szlavon flórákörnyéktől s általában az Illyr flórákerülettől különféleképen határolják el.¹ A térképen levő határvonalat BECK (2) és BORBÁS (4) adatainak egybevetése alapján vontam meg. Az átmenet a Dráva környékén mindenestre fokozatos; jelentősebb ökológiai eltérések csak a Bilo, Papuk hegyvonulat lejtőin kezdődnek, miért is itt lesz a legalkalmasabb flóráválaszték, a mely majdnem a Beck-féle (2, 2 térkép) «Pannonische Eichenregion» északi határával esik egybe. Az innen északra és délre eső flórákörnyékek flórája eléggé sokban elüt egymástól. Így a Pannóniai környékből nagyrészt hiányzanak a következő, eléggé jellemző növényei a Horvát-Szlavon flórákörnyéknek. ú. m.: *Lilium carniolicum*, *Carpinus orientalis*, *Dianthus armeriaster*, *Helleborus atrorubens*, *H. odoratus*, *Berberis aetnensis*, *Ribes pallidigemmum*, *Spiraea cana*, *Vicia oroboides*, *Cytisus alpinus*, *Acer obtusatum*, *Rhamnus fallax*, *Daphne Blagayana*, *Lonicera alpigena*, *L. caprifolia*, *L. glutinosa*, *Linum viscosum*, *Polygala Rossiana*, *Omphalodes verna*, *Digitalis ferruginea*, *D. laevigata*, *Odontites verna*, *O. canescens*, *Lamium orvala*; ellenben a Horvát-Szlavon hegyvidékről hiányzik a Pannóniai flórákörnyék elemei közül pl.: *Sternbergia colchiciflora*, *Iris arenaria*, *Gypsophila arenaria*, *Amygdalus nana*, *Vicia sparsiflora*, *Seseli leucospermum*, *Ajuga Laxmanni*, *Gentiana carpaticola*, *Hieracium echioides* stb.² Ha tehát nem is vonható a két flórákörnyék között biztos és éles határ: a kétféle flóra góczterületei egymástól elkülönítendőek s úgy hiszem, hogy fejlődéstörténeti szempontból

¹ BORBÁS V., 4, 193. old.; SIMONKAI L., Botan. Közlem. 1910. 288. old.

² L. BORBÁS V., 4, 197. és köv. old.

helyesebb a Drávamentét a Pannóniai, és részben az Alföldi flórákörnyékhez, illetőleg a Dunai flórákerülethez csatolni, mint a vonalat a Mecsek alá, vagy épen a Balaton mellé hozni fel.

B) AZ Északi Kárpátok flórákerülete.

A mint már ENGLER A. (8) s később PAX (18) kifejti, az Északi Kárpátok flórája részint a Szudeták, részben az Alpések flórájával áll kapcsolatban, de mindkettőtől lényegesen elüt és még inkább elüt a Keleti Kárpátok növényzetétől. Azok a felsorolások, a melyeket SCHNEIDER és SAGORSKY (Flora d. Central-karpathen, 74. és köv. old.) az Alpések, Szudeták és az Északi Kárpátok flórájának összehasonlításául ismertettek, ezt eléggé bizonyítják, nemkülönben a PAXtól (18, 51—104. old.) összeállított kimutatás, valamint SIMONKAI (20, 21 old.) adatai a Keleti Kárpátok flórájának lényeges eltéréseit tárják elénk. Az Északi Kárpátok flórájának a Keleti Kárpátok flórájától való különbözőése részben ökológiai, részben fejlődéstörténeti okokra, a Szudetákétól való különbözőése főleg arra, hogy az utóbbi hegyvidéken hiányzanak az Északi Kárpátok alpesi tájainak megfelelő magaslatok s hiányzik a mészkő, az Alpesekétől való különbözőése pedig főleg fejlődéstörténeti okokra vezetendő vissza. Az Északi Kárpátok alpesi és subalpesi flórája a praëpleistocæn homostatikus állapotban az Alpesekéhez hasonlóbb lehetett, a pleistocæn alatt ez a flóra lejjebb szorult az előhegységekre és kétségtelenül meg is apadt úgy, hogy a pleistocæn után fajokban megfogyva foglalta vissza a magaslatokat. Így egyebek mellett a formatiót alkotó havasi növények közül hiányzik az Északi Kárpátokból a *Rhododendron* s az *Alnus viridis*; ellenben az elszigetelt helyzet és az önálló fejlődés jeleképen, mint érdekes endemismusait őrzi a *Dianthus nitidus*, *Delphinium oxysepalum*, *Aquilegia Ulepitschii*, *Erysimum Wittmanni*, *Saxifraga perdurans*, *Daphne arbuscula*, *Chrysanthemum Zawadskyi*-fajokat, a melyek száma messze mögötte áll ugyan a Keleti Kárpátok flórákörnyéke endemikus fajai számának, azonban mégis a mellett bizonyít, hogy az Északi Kárpátok előhegységeiben annak flórája a pleistocæn alatt zavartalanul tarthatta fenn magát.

C) Szarmata flórakerület.

Az előbbivel a Kárpátok északi lejtőinek alján érintkezik, még pedig e határos rész a Galicziai flórákörnyék. Ennek flórája a Kárpátokétól már ökológiai okokból is lényegesen eltér, jellemző¹ a *Larix*, *Pinus cembra* és *Spiraeák* hiánya; valamint a *Pinus silvestris* alkotta erdőségei, a homoki Haide-flóra, *Calluna* és *Ledum* formatio, síksági lápok, a *Polygala chamaebuxus*, *Salix silesiaca*, *Erica carnea* s más nálunk ugyan nem hiányzó, de nem is jellemző növényfajok.

D) Az Európai középhegységek flórakerülete.

Két flórákörnyéke, ú. m. a *Szudéták*- és a *Cseh-morva* (*Quad*) flórákörnyéke közül az előbbi az Északi Kárpátok flórákerületével, utóbbi a Pannóniai flórákörnyékkel határos. A Morva folyó lapályán a Dunai flórákerület steppenövényei messze felhatolnak úgy, hogy az utóbbinak Bécs környékén való elhatárolása conventio kérdése és nem természetes flóráválaszték.

E) Az Alpések flórakerülete.

Bécsújhely és Varasd között e flórákerület *Noricumi flórákörnyéke* az ország határán át terjedve érintkezik a Pannóniai flórákörnyékkel, a melytől már ökológiai okokból is lényegesen elüt s vonatkozásokat mutat az Északi Kárpátok flórákerületéhez.

F) Illyr flórákerület.

A Dunai flórákerület déli határával egész hosszában érintkezik. Nyugati része az «Illyriai» vagy Becktől (2) «Westpontisches Florengebiet» név alatt leírt terület; keleti része pedig az ADAMOVIĆTÓL (1) körülhatárolt «Mösiái zona». Fejlődéstörténeti jelentőségét e területnek már az előbbieken többször érintettem. Mint a pleistocæn alatt nagyrészt jégmentes és külö-

¹ KERNER A., 12, 13.

nösen tenger melléki részeiben enyhe klimájú területen, e korszak a flórában lényegesebb nyomokat alig hagyott; vagyis jelenlegi flórája a homostatikus állapotig megszakítás nélkül nyúlik vissza. Egyúttal fenntartója volt a pleistocæn jeges periodusai alatt a közép-európai steppe-elemek számottevő részének, a melyek részben a dél-orosz steppékre is átterjedtek. Egyesek ezek közül, mint pl.: *Allium margaritaceum*, *Hyacinthus ciliatus*, *Halocnemum strobilaceum*, *Dianthus leptopetalus*, *D. capitatus*, *Clematis flammula*, *Ranunculus oxyspermus*, *Corydalis Marschalliana*, *Medicago scutellata*, *Linum nodiflorum*, *Althaea ficifolia*, *Frankenia pulverulenta*, *Tamarix tetrandra*, *Sium lancifolium*, *Statice bellidifolia*, *Heliotropium suaveolens*, *Echinosperrnum barbatum*, *Asperula humifusa*, *Valeriana tuberosa*, *Achillea tomentosa*, *Centaurea diffusa*, *C. stereophylla*, *C. saloniána*, *Scorzonera mollis* s mások, részben e flórakerületből, részben pedig a vele délen közvetlenül határos részeiből a Mediterrán flórakerületnek, a Dunai flórakerületet legfeljebb a Romániai flórákörnyékben érintve terjedtek a dél-orosz steppékre; legalább ma a magyarországi steppe-elemek közül hiányzanak, legfeljebb behurczolták, vagy csakis a Magyar Tengerpart környéken vannak meg.

Az Illyr flórakerület növényzete tehát az eddigiekben tárgyaltak közül teljes egészében a legrégibb. Jellemző fa- és cserjenövényei a *Juniperus oxycedrus*, *Pinus leucodermis*, *P. peuce*, *P. nigra*, *Picea omorica*, *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus orientalis*, *Corylus colurna*, *Celtis australis*, *Prunus mahaleb*, *P. laurocerasus*, *Pirus amygdaliformis*, *Cytisus ramentaceus*, *Pistacia terebinthus*, *Evonymus latifolia*, *Acer obtusatum*, *A. monspessulanum*, *A. intermedium*, *Paliurus aculeatus*, *Daphne Blugayana*, *Rhododendron Kotschyi*, *Fraxinus ornus*, *F. oxyphylla*, *Syringa vulgaris*, *Viburnum maculatum*, *Lonicera glutinosa*.

E flórakerület BECK (2) és különösen ADAMOVIĆ (1) besosztását követve, következőleg tagolható: 1. A Karszt flórákörnyéke; 2. Horvát-Szlávon flórákörnyék; 3. Bosznia-Herczegovínai flórákörnyék; 4. Mősiei flórákörnyék.

II. MEDITERRÁN FLÓRAVIDÉK.

BECK- és ADAMOVIĆ beosztása szerint e flóravidéknek az előbbieken leírt területekkel közvetlen vonatkozásban álló része a következő flórakörnyékekre tagolódik: 1. *Isztria-Dalmáciai*; 2. *Déldalmáciai*; 3. *Albániai* és 4. *Ruméliai flórakörnyék*. Fejlődéstörténetileg szorosan összefügg az Illyr flórákerülettel. Ennek jellemvonása azonban, hogy az örökzöld macchiaak jellemző fajai a tenger közeléből nem terjedhetnek tovább, ehhez vannak kötve. Jellemző fái s cserjéi e vidéknek: *Juniperus oxycedrus*, *Finus halepensis*, *Ephedra*-fajok, *Quercus coccifera*, *Q. ilex*, *Clematis viticella*, *Laurus nobilis*, *Platanus orientalis*, *Crataegus pyracantha*, *Coronilla emeroides*, *Cercis siliquastrum*, *Pistacia terebinthus*, *Phillyrea media*, *Jasminum fruticans*, melyek egyúttal nagyrészt a tipikus macchia-szövetkezetek fajai is.

III. DÉLOROSZ FLÓRAVIDÉK.

E flóravidék fejlődéstörténeti viszonyait az előbbieken már részletesen ismertettem. Elhatárolására vonatkozólag többet nem állapíthattam meg, mint hogy a Pruth folyó mentén a legcélszerűbben elkülöníthető a középeurópai flóravidéktől. A választék északi és déli, illetőleg keleti folytatásához autopszián alapuló tanulmányok szükségesek. Lehet, hogy a Pruth vízválasztójától a Dnieszter mellett folytatható, mintegy Kolomeáig, a honnan a Bródy felé vonható vonal felelne meg irányának úgy, a mint ezt a vonalat KERNER (12, 216. old.) a balti és a pontusi flóra választékául kijelölte. Kelet felé a Délorosz flóravidék mindenesetre messze benyúlik az Altai hegység környékére.

A szövegben csupán számmal idézett irodalom.

1. ADAMOVIĆ, L., Die Vegetationsverhältn. d. Balkanländer (Mösische Länder), Engler-Drude, Die Veget. D. Erde, XI. köt. 1909.
2. BECK, G., Flora v. Süd-Bosnien u. d. angrenzenden Herzegovina, 1887—1898.
3. BOISSIER, E., Flora orientalis, 1867—1884; Supplem. BUSER, R. 1888.

4. BORBÁS V. Flórahatarok keresztjeződése a Balaton mellékén, A Balaton flórája (a Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei, 1900, térképpel).
5. BORBÁS V., A magyar homokpuszták növényvilága, 1886.
6. DRUDE, O., Pflanzengeographie, 1890.
7. ENGLER, A., Entwicklungsgeschichte, 1879—1882.
8. ENGLER, A., Syllabus, 6. kiad., 1909.
9. FRITSCH, K., Excursionsflora für Österreich, II. 1909.
10. GRECESCU, D., Conspectul florei Romaniei, 1898.
11. GRISEBACH, A., Vegetation d. Erde, 1872.
12. KERNER A., Az osztrák-magyar monarchia növényvilága, Az osztr.-magy. mon. írásban és képbén, bevezető köt. 1887.
13. KERNER, A., Florenkarte v. Oesterr.-Ungarn, Chavanne Handatlas. Ehhez R. WETTSTEIN magyarázó szövege.
14. LEDENBOUR, C., F. Flora Rossica, 1841—1853.
15. NEHRING, A., Tundren u. Steppen d. Jetzt- u. Vorzeit, 1890.
16. NYMAN, C. F., Conspectus floræ Europææ, 1878—1882.
17. PACZOSKI, J., Grundzüge d. Entwicklung d. Flora in Südwest-Russland, 1910.
18. PAX, F., Pflanzenverbreitung in d. Karpathen, I. 1898, II. 1908.
19. SCHMALHAUSEN, J., Flora v. Süd-Russland, 1886.
20. SIMONKAI L., Erdély edényes flórájának helyesbített foglalata, 1886.
21. SIMONKAI L., Növényföldrajzi vázlatok, Magy. Orv. és Természetvizsg. pozsonyi XXXIV. Vándorgyűlésének Munkálataiból, 1907, 243. old.
22. SIMONKAI L. Növényföldrajzi vonások, Math. és Természetud. Közl. XXIV. köt. X. 1891.
23. SIMONKAI L. Magyarország növényföldrajzi térképe; a szerző hagyatékából ismertette Tuzson J., Botan. Közl. 1910. 6. füz.
24. WARMING, E., Ökologische Pflanzengeographie, 1896.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 decz. 12.-én tartott üléséből.)

A FORMOLLAL TITRÁLHATÓ ANYAGOK
KIVÁLASZTÁSÁNAK NAGYOBB VÉRVESZTÉS UTÁN
TAPASZTALHATÓ MEGVÁLTOZÁSÁRÓL,

MINT A $\frac{Cal}{N}$ HÁNYADOS NAGYOBBODÁSÁNAK EGYIK OKÁRÓL.¹

FUCHS DÉNES-től.

A hirtelen vérvesztésnek az anyag- és energia-forgalomra való hatását tanulmányozó előző dolgozataimban² egyebek között azon eredményre jutottam, hogy tetemesebb vérvesztések után a vizelet $\frac{Cal}{N}$ hányadosa (energia hányadosa) megnagyobbodik, azaz a N -hez viszonyítva nagyobb energia-tartalmú anyagok ürülnek ki, mint a vérvesztés előtt. Ez a jelenség arra a következtetésre jogosított, hogy a vizelet a vérvesztés után nagyobb mennyiségben tartalmaz tökéletlenebbül oxidált anyagokat. Ugyancsak már ott utaltam az energia-hányados nagyobbodásának különböző elképzelhető okaira, a többi között arra, hogy az energia-hányados e változása, eltekintve az oxidációs folyamatokban támadható változásoktól, azokkal az anyagcsere-folyamatokkal lehet kapcsolatban, melyek a vér megújulásával járnak együtt.

Hogy ezt az utóbbi feltevést, mely nekem később a leg-

¹ A kolozsvári m. kir. Ferencz József tudományegyetem élettani intézetében készült dolgozat.

² FUCHS DÉNES, Kísérletes vizsgálatok a vér mennyiségének befolyásáról az anyag és energia forgalmára. Mathem. és term. tud. Értesítő. XXVII. 34. 1909. — A vizelet $\frac{Cal}{N}$ quotienseének változásáról nagy vérvesztések után. Magyar orvosi Archivum. X. 96. 1909. — Über den Einfluss grosser Blutverluste auf den Eiweiss- und Energieumsatz. Pflügers Archiv. f. d. g. Phys. CXXX. 156. 1909.

valószínűbbnek látszott, kísérleti úton is beigazoljam, a következő megfontolás alapján az aminosav-kiválasztásnak a vérvétel után tapasztalható viszonyait tanulmányoztam: A vérvesztés után meginduló vérmegújhódással kapcsolatos chemiai folyamatok, főként a fehérjék egymásba való átalakulását kísérő fehérjebomlás s az ezt nyomon követő fehérjesynthesis fokozott mértékben ad arra alkalmat, hogy bizonyos aminosavak, mint a synthesisre fel nem használható hulladékanyagok, a vérbe s ebből a vizeletbe kerülhessenek. Az aminosavaknak a fehérje-anyagcsere végső bomlástermékeihez viszonyított nagy energia-tartalmát tekintve, egyrészt az aminosavaknak akár csak kisebb mértékben való megszaporodása, illetve másrészt a vizelet teljes *N*-tartalmában a vérvétel után az aminosavak kiválasztásának változatlansága ellenére is keletkező apadás is oly tényező, a mely az energia-hányadosnak a vérvesztés után tapasztalható nagyobbodását — legalább részben — megmagyarázhatja. Ebben a magyarázatban annnyival is inkább megnyugodhatunk, mert hiszen korábbi vizsgálataimból kétségtelenül kiderült, hogy a vérvesztés épen a fehérje-forgalmat változtatja meg jellemzően.

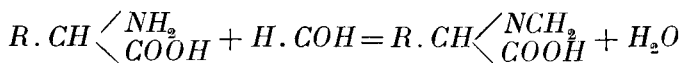
Vizsgálataimat egy kutyán és két nyúlon ugyanolyan kísérleti berendezéssel végeztem, mint a hogy azt említett dolgozataimban részletesen leírtam. Az állatokat 8—10 nappal a kísérleti sorozatok megkezdése előtt anyagcsere-szekrénybe helyeztem s a kísérletek folyamán is nyújtott táplálékkal etettem. Az állatok táplálékukat valamennyi kísérleti sorozatban úgy a vérvétel előtt, mint utána hiánytalanul elfogyasztották. A vérvétel céljából az állatok nyakán ejtett sebek minden esetben elsődlegesen tapadtak össze. Az állatok vizeletét az anyagcsere-szekrény alá helyezett s híg sósavat tartalmazó edényben gyűjtöttem. Egyébként pedig a napi gyűjtések pontosabb elhatárolása érdekében a kutyát és a 2. nyúlat minden nap, az 1. nyúlat másodnaponként megsapoltam, gondosan ügyelve, hogy a húgyhólyagot teljesen kiürítsem.

A vizelet *N*-tartalmát KJELDAHL szerint,¹ NH_3 -tartalmát

¹ Katalysatorként *Hg*-t használtam.

pedig KRÜGER-REICH szerint határoztam meg. A vizelet aminosavainak meghatározására ajánlott módszerek közül kezdetben PFAUNDLER¹ eljárását követtem a LEERSUM² ajánlotta módosításban. Csakhamar kiderült azonban, hogy ez a módszer czél-szerűtlen, a mennyiben a vizelet hígításának mértéke az ez eljárás segítségével meghatározott aminosav *N*-mennyiségét lényegesen módosítja. A napi aminosav-értékeken szinte érthetetlen s csakis a módszer hibaforrásaiban gyökeredzhető ingadozásokat tapasztaltam, noha az állatok tápláléka végig ugyanaz maradt. A módszernek további hátránya, hogy a lombikok a vizeletnek phosphorsavval való roncsolása közben gyakran megrepednek.

Czélyszerűbbnek ígérkezett az a módszer, melyet időközben HENRIQUES³ ajánlott s melynek alapját H. SCHIFF-nek⁴ az a megfigyelése alkotja, hogy a formaldehydnek (formalin, formol) és az aminosavaknak egymásra való hatása közben az aminos csoport közömbösítettetik, mert az aminosavnak methylen-vegyülete keletkezik:



Az aminosavnak carboxyl-csoportja ez úton titrálással meghatározhatóvá válik. SCHIFF-nek ezt a tapasztalását első ízben S. P. L. SÖRENSEN⁵ értékesítette az aminosavak mennyiségi meghatározására; ő állapította meg azokat a feltételeket, a melyek között a formollal való titrálást végezni kell s a melyek között az említett, megfordítható reactio tökéletessé válik.

Az ő felszólítására dolgozta ki később HENRIQUES az aminos-

¹ M. PFAUNDLER, Ueber ein Verfahren zur Bestimmung des Aminosäurenstickstoffs im Harne. Zeitschr. f. phys. Ch. XXX. 75. 1900.

² E. C. VAN LEERSUM, Über die Ausscheidung von Aminosäuren während der Schwangerschaft und nach der Entbindung. Biochem. Zeitschr. Festband. 121. 1908.

³ V. HENRIQUES, Über quantitative Bestimmung der Aminosäuren im Harne. Zeitschr. f. phys. Ch. LX. 1. 1909.

⁴ Annal d. Chem. 310, 25, 1899; 319, 59 és 287, 1901; 325, 348, 1902.

⁵ S. P. L. SÖRENSEN, Enzymstudien. Biochem. Zeitschr. VII, 45, 1907.

savaknak a vizeletben való meghatározására alkalmas «formol-titrimetriás» módszerét. Ennek részleteit illetően az eredeti értekezésekre utalok, s csak annyit óhajtok még megjegyezni, hogy a meghatározásokban HENRIQUES-SÖRENSEN javított módszerét¹ követve, oly módon jártam el, hogy az előzetesen $Ba Cl_2$ -dal és $Ba (OH)_2$ -dal kezelt vizeletből az NH_3 -at KRÜGER-REICH² szerint végzett vacuum-párolással távolítottam el, s az így nyert maradékban végeztem azután a tulajdonképeni aminosav-meghatározást, t. i. az oldatnak lakmussal szemben való közömbösítését s ezt követően a formollal való titrálást: Az NH_3 -tól megszabadított, közömbösített és formaldehyddel kezelt vizelethez addig adtam $\frac{1}{5}$ szabályos $NaOH$ -oldatot, míg az indikatorként használt phenolphthalein natriumsójának piros színe jól kifejezetté vált.³ Az $\frac{1}{5}$ szabályos $NaOH$ -oldatnak elhasznált mennyisége a vizeletben levő aminosavak mennyiségének közvetlen mértéke.

A lakmusszal szemben való közömbösítés azért szükséges, hogy az aminosavak szabad sav állapotába jussanak (az aminosavak vizes oldatai a lakmusszal szemben semlegesek, illetve alig észrevehetően savanyúan reagálnak); a phenolphthaleinnatrium erős piros színéig való titrálás pedig azért szükséges, mert a titrálás alapjaként szereplő reactio csakis bizonyos OH^1 concentration válik tökéletessé.

Mínthogy a vizelet többféle N -tartalmú és savtermészetű

¹ HENRIQUES, l. c.; V. HENRIQUES und S. P. I. SÖRENSEN, Über die quantitative Bestimmung der Aminosäuren, Polypeptide und der Hippursäure im Harne durch Formoltitration. I. Mitteilung. Zeitschr. f. phys. Chem. LXIII. 27. 1909. II. Mitteilung. Zeitschr. f. phys. Chem. LXIV. 120. 1910. — V. ö. WALTHER FREY und ALFRED GIGON, Über quantitative Bestimmung des Aminosäuren-N im Harne mittels Formoltrierung. Biochem. Zeitschr. XXII. 309. 1909. — H. MALFATTI, Die Formoltitration der Aminosäuren im Harne. Zeitschr. f. phys. Chem. LXI. 499. 1909. — Zur Formoltitration der Aminosäuren im Harne. Zeitschr. f. phys. Chem. LXVI. 152. 1910. — L. DE JAGER, Die Formoltitration im Harne. Zeitschr. f. phys. Ch. LXV. 185. 1910.

² M. KRÜGER und O. REICH, Zur Methodik der Bestimmung des Ammoniaks im Harne. Zeitschr. f. phys. Chem. XXXIX. 165. 1903.

³ A piros szín erősségének mértékéül a SÖRENSEN által előírt módon mindig frissen előállított kontroll-oldatot használtam.

anyagot (oxyproteinsav-csoport, uroferrinsav stb., stb.) tartalmaz, az aminosavaknak ezt a meghatározási módját sem lehet teljesen hibátlanak tekintenünk. Valószínű, hogy az ily módon nyert értékek valamivel nagyobbak, mint a vizelet igazi aminosav *N*-tartalmát jelző értékek. A módszer mindazonáltal az összehasonlításra — mint a mire én is alkalmazni kívántam — biztos alapot nyújt.

Néhány kísérletet még abban az irányban is végeztem, igazá van-e FREY-nek és GIGON-nak,¹ hogy a vizeletnek az aminosav-meghatározásra való előkészítése közben annak NH_3 -ját igen czélszerűen SPIRO² szerint lehet elűzni, illetve meghatározni. Minthogy az irodalomban e kérdést illetően felvilágosító számadatokat nem találtam, röviden közlöm ez irányú kísérletezéseim módját s a nyert eredményeket.

Alkalmas nagyságú és alakú hengerüvegekbe 10—10 cm³ ¹/₁₀ szabályos NH_4Cl -oldatot ($f = 0.9674$; $PtCl_4$ -dal beállítva) mértem le, az NH_4Cl -oldatot az előirt mennyiségben $Ba(OH)_2$ -oldattal és alkohollal kevertem, a hengerüvegek után 50—50 cm³ ¹/₁₀ szabályos H_2SO_4 -oldatot tartalmazó absorptiós edényeket kapcsoltam, s az egész rendszeren különböző ideig vizsugár-szivattyú segítségével igen erős áramban tömény kénsavval és tömény KOH -oldattal mosott levegőt szittam keresztül. Négy kísérletem eredményét a következő táblázat tünteti föl:

A levegő áthajtásá- nak ideje	9.67 cm ³ NH_3 -ból megkötődött				ViSSza- maradt
	I.	II.	III. ³	Összesen	
4 óra	8.625	0.057	0.01	8.692	0.982
7 óra	9.132	0.057	—	9.189	0.485
15 óra	9.44	0.057	—	9.497	0.177
20 óra	9.49	0.209	—	9.699	—

¹ L. I. c.

² R. SPIRO, Zur Methodik der Ammoniak- und Harnstoffbestimmungen im Harn. Beiträge zur chem. Physiol. u. Path. IX. 481. 1907.

³ A római számok az egymásután kapcsolt absorptiós edények sorrendjét jelzik.

Látható, hogy az ammoniának utolsó nyomai a folyadékban igen makacsul visszamaradnak s hogy azoknak teljes kihajtásához legalább 20 óráig tartó szellőztetés szükséges. Meghatározásaim kettősek voltak és minden esetben tökéletesen egyeztek.

A hengerüvegekben a SPIRO módszere szerint végzett áthajtás után visszamaradt NH_3 -t KRÜGER-REICH eljárása segítségével mindig megkaptam; ez is az utóbbi módszernek igen jó használhatóságát bizonyítja.

A KRÜGER-REICH módszerével végzett meghatározások során fontos, hogy a szedőül használt PELIGOT-csőben az NH_3 megkötésére nagy feleslegben legyen $1/10$ szabályos H_2SO_4 -oldat. Ezt igazolják az említett NH_4Cl -oldattal, s két egymásután kapcsolt PELIGOT-csővel végzett ellenőrző kísérleteim, melyekből kitűnt, hogy 10 cm^3 $1/10$ szabályos NH_4Cl -oldat NH_3 -jának megkötésére legalább 50 cm^3 $1/10$ szabályos H_2SO_4 -oldat szükséges.

Hogy a PELIGOT-csőben az egész NH_3 megkötött, azt a PELIGOT-cső után iktatott és NESSLER-kémlőszert tartalmazó gázmosó-palack megfigyelése révén ismertem meg. Ennek közbeiktatása különben a meghatározás kezdetén a levegő kiszivattyúzása gyorsaságának megítélésében is előnyös.

A tárgyalt módszerek segítségével négy kísérleti sorozatot végeztem: kettőt kutyán, kettőt pedig nyúlón. Az elért eredményeket a következő táblázatokba foglaltam:

I. Kísérleti sorozat.

A táplálék napi mennyisége $\left\{ \begin{array}{l} 50 \text{ gm husliszt} \\ 80 \text{ gm } \textit{Fattinger} \end{array} \right.$

III/24.-én a fejverőérből 110 cm³ vért engedtem ki.

A kísérleti napok száma	A kísérleti időpontja	Test-súly gm	A vizeletben egy napra jut				
			N gm	aminosav N		ammonia N	
				gm	%	gm	%
1	III.18.	7300	7·69	0·116	1·50	0·295	3·83
2	« 19.	7270	7·30	0·104	1·42	—	—
3	« 20.	7270	7·28	0·123	1·68	0·279	3·67
4	« 21.	7250	7·42	0·119	1·60	0·292	3·93
5	« 22.	7100	7·22	0·123	1·70	0·254	3·51
6	« 23.	7000	7·26	0·108	1·48	0·283	3·91
7	« 24.	7000	7·19	0·112	1·59	0·266	3·69
8	« 25.	7000	7·18	0·116	1·60	0·239	3·31
9	« 26.	7000	7·75	0·123	1·70	—	—
10	« 27.	7000	7·64	0·134	1·74	0·325	4·25
11	« 28.	6850	7·08	0·116	1·64	0·279	3·93
12	« 29.	6850	6·80	0·123	1·81	0·237	3·48
13	« 30.	6850	7·63	0·127	1·66	0·304	3·98
14	« 31.	6890	7·50	0·151	2·01	0·289	3·85
15	IV. 1.	6800	6·79	0·123	1·81	0·257	3·78
17	« 3.	6800	7·39	0·123	1·66	0·239	3·23
19	« 5.	6800	6·95	0·116	1·63	0·253	3·64
21	« 7.	6850	6·86	0·123	1·79	0·245	3·57
23	« 9.	6850	7·62	0·116	1·52	0·207	3·89

II. Kísérleti sorozat.

A táplálék napi mennyisége $\left\{ \begin{array}{l} 50 \text{ gm husliszt} \\ 80 \text{ gm Fattinger} \end{array} \right.$

IV/16.-án a fejverőérből 150 cm³ vért engedtem ki.

A kísérleti napok száma	A kísérlet időpontja	Test súly gm	A vizeletben egy napra jut				
			N gm	aminosav N		ammonia N	
				gm	%	gm	%
1	IV. 11.	6850	7.48	0.111	1.49	0.274	3.66
3	„ 13.	6750	7.70	0.112	1.45	0.302	3.92
5	„ 15.	6850	6.78	0.112	1.64	0.269	3.96
6	„ 16.	6850	7.29	0.107	1.48	0.279	3.83
7	„ 17.	6750	7.41	0.123	1.66	0.218	2.94
8	„ 18.	6750	6.73	0.123	1.83	0.350	4.45
9	„ 19.	6750	7.29	0.131	1.79	0.320	4.39
10	„ 20.	6750	7.24	0.131	1.80	0.264	3.63
13	„ 23.	6850	7.23	0.127	1.75	0.260	3.67
15	„ 25.	6850	7.30	0.127	1.74	0.267	3.66
17	„ 27.	6850	6.99	0.127	1.82	0.273	3.83
18	„ 28.	6850	7.60	0.139	1.82	0.312	4.23

III. Kísérleti sorozat.

A táplálék napi mennyisége $\left\{ \begin{array}{l} 30 \text{ gm zab} \\ 100 \text{ gm káposzta} \end{array} \right.$

III/23.-án a fejverőérből 25 cm³ vért engedtem ki.

A kísérleti napok száma	A kísérlet időpontja	Test-súly gm	A vizeletben két napra jut							
			N gm	aminosav N		ammonia N				
				gm	%	gm	%			
2	I. 16—17	1570	1·11	0·049	} 0·048	4·40	} 4·51	0·014	} 0·014	} 1·36
4	« 18—19	1580	1·00	0·046		4·62		0·013		
6	« 20—21	1550	1·169	0·051		4·39		0·018		
8	« 22—23	1560	0·997	0·046		4·64		0·012		
10	« 24—25	1550	1·149	0·051	} 0·053	4·29	} 5·89	—	} 0·012	} 1·40
12	« 26—27	1550	0·79	0·046		5·83		0·011		
14	« 28—29	1540	0·87	0·057		6·48		0·010		
16	« 30—31	1550	0·809	0·057		6·98		0·014		
18	IV. 1—2	1540	1·00	0·059	} 0·050	5·87	} 5·64	—	} 0·011	} 1·27
20	« 3—4	1550	0·848	0·051		6·05		0·011		
22	« 5—6	1560	0·899	0·046		5·14		0·012		
24	« 7—8	1560	0·859	0·047		5·50		0·010		
26	« 9—10	1550	0·779	0·033	} 0·046	4·27	} 4·53	—	} —	} —
28	« 11—12	1560	1·071	0·049		4·56		—		
30	« 13—14	1570	1·189	0·057		4·75		—		

IV. Kísérleti sorozat.

A táplálék napi mennyisége $\left\{ \begin{array}{l} 30 \text{ gm zab} \\ 100 \text{ gm saláta} \end{array} \right.$

V/17.-én a fejtörőből 31 cm³ vért engedtem ki.

A kísérleti napok száma	A kísérlet időpontja	Testsúly gm	A vizeletben egy napra jut		
			N gm	aminosav N	
				gm	%
1	V. 12	1630	0·828	0·028	3·54
3	„ 14	1630	0·840	0·027	
4	„ 15	1620	0·804	0·030	
5	„ 16	1620	0·819	—	
6	„ 17	1610	0·806	0·031	
7	„ 18	1560	0·823	0·042	5·03
8	„ 19	1580	0·888	0·042	
9	„ 20	1580	0·689	0·042	
11	„ 22	1540	0·749	0·032	
				0·010	

Ezekből a számokból egyértelműen és kétségtelenül kitűnik, hogy az aminosav-*N*-nek, illetve a formollal titrálható anyagoknak úgy az abszolút, mint a vizelet egész *N*-jéhez viszonyított mennyisége nagyobb vérvesztések¹ után megnövekedik. Az aminosavaknak — illetve a formollal titrálható anyagoknak — nagyobb mennyiségben való kiürülése a vérvesztés után hosszabb ideig tart s körülbelül akkor szűnik meg, illetve az aminosav-kiválasztás akkor esik vissza a vérvesztés előtt tapasztalható értékére, a mikor a vér megújrodása már körülbelül befejeződött (mintegy három hét). Különösen szembeötlő az aminosav-*N*-nek a vizelet egész *N*-jéhez viszonyított meggyarapodása a nyúlakon végzett kísérletekben; ilyes eredmény egyébként a kutyán végzett kísérleti sorozatokban is megállapítható. A kutyán végzett kísérleti sorozatok eredményének érdekességét lényegesen fokozza az

¹ Kísérleteimben egy-egy vérvétel alkalmával az állatok vérének mintegy $\frac{1}{3}$ -részét bocsátottam ki.

a körülmény, hogy mindkét kísérletet ugyanazon a kutyán hajtottam végre s hogy a második vérvétel után, mely az elsőnél aránylag nagyobb volt, az aminosav-kiválasztásban is erősebb reactio keletkezett.

Az NH_3 -kiválasztásnak úgy a vérvesztés előtti, mint a vérvesztés utáni absolut és relativ értékei jól megegyeznek. Ebből következik, hogy a vérvesztésnek nincs lényegesebb hatása az NH_3 -kiválasztásra.

Az aminosav-kiválasztást illető adataim tehát az elméleti megfontolás helyességét kísérleti alapon bizonyítják s igazolják, hogy az energia-hányados növekedése — legalább részben — az aminosavak, illetve a formollal titrálható anyagok úgy absolute, mint relative nagyobb mértékben való kiürülésének következménye.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 november 14.-én tartott üléséből.)



A WIENER-FÉLE ÉS A RECZIPROK INTERFERENCZIA-JELENSÉGEKRŐL.

SELÉNYI PÁL-tól.

Bevezetés.

A RAYLEIGH-féle elmélet szerint egy, a fény hullámhosszához képest igen kicsiny dielektromos részecskén történő fényelhajlás [az ú. n. ultramikroszkópos fényelhajlás vagy röviden fényszóródás] a ráeső fénynek pusztán FRESNEL-féle vektora, azaz az elektromos vektor által teljesen meg van már határozva (nem függ tehát pl. a ráeső fény irányától); nevezetesen az elhajlitott fény intenzitás-eloszlása és polározási állapota ugyanolyan, mint egy, az illető elektromos vektor által mozgásba hozott elektronból kiinduló sugárzásé.

De ha ez így van, akkor az ultramikroszkópos elhajlás módját nyujt arra, hogy az *egy bizonyos helyen* fennálló fényrezgési állapotról közvetlen felvilágosítást nyerjünk azáltal, hogy az illető helyre ilyen kis részecskéket juttatunk, a melyek sem a közeg homogenitását, sem a fény rezgésállapotát észrevehetően nem módosítják, s megfigyeljük a róluk kiinduló szétszórt fény intenzitását és polározási állapotát. Ez volt a gondolatmenete annak a kísérleti tervzetnek, a melyet 1908 végén a Magyar Tud. Akadémia Matematikai és Természettudományi Bizottsága elé terjesztettem s a melynek céljául e módszernek egy elméletileg és kísérletileg elegendőképen ismeretes példán, az állófényhullámok esetén leendő kipróbálását tűztem ki.

A tervzet kivitelével a Bizottság megbízni kegyeskedett, s most e dolgozatban szándékozom vizsgálataimról beszámolni. A dolgozat két részből fog állani, az első rész a WIENER-féle

interferenciáknak a fényszóródással történő vizsgálatáról szól, a mi a tervezet tulajdonképeni célja volt; a második azokról a WIENER-félékhez recziprok új interferencia-jelenségekről, a melyekre amazoknak behatóbb elemzése vezetett.

I. RÉSZ.

1. Szükségesnek látszik, hogy a bevezetésben felvetett problémát kissé részletesebben megvilágítsuk. Arról van szó, vajjon a fényszóródás alkalmas-e arra, hogy általa valamely fényátjárta tér rezgésállapotát pontról-pontra megvizsgáljuk, megállapítsuk? Miután valamely fényátjárta tér ilyen *objektív* vizsgálatára az első lehetőségét WIENER adta meg, közelfekvő volt a gondolat, hogy egy más fényhatásnak a mondott célra való alkalmazhatóságát ugyancsak az álló fényhullámokon, ill. általában a WIENER-féle interferencia-jelenségeken próbáljuk ki.¹ WIENER az általa adott lehetőségről és módszerről a következőket írja:² «A mi az itt alkalmazott vizsgálati módszert illeti, mondhatni, hogy a vékony fényérzékeny hártya bizonyos értelemben egy átlátszó szemet képvisel, a mely egyidőben ellenkező oldalakról érkező fénybenyomásokat képes felvenni. Míg tehát eddigelé az egy bizonyos helyen történő fénymozgás vizsgálatánál arra vol-

¹ A következőkben tehát egyrészt a WIENER-féle interferenciákból, másrészt a fényszóródás jelenségéből indulunk ki. Az előbbiekre vonatkozólag hivatkozni fogunk egyrészt O. WIENER: *Stehende Lichtwellen* (Wied. Ann. 40., 203 l. 1890.) cz. alapvető értekezésére, a melynek bő ismertetése magyar nyelven is megjelent (Bartonic Géza: Az álló fényhullámok. Math. és Phys. Lapok I. 17. l. 1892.), másrészt P. DRUDE u. W. NERNST: Fluorescenzwirkung stehender Lichtwellen (Wied. Ann. 45., 460. l. 1892.) cz. dolgozatára. A fényszóródás jelenségének irodalmából elegendő lesz FRÖHLICH J.: *A circumaxiális polárisztáció törvényének általános érvényessége egyenletes fénytörésű közegekben* (Math. és Term. tud. Értesítő XXVII. 299. l. 1909.) cz. értekezését s első tájékozásul szerző doktori dolgozatának I. részét (Math. és Phys. Lapok XIX. 244. l. 1910.) idézni; mindkét jelenségre vonatkozólag pedig WINKELMANN: *Handbuch d. Physik* cz. nagy kézikönyvét (2. kiadás, VI. 2. kötet, 1025., illetve 1113 lap.)

² L. c. 243. l.

tunk utalva, hogy az onnan a szemünkbe jutó mozgásból vonjunk amarra következtetést, most már adva van a lehetőség, hogy a fénymozgást a maga helyén vizsgáljuk meg amplitudo, fázis és rezgésirány szerint.» Az utolsó szavakhoz azt a megjegyzést fűzhetjük, hogy a fény kémiai és a fluoreszkálást keltő hatása is közvetlenül tulajdonképen csak a fényintenzitást adja meg, a másik kettőt csak annyiban, a mennyiben ezek térbeli változása az intenzitáseloszlásnak térbeli változásával jár, ellenben a fényszóródás közvetlenül megadja a fényrezgés minden adatát, feltéve, hogy az elméletnek megfelelően tényleg minden részletében pusztán és egyedül a fény elektromos vektora által van meghatározva. De a gyakorlatban eddig megvalósított esetek e feltevésnek nem látszottak megfelelni.¹ Az elmélet szerint u. i. lineár-poláros beeső fény esetén a szétszórt fény egyetlen, FRÖHLICH szerint egyszerű circumaxiális gömbhullámmal (Rayleigh-féle hullám) állítható elő. Tényleg, mind a régebbi tapasztalatok, mind pedig FRÖHLICH-nek igen nagyszámú, úgy a levegőre, mint igen különböző törésmutatójú folyadékokra és üvegekre kiterjesztett quantitativ vizsgálatai² szerint a szétszórt fénynek polározási állapota az említett circumaxiális polározás törvényszerűségével igen jól előállítható, azonban az intenzitáseloszlásban — az elmélettel ellentétben — az átmenő fény iránya mindig mint kitüntetett irány szerepelt, minden esetben, a mit csak eddig megfigyelni alkalmam volt.³

Mint hogy pedig STOKES cosinus-törvénye⁴ a homogén közegben történő fényterjedés elemi törvénye gyanánt az előbbivel egyező (Fröhlich szerint circumaxiális) polározási állapotot,

¹ Látni fogjuk, hogy ez az ideális eset az én kísérleteimben sem volt megvalósítva, egyúttal azonban azt is, hogy a megfigyelhető jelenségeknek ebből származó módosulásairól könnyen számot adhatni.

² FRÖHLICH l. c.

³ Így pl. a gyertyaláng füstjén történő fényszóródásnál is, a mikor pedig a szétszórt fény polárossága igen tökéletes (FRÖHLICH l. c. 16–18. §.), ca 3-szor intenzívebb az átmenő fény irányában elhajlított fény, mint az ellenkező irányban.

⁴ G. G. STOKES: Mathematical and Physical papers, Vol. II. 243—290, 290—328; avagy: FRÖHLICH: Polarisation des gebeugten Lichtes (Teubner, 1907) 2. §. p. 86.

de az elhajlás szögével csökkenő intenzitást állapít meg, arra lehetett gondolni, hogy a fényszóródás is inkább e szerint a törvény szerint történik s akkor nem független a ráeső fény irányától.

Ki fog derülni, hogy ez nincs úgy, a fényszóródás tényleg az elmélet kívánta törvények szerint megy végbe s a fényintenzitásnak az egyszerű circumaxiális eloszlástól való eltérése teljesen megmagyarázható abból a körülményből, hogy a kísérletekben az elméletnek egyszerű feltevései rendszerint nincsenek eleget közeledéssel teljesítve. Valóban, az elmélet *végtelen kicsiny* részecskéket tételez fel, a melyek egymástól *igen távol* fekszenek. Ha az első feltétel nincs teljesítve, a polározás-állapot még alig észrevehetően változik meg, mikor az intenzitás-eloszlásban az átmenő fény iránya már mint erősen kitüntetett irány szerepel, a mint az fémgömböcskéken történő elhajlás esetében G. MIT¹ elméleti vizsgálataiból következik; ha pedig a részecskék sűrűn vannak, a jelenséget — gondolom — úgy lehet felfogni, hogy a köztük lévő hézagok is elhajlító felületként szerepelvén, a RAYLEIGH-féle hullámra még egy, a STOKES cosinustörvénye szerint való hullám rakódik, a mely azonban a polározás-állapotot nem, hanem megint csak az intenzitás-eloszlást módosítja az említett módon.

2. Bizonyos, hogy ezek az okok magyarázzák annak a tudtommal egyetlen kísérletnek a negatív eredményét, a melyet DRUDE és NERNST² végeztek — bár csak meglehetősen mellékesen — az álló fényhullámoknak kimutatására a kicsiny részecskéken történő fényelhajlás segélyével. Legyen szabad dolgozatuknak erre vonatkozó sorait szó szerint idéznem:

«Az álló hullámok tanulmányozására megkíséreltük felhasználni a fénynek szabálytalan részecskéken történő diffusio jelenségét is. Úgy látszik azonban, hogy ezen tüneménynél egymással szemközt haladó hullámmenetek (Wellenzüge) nem gyakorolnak hatást egymásra, hanem hogy ez a jelenség pusztán az egyik, és pedig a megfigyelő szemébe haladó hullámment viselkedésével van meghatározva ugyanúgy, mint pl. a

¹ Beiträge zur Optik trüber Medien, Ann. d. Phys. 25. 377. 1908.

² L. c. 473. lap.

visszavert fényben látható NEWTON-féle gyűrűk. Olyan felületet, a mely a fényt diffundálja, egy hideg üveglemez belehelésével lehet előállítani. Ha egy ilyen, igen gyengén beleheltet egy melegebbre helyezünk, akkor a direkt fényben keletkező NEWTON-féle interferencia-csík (homogén megvilágítás esetén) folytatódna messze be abba a részbe, ahonnan direkt fény már nem reflektálódik a megfigyelő szemébe . . . Hogyha a hátulsó, be nem lehelt üveglemezt felmelegített ezüsttükörrel helyettesítjük, a diffus fényben látható interferenciacsíkok nem élesebbek, hanem elmosódottabbak lesznek, mint voltak azelőtt; ez elegendőképen mutatja, hogy e jelenségnél nem az álló hullámok viselkedése irányadó s hogy az interferenciacsíkok helyzete ugyanazon törvényeknek van alávetve, mint a direkt visszavert fényben látható NEWTON-csíkoké . . .»

Ezen szavakhoz még azt a megjegyzést fűzhetjük, hogy ilyen kísérleti berendezés esetén a részecskék esetleges tulságos nagyságán és sűrű elhelyezésén kívül még egy körülmény játszik közre, a mely az egy bizonyos irányban elhajlított fényt illetőleg az ugyanazon irányban haladó direkt fényt teszi irányadóvá, t. i. hogy az *elhajlító részecskék két különböző optikai közeg* (üveg és levegő) *határfelületére vannak helyezve*. Már pedig az elmélet szerint is az egyszerű circumaxiális hullámot — a melyek tehát tisztán az elektromos erő helyi értéke határoz meg — csupán valamely homogén közeg belsejébe ágyazott részecske esetén várhatni! Doktori értekezésemben¹ kimutattam ugyan, hogy nem nagyon nagy törésmutató-különbség esetén (ha $0,6 < n < 1,6$) a határfelületen történő rácselhajlás *polározási állapota* ugyanolyan, mintha csupán az elektromos erő helyi értéke volna irányadó, kérdés azonban, hogy ugyanez áll-e az intenzitás-eloszlásra is s nincs-e az ott előállított és a valóságban létrejövő fényvektorrendszer között ugyanolyan különbség, mint a RAYLEIGH és a STOKES-féle elemi hullámok között.

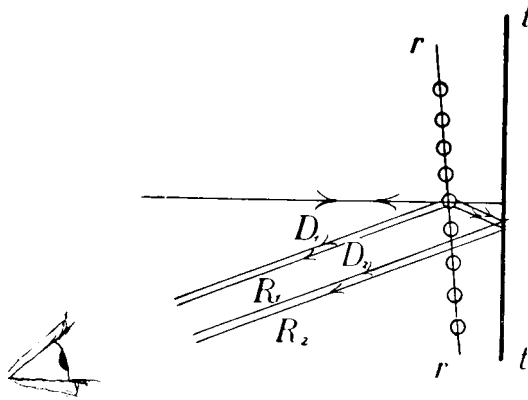
Mindamellettt a DRUDE és NERNST-féle összeállítással néhány tájékoztató kísérletet végeztem, többek közt úgy is, hogy

¹ Ezen Értesítő, XXIX., 45. l. 1911.

a Newton-gyűrűk előállítására szolgáló lenese felületét vontam be a későbbi kísérleteknél említendő kénscsapadékkal. Ebben az esetben igen érdekes s — úgy látszik — nem éppen egyszerű interferencia-jelenségeket figyelhetni meg, a miknek tanulmányozását azonban egyelőre czélomon kívül esőnek tartottam.

3. Mindezek a komplikációk egyszerűen elkerülhetők, ha a tükör és az elhajlító részecskéket hordozó üveglap közét az üveggel teljesen egyenlő törésmutatójú folyadékkal töltve ki, a részecskéket egyetlen homogén közeg belsejébe ágyazzuk, a mint azt WIENER is tette a fényérzékeny és DRUDE a fluoreszkáló réteggel.

Állítsuk tehát össze ily módon az 1. ábrán vázolt præparatumot, azaz helyezzük a t ezüsttükör elé gyenge hajlással az



1. ábra.

r elhajlító réteget vagy felületet (ahogyan majd az elhajlító részecskéket hordozó üvegfelületet rövidség okáért nevezni fogjuk), töltsük ki a közt ugyanolyan törésmutatójú folyadékkal s próbáljunk számot adni arról, miféle interferencia-jelenségeket várhatunk a præparatumon, ha a tükörrre merőlegesen homogén, párhuzamos fenynyalábot ejtünk.¹

¹ Hogy az üveglap első felületén történő törésekkel és visszaverődésekkel a dolgot ne komplikáljuk, gondoljuk, hogy a megfigyelő szem is ugyanabban a közegben van.

Látnivaló, hogy a várható jelenség nem éppen egyszerű, minthogy minden részecskéről két elhajlított sugár jut a szemünkbe, egyik (D) direkt, a másik (R) a tükrön való visszaverődéssel s ezek mindegyikét megint két sugár eredőjének kell gondolnunk, a melyek közül az egyik (D_1 és R_1) a beeső fény-sugártól, a másik (D_2 és R_2) a visszavert fénytől származik elhajlítás révén.

Vegyük először azt az esetet, a mikor a részecskék egyáltalán nem kicsinyek. Ez esetben rajtuk a közönséges értelemben vett fényelhajlás jön létre; az elhajlított fény fázisban van a direkt átmenővel s észrevehető intenzitással csak ennek közelében bír, úgy hogy a mondott négy sugár közül csupán a D_2 és R_1 jelentkezik s ezeknek interferenciájaképen az ú. n. NEWTON-féle porgyűrűk vagy QUETELET-féle csíkok.¹ Világos, hogy ennek a jelenségnek az álló fényhullámokhoz semmi köze, létrejöttében tisztán a megfigyelő szeme felé haladó hullámmenet az irányadó. Az a körülmény azonban, hogy ez az interferencia fehér fényben is mindig létrejön, alkalmassá teszi arra, hogy a kísérletnél használandó elhajlító réteget megvizsgáljuk, vajjon létrejön-e rajta közönséges értelemben vett elhajlított fény. Például egy belehelt üvegtükrön e QUETELET-csíkok igen szépen láthatók, teljes megegyezésben avval, a mit DRUDE és NERNST az ezen történő elhajlásról mond, ellenben az általam használt homogén közegbe ágyazott kénscapadék-rétegen csak néha s éppen hogy észrevehetőek voltak.

Térjünk most át arra az esetre, a mikor a részecskék igen kicsinyek, úgy hogy az elmélet szerint a rajtuk történő fényszóródás pusztán az elektromos erő helyi értéke által van meghatározva. Ez esetben a várható jelenségről czélszerűbben így adhatunk számot: A beeső és visszavert fény eredője állófényhullámot létesít s a tett feltevés értelmében a csomósíkokban lévő részecskék sötétben maradnak, a duzzadó-síkokban lévők láthatókká, világítókká lesznek, azaz az előálló csikrendszerben tényleg ez álló fényhullámok nyilvánulnak meg. Ugyanerre

¹ V. ö. LOMMEL: Über die Interferenz des gebeugten Lichtes, Erlangen, 1875. avagy VERDET-EXNER, Wellentheorie des Lichtes, I. k., 214. l. stb.

az eredményre jutunk, ha a meggondolást a fenti négy sugárral visszük keresztül.

Kérdés azonban, vajjon a praeparatumon csak ez az egyetlen csikrendszer látható-e? Mert hiszen minden világitó részecskéből megint két fénysugár jut a megfigyelő szemébe, egyik közvetlenül, a másik — a tükör felé indulva — visszaverődéssel s ha ez a két sugár interferenciaképes, ezek eredője megint egy csikrendszert szolgáltat. Erről a tényleg előállítható, alapjában véve új interferenciajelenségről, a melyben a fényforrásból egészen ellenkező irányokban kiinduló fénysugarak interferálnak, a későbbiekben még részletesen lesz szó.

4. Egyelőre meg kell állapítanunk, hogy az eddigi kísérleti berendezést feltételezve, nem lehetünk biztosak abban, hogy mi is az, a mit a praeparatumon látunk. Ámbár kétségtelen, hogy a kétféle jelenséget szét lehet egymástól választani a csikok láthatósága, helye, polározási állapota révén, mégis sokkal egyszerűbb dolog és hamarább célravezető, ha a megkülönböztetésnek ezt a nehézségét teljesen kiküszöböljük. Hogy ez a nehézség ilyen berendezésnél tényleg beáll, azt azokban a kísérletekben, a melyeket még 1909 nyarán végeztem, csakhamar tapasztalnom kellett. Nem is időzök tehát ezek leírásánál; éppen csak azt jegyzem meg, hogy az akkor megfigyelt két csikrendszer valószínűleg azonos volt az említett kétféle rendszerrel s rögtön áttérek annak az ismertetésére, hogyan sikerült az említett nehézséget elkerülnöm. Erre egy igen egyszerű mód kínálkozott: a praeparatumot hátulról, a tükör mögül kell megfigyelni. Világos, hogy az esetben tényleg azt, és csakis azt a csikrendszert látjuk, a melyik a praeparatumon van.

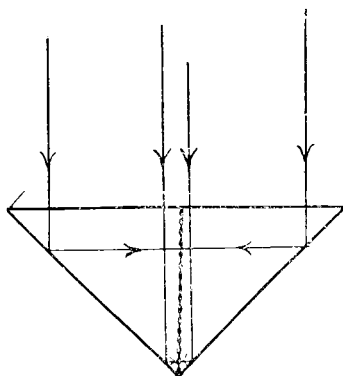
Hogy tehát e megfigyelési módot alkalmazhassam, megpróbáltam megfelelő átlátszó fémtüköröt készíteni. Erre irányuló kísérleteimben megint új akadályra bukkantam. Nevezetesen valamennyi fémtükör, a mit készítettem, erős diffus-reflexiót mutatott. A próba, a melynek a tükröket alávettem, abban állt, hogy Nernst-lámpa fonalának vagy ívlámpa szeneinek a képét vetítettem az illető tükörrre; a kép valamennyin — mintha csak egy ernyőre vetítettem volna — jól látható volt; rende-

sen jobban, mint a kísérleteimnél használt elhajlító felületen. Igaz, hogy a tükrökészítés különböző megkísérelt módjait (elektrod-szétporlasztás, ráégetés, lecsapatás kémiai úton) nem tanulmányoztam s nem végeztem a lehető legnagyobb gondossággal, mégis valószínűnek tartom, hogy az észlelt diffusz-reflexio nem pusztán a tükrök tökéletlenségében (oxydatio stb.) leli magyarázatát, hanem jórészt a fémeknek elkerülhetetlenül kristályos szerkezetében.

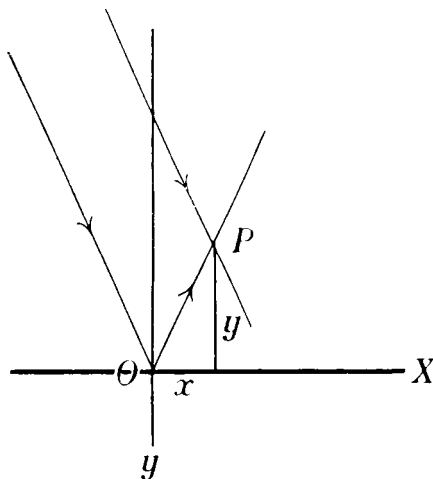
5. Mindezek a nehézségek arra indítottak, hogy a fém-tükröt egyáltalán mellőzzem s a tükrözést *teljes visszaverődéssel* létesítem. Ez az eljárás még egy sereg más előnyt is hoz magával, úgy, hogy ezen az alapon oly kísérleti berendezéshez juthatni, a mely egyszerűség, áttekinthetőség s az észlelt jelenségek egyértelműsége tekintetében minden kívánalomnak megfelel.

Természetesen a totális reflexio alkalmazása egyúttal némi megszorítást is hoz magával; a beesés szöge a határszögnél kisebb, tehát például a kísérleteimben használt csillám esetén ($n=1,60$) 40° -nál kisebb nem lehet. Állóhullámok előállításáról tehát nem lehet szó,¹ de ez csak a kísérletezés határainak s nem a belőle

¹ Tulajdonképpen ez a korlátozás is felesleges. DRUDE említi (l. c.), hogy két, egymás ellen haladó síkhullámot, azaz álló fényhullámokat két, egymásra \perp s a beeső fényhez 45° — 45° -ban hajló tükörrel, ill. két totalisan reflektáló prizmaival is lehetne előállítani; a fényérzékeny, ill. a mi esetünkben az elhajlító réteget a két prizma közös, érintkező lapjára helyezve el (lásd a mellékelt rajzot). Minthogy a tükröző felületek szögét felező síkban az útkülömbőség 0, ha az említett lap ehhez elegendő kis szöggel hajlik, a legalacsonyabb 0, 1, 2, ... rendű csíkokat kapjuk meg, úgy hogy a beeső fénynek nem kell homogénnek lenni, de — mint megjegyzi — igen közel parallel nyalábnak. Lehetőleg pontszerű, ill. vonalszerű fényforrást kellene tehát használni, mint az alább másodfajtajának elnevezett interferencia-csíkok előállításánál s akkor --



vonható következtetéseknek megszorítását jelenti. Mert az állóhullámok csak egy speciális esete a fényrezgési-állapotnak,



2. ábra.

mondjuk interferenciának, a mely egy tükröző lap előtt a beeső és visszavert fény eredőjeképpen keletkezik s a mely surlódó beesésnél még teljesen a közönséges haladó fényhullám karakterével bír, hogy aztán a beesési szög csökkentésével folytonosan menjen át az állóhullámzás állapotába.¹ Hogy ez így van, könnyű róla meggyőződni. Határozzuk meg u. i., milyen fényállapot jön létre egy tükröző felületelőtt az i szög alatt beeső és

visszavert fény eredőjeképpen, ha a rezgés a beesés síkjára merőlegesen történik.

Ha a beeső fényhullámot

$$\zeta'_P = a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i + y \cos i}{\lambda} \right)$$

alakban írjuk, akkor a visszavert fényt, teljes tükrözést feltételezve

$$\zeta''_P = a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i - y \cos i}{\lambda} \right)$$

állítja elő.

A két rezgés egyazon egyenes mentén történik, tehát az eredő

$$\zeta_P = \zeta'_P + \zeta''_P = 2a \cos 2\pi \frac{y \cos i}{\lambda} \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i}{\lambda} \right).$$

azt hiszem — ilyen berendezéssel is lehetne interferencia jelenségeket kapni, a mik annál közelebb állnának az álló fényhullámokhoz, minél messzebb mennének a fényforrással.

¹ A. COLTON, Les ondes lumineuses stationnaires, Journ. de Phys. (4) 1. 689. 1902.

Látnivaló, hogy ha i közel 90° , $\cos i = 0$, $\sin i = 1$ lévén, a rezgési állapot az $i = 90^\circ$ -nál előálló

$$\xi = 2a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

közönséges haladó hullámtól csak annyiban különbözik, hogy amplitudója az y mentén lassan s periodikusan változik, viszont az i csökkenésével folytonosan közeledik az $i = 0^\circ$ -nál előálló,

$$\xi = 2a \cos 2\pi \frac{y}{\lambda} \cdot \cos 2\pi \frac{t}{T}$$

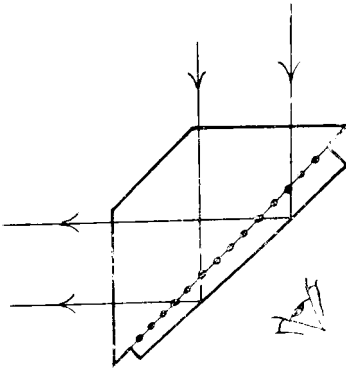
által adott, nyilván állóhullámot jelző állapothoz. Megjegyzésre érdemes, hogy ξ_p amplitudója három mennyiségtől függ: y , i és λ -tól; a később megbeszélendő háromféle interferencia-csíkrendszer mindegyike éppen ezek egyikének változásával jön létre. Ez a körülmény a jelenségek rendszeres tárgyalásának alapjául vehető.

Arról az esetről, mikor a beeső fény a beesés síkjában rezeg s az eredő fényállapot általában elliptikus rezgés, a későbbiekben fogunk szólni.

Ezek a fejtegetések mindenesetre mutatják, hogy a beesés szögének 90° -tól 40° -ig való változtatása közben tett megfigyelések milyen irányú extrapolatiót engednek meg az $i=0^\circ$ esetére, nem is szólva arról, hogy mindazok a következtetések, a miket az állóhullámok tanulmányozásából nyerhetni, már levonhatók ez interferenciák egy másik nevezetes esetéből, a WIENER-féle interferenciájából a beesés síkjában polározott, 45° alatt beeső fénynek.

Ezek után most már önként adódik a használandó kísérleti berendezés. Veszünk egy gyengén ékalakú vékony üveglemezt, egyik lapját az elhajlító részecskékkel vonjuk be s ezzel a lapjával befelé ugyanakkora törésmutatójú folyadékesepp közvetítésével ugyanakkora törésmutatójú 45° -os üvegprisma átfogó lapjára ragasztjuk (l. a 3. ábrát). A fény a befogó lapon át jut a prizmába s az üveglemez hátulsó lapján totalis reflexiót szenved, az így keletkező s az elhajlító részecskék által láthatóvá tett interferenciát a lemez háta mögül figyeljük meg. A ténylegesen

használt kísérleti berendezés ettől most már csak annyiban különbözött, hogy az üveglemez helyett csillámot használtam. A beeső fénynyalábnak t. i., hogy éles interferencia-csíkakat kapjunk, annál homogénebbnek és annál kisebb nyílásúnak kell lennie, mennél távolabb van az elhajlító réteg a tükröző felület-



3. ábra.

től, mind a két követelésnek a kielégítése pedig a fényintenzitás rovására megy. Lehetőleg vékony lemezt kell tehát venni, ezért fordultam a csillámhoz, a miből $\frac{1}{100}$ mm vékonyságú leveleket még egész könnyen lehet hasítani a használt 20×20 mm méretekben. A mellett a csillámlevél, ha egy vastagabbnak a belsejéből hasítjuk s a hasításnál óvakodunk bármiképen is érinteni, *abszolút* tiszta marad (és karczolásmentes), a mi-

nek a fontosságát felesleges kiemelni. Egyetlen hátránya, hogy kettősen törő, ez azonban a most leírandó kísérleteknél alig jó számba. Ellenben az a körülmény, hogy a csillám mindenütt egyenlő vastagságú, nem pedig ékalakú lemez, nemcsak hogy nem okoz nehézséget, mint első szempillantásra gondolni lehetne, hanem még avval a lényeges előnnyel is jár, hogy egyforma könnyűséggel engedi megvalósítani mindkét esetet, t. i. a tükröző felületben párhuzamos ill. nem párhuzamos elhajlító réteg esetét. (L. a 7. és 8. pontot.)

6. Első dolog volt használható elhajlító réteget előállítani. Némi próbálgatás után ez rendkívül egyszerű módon sikerült. A bevonandó lemezt ugyanis porzellántégelyben megolvasztott kén (kénvirág) gőzébe tartottam néhány mp-ig, a míg finom, kékeszürke fátyollal vonódott be. A jól használható réteg oly gyenge, hogy ha a lemez egy részét papirosszelettel lefedve, a kénbevonástól szabadon tartjuk, a kénezett és a tiszta rész határa és különbsége alkalmas világitásnál éppen hogy jól felismerhető.¹

¹ Ilyen bevonást FRÖHLICH tanár úr tanácsára készítettem a végből,

Ultramikroskóppal nézve (ZEISS-mikroszkóp, REICHERT-féle tükörcondensorral) látni, hogy a réteg különálló, nem is nagyon sűrűn fekvő kénrészecskékből áll, úgy hogy 8μ oldalhosszúságú négyzetre ca. 25—40 részecske jut, míg a részecskét jelző fehér elhajlási korong átmérője az F objektív és 3 sz. okulár használatánál $0,5-0,8 \mu$ nagyságú. Említésre érdemes, hogy a látható részecskék száma már 12 óra alatt tetemesen csökken, ha szabadon hagyjuk a réteget, ellenben csak néhány nap alatt, ha czedrusolajba illetőleg jódbenzolba ágyazzuk s fedőlemezrel fedjük le. Erre vezetendők vissza azok a változások is, a miket a kísérletekben használt præparatumokon észleltem, javulás, majd rosszabbodás formájában; ezek a megfigyelések azonban nagyon is subjectiv természetűek s a megfigyelési idők rövidege miatt (minthogy eddig ugyanazt a præparatumot két hétnél tovább nem hagytam meg) még kissé bizonytalanok.

Fényforrásul 8—10 Amp. árammal táplált elektromos ívet használtam, a melynek fényét egy Krüss-féle spektroszkóppal, ill. később, hogy nagyobb intenzitást kapjak, rés, vetítő objektív s 35×35 mm nyílású egyenes-látású folyadék-prizma segítségével spektrálisan szétbontottam. Ily módon igen intenzív folytonos színeképet kaptam közönséges ívlámpaszemeket használva; míg ha homogén megvilágításra volt szükségem, sárga Bremer-szenet vettem s okulár-réssel választottam ki a színekében található igen intenzív sárgás-zöld vonalat.¹

7. Rátérek most az első kísérlet leírására.² A használandó

hogy meg lehessen győződni arról, hogy az említendő jelenségek tényleg a kénrészecskéken elhajlított fényben jönnek létre. Valóban, a csillám tiszta darabján sem a most, sem a később említendő interferenciák nem látszottak.

¹ Talán még intenzivebb ennek a színeképnek egy vörös szalagja, de kevésbé homogén. Ez a két vonal különben annyira túlnyomó erősségű a többi fölött, hogy 30—40 λ útkülönbségig a Bremer-ívet spektrális szétbontás nélkül is lehet használni. Ez a körülmény mindenféle interferencia-jelenség vetítésénél alkalmazást találhat.

² Szinte felesleges említeni, hogy a kísérleteket mind teljesen vagy majdnem teljesen elsötétített szobában végeztem, minden mellékfényt lehetőleg elfogva.

45°-os totálreflektáló prizmának 90°-os élén át az átfogó lappal párhuzamos lapot készítettem (l. a 3. ábrát), hogy a fény ráejtése és a megfigyelés esetleg azon át is történhessék. Igen gondos megtisztítás után ¹ a prizma átfogó lapját (tehát nem a csillámot!) az említett kénréteggel vontam be, azt még védelműl $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{20}$ λ vastagságú kollódiumhártyával ² s végül egy csepp folyadék közvetítésével ca. 14 μ vastagságú csillámlevéllel fedtem le. A prizma törésmutatója $n_D = 1,6159$ volt, a folyadék jódbenzol, a melyet néhány csepp chlórbenzollal tettem az üveggel közel egyenlő törésmutatójává (későbbi meghatározás szerint $n_D = 1,6170$), míg a csillám törésmutatói $n_D = 1,5632, 1,5952$ és $1,6009$ -nek adódtak, a csillám miként való elhelyezésére azonban ennél a kísérletnél nem ügyeltem. Az így præparált prizmát alapjával egy forgatható vízszintes asztalkára téve úgy helyeztem el az okulár-rés elé 8—10 cm-re, hogy az onnan kilépő *homogén* sárgás-zöld fény körülbelül merőlegesen essék az egyik befogó lapra, a mely ca. 3 mm-es függőleges szalag kivételével fekete papirossal volt eltakarva. ³ Ha most az átfogó lapot hátulról lupával figyeljük, eleinte — az elhajlító rétegnek a tükröző felülettől való tulságos távolsága ill. a beeső fénynek nem tökéletes homogenitása és parallelitása miatt — csak az egyenletesen megvilágított zöld szalagot látjuk rajta, a mint azonban a jódbenzol kezd elpárologni s a csillám helyenként jobban a prizmához tapad, meglehetősen kúsza interferencia-görbék tűnnek fel a sáv-

¹ Rendesen azt a nedves tisztítási eljárást használtam, a mit SIEDEN-TOFF ajánl ultramikroszkópos czélokra. (Ber. d. deutsch. Phys. Ges. 1910. I. Heft.) A prizmát t. i. platinadróthurokba fogva, kaliumbichromáttal telített forró kénsavba mártottam, aztán a vízvezeték alá tartva lemostam, majd desztillált vízzel s absolut alkohollal leöblítve, nem kormozó láng felett megszáritottam. A desztillált víznek és alkoholnak olyan tisztának kell lenni, hogy erős fénykúpban csak gyenge Tyndall-tűneményt mutasson, fénylő pontokat legfeljebb igen keveset, a mit én lassú átdesztillálással értem el. Csontszézen való átszűrés — állítólag — még hamarabb czélra vezet. Természetesen, ha a leírandó jelenségek már egyszer ismertek, pusztán előállításukra kisebbfokú tisztasággal is beérhetni.

² Később ezt, mint feleslegeset, elhagytam.

³ Úgy is járhatunk el, hogy nem rövid gyújtótávolságú lencsével az okulár-rés képét vetjük a prizma átfogójára.

ban, a mik körülbelül a moivreé-selyem rajzolatára, vagy egy dombos vidék térképénk nivó-vonalaira emlékeztetnek. A csíkok igen szép élénkek; a beesés szögének növelésével szélesbbednek, csökkentésével sűrűsödnek addig, a míg a *totális reflexio határ-szögét átlépve*, a megtörve kilépő sugár meg nem jelenik, a mikor *momenlán es teljesen nyomuk vész*.

Nem lehetett kétséges, hogy ez a keresett jelenség: a beeső és a (totálisan) visszavert fény interferenciájának a fényszóródás révén való megnyilvánulása. E két sugár u. i. általában

$$k = \frac{2y \cos i}{\frac{\lambda}{2}}$$

számú félhullámhossz-útkülönbséggel találkozik. Jelen esetben a beeső fény párhuzamos és homogén, azaz i és λ állandó, mindama y távolságú *helyeken* tehát, a hol

$$k = (2\nu + 1) \quad (\nu \text{ tetsz. poz. egészszám})$$

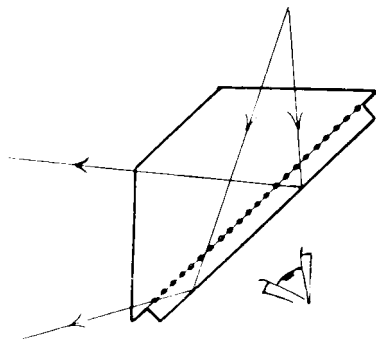
a fényintenzitás zérus. A WIENER-féle kísérletnél a tükröző felület sík, tehát az egyenlő intenzitású felületek is síkok, a miket a fényérzékeny réteg síkja egyenesekben metsz; itt a tükröző felület a hepehupás csillám hátulsó lapja, tehát a vele párhuzamos egyenlő intenzitású (görbe) felületeket az elhajlító réteg síkja meglehetősen cifra rajzolatú görbékben metszi.

Ezek a csíkok legfeljebb $1/2$ —1 óráig figyelhetők meg; ezalatt meggyőződhetünk arról is, hogy poláros fényt ejtve be, igen szépen láthatók a beesés síkjában (tehát vízszintesen) polarizált fényben, jóval gyengébben, ha a polaritás síkja a beesésére merőleges, a miről bővebben alább még lesz szó. Az eltűnés módja körülbelül az, hogy a csíkok szélesednek, majd különálló, össze nem függő szigetekre szakadnak, a mik viszont összehúzódnak, úgy hogy végül csak egyes foltok szakítják meg az egyenletesen megvilágított felületet. Ezalatt t. i. a csillám szélei alól a folyadék egészen elpárolgott¹ s azon a szabályta-

¹ Ezt ugyan meg lehetne akadályozni a csillám széleinek körülragasztásával, mint később tettem, s akkor a csíkok is megmaradnának előbbi állapotukban.

lan határolású darabon, a hol megmaradt, a csillám, kivéve egyes elszórt pontokat, teljesen az üveghez tapadt. Ennek megfelelően, ha a præparatum hátlapját közönséges fehér fényben megvizsgáljuk, a folyadékkal összekötött részen az egyébként teljesen sík csillámon apró dudorodásokat látunk, míg a folyadéktól ment helyeken a levegőréteg a visszavert fény NEWTON-csíkjait mutatja a fentebb említettekhez hasonlatos rajzolatban. A folyadékot határoló első csík majdnem teljesen fekete, bizonyítékául annak, hogy a folyadék réteg vastagsága a hullámhossznak csak törtrészét teszi ki.

8. A præparatumnak ebben a stádiumában, a mikor tehát a tükröző felület s az elhajlító réteg egymáshoz párhuzamos síkok, megint egy *másfajta* interferencia jelenséget észlelhetni. Ha t. i. a prizma forgatásával a fény beesési szögét változtatjuk, az elhajlító réteg megvilágított sávja váltokozva nagyobb s gyengébb intenzitásban jelenik meg, valóságos pislogó fény benyomását



4. ábra.

keltve. A jelenség magyarázata közelfekvő. Jelen esetben az elhajlító réteg állandó útkülönbségű, azaz egyenlő intenzitású felület, de az útkülönbség a beesés szögétől függ, innen az intenzitás periodikus ingadozása. Ez az interferencia is csíkok alakjában jelenhet meg, ha párhuzamos nyaláb helyett erősen divergens nyalábot ejtünk a prizma. E cél-

ból úgy jártam el, hogy egy LERTZ-féle horizontális leolvasó mikroszkópot — okulárját kivéve — úgy állítottam az okulárrészen kilépő nyaláb útjába, hogy az a tubusban lévő kördiafragmát teljesen kitöltve, az objektívra (ZEISS-féle *B* obj.) essék. Az ebből kilépő fény a résnek erősen kicsinyített képében egyesül s a prizma befogó lapján keresztül mint erősen divergáló kúp esik a præparatumra (l. a 4. ábrát). Ez esetben az elhajlító réteg kör alakú megvilágított területén igen brilláns függőleges egyenes csíkrendszer figyelhető meg.

Mig tehát az előbbi pontban leírt csikok, a miket majd röviden *elsőfajtájú* csikoknak fogunk nevezni, akkor jönnek létre, ha homogén párhuzamos fénynyalábot ejtünk egy tükröző felületre s az interferencia-teret ezzel párhuzamos felülettel metszszük, addig ez a *másodfajta* csikrendszer keletkezik, ha homogén, divergens nyalábot ejtünk a tükröző felületre s az interferencia-térbe ezzel párhuzamos síkot fektetünk, azaz a

$$k = \frac{2y \cos i}{\frac{\lambda}{2}}$$

-ban most y és λ az állandók, mindama helyeken, a hová a fény olyan i *irányban* esik, hogy

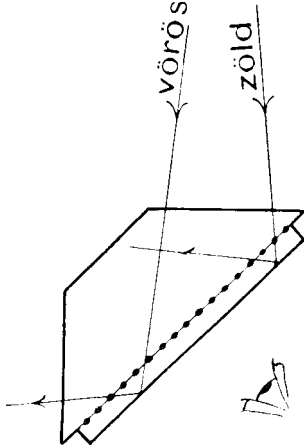
$$k = 2\nu + 1,$$

a fényintenzitás zérus. Ezzel a magyarázattal teljesen összhangban áll e csikoknak a különböző körülményekkel való változása. Nevezetesen ha a prizmat a fényforráshoz közelítjük, a csikok ($\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ mm-ig is) sűrűsödnek, távolításakor egynehány mm-nyire is szélesednek, a míg csak a megvilágítás csökkenése miatt el nem mosódnak. Hasonló széles csikokat kaphatni, ha a beesés szögét egész a sűrűlő beesésig növeljük, viszont annak csökkentésével a csikok sűrűsödnek s a *totális reflexio határát átlépre, hirtelen eltűnnek*.

Természetesen ez a kétféle előállítása az interferencia-csikoknak egymással kombinálható is és egymásba folytonos módon átvihető. Ugyanez áll arról a *harmadfajta* csikrendszer-ről, a mely ezen berendezéssel még előállítható. Előre kell bocsájtanom, hogy mind ehhez, mind pedig a másodfajta csikok előállításához a præparatumnak nagyobb darabjára van szükségünk, mint a mekkora darabon rendszerint a csillám folyadékkal összekötve az üveghez tapad.¹ Ennélfogva czélszerűbb úgy eljárni, hogy a kénréteget *magára a csillámra* viszzük fel s a benzol elpárolgását megakadályozzuk az által, hogy a csillámot

¹ Jóllehet arról a darabról, a hol a csillám már teljesen odatapadt, a jodbenzol napok mulva sem párolog el.

pl. kanada-balzsammal körülragasztjuk.¹ Ily módon egész nagy területű egyenletes elhajlító réteget kaphatni, már a mennyiben a kénnel való bevonás egyenletesen sikerült. Az első kettő kivételével a preparátumok így készültek.



5. ábra.

Az említett *harmadfajta* csikrendszer (a mit szintén függőleges egyenes csikok alkotnak) már most akkor áll elő, ha nem homogén fényt, hanem *folytonos színeképet* vetünk a tükröző felületre (l. az 5. ábrát). Ha az interferencia-teret metsző sík — mint a mi esetünkben — ezzel párhuzamos s a színeképet aránylag rövid, a csikok főleg annak tulajdonítandók, hogy a hullámhossz helyről-helyre változik, míg ha az említett sík hajlik a tükrőhöz, mint

WIENER kísérleteiben, akkor főleg az ennél fogva helyről-helyre változó útkülönbségnek. Más szóval most a

$$k = \frac{2y \cos i}{\frac{\lambda}{2}}$$

-ban y pontosan, i közelítőleg állandó és sötétség van mindama helyeken, a hová olyan λ hullámhosszaságú fény esik, hogy

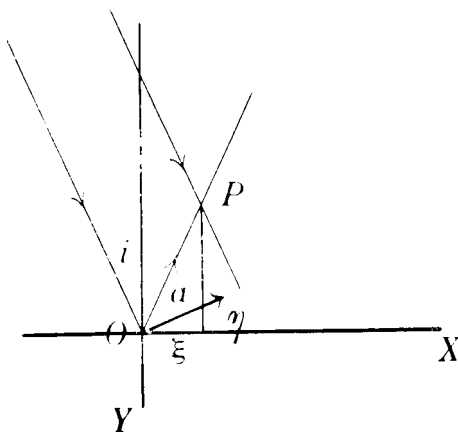
$$k = 2\nu + 1.^2$$

¹ A kanada-balzsam annyiban nem egészen megfelelő, hogy a benzolban oldódván, annak a törésmutatóját csökkenti.

² Keletkezésük módját tekintve, az első- és másodfajta csikokra igen találóan lehetne alkalmazni a németben meghonosodott *Streifen gleicher Dicke* és *Streifen gleicher Neigung* elnevezést, a harmadfajtát pedig hasonló joggal *Streifen gleicher Farbe* elnevezéssel lehetne illetni, amiknek magyarul talán az *állandó távolság*, *állandó hajlás* és *állandó szín görbéi* elnevezés felelne meg. Ugyanez áll a II. részben tárgyalt reciprok interferencia-csikok három fajtájára is. Utólagos megjegyzés.

9. Hátra van még, hogy a csikoknak poláros fényben való viselkedéséről szóljak s végül elintézzem azokat az ellenvetéseket, a melyeket a kísérletek eddigi értelmezése ellen egyáltalán felhozni lehet.

A poláros fényben való viselkedést főleg e legutóbb említett csikokon figyeltem meg, olyaténképen, hogy kettősentető prizmával két, egymásra merőlegesen (vízszintes és függőleges síkban) polározott, egymás felett álló s egymást érintő színpépet vetítettem a prizmára. Már az elsőfajta csikoknál említettem,



6. ábra.

hogy a csikok az előbbi, tehát a beesés síkjában polározott fényben igen élénken láthatók, miként az várható is, *de az utóbbiban sem tűnnek el semmilyen beesési szög alatt sem*, tehát 45° -os beesésnél sem, a mikor pedig fényérzékeny vagy fluoreszkáló réteget használva, interferencia-csikoknak nyoma sincs.

A jelenség magyarázata igen egyszerűen adódik a fényszóródás természetéből. Czélszerűbb lesz azonban az általánosabb esetet tárgyalni, mikor tehát tetszőleges i szög alatt érkezik a beesés síkjára merőlegesen polározott a amplitudójú fényrezgés a tükröző felülethez, a melyet megint XOZ síknak választunk (l. a 6. ábrát).

Ez esetben a beeső síkhullám rezgésösszetevői lesznek :

$$\xi'_P = a \cos i \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i + y \cos i}{\lambda} \right),$$

$$\eta'_P = -a \sin i \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i + y \cos i}{\lambda} \right),$$

$$\xi'_P = 0,$$

a visszavert fényé pedig teljes tükrözést feltételezve

$$\xi''_P = -a \cos i \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i - y \cos i}{\lambda} \right),$$

$$\eta''_P = -a \sin i \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i - y \cos i}{\lambda} \right),$$

$$\xi''_P = 0.$$

Az eredő rezgés e szerint

$$\xi_P = \xi'_P + \xi''_P = -2a \cos i \cdot \sin 2\pi \frac{y \cos i}{\lambda} \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i}{\lambda} \right),$$

$$\eta_P = \eta'_P + \eta''_P = -2a \sin i \cdot \cos 2\pi \frac{y \cos i}{\lambda} \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x \sin i}{\lambda} \right),$$

azaz általában elliptikus rezgés, a mely specialiter az OX , ill. OY tengelymenti lineáris rezgésbe megy át, ha

$$2\pi \frac{y \cos i}{\lambda} = \Delta = (2\nu + 1) \frac{\pi}{2}, \quad \text{ill.} \quad 2\nu \frac{\pi}{2}$$

s körösbe, ha

$$\Delta = 2\nu \frac{\pi}{2} - i.$$

A mi a megfigyelhető jelenséget illeti, ez lényegesen különbözőképen alakul, a szerint, a mint fluoreszkáló ill. fényérzékeny, avagy fényelhajlító réteggel dolgozunk.

Az előbbieket esetén csupán a fényintenzitás jó számba, a keltett hatás ezzel arányos, függetlenül a rezgés alakjától. Az intenzitás értéke

$$I = \bar{\xi}^2 + \bar{\eta}^2 = 4a^2 (\cos^2 i \sin^2 \Delta + \sin^2 i \cos^2 \Delta)$$

lévén, a Δ -val periodikusan változó hatást¹ kapunk, kivéve, ha

¹ De teljes minimumokat csak $i=0$ és $i=90^\circ$ esetén.

$$\cos^2 i = \sin^2 i = \frac{1}{2}, \quad \text{azaz } i = 45^\circ,$$

a mikor

$$I = 2a^2$$

függetlenül a Δ értékétől.

Ez a WIENER-féle kísérlet eredménye is. A fényszóródásnál azonban másként áll a dolog. Egy fényszóró részecske bizonyos rezgés hatása alatt *minden irányban csak az illető rezgésnek ez irányra merőleges vetületét emittálja*, azaz olyan rezgést, a milyennek a gerjesztő rezgés a kérdéses irányból nézve látszik. Miután a jelenséget a tükör mögül, a OY irányból figyeljük meg, szemünkbe csupán a ξ komponens küld fényt, azaz a megfigyelt hatás

$$I = \xi^2 = 4a^2 \cos^2 i \sin^2 \Delta$$

bármilyen beeséskor is a Δ -val periodikusan változik (s mindenkor, $i = 45^\circ$ esetén is, *teljes* minimumokon megy át). A kísérlet — mint említettem — tényleg a csikoknak ezt a szinte várakozásom ellenére való viselkedését mutatta.¹ A fentiekből egyúttal a 45° -os beeséskor megfigyelt csikok intenzitásbeli viszonyai is érthetővé válnak. A beesés síkjában polározott fényben az intenzitás 0 és 4 között ingadozik (ha a beeső fényét 1-nek vesszük), a merőlegesen polározottban 0 és 2 között. Ez utóbbiak tényleg igen gyengék, néha csak úgy tudtam őket felismerni, hogy a prizma forgatásával mozgásba hoztam őket.² Eközben azt is megfigyelhetni, hogy ha a forgatással a beesés szöge nő, a csikok a kisebbedő hullámhosszak felé vonulnak, közben szélesebbek s egyúttal élénkebbek is lesznek, azaz a maximum és minimum közti különbség nagyobb lesz.³ Világos, hogy mennél nagyobb a beesés szöge, annál

¹ Világos, hogy a megfigyelések értelmében a fényszóródásra is a FRESNEL-féle (az elektromos) vektor az irányadó. Ezt azonban már a szét-szórt fény polárosságából is tudtuk.

² A megfigyelést t. i. lényegesen akadályozza az a körülmény is, hogy folytonos színekkel dolgozva, zavaró fényeket alig lehet elkerülni.

³ Egyúttal a két, egymásra merőlegesen polározott csikrendszer egymáshoz képest is eltolódik, a mi részben a totális reflexiónál fellépő fázis-változásból, részben a csillám kettős töréséből magyarázandó.

alacsonyabbrendűek az interferenciák, annál kisebb befolyása van a spektrum tökéletlen tisztaságának. Azonban, mint a már jelzett új interferenciák megbeszélésénél is látni fogjuk, az alacsonyabbrendű interferenciák tisztább volta nem csupán ennek a körülménynek tulajdonítandó, hanem annak is, hogy az alacsonyabbrendű interferenciákat a részecskék dimenziójának véges volta kevésbé befolyásolja.¹ T. i. alacsonyabbrendű interferenciák esetén az egyenlő intenzitású síkok (pl. két sötét sík) egymástól messzebb vannak, ennél fogva egy nagyobb részecske által elfoglalt téren belül is a fényállapot állandónak tekinthető. Tényleg, finomabb elhajlító rétegen a magasabbrendű csíkok is élénkebbek s olyanok maradnak a beesési szög csökkentésénél egész a totális reflexió határszögéig, a mikor — mint már említettem — teljesen eltűnnek. Különösen szépen lehet ezt megfigyelni a szóban forgó csíkokon; a mint a prizma forgatása közben egymás után lépnek ki a prizmából a megtört zöld, sárga stb. sugarak (l. az 5. ábrát) úgy tűnnek el a megfelelő színekben az interferencia-csíkok.² Ez egyúttal döntő jelentőségű kísérlet arra nézve, hogy a leírt jelenségek tényleg úgy jönnek létre, a mint kifejtettük, t. i. a beeső és a totálisan reflektált sugár interferenciájából. Az a feltevés ugyanis, hogy e jelenségek közönséges NEWTON-féle interferenciák, a mik egyazon beeső sugárnak a csillám első és hátulsó lapján történő

¹ A részecskék nagyságát mérlegeléssel s megszámlálással próbáltam meghatározni. E végből egy 100×200 mm nagyságú üveglemezt vontam be úgy, hogy átlag $0,5 \times 10^6$ részecske jutott 1 mm^2 -ra s a súlyszaporulatot $0,25 \text{ mgr}$ -nak találtam, a miből egy részecske átmérője $2,9 \times 10^{-4}$ mm-nek adódnék. Azonban a mérlegelés megbízhatóságát erősen csorbitja az a körülmény, hogy a kénezéskor a lemez felmelegszik s az üveghez abszorbeált vízgőz elpárolgása folytán az első mérlegelés $4-5 \text{ mgr}$ súlycsökkenést mutat. A mellett az elhajlító rétegen a 613. lapon említett változása — úgy látszik — a részecskék kisebbedésével jár. A részecskék nagyságrendje azonban mindenesetre ez; kisebbek, de nem sokszorososan a fény hullámhosszánál.

² Itt tűnik ki a totális reflexio alkalmazásának előnye. Fémtükörrel ezt a kísérletet nem lehetne végrehajtani. A mellett a totálreflektáló felület a hátulról történő megfigyelés számára *teljesen* átlátszó, ez a berendezés másik lényeges előnye.

visszaverődéséből származnak, itt még szóba is alig jöhet, az egész preparatum igen nagy megközelítéssel egyenlő törésmutatójú lévén. A jelzett kísérlet szerint pedig a feltevés *teljesen* eselik, mert hiszen a csillám első lapjánál legfeljebb $1,60 : 1,56 = 1,025$ törésmutató-változás lévén, világos, hogy ennek értelmében a csikoknak a totális reflexión innen kellene élénkebbeknek lenniök (a mikor t. i. a hátulsó lapon is csak parciális visszaverődes történik, azaz a két interferáló sugár intenzitása inkább egyenrangú) a valóságban pedig ott nyomuk sincs.

10. Az eddig elmondottak eredményét most már következőképen foglalhatjuk össze: Felvetettük azt a kérdést, vajjon az ultramikroszkópos részecskéken történő fényelhajlás, a fény-szóródás alkalmas-e valamely fényátjárta térrezgés állapotának megvizsgálására. Erre a kérdésre most a leghatározottabb igennel felelhetünk. A fény-szóródás segélyével tényleg elvégeztük annak a fényállapotnak (interferenciáknak) megvizsgálását, a mely valamely (totálisan) reflektáló lap előtt a beesés szögének 90° -tól 40° -ig való változtatása közben előáll; e megfigyelésekből következik, hogy a fény-szóródás az állófényhullámok megvizsgálására, láthatóvá tételére is alkalmas, mint egyáltalán minden fényállapot teljes felvételére, analizálására. Szinte felesleges ezen körülmény fontosságára rámutatni. A fényelmélet egyenletei a fényvektort, mint a hely és idő függvényét adják meg; ugyanezt nyerhetni eszerint kísérletileg a fényátjárta térbe helyezett ultramikroszkópos részecskék segélyével. Említésre érdemes, hogy a fénytérnek eme, hogy úgy mondjam, topografikus felvétele *tökéletesen* a fénynek — bizonyos értelemben — leg-egyszerűbb hatása alapján végezhető el, annak alapján t. i. hogy a testeket láthatóvá, világítóvá teszi. Ennek a megállapítását tekintem az eddigiek lényeges és új eredményének. E megállapítással együtt adódik az is, hogy a fénynek erre a hatására nézve tényleg a FRESNEL-féle, azaz az elektromos vektor az irányadó, a mi — a fény-szóródás polározásbeli viszonyaiból vont következtetés formájában — kísérleteinknek tulajdonképeni kiinduló pontjául szolgált.

II. RÉSZ.

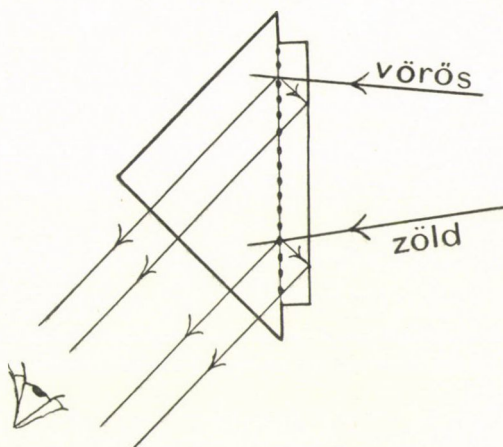
11. Az első rész 3. pontjában említettem már, hogy ha az álló fényhullámokat a fényszóródással akarjuk láthatóvá tenni, a szokásos berendezést (ezüstitükröt s hozzá gyenge ferdeséggel hajló elhajlító réteget) használva, a megfigyelhető csikrendszer létrejöttét nem lehet — minden további nélkül — egyértelműen értelmezni. A csomókban lévő részecskék ugyanis mindenesetre sötétben fognak maradni, azonban lehetséges, hogy a duzzadóknál lévő világító részecskéket is sötéteknek fogjuk látni, ha a róluk direkt és visszaverődéssel szemünkbe jutó két sugár interferencia-képes s útkülönbségük a félhullámhossznak páratlan számú többszöröse. Láttuk azonban, hogy e kétértelműség elkerülhető, ha az elhajlító réteget a tükrő mögül figyeljük meg, a mikor minden részecskéről csak egyetlen sugár jut a megfigyelő szembe s láttuk, hogy ilyen berendezéssel tényleg sikerült valamely tükröző felület előtt létrejövő interferencia-jelenségeket (az ú. n. WIENER-féle interferenciákat) megfigyelni és megvizsgálni.

Közben reájöttem, hogy ezek a jelenségek azzal az esetleges új interferenciával a legszorosabb kapcsolatban állanak, úgy hogy ha ezek a fényszóródással láthatóvá tehetők, akkor amazoknak is létezniök kell. Tegyük fel ugyanis, hogy a fényszóródás tényleg alkalmas az álló fényhullámok kimutatására. Ez azt jelenti, hogy a fényszóródás — mint már többször említettük — kizárólag a FRESNEL-féle vektor által jön létre s általa van meghatározva. De akkor a benne kiinduló sugárzás már szimmetria okoknál fogva sem lehet más, mint egyetlen egyszerű circumaxiális gömbhullám, a melynek különböző irányokban kiinduló sugarai ugyanazzal a fázissal indulván ki, kohærenssek. Talán nem kényszerítő erejű, de igen plauzibilis az a következtetés is, hogy ha egy ilyen kicsiny részecskén a két ellentett irányú hullám interferenciára juthat, akkor viszont a részecskéből ellenkező irányokban kiinduló sugaraknak is interferencia-képesnek kell lenniök.

12. Ennélfogva a mint a legelső præparatumon a másod- és harmadfajta csikokat sikerült előállítanom, rögtön megpróbál-

tam a kísérletet úgy módosítani, hogy a prizma átfogó lapjára hátulról merőlegesen folytonos színeképet vetítettem s a prizma befogó lapján keresztül néztem az elhajlító rétegre (lásd a 7. ábrát). Rögtön feltűnt egy, a folytonos színeképet átszelő brilláns fekete függőleges csíkrendszer, a mely magán az elhajlító rétegen látszott.

Nem lehetett kétséges, hogy ez a keresett jelenség: *egyazon részecskéből direkt és visszaverődéssel a szembe jutó két sugár interferenciája* (a mint azt az 7. ábrán jeleztem); bizonyos



7. ábra.

értelemben a fentemlített harmadfajta interferenciának megfordítottja. Minthogy t. i. a csillám vastagsága (d) mindenütt ugyanaz s ha a szemünket kissé messzebb helyezzük, a beléjutó sugarak emersio-szöge¹ is körülbelül állandó, a csíkok itt is annak tulajdonítandók, hogy az említett sugárpár *hullámhosszokban* mért útkülönbsége a vöröstől az ibolya felé egyre növekvő értékeket vesz fel; a *színekép mindazon helyeit*, a hol az útkülönbség

$$2d \cos \varepsilon = (2\nu + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (\text{változó a } \lambda)$$

sötéteknek látjuk.

¹ Így nevezhetni a szétszórt sugár és a felületi normális közti szöget.

Ennek megfelelően, ha a prizrát a fényforrás (spektroszkóp) felé közelítjük, a ráeső spektrum összehúzódásával együtt a csíkok is sűrűsödnek, úgy hogy két szín között mindig ugyanannyi csík marad, a míg végre a színek oly kevéssé tiszta lesz, hogy a csíkok eltűnnek. Miként azok a beesés szögével, akként változnak ezek az emersio-szöggel. Nevezetesen az emersio-szög növelésével, azaz ha a megfigyelő szemet ábránkon az óramutató járásával ellentett irányban mozgatjuk, a csíkok száma csökken, élességük azonban nő; kisebbitésével a számuk gyarapszik, de élességük lassan csökken, mígnem a teljes visszaverődés határánál *hirtelen* eltűnnek.

13. Egyébként a szétszórt fény interferenciájának részletesebb vizsgálatát nem ezeken a csíkokon végeztem el, hanem azokon, a melyek *homogén* fényben állíthatók elő, a WIENER-féle interferenciák második fajtájának recziprokjaképen. Ha t. i. nem színeképet, hanem *homogén fényt ejtünk az elhajlító rétegre* úgy, hogy a prizrát átfogó lapjával egyszerüen az okulárrés elé állítjuk, ez esetben a prizma-hoz lehető közel helyezett, *végtelenre akkomodált szemmel a LUMMER-HALDINGER-gyűrűkhöz hasonló csíkokat figyelhetni meg*. A jelenség magyarázata, a miből egyuttal az említett recziprocitás is kitűnik, nagyon egyszerű. Homogén fényről s egyenlő vastagságú csillámlevelelről lévén szó, az *egyazon* emersio-szög alatt kilépő sugárpárok, [a melyek a végtelenre akkomodált szem retinájának *egy* pontjában találkoznak], útkülömbsege egyenlő, de ez az átkülömbség az emersio-szöggel változik, mindazokban az *irányokban*, melyekben

$$2d \cos \varepsilon = (2\nu + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (\text{változó az } \varepsilon),$$

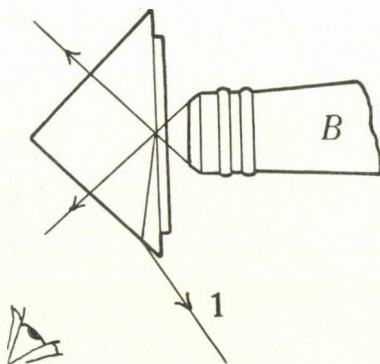
sötétséget látunk. A szemet lehető közel kell helyezni, hogy a pupilla által felfogott nyalábban ε elég nagy közben változzék, lehető sok csíkot lássunk.

Mielőtt részletesebb leírásukra térnék, szólni kívánok e csíkok előállításának egy más módjáról is. Attól a megfontolástól vezetve u. i., hogy az elhajlító rétegnek a pupillánál nagyobb darabját megvilágítani felesleges fény pazarlással jár, az okulárrésből kilépő fényt gyengébb, majd erősebb objektívvel (ZEISS-

féle B obj.) a rés, ill. egy közbenső kördiafragma kicsiny képébe gyűjtve ejtettem a praeparatumra (l. a 8. ábrát). A megvilágításnak, mondjuk a részecskék gerjesztésének ez a módja egyrészt azzal a gyakorlati előnnyel jár, hogy ily módon az elhajlító réteg különböző darabjait külön-külön vehetjük vizsgálat alá, másrészt azzal az elvi jelentőséggel, hogy így tetszésszerint kevés számú, akár egyetlenegy ultramikroszkópos részecske fénysugárzását tehetjük megfigyelés tárgyává. Ilyen megvilágításnál tehát

rendes láttávolságból a praeparatumra nézve, rajta csak egy igen kicsiny, szinte pontszerű, erősen megvilágított felületet látni. Ha azonban szemünket a befogó laphoz lehető közel helyezzük s végtelenre akkomodálunk, a pupillának a retinára való vetületeképen kör alakú megvilágított felületet látunk, átszelve a LUMMER-félére emlékeztető említett csíkokkal. A mi a csíkok alakját illeti, ezek közül függőleges egyenesek azok, a melyek a befogó lapra körülbelül merőleges irányban láthatók, balra concávok))) a nagyobb, jobbra concávok (((a kisebbedő emersio-szög alatt láthatók, a melyeket aztán a totális reflexiónak ugyanígy hajlott határvonala¹ határol, úgy hogy a határszögnél kisebb emersio-szög alatt csíkok egyáltalán nem, vagy csak aránytalanul gyengébben láthatók. A csíkok élességéről megjegyezhetjük, hogy az az emersio-szög növelésével szintén növekszik, a minek magyarázatáról alább lesz szó.

Szóljunk azonban előbb arról az egyetlen még szóhajóhető magyarázatról (l. a 9. ábrát), hogy e csíkok nem a részecskék-ről majdnem ellentett irányban kiinduló 1. és 3. sugarak inter-

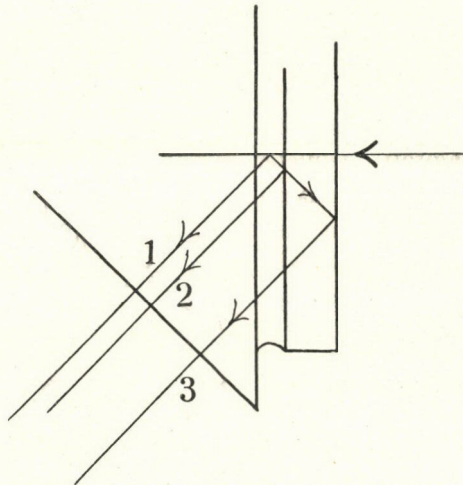


8. ábra.

¹ Illetve két határvonala, a miket azonban — éppen a csíkok miatt — nem igen lehet egymástól megkülönböztetni.

ferenciái, hanem a 2. és 3. sugáréi (a mire persze az 1. sugár mindenesetre még ráakodik), azaz a csíkok tényleg LUMMER-gyűrűk, a mik a csillám első és hátsó lapján történő visszaverődéssel *egyetlen sugárból* jönnek létre, a fényszóró részecskék szolgálván fényforrásul.

Ez a magyarázat ugyan már eleve igen valószínűtlen, magára a lehetőségre is csak akkor gondoltam, mikor némi meglepetésemre azt tapasztaltam, hogy bármily csekély legyen is a csillám-folyadék törésmutató különbsége, mégis elegendő arra,

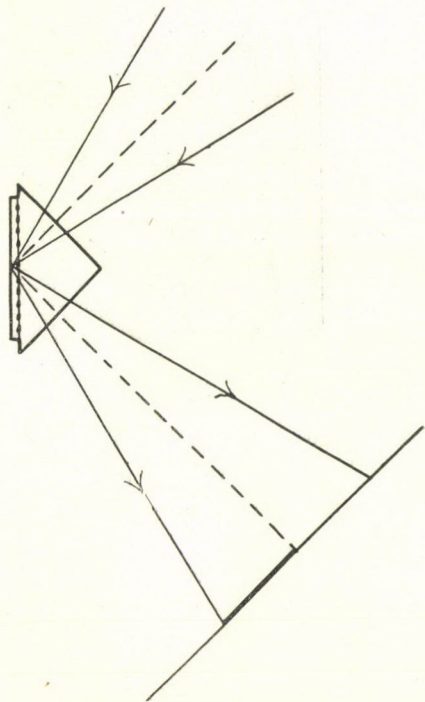


9. ábra.

hogy a *direkt* visszavert fényben LUMMER-gyűrűkben nyilvánuljon. A kétféle magyarázat között való döntésre ugyanaz a gondolatmenet szolgált volt, a melyet WIENER adott (l. c. § 3) annak a bizonyítására, hogy a fényérzékeny rétegen jelentkező csíkok nem közöséges NEWTON-féle interferenciából erednek. Mnthogy minden interferencia-jelenség annál tökéletesebb, minél inkább egyenlő intenzitása van az interferenciára jutó két sugárnak, ellenben tökéletlen, ha az egyik tetemesen erősebb s minthogy a 2. sugár a kicsiny törésmutató-különbség miatt *igen gyenge* (néhány tizedrészre a 3-nak), következésképpen: a 2. és 3. sugár interferenciája (azaz a közöséges LUMMER-

gyűrűk) tökéletesebb, ha a beesés szöge kisebb a teljes visszaverődés határszögénél, a mikor a csillám hátulsó lapján is csak parciális reflexio történik s a 3. sugár is aránylag gyenge; ellenben az 1. és 3. sugár interferenciája csak az említett határszögnél nagyobb emersio-szögeknél lehet tökéletes, a mikor a 3. sugár totális reflexióval jön létre, tehát az 1-gyel egyenlő intenzitású. Miután a szétszórt fény interferenciái az utóbbi viselkedést mutatják, már is kétségtelen, hogy az 1. és 3. sugár találkozásából erednek.

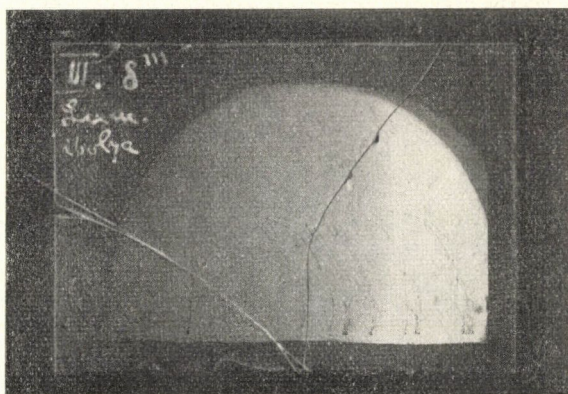
Végeztem azonban még olyan kísérletet is, a melyben a LUMMER-gyűrűk s a mi csikjaink egyszerre jelentkeznek s viselkedésük közvetlenül összehasonlítható. Ezt oly módon értem el, hogy a befogó lapon ejtettem be az erősen konvergens, homogén nyalábot s a visszavert fényt fehér ernyőn fogtam fel (10. ábra). A fénykúp úgy volt irányítva, hogy a teljes visszaverődés határszögét magában foglalta, csúcsa pedig éppen az átfogó lapot érte. Ez esetben a legalább 5—10 cm távolságban elhelyezett ernyőn látható megvilágított kört a teljes visszaverődés határvonala egy igen erősen s egy sokkal gyengébben megvilágított részre osztotta; az utóbbiban egészen jól megfigyelhető csíkok voltak, az előbbiben csíkoknak nyoma sincs. A 11. ábrán közölt fotografia ezt a jelenséget ábrázolja. Ez a körülmény tehát bizonyítja, hogy e csíkok tényleg LUMMER-gyűrűk, a mik a csillám első és hátulsó lapján történő visszaverődéssel jönnek



10. ábra.

létre s ernyőn foghatók fel, mert a csillám amaz igen kicsiny darabjának méreteihez képest, a min a visszaverődés történik, az ernyő távolsága már végtelennek tekinthető, a LUMMER-gyűrűk pedig a végtelenben vannak. A határgörbe igen jól látható a szétszórt fényben is, de *interferencia-csíkok* ennek viszont csupán a teljes visszaverődés határán túl fekvő részében láthatók, a hol tehát az *emersio-szög* nagyobb a határszögnél.

Ezt a jelenséget is megpróbáltam fotográfiailag rögzíteni, és pedig úgy, hogy egyazon képen mind a szabályosan visszavert, mind pedig a szétszórt fényben látható jelenség rajt legyen,

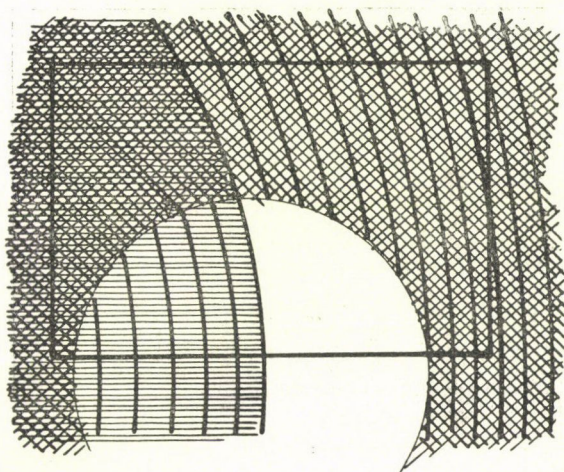


11. ábra.

a mint azt a 12. ábra mutatja, a hol a téglalap a fotografiai lemez kerületét, a kör a szabályosan visszavert fény határát, az átvonuló görbe pedig a totális reflexio határvonalát jelzi. Azonban a szétszórt fény gyenge volta miatt 30 perces kinn-tartással sem tudtam róla képet kapni. Ellenben sikerült a szétszórt fény interferencia-csíkjait is lefotografálnom úgy, hogy *belső, majdnem surlódó beeséssel* ejtettem az átfogó lapra a megvilágító fényt¹ s a visszavert fénynél még nagyobb emersio-

¹ A megvilágítás ezen módja (s a rendsnél talán kissé erősebb kén-réteg) miatt azonban e kísérlet nem egészen kifogástalan. Utólagos megjegyzés.

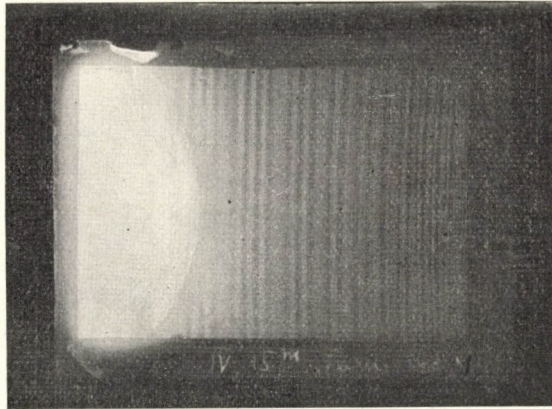
nál jelentkező csíkokat fogtam fel ernyőn, ill. fotografiai lemezen. A szétszórt fény intenzitása ez esetben oly nagy, hogy az ernyőn *igen jól* látható csíkokat s róluk 15 perces kinntartással a 13. ábrán közölt képet nyertem. A kép bal oldalán látni a szabályosan visszavert fény által megvilágított kört, a melyben csíkoknak nyoma sincs. (Visuális megfigyeléssel lehetett ugyan benne *igen gyenge* csíkokat látni, az erős túlexponálás miatt azonban ezek a képen nem jelentek meg.) Ellenben a tőle jobbra eső s csupán szétszórt fényvel megvilágított darabon igen szép



12. ábra.

interferencia-csíkokat látni. [A csillám kettős törése miatt két, egymásra merőlegesen polározott fény két különböző csíkrendszert szolgáltatott (l. a következő pontot); természetes fény esetén a kettő egymásra rakódik, innen a csíkok periodicitása.] Ha mindezeket a megfigyeléseket összevetjük a fentebb végzett megfontolásokkal, akkor mint teljes biztossággal megállapított eredményt mondhatjuk ki, hogy *e csíkok tényleg a fényszóró részecskékből, mint pontszerű fényforrásokból két különböző, sőt majdnem ellenkező irányban induló sugarak interferenciájának eredményei.* Megjegyzésre érdemes, hogy a határszögnek fekvő csíkokban oly két sugár interferál, a melyek eredetileg 100° divergenciával

indultak ki! Ezek különben a legmagasabb rendszámú csíkok s egyúttal a legkevésbé élénkek, a mi itt is a részecskék dimenziójának véges voltában leli magyarázatát. Ennek a befolyásáról némi közelítéssel úgy adhatunk számot, hogy egyetlen részecske helyett kettőt veszünk fel, a totálreflektáló lap előtt d és $d+\delta$ távolságban. A belőlük kiinduló sugárpár útkülönbsége $2d \cos \varepsilon$, ill. $2(d+\delta) \cos \varepsilon$ (ε az emersio szöge); látnivaló, hogy a különbségük: $2\delta \cos \varepsilon$ (a mi a csíkok élességének mértéke) az ε növelésével csökken, a csíkok megfelelően élesednek.



13. ábra.

Ugyanerre az eredményre jutunk, ha a fényszóródás intenzitás-viszonyait tartjuk szem előtt. Ha a részecskék kissé nagyobbak, az átmenő fény irányában jóval erősebb az elhajlított fény, mint ellenkező irányban. Mennél alacsonyabb rendű csíkot tekintünk, annál kisebb divergenciája, tehát annál kisebb intenzitáskülönbsége van a benne interferáló sugárpárnak, annál tökéletesebb tehát az interferencia. Ezeket a következtetéseket támogatják azok a megfigyelések is, hogy a csíkok élénksége túlságosan vastag rétegnél már alacsonyabb rendszámánál szűnik meg s viszont a magasabb rendű csíkok is élénkebbek lesznek, ha a réteget nem hátulról világítjuk meg, hanem belső surlódó beeséssel, a mikor t. i. az interferenciára jutó két szétszórt sugár szimmetrikusabban fekszik a beeső, gerjesztő fényhez.

15. A szétszórt fénynek emez interferenciái poláros fényvel előállítva meglehetősen komplikált megjelenésű csikokban nyilvánulnak, a melyek értelmezésében a fényszóródás polározási állapotán kívül a totális reflexio és a csillám kettős törése is (ez utóbbi meglehetősen nagy befolyással) számításba veendő.¹ A jelenségeket lehetőleg egyszerűsítendő, a csillámot úgy helyeztem a prizma átfogolapjára, hogy a két főirány vízszintes és függőleges legyen s az előbbi legyen a két tengelyt tartalmazó. Ez esetben vízszintesen polározott fényben semmi különös jelenség sem észlelhető, ha azonban a beeső fény függőleges síkban van polározva, akkor a csikok megjelenése a beesés irányától is, a megfigyelés (emersio) síkjának fekvésétől is függ. Magában a vízszintes síkban a csikok a rendes megjelenésűek, ehhez hajló emersio-síkban azonban több csík összeolvadása folytán a csikokon sajátzerű periodicitás észlelhető, a mi bizonyára az interferáló két sugár különböző rezgésalakjából magyarázható.² Megint új komplikációk lépnek fel, ha a beeső fény nem érkezik hátulról merőlegesen, mint eddig feltételeztük. Ha pl. a circumaxialitás tengelye mentén nézünk (a mi ferde beesésnél lehetséges) ezen irányban, a direkt sugár intenzitása 0 lévén, gyűrűk sem láthatók.³ Azonban a jelenségek részletezésébe belemenni csak akkor lesz érdemes, ha a csillám kettőstörése által behozott felesleges nehézségek ki lesznek küszöbölve. Vékony üveglemezt kell tehát használni s az eddiginél homogénebb fényt (higanylámpa). Ez esetben talán meg lehetne állapítani a csikok polározási állapotát is s összevetni az üveg-levegő határfelületén rácozással elhajlitott ugyanolyan irányú fény polároságával. Ez utóbbinak elméleti értelmezésére u. i. doktori dolgozatomban⁴ olyan felfogást fejtettem ki, hogy az a határfelület

¹ Tulajdonképen a csikok fénye sohasem természetes, még ha a beeső az is, a fényszóródás polározó hatása miatt.

² T. i. az egyenesen a megfigyelő szemébe haladó sugár mindig lineár-poláros, a másik a csillám kettős törése s a totális reflexio folytán általában elliptikusan poláros.

³ Erre a körülményre FRÖHLICH tanár úr figyelmeztetett.

⁴ l. c. 52—53. l.

két oldalához végtelenül közel fekvő centrumokon, mint homogén közegben történő elhajlásból rakható össze, ha t. i. úgy tekintjük, mint e centrumokból direkt, ill. visszaverődéssel és töréssel a szembe jutó sugarak eredőjét. Ezek a hypothetikus rezgési centrumok s a feltételezett interferencia (igaz, hogy nem zérus, hanem véges útkülönbséggel) most tényleg meg van valósítva, a jelenségek azonossága tehát kísérletileg is ellenőrizhető lesz.

16. Mindezideig feltételeztem, hogy a szóban forgó interferenciák létrejöttében lényeges szerep jut a fényszóródás természetének; annak t. i., hogy a beeső, gerjesztő fény hatása alatt *minden egyes* fényszóró (dielektromos) részecske egyszerűen periodikus elektromos-polározási állapotba jut s így *egyetlen* egyszerű circumaxiális gömbhullámot emittál, a melynek összes különböző irányú sugarai kohærenssek. Más szóval — a fényemissiót a legelemibb centrumokra, mondjuk elektronokra vezetve vissza — ez a feltevés annyit mond, hogy lényegesnek tettük fel azt a körülményt, hogy az egy-egy részecskében lévő elektronok egyenlő fázisban rezegnek.

Kissé behatóbb megfontolás mutatja, hogy a legelemibb centrumok mozgásának erre a rendezettségére nincs is szükség s hogy ugyanilyen jelenségek előállíthatók bármilyen fényforrással, a melynek méretei, ill. csak a tükör normálisra menti mérete kicsiny a fény hullámhosszához képest, *feltéve, hogy az egy-egy ilyen legelemibb centrumból különböző irányokban induló sugarak kohaerensek.*

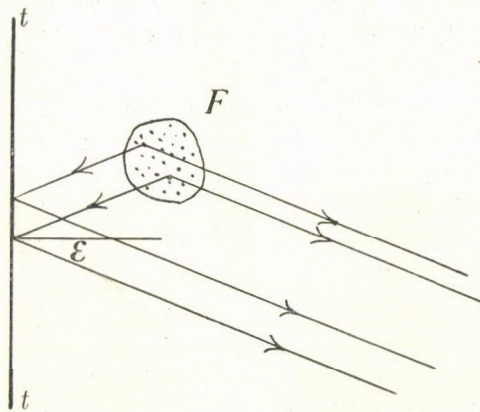
Hogy ezt belássuk, vegyünk fel a tt tükör előtt (14. ábra) egyelőre tetszésszerű méretű F fényforrást, gondoljuk ezt az ő legelemibb centrumaira felbontva s határozzuk meg azoknak a sugárpároknak az eredőjét, a melyeket a különböző centrumokból direkt, ill. visszaverődéssel, de mindig ϵ emersio-szög alatt kiinduló sugarak alkotnak. Legyen d_i egy tetszőleges centrum távolsága a tükörtől, akkor a belőle kiinduló sugárpár útkülönbsége $2d_i \cos \epsilon$ s ez a d_i -vel együtt minden lehető értéket felvesz, az összes sugárpárok együttvéve egyenletes megvilágítást eredményeznek. Ellenben interferencia-esíkokat kapunk, ha a fényforrás méretei, ill. mélysége kicsiny, úgy hogy ez útkülönb-

ségek mind közel egyenlők. Ahhoz például, hogy ez útkülönbségek a λ hullámhossznak legfeljebb k -edrészében különböz-hessenek, elegendő, ha a fényforrás tetszésszerű i és j pontjára nézve

$$2(d_i - d_j) \cos \varepsilon \leq \frac{\lambda}{k},$$

azaz a fényforrás mélysége

$$m = (d_i - d_j)_{max.} \leq \frac{\lambda}{2k \cos \varepsilon}.$$



14. ábra.

Látnivaló, hogy mennél nagyobb ε , azaz mennél alacsonyabb rendű csíkokat akarunk előállítani, annál nagyobb lehet m , viszont ha m a λ -nak is csak törtrésze, akkor még normális emersiónál is kapunk interferencia-csíkokat. Másszóval, ha a fényforrás mélysége kicsiny a hullámhosszhoz, interferencia-jelenségek állanak elő, akár koherensek a fényforrás különböző pontjai (centrumai), akár nem. A fényszóródásban — a polározási viszonyok tanúsága szerint — valószínűleg az előbbi esettel van dolgunk, az egy-egy részecskéhez tartozó centrumok koherensek, de hogy erre szükség nincs, bizonyítja, hogy ugyanilyen jelenségeket fluoreszkáló fénnyel is előállítottam.

17. Fluoreszkáló anyagul fluoresceint használtam, a mit DRUDE és NERNST idézett értekezésükben az állófényhullámok vizsgálatára igen alkalmasnak jeleznek. A fluorescein vízben

kevéssé, natronlúgban (mint natronfluorescein) igen jól oldódik, s ez utóbbi alkalmas hígításban ($\frac{1}{200}$ — $\frac{1}{500}$) rendkívül erősen fluoreszkál.¹ Mnthogy a fluoreszkálás fénye igen kevéssé homogén, a mennyiben az igen erős sárgás-zöldön kívül vöröset és zöldet is tartalmaz, ennélfogva csak a legalacsonyabb rendű interferenciák jönnek létre, ill. figyelhetők meg spektroszkóp nélkül. Ennek megfelelően úgy szándékoztam a kísérletet berendezni, hogy 0,25 dioptrias biconvex lencse egyik felületét igen vékony fluoreszkáló réteggel vonom be s átlátszóan ezüstözött üveglaphoz szorítom, a közt a lencséével egyenlő törésmutatójú folyadékkal töltve ki. Ha most a réteget a tükör mögül jövő fényvel fluoreszkálásba hozzuk s a præparatumot előlről nézzük, a lencse és a tükör érintkező pontja körül a NEWTON-félékhez analog gyűrűrendszert kellene látnunk. A fluoreszkáló réteget DRUDE és NERNST szerint próbáltam előállítani, $\frac{1}{100}$ -os fluorescein-oldathoz $\frac{1}{600}$ gelatint adva, ezzel a lencsét megnedvesítve s beszárítva. Azonban az így nyert rétegek alig fluoreszkáltak; úgy látszik, a natronfluorescein nem maradt meg abban a szilárdoldat állapotban, a melyben még fluoreszkál, hanem nemfluoreszkáló, szilárd állapotban vált ki.²

Ezt a nehézséget elkerülendő, megint ugyanahhoz a kísérleti berendezéshez fordultam, a melyet a szétszórt fény interferenciáinak előállítására használtam; nevezetesen az előbbinél még kissé töményebb, erősebben fluoreszkáló oldat egy cseppjét az ott említett derékszögű prizma átfogó lapjára vittem s 15—20 μ vastagságú csillámlevéllel fedtem le. A csillám a kapillaris erők folytán erősen odatapad s a folyadék kiszivárog, ill. egyes helyekre gyűl össze, úgy hogy 10—15 percz mulva s később még inkább találni elegendő nagy felület-darabokat, a hol az üveg és csillám közt lévő folyadék réteg vastagsága a fényhullámhossznak csak kicsiny törtrésze, a mit például a folyadék réteg NEWTON-féle interferencia-csíkjaainak eltűnéséből ismerhetni fel. A fluoreszkáló oldat törésmutatója ugyanis körülbelül a vizével

¹ Sem a vizes, sem a lúgos oldat töményen nem fluoreszkál.

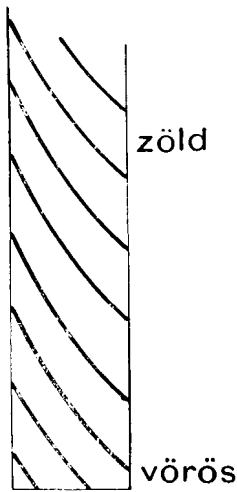
² Ezt bizonyítja az is, hogy erősen belehelve, a réteg rögtön s intenzíven fluoreszkálává lett.

egyenlő (1,33), a prizmaé és csillámé 1,60, ennél fogva a folyadék-réteg NEWTON-csikokat mutat, a melyeken jól követhetni az odatapadás folyamatát. Ismeretes, hogy a fényhullámhossznál vékonyabb lemez észrevehetően nem veri vissza és nem töri meg a fényt,¹ ennél fogva a mint a folyadék-réteg ezt a vékonyságot eléri, az egész præparatum egyetlen homogén közegnek tekinthető.

18. Rátérek most már tulajdonképeni kísérleteim leírására. Magától értetődik, hogy a használt vékonyságú réteg csak igen erős megvilágításban fluoreszkál elegendőképen, ennél fogva a megvilágításnak (gerjesztésnek) ugyanazt a módját használtam, melyet a szétszórt fény vizsgálatánál s a melynek ott kiemelt előnyei (l. a 626. lapot) itt is érvényesültek. Fényforrásul 10—12 Amp.-rel táplált vízszintes szenű ivlámpa szolgált, a melynek kondenzorral párhuzamossá tett fehér, spektrálisan szét nem bontott fénye környiláson át ZEISS-féle mikroszkópi *B* objektivre jutott; e mögé volt egy kis asztalkára állítva a prizma úgy, hogy a környilás erősen kicsinyített képe éppen a fluoreszkáló rétegre esett (l. a 8. ábrát). Az egész berendezés ugyanolyan lévén, mint a melyet a szétszórt fény vizsgálatára használtam, itt is végtelenben fekvő csikrendszert várhatni. A fluoreszkálásban emittált fény inhomogén volta miatt persze — mint már említettem — itt csupán a legalacsonyabb rendű csikokat lehet szabad szemmel megfigyelni, a mik surlódó emersiónál, ill. a prizmán való törésmiatt körülbelül az ábrán 1-gyel jelzett irányban jelentkeznek. Vagy 8—9 csikot lehet jól különböztetni, az élességük természetesen fokozatosan csökken s a 14-15.-nél egészen elmosódnak. Ezen túl már csak spektroszkóppal lehet interferenciákat látni. Megfigyeléseimet egy kis BROWNING-féle zsebspektroszkóppal végeztem, a mi ilyesféle czélokra kiválóan alkalmas. A látható csikok megjelenése a megfigyelés módjától függ. Ha a spektroszkópot a szokásos fekvésben, függőleges

¹ Erre vezetendő vissza az a megfigyelés, hogy az (alább említendő módon gerjesztett) fluoreszkáló fényben a folyadék-üveg totálreflexiók határa kitünően látható, ha a fluoreszkáló réteg vastagsága nem kicsiny a hullámhosszhoz képest, ellenkező esetben nyoma sincs. Ez és más ehhez kapcsolódó megfigyeléseim azonban újabb vizsgálatnak lesznek kiinduló pontjai, ezért bővebb részletezésüktől jelenleg eltekintek.

réssel irányítjuk a fluoreszkáló foltra, ugyancsak függőlegesek lesznek a szinképet (t. i. a fluoreszkáló fény szinképet, a mi körülbelül a kék színig terjed) átszelő csikok is a jelenség egészen arra a csikrendszerre emlékeztet, a melyet látni, ha vékony csillámlevélről visszavert fehér fényt spektroszkóppal szétbontunk. Ha a spektroszkópot optikai tengelye körül elforgatjuk, a csikok nem maradnak egyenesek, hanem hajlottak lesznek s vízszintes rés esetén körülbelül egy-egy dispersio-görbe alakját veszik fel, a minek magyarázata abból a körülményből, hogy a rés különböző pontjaiba érkező fény különböző emerzió-szöggel (tehát különböző útkülönbséggel) indult ki, egyszerűen adódik. Ele-



15. ábra.

gendő, ha csak azt említem, hogy a csikok balról jobbra lejtnek s alulról konvexek, ha az emerzió-szög balról jobbra nő s a vörös szín a szinképből alul van (l. a 15. ábrát). A jelenség egyébként még részletesebb vizsgálatot érdemel. Ugyanez áll természetesen e II. részben tárgyalt egész jelenségesoporra is, a mely a fényterjedés különböző módjaira remélhetőleg még egy s más felvilágosítást fog nyújtani. Egyelőre csak az van hátra, hogy e jelenségeket főleg a WIENER-félékhez való reciprocitásuk szempontjából összefoglalni s a belőlük vonható következtetéseket megállapítani megkísértem.

19. A WIENER kísérletei előtt ismeretes interferencia-jelenségek mind olyanok voltak, hogy az interferáló két sugár a fényforrásból is igen közel ugyanazon irányban indult ki s az interferencia-térben is igen kis szög alatt találkozott. Ezzel szemben WIENER kimutatta, hogy alkalmas körülmények közt igen nagy, 90° , sőt 180° -ban *találkozó* sugarak is interferálhatnak, az interferencia kimutatására azonban olyan *fényindikátorra* (szemre) van szükség, a melynek méretei, ill. csak egy mérete kicsiny a fényhullám hosszához képest.

Ebben a dolgozatban viszont olyan interferencia-jelen-

ségeket ismertettem, a melyeket a fényforrásból igen nagy, akár 100° -nyi divergenziával *kiinduló* két sugár hoz létre s rámutattam az ilyen jelenségek előállításának egyetlen általános feltételére, hogy t. i. a *fényforrás* méreteinek, illetőleg csak egy méretének kicsinynek kell lennie a fény hullámhosszához képest.

A két jelenségcsoport közti reciprocitás még jobban kiviláglik, ha meggondoljuk, hogy mind a kettőnek előállítására ugyanaz a kísérleti berendezés szolgál. Bizonyos értelemben primær jelenségek a WIENER-féle interferenciák; ha ezeknek kimutatására olyan indikátort használunk, a mely a fényhatást fényemisszióval jelzi (fényszóródás, fluoreszkálás), akkor kapjuk ezeket az új interferencia-jelenségeket.¹

A mi végül e jelenségek vizsgálatából folyó következtetéseket illeti, erre nézve a fényszóródást és fluoreszkálást külön kell tárgyalnunk. Ha a fényszóródásról való egyszerű elméleti képet — mely szerint minden részecske *a maga egészében* mint *egy-egy* oszcillátor működik, a mi mellett igen nyomós, de nem kényszerítő erejű érvek szólnak — elfogadjuk, akkor ebből már e jelenségek existenciája szükségképen folyik. Ha nem, akkor *e jelenségek az egy-egy legegységibb centrumból* (elektronból) *különböző irányokban kiinduló sugarak koherens voltát bizonyítják*. A fluoreszkálásban szereplő centrumokra mindenesetre áll ez az utóbbi következtetés s ezek ismeretében ez a tény egy lényeges és új adatot jelent. Említésre érdemes, hogy ez a kísérletileg megállapított tény a legegyszerűbben az eddig általánosan elfogadott felfogással magyarázható, a mely a legegységibb fénygerjedést egy egyszerű oszcillátor [folytonos] elektromágneses sugárzásával azonosítja; ellenben a fényemisszióról való újabb, főleg STARK-tól kultivált sajátosságos felfogással nehezen egyeztethető össze.

*

¹ Megjegyzem, hogy ez a reciprocitási szempont új jelenségek keresésében valóságos kutató eszköz gyanánt használható. Ebből a szempontból például azok a jelenségek, a mikre a 637. lapon rámutattam, a teljes visszaverődésnél a második közegben keletkező sajátosságos fényrengési állapot reciprokjaként foghatók fel.

Ez a dolgozat a budapesti tudományegyetem gyakorlati fizikai tanszékének laboratóriumában készült. Őszinte hálával és köszönettel tartozom a laboratórium igazgatójának, KLUPATHY JENŐ egyet. tanár úrnak, úgyszintén FRÖHLICH IZIDOR egyet. tanár úrnak is szíves érdeklődésükért és buzdításukért, a melylyel munkámat kísérték és támogatták. Nemkülönben a tekintetes Akadémia Math. és Term.-tud. Bizottságának előlegezett bizalmáért s anyagi támogatásáért s végül SOMOGYI ANTAL egyet. gyakornok úrnak sokszor igénybe vett segítő készségéért.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 január 16.-án tartott üléséből.)

A ZONULA CILIARIS FEJLŐDÉSÉRŐL.

LENHOSSÉK MIHÁLY r. tagtól.

A sugárövecske (zonula ciliaris Zinnii) fejlődéséről nem egy adatot találunk az irodalomban, de a közelebbi vizsgálat azt mutatja, hogy ezek az adatok leginkább csak a kifejlődött zonula szerkezetéből vont elméleti következtetések a fejlődés módjára. Vizsgálataimban ezzel szemben a zonula fejlődését első megjelenésétől a teljes kialakulásáig szakadatlan sorozatban figyelhettem meg. Vizsgálataim anyagául a tyúkembryót használtam, a 4. naptól a 21.-ig. A kifejlődött tyúk szemén meggyőződtem, hogy a madár zonulája nem különbözik lényegesen az emlős állattétől és emberétől, csak valamivel gyengébb nála, a mit az magyaráz meg, hogy a madáron a zonularostokat részben olyan berendezés helyettesíti, mely az emlős állaton hiányzik, t. i. a sugárnyulványoknak közvetlen odaforradása a lencse oldalához. Eredményeimet leginkább annak köszönöm, hogy sikerült olyan módszert találnom, melylyel az embryo üvegtestfibrillumai és zonularostjai élesen előtűntethetők: ez a CAJAL-féle reductió ezüstmódszer. Ezt az eljárást alkalmaztam leginkább, közönséges módon festett sorozatok vizsgálatán kívül.

Vizsgálataim eredménye eltér a zonula megítélésében megnyilvánuló legújabb áramlattal s inkább egy régibb keletű fel-fogásnak adja meg az eddig hiányzó tényleges alapot. A zonularostok nem a ciliaris hámból kinövő nyulványok, mint azt pl. RABL hiszi, hanem erősen megvastagodott, bizonyos irányban elhelyezkedett és önállósodott üvegtestfibrillumok. A sugártést hámjával csak másodlagosan jutnak viszonyba.

A négy napos tyúkembryón még nyoma sincs a zonulának,

de hiányzik még az a terület is, a hol később a zonulát találjuk. Csak a következő napokon képződik ki ez a terület az által, hogy a szemkehely széléből kettős hámrétegből álló redő nő ki: az ideghártyának ú. n. vak része, a minek folytán az üvegtestet magába foglaló tér újonnan képződött zúggal, a zonulaterrel gyarapodik. Ezt az új recessust eleinte meglehetősen durva rostokból álló, lazán szőtt üvegteshálózat tölti ki, melyben még a 7. napon sem látjuk a rostoknak valamelyes szabályos elrendeződését. Mögötte, a tulajdonképeni üvegtestben, a fibrillumok sajátságos, igen szabályos nyalábbá rendezkednek, mely az ideghártya pars opticája és coecája határán indul el s széttérő rostjaival hátrafelé, a látóidegfő irányában sugárzik ki. Hasonló rostnyalábot leírt már RETZIUS is 1894-ben, a kifejlődött béka szemében. A tyúkban és az emlős állatokban a RETZIUS-féle nyaláb teljesen mulandó, embryonalis képződmény; a tyúkban már a 10. napon kezd elmosódni s a 14. napon már nyomát sem látjuk.

A zonularostok első fejlődésével a 10. napon találkozunk. A későbbi zonulaterületet kitöltő üvegteshálózatban egyes erősebb rostok tűnnek szembe, a melyek helyzetükkel és irányukkal a majdani zonulára utalnak. Nem önálló rostok ezek, hanem az üvegteshálózatnak csak durvább, szembeötlőbb gerendái. Eleinte sem a lencsét, sem az üvegtestet nem érik el; tehát sem az egyikből, sem a másikkól nem fejlődhetnek, hanem kétségtelenül magából az üvegtestből, annak fibrillaris hálózatából bontakoznak ki. A 14. napon érik el belső végükkel a lencsetokot s kezdenek vele egybeolvadni. Külső végük ilyenkor még nem ér a sugártestig, hanem egy sajátságos, egynemű állományban vesz el, mely keskeny, elmosódott réteg gyanánt fedi a sugártest hámsját az ora terminalis helyétől a szivárványhártya tövéig. Hogy ez az ezüstkészítményeken sárgásra festődő réteg az üvegtestnek megtömörült alapállománya, vagy a ciliaris hámnak váladéka-e, nem tudom eldönteni, de az előbbit valószínűbbnek tartom. Ez a réteg csak a költés idejének végén tűnik el egészen s csak ekkor forradhatnak oda a zonularostok a ciliaris hámat borító finom hártáéhoz, a membrana limitans ciliarishoz.

A 14. nap körül kezd az üvegtest elhatárolódni a zonulater

felé oly módon, hogy rostjai az ora terminalist a lencse hátulsó felszínével összekötő vonal mentén megerősödnek. E rostok a következő napokon hártýákká lesznek az által, hogy egymással sorjában összeolvadnak, később azután az egymás elé helyezett hártýák is kezdenek összeforradni s így formálódik ki az üvegtestnek ú. n. elülső határhártýája. A tojásból való kikeléskor ez a folyamat azonban még nem fejeződött be. Ebből a fejlődés-menetből értjük meg, hogy a tyúkon a határhártýa az oldalsó végén, az ora terminalis tájékán finom lemezekre oszlik szét: itt az elemi hártýák egyesülése elmaradt. Ez a határhártýa egészen egyforma fejlődésű és természetű a zonularostokkal. Mindkettő üvegtestfibrillumokból fejlődik; a különbség közöttük csak az, hogy a zonula rostjai különállók maradnak, a határhártýa rostjai pedig együvé olvadnak.

A zonula fejlődésének nevezetes fordulópontja a 18. nap. Ilyenkor észleljük, hogy a zonularostok közt hálózatosan kifeszülő finomabb szálaeskák eltűnnek, a mivel a rostok már most egészen önálló képződményekké lesznek. A 18. napig tehát a zonula területén üvegtest van; ekkor ez az üvegtest eltűnik, felszívódik, míg a zonularostok megmaradnak.

A zonularostok fejlődéséről eddig a legjobb leírást RETZIUS adta 1894-ben, de leírását nem tudta kellő pozitív adatokkal és rajzokkal támogatni.

Az a nézet, hogy a zonularostok a sugártest hámból nőnek ki, leginkább a kifejlődött szemén — főképp az ember szemén — tett egyes észleletek nyomán támadt. Több szerző, először SCHÖN (1895), azt észlelte, hogy a zonularostok nem érnek véget a sugártest membrana limitansán, hanem benyomulnak magába a hámba s ennek sejtjei között vagy sejtjeiben végződnek. Ebből az észleletből kelt életre az a felfogás, hogy a zonularostok a ciliaris hám nyulványai. A legújabb és talán legmegbízhatóbb ilyen megfigyeléseket WOLFRUM közli (1909). Az ő leírása szerint a HELD-féle gliaprotoplasma-módszerrel finom rostokat lehet a ciliaris hám felszínes sejtjeinek protoplasmájában kimutatni, a melyek a két réteg határáig követhetők. WOLFRUM ezeket a rostokat a zonularostok folytatásainak írja le, ép úgy mint az a számos szerző, a ki előtte már hasonló

észleleteket közölt. Az én nézetem szerint a leírásnak ez a módja hibás. Azok az intraepithelialis fonalak nem közvetlen folytatásai a zonularostoknak, hanem fibrillaris differenciálódásai a hámsejtek protoplasmájának, a melyeknek épen csak annyi közül van a zonularostokhoz, hogy a tapadásuk alatt s talán az ő hatásukra fejlődnek ki a huzási trajektoriumok irányában. Össze lehet őket hasonlítani a csillangós sejtek fibrillaris rajzolatával; ezt sem tartja senki a csillangók közvetlen folytatásának. A ciliaris hám fibrillumai semmi következtetést sem engednek meg a zonula fejlődésmódjára s a jelenlétük nem szól az ellen, hogy a zonularostok csak másodlagosan nőnek oda a sugártest hámjához.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)

VIZSGÁLATOK A GÁZOK BELSŐ SURLÓDÁSÁRÓL.

ZEMPLÉN GYŐZŐ I. tagtól.

(Második közlemény.)

Az 1911. évi nagygyűlésen a Rózsay-díjjal jutalmazott pályamű.

TARTALOMJEGYZÉK.¹

7. §. Bevezetés; a vizsgálat célja és módszere.

8. §. Elméleti rész. *a)* Általános tétel a hydrodinamikai alapegyenletek megoldásainak szerkezetéről véges sebességek esetében. *b)* A belső surlódás forgató nyomatéka matematikai alakjának meghatározása a szögsebesség magasabb hatványainak tekintetbe vételével. *c)* A LORD RAYLEIGH-LAMB-féle ellenvetés.

9. §. A kísérletek leírása. *a)* Az eszköz. *b)* A kísérletek anyaga. *c)* A forgásidő meghatározására szolgáló regisztráló készülék. *d)* Vegyes megjegyzések.

10. §. A kísérletek eredményei. *a)* Részletes példák. *b)* A kísérleti eredmények táblázatos áttekintése (száraz levegő és széndioxyd).

11. §. A kísérleti eredményeknek az elmélettel való egybevetése.

12. §. Összefoglalás.

7. §. Bevezetés; a vizsgálat célja és módszere.

Hasonló címmel megjelent székfoglaló értekezésemben² oly eljárást írtam le, melynek segítségével valamely gáz belső surlódásának együtthatója egy bizonyos állandó szögsebességi gradiens mellett mérhető le és ismertettem ama mérések eredményeit, a melyeket ezen eljárás szerint levegőre vonatkozólag addig végeztem. Minthogy ezen ú. n. eltérítő eljárásnál oly

¹ A §§-ok számozása folytatólag csatlakozik az első közleményhez.

² L. ezen Értesítő XXVII. kötetének 77—137. lapját (1909).

gázcégek belső surlódásbeli kölesönhatását mérjük, a melyek között időben állandó szögsebességbeli különbség van, közel-fekvő az a gondolat, hogy ezen eljárással a surlódás együtt-hatójának a szögsebességi gradienstől való függését puhatholjuk ki. A hydrodynamika alapegyenleteiben a belső surlódás együtt-hatója független a mozgás minőségétől, ismerve tehát a surlódás együtt-hatójának függését a sebességi gradienstől, megkapjuk a feleletet ama kérdésre, mily sebességekig érvényesek klasszikus alakjukban a hydrodynamika alapegyenletei. E kérdés megvizsgálásával bízott meg engem a Magyar Tudományos Akadémia az 1908. évi RÓZSAY-féle nyílt pályázat alkalmából és jelen dolgozatomban éppen ez irányú elméleti fejtegetéseimről és kísérleteimről óhajtók beszámolni.

Említett dolgozatomban száraz levegőre vonatkozó méréseket ismertettem, melyeknél a külső, eltérítő gömbhéj szögsebessége $\Omega = 288$ sec.-tól $2 \cdot 88$ sec.-ig változott; $\Omega = 288$ -tól $\Omega = 22$ -ig a surlódás együtt-hatója η a kísérleti hibák határain belül állandónak mutatkozott, ha a számítást ama dolgozat 87. lapján található (12) képlet alapján végeztem, míg $\Omega = 2 \cdot 88$ sec. esetében ugyane képlet szerint η -ra már vagy 4%-kal nagyobb értéket kaptam. Téves volna azonban az a következtetés, hogy már ez utóbbi esetben a hydrodynamika alapegyenletei érvényességüket elveszítik, mert hiszen a (12) képlet levezetésekor föltettük, hogy az eltérítő gömbhéjnak szögsebessége $\left(\Psi = \frac{2\pi}{\Omega}\right)$ oly kicsiny, hogy a surlódás forgató nyomatékának képletében a Ψ harmadik és magasabb hatványait tartalmazó tagok elhagyhatók. Ahhoz, hogy a hydrodynamika alapegyenleteinek érvényességi határait kutathassuk, a surlódás forgató nyomatékának oly kifejezésére van szükségünk, mely minden elhanyagolás nélkül következik az alapegyenletekből, ehhez pedig az alapegyenleteknek minden elhanyagolás nélküli integrálása szükséges. Ezen egyenletek azonban nem lineáris differenciálegyenletek, a mi alig leküzdhető akadályokat gördít az integrálás elé.

Ámbár birtokában vagyok egy oly általános eljárásnak, a mely bármely differenciálegyenletnek vagy egyenletrendszernek közelítő megoldását lehetővé teszi, és a melyről egy legközelebbi

dolgozatomban fogok részletesen beszámolni, jelen feladatomban megoldásakor egy más módszerhez folyamodtam, mely a differenciálegyenletrendszer számbeli integrálása nélkül, tehát aránytalanul kevesebb számítás árán vezet célhoz.

A mint ugyanis e dolgozat 8. §-ában megmutatom, sikerült meghatároznom a surlódás forgató nyomatékának matematikai alakját, nevezetesen e forgató nyomaték η , Ψ és ρ -tól való függésének módját (ρ a gáz sűrűsége), a nélkül, hogy a függvényben szereplő állandók számértékét ismerném. Ámde ezen állandókról kimutattam, hogy *függetlenek a vizsgált gáz természetétől* és csakis az eszköz méreteitől függő *készülék-állandók*, melyek kísérleti úton meghatározhatók. A hydrodynamika alapegyenletei érvényességi határainak földertéséhez ez már teljesen elegendő, mert ha e készülék-állandókat két különböző gázzal végzett mérések alapján meghatározzuk, ezen állandók megegyezése lesz az alapegyenletek érvényességének próbaköve.

A méréseket száraz levegőn és széndioxydon végeztem s összesen 105 esetben határoztam meg a surlódás forgató nyomatékát, úgy, hogy a megelőző dolgozatban közölt 40 kísérlettel együtt 145 kísérlet eredménye állott rendelkezésemre. A külső gömbhéj forgásiidejét e közben lehetőleg tág határok közt változtattam: a leglassúbb megfigyelt mozgás esetében a külső gömb egyetlen körülfordulása majdnem két és fél órát vett igénybe ($\Omega = 8875$ sec.), míg a leggyorsabb mozgáskor a külső gömb másodpercenként tíz forgást végzett ($\Omega = 0.099$ sec.); a megvizsgált közben tehát a szögsebesség 1 : 90000 arányban változott meg.

Már a megelőző dolgozatomban ismertetett mérésekből világosan kitűnik, hogy az $\Omega = 288 - 22$ sec. közben a szögsebesség magasabb hatványainak elhanyagolása jogosult, mert hiszen a (12) képlet alapján számított η értékek függetlenek az Ω -tól; mégis kívánatos volt a méréseknek sokkal kisebb sebességekre való kiterjesztése is különösen H. LAMBNAK egy megjegyzése miatt, ki LORD RAYLEIGH fejtegetéseire támaszkodva a (12) képlet érvényességét túlságosan szűkre szabja és mintegy ezzel indokolja azt, hogy e képletet eddig nem alkalmazták sikerrel a surlódás jelenségeinek megvizsgálására.

A megvizsgált legnagyobb sebesség esetében a legnagyobb vonalas sebesség a forgó gömbhéj æquatorában kb. 350 cm, a miből, tekintettel a szögsebességnek első dolgozatomban 86. lapján (5) alatt található képletére, a vonalas sebességi gradiens számára a

$$\frac{7 \text{ méter}}{\text{cm}}$$

értéket kapjuk. A surlódási együttható kiszámított értéke mutatja, hogy ez a gradiens a valóságban több mint kétszer, sőt széndioxyd esetén háromszor ekkora. A nyugvó gömbnek szomszédságában tehát a sebesség oly rohamosan változik, mint két egymástól 1 cm távolságban levő sík között, melyek egyike nyugszik, másika pedig saját síkjában másodpercenként 15—20 méter sebességgel mozog. E sebességi gradiens messze fölmúlja ama gradienseket, a melyek az aërodynamika gyakorlati alkalmazásaiban szerepelni szoktak, úgy hogy e vizsgálatokat nem érheti az a sok tudományos vizsgálat ellen emelt vád, hogy a kísérletekben szereplő sebességek túlságos kicsinyek.

8. §. Elméleti rész.

a) *Általános tétel a hydrodynamikai alapegyenletek megoldásainak szerkezetéről véges sebességek esetében.*

Czélunk a gáz belső surlódásának forgató nyomatékát — legalább függvényszerkezetére nézve — a következő esetben meghatározni:

Nyugvó r_2 sugarú gömb körül vele concentrikus R sugarú gömb forog egyenletes Ψ sebességgel; mekkora forgató nyomatékot (Φ) gyakorol a két gömb közti teret betöltő gáz a belső nyugvó gömbfelületre? A Ψ nagyságát semmiféle föltétellel nem korlátozzuk. A feladat megoldottnak tekinthető, ha meg tudjuk integrálni a hydrodynamikai alapegyenleteket a két gömb közötti térben ama kerületi föltételek figyelembe vételével, hogy a gáznak ϕ szögsebessége = 0, ha $r = (x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}} = 0$ és $\phi = \Psi$, ha $r = R$.

Az egyenletek a szokásos jelölésben a következők (u, v, w a sebesség összetevői, p a nyomás, ρ a sűrűség, θ a hőmér-

$$\begin{aligned}
 \text{séket } \nabla^2 &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \\
 \rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{\partial \rho}{\partial x} &= \\
 &= \eta \left\{ \nabla^2 u + \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right\}, \\
 \rho \left(u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{\partial \rho}{\partial y} &= \\
 &= \eta \left\{ \nabla^2 v + \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right\}, \\
 \rho \left(u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \frac{\partial \rho}{\partial z} &= \\
 &+ \eta \left\{ \nabla^2 w + \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right\}, \quad (1) \\
 p &= f(\rho, \theta), \\
 \rho \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} + w \frac{\partial \rho}{\partial z} &= 0;
 \end{aligned}$$

kerületi föltételek:

$$\begin{aligned}
 \text{ha } r &= r_2, \quad u=v=w=0, \\
 \text{ha } r &= R, \quad u=-y\Psi, \quad v=x\Psi, \quad w=0. \quad (2)
 \end{aligned}$$

Minthogy stationarius mozgásról van szó, (1)-ben baloldalt az idő szerinti differenciálhányadosokat mindjárt elhagytuk.

Az (1) rendszer megoldásaira nézve egy általános tételt fogunk bebizonyítani, mely nemcsak a (2) kerületi föltételek mellett érvényes, hanem mindig fennáll, ha csak a feladat kerületi föltételei az időtől függetlenek és még egy később részletezendő feltételt kielégítenek, továbbá ha a *mozgó folyadék összenyomhatatlan*. Hogy mennyiben jogosult ez utóbbi föltetés a mi physikai feladatunk esetében, azt *b)* alatt külön megvitátjuk.

Összenyomhatatlan folyadék esetében az (1) rendszer a következőbe megy át:

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{\partial \rho}{\partial x} = \eta \nabla^2 u,$$

$$\begin{aligned} \rho \left(u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{\partial p}{\partial y} &= \eta \nabla^2 v, \\ \rho \left(u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \frac{\partial p}{\partial z} &= \eta \nabla^2 w, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\rho = \text{const.}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0;$$

kerületi feltételek: ha az x, y, z pont rajta fekszik a $g(x, y, z)$ felületen, akkor

$$u = \sigma \bar{u}, \quad v = \sigma \bar{v}, \quad w = \sigma \bar{w}, \quad (4)$$

a hol $\bar{u}, \bar{v}, \bar{w}, x, y, z$ -nek megadott függvényei, σ pedig egy állandó számérték; azzal, hogy a kerületi feltételekbe a σ arányossági tényezőt bevezettük, a feladat általánosságát semmi-képpen sem korlátoztuk.

Írjuk föl az u, v, w, p megoldásokat a σ szerint haladó hatványsorba:

$$\begin{aligned} u &= u_0 + u_1 \sigma + u_2 \sigma^2 + \dots + u_n \sigma^n + \dots \\ v &= v_0 + v_1 \sigma + v_2 \sigma^2 + \dots + v_n \sigma^n + \dots \\ w &= w_0 + w_1 \sigma + w_2 \sigma^2 + \dots + w_n \sigma^n + \dots \\ p &= p_0 + p_1 \sigma + p_2 \sigma^2 + \dots + p_n \sigma^n + \dots \end{aligned} \quad (5)$$

A (3) egyenletek integrálása az $u_0, u_1, \dots, p_0, p_1, \dots, p_n, \dots$ függvények meghatározására vezethető vissza. Világos, hogy $u_0 = v_0 = w_0 = 0$, mert hiszen, ha $\sigma = 0$, akkor (4) alapján a folyadékot körülzáró felületen nincs mozgás, tehát az egész gáz-tömeg is stationarius állapotban teljes nyugalomban van; világos továbbá, hogy p_0 az egész térben állandó. Az u_1, u_2, \dots, p_n függvények meghatározása végett helyettesítsük be az (5) kifejezéseket a (3) rendszerbe és vegyük figyelembe azt, hogy a (3) rendszernek σ minden értéke mellett azonosan ki kell elégítve lennie, tehát σ minden hatványának együtthatója külön zérussal lesz egyenlő, ha a (3) rendszert zérusra redukáljuk. Ilyen úton az egyenleteknek következő sorozatát nyerjük:

$$\eta \cdot \nabla^2 u_1 - \frac{\partial p_1}{\partial x} = 0,$$

$$\gamma \cdot \nabla^2 v_1 - \frac{\partial p_1}{\partial y} = 0, \quad (6_1)$$

$$\gamma \nabla^2 w_1 - \frac{\partial p_1}{\partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\partial v_1}{\partial y} + \frac{\partial w_1}{\partial z} = 0,$$

kerületi feltételek: a $g(x, y, z) = 0$ felületen $u_1 = \bar{u}$, $v_1 = \bar{v}$, $w = \bar{w}$

$$\gamma \nabla^2 u_2 - \frac{\partial p_2}{\partial x} - \rho \left(u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial u_1}{\partial y} + w_1 \frac{\partial u_1}{\partial z} \right) = 0,$$

$$\gamma \nabla^2 v_2 - \frac{\partial p_2}{\partial y} - \rho \left(u_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial y} + w_1 \frac{\partial v_1}{\partial z} \right) = 0, \quad (6_2)$$

$$\gamma \nabla^2 w_2 - \frac{\partial p_2}{\partial z} - \rho \left(u_1 \frac{\partial w_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial w_1}{\partial y} + w_1 \frac{\partial w_1}{\partial z} \right) = 0,$$

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} + \frac{\partial v_2}{\partial y} + \frac{\partial w_2}{\partial z} = 0$$

és a $g = 0$ felületen $u_2 = v_2 = w_2 = 0$

$$\gamma \nabla^2 u_3 - \frac{\partial p_3}{\partial x} - \rho \left(u_1 \frac{\partial u_2}{\partial x} + u_2 \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial u_2}{\partial y} + v_2 \frac{\partial u_1}{\partial y} + \right. \\ \left. + w_1 \frac{\partial u_2}{\partial z} + w_2 \frac{\partial u_1}{\partial z} \right) = 0,$$

$$\gamma \nabla^2 v_3 - \frac{\partial p_3}{\partial y} - \rho \left(u_1 \frac{\partial v_2}{\partial x} + u_2 \frac{\partial v_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial v_2}{\partial y} + v_2 \frac{\partial v_1}{\partial y} + \right. \\ \left. + w_1 \frac{\partial v_2}{\partial z} + w_2 \frac{\partial v_1}{\partial z} \right) = 0,$$

$$\gamma \nabla^2 w_3 - \frac{\partial p_3}{\partial z} - \rho \left(u_1 \frac{\partial w_2}{\partial x} + u_2 \frac{\partial w_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial w_2}{\partial y} + v_2 \frac{\partial w_1}{\partial y} + \right. \\ \left. + w_1 \frac{\partial w_2}{\partial z} + w_2 \frac{\partial w_1}{\partial z} \right) = 0,$$

$$\frac{\partial u_3}{\partial x} + \frac{\partial v_3}{\partial y} + \frac{\partial w_3}{\partial z} = 0$$

és a $g = 0$ felületen $u_3 = v_3 = w_3 = 0$ s i. t.

Látható, hogy a (6_1) rendszerben csak u_1, v_1, w_1, p_1 fordul elő, azt is észreveszszük, hogy a (6_1) nem egyéb, mint a (3) rendszer, ha benne a sebességek és gradiensek másodfokú kifejezéseit elhagyjuk; a (6_1) tehát arra az esetre adja meg a megoldást, midőn σ kicsiny; a (6_2) -ben az »1» indexűeken kívül még a »2» indexű mennyiségek, a (6_3) -ban még a »3» indexűek is szerepelnek s i. t., ha tehát a (6_1) rendszer alapján meghatároztuk az »1» indexű mennyiségeket, a (6_2) rendszerből meghatározhatjuk a »2» indexűeket s i. t. Ez az eljárás az ú. n. *fokozatos közelítés* (successiv approximatio), melyet gyakran alkalmaznak differenciálegyenletek megoldásakor; ily közelítő eljárással határozta meg pl. A. N. WHITEHEAD az u_2, v_2, w_2 és p_2 értékeit abban az esetben, midőn egy gömb forog egyenletesen egy végtelen kiterjedésű folyadékban¹ és midőn a gömb ugyanily folyadékban egyenletesen translációt szenved egyenes vonalban.² Már ezen rendkívül egyszerű esetekben is a megoldás elég fáradságos számításokat igényel és a végeredmény u_2, v_2, w_2 -re nézve meglehetősen hosszadalmas képlet; ezt kellene a (6_3) -ba behelyettesíteni, hogy azután u_3, v_3, w_3 kiszámítható legyen. A közelítésnek ily úton való lényeges fokozása teljesen kilátástalan, oly hosszadalmasak lesznek a számítások. Ezért találtam előnyösebbnek a $(6_1), (6_2), \dots$ rendszerből az u_1, v_1, \dots, p_n mennyiségek szerkezeti tulajdonságait kiolvasni, a nélkül, hogy az egyenletek integrálására szükség lenne.

Vizsgáljuk e célból legelőször a (6_1) rendszert. Ha első egyenletét x , a másodikat y , a harmadikat z szerint differenciáljuk és összeadjuk, a negyedik egyenlet alapján azt kapjuk, hogy:

$$\zeta \cdot \nabla^2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\partial v_1}{\partial y} + \frac{\partial w_1}{\partial z} \right) - \nabla^2 p_1 = 0. \quad (7)$$

A p_1 meghatározása tehát a LAPLACE-féle egyenlet alapján történik; ha pl. a kerületi föltételek olyan természetűek, hogy σ kicsiny értékei mellett belőlük a határfelületen p állandósága, tehát $p_1=0$ következik, akkor a (7) alapján p_1 -re nézve a gáz

¹ Quarterly Journal of mathematics 23. k. 78. l. (1888).

² Ugyanott, 23. k. 153. l. (1889).

minden pontjában 0-t kapunk, a nyomás tehát az egész gázban mindenütt állandó. Ezen esettel találkozunk valahányszor a kerületi föltételek oly mozgásokat írnak elő, melyeknél a gázt határoló felület mozgás közben önmagában tolódik el, úgy hogy nem okoz nyomásváltozást a gáznak helyéből való kiszorítása által; ilyen pl. minden forgásfelületnek mozgása forgástengelye körül, de ilyen mozgást végezhet egy csavarfelület is éppen csavarmozgás alkalmával.

A következőkben kizárólag ilyen mozgásokkal fogunk foglalkozni, a melyeknél a gázban mozgó szilárd test kicsiny sebessége mellett a nyomás a szilárd test felületén ugyanaz, mint a nyugvó gázban, és megjegyezzük, hogy a mi physikai feladatunk is a mozgások eme csoportjába tartozik (l. az első közlemény 83. lapját).

Ilyen mozgások esetén a (6₁) rendszer a következő alakot ölti:

$$\nabla^2 u_1 = 0, \quad \nabla^2 v_1 = 0, \quad \nabla^2 w_1 = 0. \quad (8)$$

Ezen egyenletek alapján u_1, v_1, w_1 egyértelműen meghatározható, ha értékeik a kerületi felületen ismeretesek; ámde a kerületi föltételek éppen a következők:

$$u_1 = \bar{u}, \quad v_1 = \bar{v}, \quad w_1 = \bar{w}, \quad (9)$$

tehát ezen az úton a σ első hatványával szorzott tagokat egyértelműen meghatározhatjuk.

Sem a (8) alatti differenciálegyenletben, sem a (9) alatti kerületi föltételekben nem szerepelnek a gáz anyagi minőségétől függő η és ρ mennyiségek, tehát u_1, v_1, w_1 és p_1 a gáz (folyadék) minőségétől függetlenek; az ily mennyiségeket a továbbiakban nagy betűkkel fogjuk jelölni:

$$u_1 = U_1, \quad v_1 = V_1, \quad w_1 = W_1. \quad (10)$$

Helyettesítsük be most a (10) mennyiségeket a (6₂) rendszerbe:

$$\begin{aligned} \eta \nabla^2 u_2 &= \frac{\partial p_2}{\partial x} + \rho \left(U_1 \frac{\partial U_1}{\partial x} + V_1 \frac{\partial U_1}{\partial y} + W_1 \frac{\partial U_1}{\partial z} \right), \\ \eta \nabla^2 v_2 &= \frac{\partial p_2}{\partial y} + \rho \left(U_1 \frac{\partial V_1}{\partial x} + V_1 \frac{\partial V_1}{\partial y} + W_1 \frac{\partial V_1}{\partial z} \right), \end{aligned} \quad (11)$$

$$\eta \nabla^2 w_2 = \frac{\partial p_2}{\partial z} + \rho \left(U_1 \frac{\partial W_1}{\partial x} + V_1 \frac{\partial W_1}{\partial y} + W_1 \frac{\partial W_1}{\partial z} \right),$$

$$0 = \frac{\partial u_2}{\partial x} + \frac{\partial v_2}{\partial y} + \frac{\partial w_2}{\partial z}$$

és a $g=0$ felületen

$$u_2 = v_2 = w_2 = 0. \quad (12)$$

Vezessük be most új ismeretlenek gyanánt a következőket:

$$U_2 = \frac{\eta}{\rho} u_2, \quad V_2 = \frac{\eta}{\rho} v_2, \quad W_2 = \frac{\eta}{\rho} w_2, \quad P_2 = \frac{p_2}{\rho}, \quad (13)$$

akkor a (11) rendszer és a (12) feltételek a következőkbe mennek át:

$$\nabla^2 U_2 = \frac{\partial P_2}{\partial x} + U_1 \frac{\partial U_1}{\partial x} + V_1 \frac{\partial U_1}{\partial y} + W_1 \frac{\partial U_1}{\partial z},$$

$$\nabla^2 V_2 = \frac{\partial P_2}{\partial y} + U_1 \frac{\partial V_1}{\partial x} + V_1 \frac{\partial V_1}{\partial y} + W_1 \frac{\partial V_1}{\partial z}, \quad (13)$$

$$\nabla^2 W_2 = \frac{\partial P_2}{\partial z} + U_1 \frac{\partial W_1}{\partial x} + V_1 \frac{\partial W_1}{\partial y} + W_1 \frac{\partial W_1}{\partial z},$$

$$0 = \frac{\partial U_2}{\partial x} + \frac{\partial V_2}{\partial y} + \frac{\partial W_2}{\partial z}$$

és a $g=0$ felületen

$$U_2 = V_2 = W_2 = 0. \quad (14)$$

A (13) alatti U_2 , V_2 , W_2 és P_2 mennyiségek e szerint oly differenciálegyenleteknek (13) és oly kerületi feltételeknek (14) tesznek eleget, a melyekben η és ρ megint nem fordulnak elő, U_2, \dots, P_2 tehát ugyancsak függetlenek a vizsgált folyadék természetétől.

Egészen hasonló eredményt kapunk a «3» indexű mennyiségek nézve; helyettesítsük be a (10) és (13) mennyiségeket a (6₃)-ba:

$$\eta \nabla^2 u_3 = \frac{\partial p_3}{\partial x} + \frac{\rho^2}{\eta} \left(U_1 \frac{\partial U_2}{\partial x} + U_2 \frac{\partial U_1}{\partial x} + \dots + W_2 \frac{\partial U_1}{\partial z} \right),$$

$$\eta \nabla^2 v_3 = \frac{\partial p_3}{\partial y} + \frac{\rho^2}{\eta} \left(\dots \right)$$

.

Legyen most:

$$U_3 = \frac{\eta^2}{\rho^2} u_3, \quad V_3 = \frac{\eta^2}{\rho^2} v_3, \quad W_3 = \frac{\eta^2}{\rho^2} w_3, \quad P_3 = \frac{\eta}{\rho^2} p_3, \quad (15)$$

akkor U_3, V_3, W_3 és P_3 -ra a következő, a gáz minőségétől és állapotától független differenciálegyenletrendszerrel és kerületi feltételeket kapjuk:

$$\begin{aligned} \nabla^2 U_3 &= \frac{\partial P_3}{\partial x} + U_1 \frac{\partial U_2}{\partial x} + U_2 \frac{\partial U_1}{\partial x} + \dots + W_2 \frac{\partial U_1}{\partial z}, \\ &\quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \end{aligned} \quad (16)$$

$$0 = \frac{\partial U_3}{\partial x} + \frac{\partial V_3}{\partial y} + \frac{\partial W_3}{\partial z}$$

és ha $g=0$

$$U_3 = V_3 = W_3 = 0. \quad (17)$$

Felismerhető most már az általános törvényszerűség, mely szerint:

$$\begin{aligned} u_n &= \left(\frac{\rho}{\eta}\right)^{n-1} U_n, \quad v_n = \left(\frac{\rho}{\eta}\right)^{n-1} V_n, \quad w_n = \left(\frac{\rho}{\eta}\right)^{n-1} W_n, \\ p_n &= \frac{\rho^{n-1}}{\eta^{n-2}} P_n \quad \text{és} \quad p_1 = \text{const.} \end{aligned} \quad (18)$$

(n=1, 2, ...)

a hol U_n, V_n, W_n, P_n a vizsgált folyadék természetétől független és kizárólag a határfeltételek kinematikai szerkezete által van meghatározva.

Bebizonyítottuk tehát a következő általános tételt, mely egyéb vizsgálatokban is felhasználható: *Bármilyen összennyomhatatlan folyadék, melynek határfelülete oly mozgást végez, hogy e mozgás kicsiny sebessége mellett a határfelületen nyomásváltozás nem megyen végbe, a következő képletek szerint végzi mozgását:*

$$\begin{aligned} u &= U_1 \sigma + \frac{\rho}{\eta} U_2 \sigma^2 + \frac{\rho^2}{\eta^2} U_3 \sigma^3 + \dots + \frac{\rho^{n-1}}{\eta^{n-1}} U_n \sigma^n + \dots \\ v &= V_1 \sigma + \frac{\rho}{\eta} V_2 \sigma^2 + \frac{\rho^2}{\eta^2} V_3 \sigma^3 + \dots + \frac{\rho^{n-1}}{\eta^{n-1}} V_n \sigma^n + \dots \end{aligned} \quad (19)$$

$$w = W_1\sigma + \frac{\rho}{\eta} W_2\sigma^2 + \frac{\rho^2}{\eta^2} W_3\sigma^3 + \dots + \frac{\rho^{n-1}}{\eta^{n-1}} W_n\sigma^n + \dots$$

$$p = P_0 + \rho P_2\sigma^2 + \frac{\rho^2}{\eta} P_3\sigma^3 + \dots + \frac{\rho^{n-1}}{\eta^{n-2}} P_n\sigma^n + \dots \quad (19)$$

a hol a nagy betűkkel jelölt mennyiségek a gáz állapotától és természetétől független mennyiségek, σ pedig a kerületi feltételekben fellépő arányossági tényező, mely a határfelület mozgása sebességét abszolút értékében meghatározza.

b) A belső surlódás forgató nyomatéka matematikai alakjának meghatározása a szögsebesség magasabb hatványainak tekintetbe vételével.

Mielőtt a levezetett tételt a mi esetünkre alkalmaznók, meg kell vizsgálnunk első sorban azt, mennyiben jogosultak a két gömbhéj közé foglalt gáztömegre a levezetett tételnél fölhasznált föltevések, főképpen azt, vajjon szabad-e e gáztömeget a vizsgált mozgás közben *összenyomhatatlannak* tekinteni.

Világos, hogy a gázrétegek összenyomása csakis a centrifugális erő jelenlétének tulajdonítandó, melynek hatásáról fogalmat szerezhetünk magunknak ama közismert képletek alapján, a melyek egy merev rendszer módjára forgó gáztömegben a nyomás eloszlását meghatározzák. Tegyük fel, hogy a mi gáztömegünk is, a külső gömbhéj szögsebességével, merev rendszerként forog, akkor a nyomás eloszlására nézve a következő képlet lesz érvényes: ¹

$$-\int \frac{dp}{\rho} + \frac{1}{2} \omega^2 (x^2 + y^2) = \text{állandó.} \quad (20)$$

Mínthogy állandó hőmérsékletű gáz esetén

$$\frac{p}{\rho} = \frac{p_0}{\rho_0},$$

a hol a «0» index pl. a forgástengelyben lévő pontokra vonatkozik, a hol $x^2 + y^2 = 0$, a képlet a következőbe megy át:

¹ L. Encyclopädie der math. Wiss. IV, 3. k. 64. lap. (A. E. H. LOVE.)

$$-\frac{p_0}{\rho_0} \lg_n \rho + \frac{1}{2} \Psi^2 (x^2 + y^2) = \text{állandó.}$$

Az állandó értéke is kiadódik, ha x és y helyére 0-t teszünk s az eredmény a következő:

$$-\frac{p_0}{\rho_0} \lg_n \rho_0 = \text{állandó}$$

és

$$\frac{p_0}{\rho_0} \lg_n \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{1}{2} \Psi^2 (x^2 + y^2),$$

$$\lg_n \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{\rho_0}{2p_0} \Psi^2 (x^2 + y^2). \quad (21)$$

A $\frac{\rho}{\rho_0}$ hányados mindenestre az 1-től kevéssé eltérő szám, úgy hogy a

$$\lg_n \frac{\rho}{\rho_0} = \lg_n (1 + \varepsilon) = \varepsilon$$

közelítést használva, az ε összenyomás számára a következő képletet kapjuk:

$$\varepsilon = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} = \frac{\rho_0}{2p_0} \Psi^2 (x^2 + y^2). \quad (22)$$

Az összenyomás legnagyobb a külső gömb egyenlítőjén, a hol $x^2 + y^2 = R^2$; a legnagyobb szögsebesség, a mely kísérleteimben előfordul $\Omega = 0.1$ sec.-nál:

$$\Psi = \frac{2\pi}{0.1} = 20\pi$$

és minthogy levegőnél

$$\rho_0 = 12 \cdot 10^{-4}$$

és kerekszámban

$$p_0 = 10^6, \\ R = 5.56$$

a számítás eredményeképpen azt kapjuk, hogy a legkedvezőtlenebb esetben levegőnél:

$$\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} = 6.3 \cdot 10^{-5}$$

és széndioxydnál :

(23)

$$\frac{\rho - \rho_0}{\rho} = 9 \cdot 5 \cdot 10^{-5}.$$

Megjegyzendő, hogy a mi esetünkben beálló összenyomás a gáztömeg minden más pontjában ezen értéknél kisebb, úgy hogy általában a gázsűrűséget $\frac{1}{20,000}$ pontossággal állandónak tekinthetjük. Figyelmeztetünk arra, hogy ugyanilyen rendű a nyomásnak viszonylagos megváltozása is, ámde ezt semmiképen sem hanyagolhatjuk el, mert hiszen a légköri nyomásnak $\frac{1}{20,000}$ részére rugó nyomáskülönbségek már lényeges mozgásokat keltethetnek a gázban. Másrészt látjuk azt is, hogy ha a szögsebességet már csak még négyszeresre emeljük, az összenyomás már egy ezrelék rendű mennyiség lesz és elhanyagolása már aggodalmakra adhatna okot.

Eddigi méréseimben tehát még jogosult az összenyomás elhanyagolása és az $a)$ alatti tétel alkalmazása.

Legyen a σ parameter egyenlő a Ψ szögsebességgel, akkor, tekintettel a belső gömbfelületre ható Φ belső surlódási forgató nyomatéknak az áramlási sebesség összetevőitől való ismert függésére, a Φ -re nézve is egy Ψ hatványai szerint haladó kifejtést kapunk, a melyben külön tudjuk választani a gáz természetétől függő állandókat az ú. n. készülék-állandóktól.

Az ismeretes jelöléssel élve, a belső surlódás feszültségi componensei ugyanis :

$$\begin{aligned} -A_x &= 2\eta \left\{ \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{1}{3} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right\}, \\ -B_y &= 2\eta \left\{ \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{1}{3} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right\}, \\ -C_z &= 2\eta \left\{ \frac{\partial w}{\partial z} - \frac{1}{3} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right\}, \\ -B_z &= \eta \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) = -C_y, \\ -C_x &= \eta \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) = -A_z, \end{aligned}$$

$$-A_y = \gamma \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) = -B_x,$$

másrészt a belső gömb felületén beálló feszültség derékszögű összetevői az x, y, z pontban:

$$-E = A_x \frac{x}{r_2} + A_y \frac{y}{r_2} + A_z \frac{z}{r_2},$$

$$-H = B_x \frac{x}{r_2} + B_y \frac{y}{r_2} + B_z \frac{z}{r_2},$$

$$-Z = C_x \frac{x}{r_2} + C_y \frac{y}{r_2} + C_z \frac{z}{r_2}.$$

A belső surlódásnak a z tengely körüli forgató nyomatéka Φ pedig:

$$\Phi = \int (xH - yE) df, \quad (24)$$

a hol az integratio a belső gömb felületére terjesztendő ki. A (24) képletbe behelyettesítve u, v, w -nek (19) alatti kifejezéseit a $\sigma = \Psi$ helyettesítés után, beláthatjuk, hogy Φ -re a következő sorfejtést kapjuk:

$$\Phi = \gamma \left(A_1 \Psi + \frac{\rho}{\gamma} A_2 \Psi^2 + \frac{\rho^2}{\gamma^2} A_3 \Psi^3 + \dots + \frac{\rho^{n-1}}{\gamma^{n-1}} A_n \Psi^n + \dots \right),$$

a hol a A -k a gáz természetétől független készülék-állandók. Ámde már előző dolgozatomban kifejtettem (87. lap), hogy Φ kifejezésében a Ψ szögsebességnek csak páratlan hatványai szerepelhetnek, tehát:

$$A_2 = A_4 = \dots = A_{2k} = \dots = 0$$

és a végleges képlet Φ számára:

$$\Phi = \gamma \left(A_1 \Psi + \frac{\rho^2}{\gamma^2} A_3 \Psi^3 + \frac{\rho^4}{\gamma^4} A_5 \Psi^5 + \dots + \frac{\rho^{2k}}{\gamma^{2k}} A_{2k+1} \Psi^{2k+1} + \dots \right), \quad (25)$$

a hol a A -k ρ és γ -t már nem tartalmazzák s ugyanazok bármilyen gáznemű vagy cseppfolyós anyagra, mely ugyanazt a

teret tölti be, Ψ -nek mindazon értékei mellett, a melyeknél az összenyomás elhanyagolható.

Egyedül A_1 értéke ismeretes explicite; megelőző dolgozatom 86. lapján lévő (8) képlet alapján ugyanis:

$$A_1 = \frac{8\pi R^3 r_2^3}{R^3 - r_2^3}. \quad (26)$$

A jelen vizsgálat kísérleti feladata még néhány A meghatározása a levegőre és széndioxydra nézve. Ψ -nek amaz értéke, a mely mellett a levegőre és széndioxydra vonatkozó kísérletekből meghatározott A értékek már nem egyeznek meg, jelzi a hydrodynamikai egyenletek érvényességének határát.

c) A Lord Rayleigh-Lamb-féle ellenvetés.

A sebesség összetevői másod- és magasabbfokú kifejezéseinek elhanyagolására nézve LORD RAYLEIGH¹ — WHITEHEAD említett számításainak megbeszélése alkalmával — egy megjegyzést tesz, mely a fokozatos közelítés alkalmazásának jogosultságát korlátozza. LAMB a megjegyzést a concentrikus gömbök közti gázréteg stationarius mozgásának elméleti tárgyalása alkalmával² megismétli. Minthogy e megjegyzés az általunk tárgyalt feladatot közelről érinti, nem zárkozhatunk el tárgyalásától.

WHITEHEAD a következő feladattal foglalkozott: r sugarú gömb mozog egyenletes V sebességgel oly összenyomhatatlan folyadékban, a melynek belső surlódási együtthatója η , sűrűsége pedig ρ ; V^2 -t elhanyagolva kapja a közismert megoldást a folyadék sebességi összetevőire nézve; ezt a megoldást használja fel WHITEHEAD az alapegyenletekben szereplő másodfokú tagok kiszámítására s az így javított alapegyenletekből határozza meg a V^2 rendű sebességi összetevőket. A V^2 -t tartalmazó

¹ LORD RAYLEIGH: Philosophical Magazine, 5. sorozat, 36. k. (1893) 365. l. «On the flow of viscous liquids» című értekezésében; megjelent a szerző «Scientific Papers»-ében IV. k. 78. l.

² H. LAMB: Lehrbuch der Hydrodynamik (deutsch von J. Friedel), 678. l. (1907). LAMB ezen megjegyzésére VISNYA ALADÁR barátom hívta fel figyelmemet.

sebességi összetevők azonban — így okozódik LORD RAYLEIGH — $\frac{V^2 r \rho}{\eta}$ -rendűek, tehát ez a közelítésmód szerinte csak akkor jogosult, ha $\frac{V r \rho}{\eta}$ kicsiny, a mely föltétel csak igen kis sebességek mellett elégíthető ki.

LAMB pedig ismertette a concentrikus gömbhéjak közt stationarius mozgásban lévő folyadék rétegnek igen lassú mozgását, LORD RAYLEIGH-ra hivatkozva, a következő megjegyzést teszi:

«A másodfokú tagoknak elhanyagolása e feladatnál gyakorlati érvényessége elé nagyobb akadályt gördít, mintsem gondolnók. Nem nehéz bebizonyítani, hogy a bevezetett föltétel lényegben egyenlő értékű azzal, hogy a (mi jelöléseinkben) $\Psi r_2^2 \rho : \eta$ hányados kicsiny. Ha pl. (víz esetén) $\frac{\eta}{\rho} = 0.018$ és $r_2 = 10$, akkor azt kapjuk, hogy a Ψr_2 sebességnek az egyenlítőben kicsinynek kell lennie $0.0018 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ -hoz képest.»

Bár a mi kísérleteink esetén a viszonyok valamivel kedvezőbbek $\left(\frac{\eta}{\rho} = 0.15, r_2 = 5 \text{ és } \Psi r_2 < 0.03 \frac{\text{cm}}{\text{sec}} \right)$ a LAMB-féle föltétel mégis súlyos akadálya volna az egész eljárás alkalmazhatóságának. Ámde véleményem szerint az angol tudósok ellenvetései túlzottak; igaz ugyanis, hogy helyesen becsülték meg a nagyságrendjét ama mennyiségnek, a melynek hatványai szerint a sebesség sorba fejtendő, ámde a *puszta számbeli együtt-hatókra nem voltak tekintettel*, már pedig ezeknek ismerete nélkül mit sem mondhatunk «a priori» a sor viselkedéséről. Eme számbeli együtt-hatók kiszámítása nagy nehézségekkel jár és mind máig nem történt meg, ám semmi akadálya sincs annak, hogy kísérleti úton határozzuk meg őket.

A LAMB-féle kritérium szerint

$$\Psi r_2 < 0.03 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

volna a végtelen kicsiny sebességekre felállított képlet érvényességének határa, azaz

$$\psi < 0.006 \frac{\text{cm}}{\text{sec}},$$

tehát

$$\Omega > 1000 \text{ sec.}$$

Azonban már megelőző dolgozatomban kimutattam, hogy a kis sebességekre felállított képlettel számított belső surlódási együttható $\Omega = 300 \text{ sec.}$ -tól $\Omega = 22 \text{ sec.}$ -ig a kísérleti hibák határain belül állandó, tehát az egyszerű képlet jóval nagyobb sebességek mellett is használható, mint a milyenek a LAMB-féle kritériumból kiadódnak. De nem elégedtem meg ezzel a bizonyítékkal, melynek meggyőző erejét esetleg kétségbe lehetne vonni — mindenestre mesterkéltséggel — ellenvetésekkel, hanem közvetlen kísérleteket végeztem oly kicsiny sebességek mellett, a melyeknél a LAMB-féle feltétel is kielégítésre talál; e végből a berendezést oly érzékenynyé tettem, hogy $\Omega = 2400$, sőt $\Omega = 8800 \text{ sec.}$ -os forgások mellett is még jól mérhető kitérést kaptam s γ -nak eme rendkívül lassú mozgásokból meghatározott értéke sem különbözött lényegesen a megelőző dolgozatomban $\Omega = 300$ és $\Omega = 22$ között lemerő értékektől.

E kísérletek mutatják, hogy a másodfokú tagok elhanyagolása mégsem szab oly szűk határt a kísérleti alkalmazhatóság elé, mint azt LAMB állítja, éppen mert a megoldásul szolgáló sorban szereplő $\frac{\Psi r^2 \rho}{\eta}$ és hatványai kicsiny számbeli tényezőkkel megszorozva jelennek meg.

9. §. A kísérletek leírása.

a) Az eszköz.

A kísérletek céljaira használt eszköz lényegében a régi maradt, kisebb módosítások azonban szükségesnek bizonyultak, különösen a nagy mértékben fokozott sebesség következtében.

A külső gömbhéj forgatására függőleges tengely körül forgó $\frac{1}{4}$ lóerős BERGMANN-féle egyenáramú shuntmotort használtam, melynek fordulatszáma teljes sebesség (110 Volt) mellett percenkint 1200 volt. A gömbhéj sebességének változtatása két-

féleképen történt, vagy a motor forgásszámának változtatásával, vagy pedig megfelelő áttételek közbeiktatásával.

A motor forgásszámának változtatását úgy eszközöltem, hogy a 110 Voltos városi vezetékbe 230 Ohmos palára csévélt Ruhstrat-féle ellenállást kapcsoltam be s erről ágaztattam le a motor táplálására szükséges feszültséget. Az ellenállás csúszó contactusának helyzetét 0-tól 14-ig terjedő beosztáson le lehetett olvasni, úgy hogy a leágaztatott ellenállásdarab nagyságát le lehetett olvasni és így — legalább közelítőleg — ugyanazt a forgásszámot később is elő lehetett állítani. A kísérleti eredmények táblázatos összeállításában az ω rovatban foglalt számértékek a csúszó contactus helyzetét adják a beosztáson (pl. $\omega = 5 \frac{230}{\Omega}$ Ohm ellenállásról való leágaztatást jelent).

A legkisebb fordulatszám, melynél a motor még szabályosan járt és munkavégzésre is alkalmasnak bizonyult, körülbelül 180 volt percenkint, közvetlen kapcsolás mellett e szerint nem kaptam volna oly sebességeket, melyek fokozatosan csatlakoztak volna a megelőző méréseimben előállított forgásokhoz, úgy hogy áttételek közbeiktatására volt szükség. Az előbbi kísérleteimben szereplő falba erősített hármaskorongon kívül még egy szilárd vasháromlábban nyugvó kettős korongot készítettem, melylyel a sebességet 1:10 arányban lehetett változtatni. Az összes, az áttételkor használt korongok méretei a következők voltak:

A forgó gömbhéjon:

1. korong átmérője: 60 mm, 2.-é 30 mm.

A falba erősített közvetítő korongsoron:

1'.-é 40 mm, 2'.-é 80 mm, 3'.-é 120 mm.

A háromlábbon áll korongpáron:

1".-é 30 mm, 2".-é 300 mm.

A motoron:

M.-é 35 mm.

A hajtó óraművön:

I.-é 25 mm, II.-é 40 mm, III.-é 50 mm, IV.-é 60 mm,
V.-é 80 mm.

A kísérletek táblázatos leírásában az áttétel minőségét az előbbi dolgozatomban is használt következő minta szerint jelölöm :

$$M-2'', \quad 1''-3', \quad 1'-2$$

pl. oly áttételt jelent, melynél a motor korongját zsinór kötötte össze a háromlábú korongpár 2'' korongjával, ennek 1'' korongja pedig a fali korongsor 3' korongjával, végre az 1' korong az eszköz 2 korongjával volt zsinór útján összekötve.

Az áttétel céljaira selyemzsinókat használtam, melyeket előbb erősen bedörzsöltem kolofoniumporral.

A legkisebb sebesség, melyet kielégítő állandósággal a motorral elő tudtam állítani, $\Omega = 10-15$ sec.-nak felelt meg, a mi már eléggé közlelől csatlakozik az óraművel előállított $\Omega = 22$ sec.-os forgásokhoz.

A külső gömbhéj forgásszámának fokozásakor körülbelül $\Omega = 0.5$ -nél észrevettem, hogy a belső gömb oldallengéseket végez, a miből arra lehetett következtetni, hogy a külső gömbhéj nem forog pontosan a felfüggesztési drót körül, hanem forgástengelye kúpos nutatiót végez. Minthogy szándékom volt a forgás sebességét még körülbelül ötszörösen fokozni s a sebesség fokozásával az oldallengések még növekedtek volna, e zavaró körülménynek az eszköz megfelelő átalakításával elejét vettem.

A nutatio okát ugyanis abban láttam, hogy a külső gömbhéjnak csak alul volt egyetlen csapágya s így a gömbhéj felső vége szabad lévén, a tengely excentricitásából származó oldal-eltérések a gömbhéj felső végén szabadon érvényesülhettek. A nutatio megszüntetése végett tehát a külső gömbhéjat fölülről egy második csapágygyal láttam el, mi által a tengely vezetését tökéletesítettem. A csapágy — a mint a 3. rajzon látható (c) — közvetlenül a torsiocsővet hordó asztalka alsó felére volt erősíthető, míg a forgó gömbhéjat fölülről két félhengerből álló nyulvánnyal (n) láttam el, mely a csapágyba pontosan beleillett; a nutatio e berendezés mellett valóban lényegesen csökkent és a zavaró oldallengések már csak másodpercenként 10 forgás mellett kezdtek mutatkozni, de itt sem oly mértékben, hogy a kísérletet meghiusították volna.

A lengő gömbhéj kitérésének megfigyelése a szokásos mó-

don távesővel, tükörleolvasással történt; a felfüggesztési drótot mindig úgy választottam meg, hogy kényelmesen és pontosan leolvasható kitérést kapjak; az alkalmazott drót minősége és méretei a kísérleti eredmények táblázatok áttekintésében megtalálhatók. Levegővel végzett kísérleteimben $\Omega = 0.62$ sec. mellett, 0.15 mm-es platinadrót alkalmazásakor 2000 mm. skálatávolságban több mint 600 mm-es kitérést észleltem; a lengési idő e közben 15.78 sec. volt; nagyobb sebességek megfigyelése céljából tehát vastagabb drótot kellett volna használnom, ámde a vastagabb drótra függesztett gömbhéj még gyorsabb lengéseket végzett volna, úgy hogy a kitérést már nem lehetett volna elég jól megfigyelni. Kivánatosnak mutatkozott tehát a lengő rendszer tehetetlenségi nyomatékának növelése, a mi a zavaró oldallengések megindulását is akadályozta volna, tehát ebből a szempontból is előnyösnek mutatkozott.

A lengő tehetetlenségi nyomatékát azzal növeltem, hogy a gömbhéjat 0.4 mm. átmérőjű ólomsöréttel teljesen megtöltöttem, mi által a lengő rendszer súlya majdnem 4 kg-ra növekedett; e jelentékeny súlyú tömeget 0.4 mm. átmérőjű aczéldrótra függesztettem és a lengési időt kb. 11.5 sec.-mal egyenlőnek találtam. Ez az összeállítás már teljesen megfelelt az $\Omega = 0.5 - \Omega = 0.1$ sec.-os köz megvizsgálására, mert a kitérések nagysága éppen a legkedvezőbb határok közé esett és a lengő nagy tehetetlenségi nyomatéka az oldallengések kifejlődését is megakadályozta. Ámde a motor apró rázkódásai a legnagyobb sebességek ($\Omega = 0.16 \dots \Omega = 0.1$) esetén az eszközön is észrevehetőek voltak és a táveső látóterében a skála képén apró reszketés volt megfigyelhető, a mi az osztályzat képét elmosódottá tette és a leolvasás pontosságára hátrányos volt. Minthogy a motornak újabb rögzítése a reszketést nem szüntette meg, eme legnagyobb sebességek esetén *objektív leolvasást* használtam, úgy hogy közepén leolvasásra szolgáló sötét fonállal elválasztott fényfoltot vetítettem a lengő tükör közvetítésével tejüvegskálára, melyen sötét osztályzat volt látható; a fényfolt csekély reszketése a leolvasás élességét csak kis mértékben módosította, úgy hogy ezen összeállítás mellett — a legnagyobb sebességek esetén — végleg meg is maradhattam.

Természetesen a lengő gömbhéj tehetetlenségének megváltoztatása ama C állandó módosulását vonta maga után, a mely a belső surlódási együttható kiszámításakor jelentkezik, ugyanis (lásd megelőző dolgozatom 87. lapján a (12) képletet)

$$\eta = \frac{C\Omega n}{T^2 A}, \quad (27)$$

a hol n a skálarészekben kifejezett kitérés, T a lengési idő és A a fél skálarészekben kifejezett skálatávolság, míg:

$$C = \frac{R^3 - r_2^3}{16R^3 r_2^3} K. \quad (28)$$

K itt a lengő rendszer tehetetlenségi nyomatéka, melyet az ólomsöréttel töltött gömb esetén újból meg kellett határoznom. E célra ismét azt a keresztet használtam, a mely még ama legelső méréseimnél a lengő rendszer részét alkotta, a mikor még a lengések csillapodásából határoztam meg az η -t.¹ A kereszt alá függesztettem az ólomsöréttel telt gömböt és mértem a rendszer lengési idejét T_1 -et; azután a forgástengelytől 14 cm. távolságra fölfüggesztettem négy, kb. 50—50 gr-os súlyt és a lengési időt ismét lemértem (T_2). A gömbnek 4 kg-os súlyához képest a 200 gr-os újabb megterhelés aránylag csekély, úgy hogy e közben a megterheléstől csak kevésbé függő τ csavarási momentumot állandónak tekinthettem és miután a lengési időt akkor is lemértem, midőn a gömbhéj a kereszt nélkül volt fölfüggesztve (T), τ -t és K -t a szokásos képlet alapján kiszámíthattam.

A mérések eredményei:

$m_1 = 50.0093$	gr.	
$m_2 = 50.0102$	«	$T_1 = 12.3318$ sec.
$m_3 = 50.0118$	«	$T_2 = 17.0497$ «
$m_4 = 50.0064$	«	$T = 11.5337$ «

$$\tau = 2791.7 \text{ erg.}$$

$$K = 37629 \text{ gr. cm}^2$$

¹ L. Math. és term.-tud. Értesítő 23. k. 573. l. (1905).

a (28) képlet alapján pedig azt kaptam, hogy

$$\log C = 0.707227.$$

A 100—135. kísérletben tehát a számítás alapjául a következő képlet szolgált:

$$\log \bar{\eta} = 0.707227 + \log Q + \log n - \log A - 2 \log T \quad (29)$$

a 41—99. és a 135—145. kísérletben pedig a megelőző dolgozatomban is használt következő képlet:

$$\log \bar{\eta} = 0.762562 - 1 + \log Q + \log n - \log A - 2 \log T. \quad (30)$$

$\bar{\eta}$ jelenti itt ama mennyiséget, a melyet a továbbiakban «látszólagos surlódási együtthatónak» akarok nevezni és a melynek az értelmezése a következő: ha Φ jelenti a gáz belső surlódásának forgató nyomatékát a belső gömbhøj külső felületén, akkor

$$\bar{\eta} = \frac{R^3 - r_2^3}{8\pi R^3 r_2^3} \Psi \Phi. \quad (31)$$

$\bar{\eta}$ tehát az a mennyiség, a melynek igen lassú mozgás esetén állandónak kellene maradnia (Ψ -től függetlennek kellene lennie) és át kell mennie a közönséges ertelemben vett η surlódási együtthatóba.

b) *A kísérletek anyaga.*

Kísérleteim anyagául száraz levegő és ugyancsak száritott széndioxyd szolgált. A száritást mindkét esetben úgy végeztem, hogy a gázt a kísérletek előtt 10—12 órán át három egymásután kapcsolt, tömény kénsavval telt mosópalaczkon buborékoltattam át, innen a gázok előbb két üveggyapottal telt tornyon keresztül alulról jutottak a kísérleti edénybe s azt átjárván, az edény felső csapján át eltávoztak belőle. Hogy az eszközt a gázok minél tökéletesebben átjárják, a tornyokon áthaladó gázáramlatot elágaztattam s az egyik ágat a forgó gömbhøj tengelyén (3. rajz I) át közvetlenül a két gömbhøj közzé vezettem, míg a másik ág egy másik csapon (II) az edénynek a gömbhøjakon kívüli részeibe torkollott. Minthogy a lengő gömbhøjnek tökéletes meg-

töltése nehézségekkel járt volna — különösen széndioxyd esetén —, a lehetőleg széndioxyddal megtöltött gömbhéjnak alsó apró nyílását kaucsuk-dugócskával elzártam, úgy hogy belső tartalma a külső gázzal nem cserélődhetett ki.

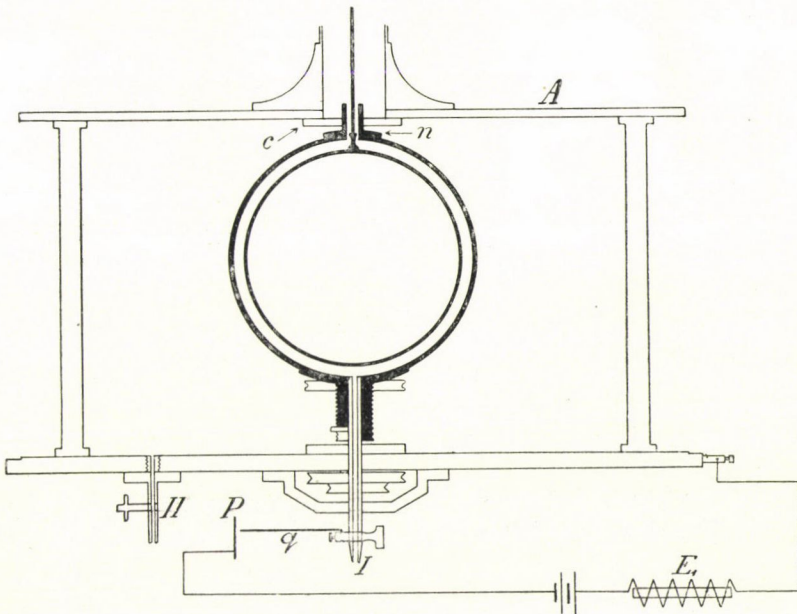
A széndioxydot a kereskedelemben kapható vaspalaczkból vettem, melyből csekély túlnyomással hajtottam keresztül a gázt az edényen. Az összes kísérleteimben ugyanazon vaspalaczk tartalmát használtam, úgy hogy kétségtelen, miszerint az összes mérések ugyanazon anyagra vonatkoznak, a mi a kísérleteimből vonandó következtetésekre nézve igen fontos. Az edény a kísérletek közben igen jól zárt, a miről ismételtén volt alkalmam meggyőződni éppen a surlódási együttható megfigyelése alapján: a széndioxyd surlódási együtthatója ugyanis kisebb a levegőénél, tehát minél kisebb értéket kapunk $\bar{\eta}$ számára *kis sebességek esetén*, annál inkább meg lehetünk győződve róla, hogy valóban széndioxyddal dolgozunk. Már most egy nap (1910 decz. 29—30., 51. kísérlet) megtöltöttem az eszközt és meghatároztam $\bar{\eta}$ -t; az eredmény $1\cdot5453 \cdot 10^{-4}$ volt $Q = 13\cdot058$ mellett; az eszközt most változatlanul állva hagytam másnapig, a mikor egy új mérést végeztem; az eredmény $Q = 12\cdot759$ mellett $\bar{\eta} = 1\cdot5276 \cdot 10^{-4}$ volt, a mi meggyőzően bizonyítja, hogy az edénybe levegő nem jutott be, különben a surlódási együtthatónak növekednie kellett volna; levegőnél ugyanis $\bar{\eta}$ ugyanezen sebességek mellett több mint $1\cdot9 \cdot 10^{-4}$. Hasonló kísérletek mindig az edény légmentes zárásáról tanuskodtak.

Levegő esetén az edényen keresztül való áramlást vízszivattyúval idéztem elő, melyet szárítócsövek közvetítésével az edény felső csapjához kapcsoltam, míg a mosópalaczkok gázbevezető csövére normális nyomású levegő hatott.

c) A forgásidő meghatározására szolgáló regisztráló készülék.

A jelen dolgozatban ismertetett kísérletek legnagyobb részében akkora forgássebességekkel dolgoztam, hogy a forgásidőnek ama meghatározásmódja, a melyet megelőző dolgozatomban leírtam, már nem volt alkalmazható; hiszen a másodpercenkénti körülfordulások száma egészen tizig növekedett. A forgás-


idő szabatos meghatározása ily sebességek mellett csak oly eszközzel lehetséges, a mely a kitérés megfigyelése közben önműködően regisztrálja minden egyes körülfordulásnak idejét. Egy ilyen eszközt készített utasításaim szerint GEORG ROSENMÜLLER drezdai műszerész, mely igen jól használhatónak és megbízhatónak bizonyult.



3. ábra.

Az eszköz részei: (4. rajz) kb. 10 cm. átmérőjű, 25 cm. hosszú fémhenger (H), melyet vízszintes tengely körül az O_1 óramű tart egyenletes forgásban; egy körülfordulás ideje kb. 11 másodperc; a hengerrel párhuzamosan, tőle néhány cm. távolságban fekszik a csavarmenetekkel ellátott r rúd, melyet ugyancsak az O_1 óramű forgat fogaskerék áttétellel; az r rúd csavarmeneteibe kapaszkodik egy foggal a regisztráló relais-ke-t és írótüket hordó s szán, mely az r rúd forgása közben a henger tengelyének irányában egyenletesen eltolódik, még pedig úgy, hogy a henger egy teljes körülfordulása közben a szán

eltolódása 0·5 cm. A szánra erősített írótükhöz tehát csavarvonalat rajzolnának a hengerre, melynek menetmagassága 0·5 cm.

A szánon egymás mellett két kis elektromágnes foglal helyet; az egyiknek (E_1) áramköre csak akkor záródik egy pillanatra, a mikor a forgó gömbhéj aljához erősített q platina-drót a szembe helyezett P platinalapot súrolja; az E_1 elektromágnes áramzárásakor magához rántja a J_1 írótüvel összekapcsolt v_1 vasmagot, úgy hogy a t_1 tengely körül forgó írótü a gömbhéj minden körülfordulását a csavarvonalnak oly $<$ alakú megszakításával jelzi, mint a milyen a rajzon látható. Két ilyen $<$ jelnek egymástól való távolsága arányos a külső gömbhéj egy körülfordulásának idejével; az arányossági tényező ismeretéhez még időjelekre van szükségünk. Ezeket az időjeleket szolgáltatja az E_2 elektromágnes közvetítésével az O_2 óramű; ezen az óraművön egy második telep áramköre megy át s az óramű járása közben $\frac{1}{2}$ másodpercig zárva marad, míg a következő $\frac{1}{2}$ másodpercire megszakad; a zárt áramkör gerjeszti az E_2 elektromágneset, mely magához rántva a v_2 vasmagot, a J_2 írótüvel bal felé téríti ki; a J_2 írótü tehát  alakú vonalat rajzol a forgó hengerre, közvetlenül a J_1 tü rajzolta csavarvonal mellé; a J_2 rajzolta «meander szalagon» minden teljes hullám körülbelül 1 másodpercnek felel meg, s így a forgó gömbhéj körülfordulásának ideje közvetlenül leolvasható.

Mintthogy 1 másodpercnek körülbelül 36 mm. felelt meg, a forgó hengeren 0·01 másodperc még körülbelül $\frac{1}{3}$ mm. volt, a mi még igen pontosan leolvasható s az $\frac{1}{10}$ másodperces forgásoknál is a $<$ jelek még elég ritkán következtek egymásután ahhoz, hogy pontosan leolvashatók legyenek.

Az írótükhöz rajzolta görbék feltüntetése végett a fémhengert ehér papírlappal vontam be, melyet bekormoztam; a telerajzolt kormozott lapot a hengerről levettem és sellaknak alkoholos oldatába mártva rögzítettem a reá rajzolt jeleket; az így rögzített diagrammokat azután pontosan kimértem a következő eljárással. Először egy kis papírléptéket készítettem, a melyen 36 mm-t 10 egyenlő részre osztottam: egy-egy osztályzat tehát 0·1 sec.-nak felelt meg; ennek a léptéknek segítségével leolvastam például

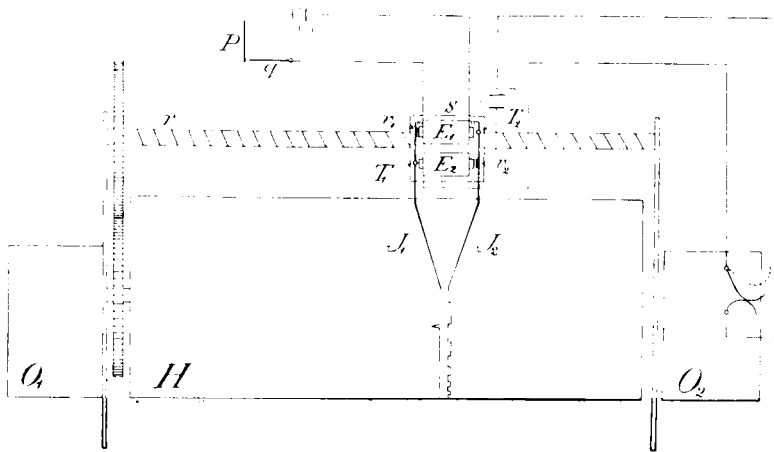
egymásután következő $40 <$ jel kezdetének időpontját; legyenek ezek az időpontok:

$$t_1, t_2, \dots, t_{40},$$

akkor a szokásos eljárást követve kiszámítottam a

$$t_{21} - t_1, t_{22} - t_2, \dots, t_{40} - t_{20}$$

különbségeket, ezeknek középértéke szolgáltatta $20Q$ -t. Q -nak meghatározása ez úton igen nagy pontossággal történhetett, a



4. ábra.

mely némely esetben $\frac{1}{10}$ ezrelékig is eljutott. Lassúbb mozgásokkor ($Q=10 \dots Q=2$) minden $<$ jelet tekintébe vettem, gyorsabb forgásokkor minden másodikat, minden harmadikat, sőt a legnagyobb sebességeknél minden huszadikat, illetve minden harminczadikat; a pontosság valamennyi esetben körülbelül ugyanaz volt, mert a gyorsabb mérésekkor még aránylag rövid időtartamra is aránytalanul több átvonulás ($<$ jel jutott).

Q pontos absolut értékének meghatározásához az O_2 óraművet kalibrálni kellett. A kalibrálást ugyancsak önműködő registrálással végeztem, még pedig úgy, hogy az E_1 elektromágnes áramkörét nem vezettem a kísérleti eszközön keresztül, hanem oly kézi megszakító sarkaihoz, a melylyel az áramot

egyetlen lökéssel gyorsan lehetett egy pillanatra zárni és azonnal ismét megszakítani. Magam elé vettem most a lengési idő méréseére is használt chronometert és minden 20 másodperczben gyors áramlökést küldtem az E_1 elektromágnesbe, mialatt a registráló mindkét óraműve járt. A keletkező diagrammon megint pontosan le lehetett mérni, teljesen az előbb vázolt eljárás mintájára, azt, hogy a chronometer 20 sec.-a az O_2 óramű hány sec.-ának felel meg. Ime két hasonló mérés eredményeként a t_1, \dots, t_{20} időpontok:

t_i	t_{i+10}	$t_{i+10} - t_i$
0·78	201·50	200·72
20·85	221·58	·73
40·93	241·70	·87
60·96	261·73	·77
81·03	281·77	·74
101·08	301·90	·82
121·42	321·93	·51
141·24	341·92	·68
161·38	362·02	·64
181·37	382·07	·70

Középérték: $\overline{200\cdot718}$ (1⁰/₁₀₀ max. hibával).

Második mérés:

t_i	t_{i+10}	$t_{i+10} - t_i$
0·70	201·28	200·58
20·81	221·30	·51
40·85	241·46	·61
60·83	261·53	·70
80·97	281·49	·52
101·00	301·55	·55
121·00	321·62	·62
141·12	341·72	·60
161·12	361·78	·66
181·22	381·82	·60

Középérték: $\overline{200\cdot595}$ (0·5⁰/₁₀₀ pontossággal).

A két mérés középértékéből azt kapjuk, hogy

200 sec. a chronométeren = 200·656 sec. az O_2 óraművön,
azaz

1 sec. a chronométeren = 1·00328 sec. az O_2 óraművön.

A regisztráló óraműve tehát a chronométerhez képest kerek-számban $\frac{31}{3}$ ezrelékkal siet. Másrészt a chronométernek normál órákkal való huzamosabb összehasonlítása útján azt találtam, hogy a chronométer $\frac{2}{3}$ ezrelékkal siet, úgy hogy végeredményben a regisztráló óraműve 4 ezrelékkal sietett, a segítségével meghatározott Q -k e szerint 4 ezrelékkal kisebbítendőek. A következőkben szereplő Q -kban ezt a javítást már mindenütt végrehajtottam.

d) Vegyes megjegyzések.

A kísérletek végrehajtására nézve még a következőkről kell megemlékeznem :

Mínt hogy a sebességi összetevők másod- és magasabbfokú kifejezéseinek tekintetbe vételével a belső surlódás forgató nyomatékának matematikai alakjába oly tagok lépnek be, a melyek a gáznak ρ sűrűségétől is függenek, gondoskodni kellett vagy a nyomásnak méréséről, vagy pedig arról, hogy a nyomás az összes kísérletekben változatlan maradjon. Különösen szükséges volt ez a gondoskodás a széndioxyddal végzett mérésekkor, a melyekben a sebességi összetevők magasabbfokú tagjainak hatása nagyobb, mint a levegőnél ; hiszen a széndioxyd sűrűsége nagyobb a levegőnél, surlódási együtthatója pedig kisebb, úgy hogy a $\frac{\rho}{\eta}$ viszony a széndioxydnál körülbelül kétszer akkora, mint a levegőnél.

Előnyösebbnek bizonyult a nyomás állandósítása a nyomás lemérésénél, mert ez által a számítások egyszerűsödnek. Megjelöltem tehát az edénynyel állandóan összekötött higanyos barométer csövén a 750 mm-nek megfelelő helyzetet és az edényben a gáz nyomását úgy szabályoztam, hogy a nyomás mindig 750 mm. legyen. Széndioxydnál semmi nehézséggel sem járt a pontos szabályozás, mert ha az edényben a gáz nyomása

túlságos kicsiny volt, a vaspalaczkból annyi gázt buborékolattam át a zárt edénybe, a míg a nyomás 750 mm-re emelkedett, ha pedig a nyomás túlságos nagy volt, a vízszivattyúval szívtram ki a fölösleges gázmennyiséget. Levegő esetén a nagy nyomás ugyancsak a szivattyúval volt csökkenthető, ámde a kicsiny nyomás növelésére nyomó szivattyút kellett volna használnom. Erre azonban nem volt szükség, mert a nyomás alig volt néhányszor 1—2 mm-rel kisebb, mint 750 mm.

A külső gömbhéj által mozgásba hozott levegőnek a lengő rendszernek a gömbhéjön kívüli részeire gyakorolt forgató nyomatékát is le akartam mérni, hogy a meghatározott összes forgató nyomatékból leszámítsam; ámde, bár a 0·10 mm-es nikkellindróra függesztettem a gömbhéj nélküli lengő rendszert és a külső gömbhéjat $\Omega = 0\cdot22$ sec.-os forgásba hoztam, az egyensúlyi helyzetben semmiféle eltolódás nem volt észrevehető. A lengő rendszernek a gömbhéjön kívüli részeire tehát a gáz belső surlódása észrevehető forgató nyomatékot nem gyakorol.

10. §. A kísérletek eredményei.

A mint már a bevezetésben említettem, jelen dolgozatomban 105 kísérlet eredményéről számolok be, úgy hogy lehetetlen e terjedelmes anyagot részletesen ismertetnem; tehát — úgy mint megelőző dolgozatomban — csak néhány típusos kísérletet ismertetek részletesen, azután táblázatban közlöm az összes kísérletek végeredményeit.

a) *Részletes példák.*

A részletesen ismertetendő példákat úgy választom, hogy úgy a levegő, mint a széndioxyd esetére egy-egy kísérletet írok le az igen lassú ($\Omega > 4000$ sec.), a közepes sebességű ($\Omega = 1—2$ sec.) és az igen gyors ($\Omega < 0\cdot2$ sec.) forgások köréből.

I. Igen lassú mozgások.

Megelőző kísérleteimben a legérzékenyebb berendezésnél a leglassúbb forgás, melyet előállítottam, $\Omega = 276$ sec. volt; e for-

gás esetében két egymás mellé függesztett 0.04 mm-es phosphor-bronzra függesztett gömbhéjnal 222 kettős milliméternyi kitérést kaptam egy 1700 mm. távolságban elhelyezett skálán; ugyan-ezen felfüggesztés alkalmazása mellett még jóval kisebb sebességek mellett is pontosan le lehetett volna mérni az γ -t nagyobb skálatávolság alkalmazása mellett; e végből egy fél milliméterekre beosztott lépték képét figyeltem meg, körülbelül 4.5 méter távolságból ($A = 18000$ fél skálarész), a mivel az eljárás érzékenységet körülbelül tízszeresen fokoztam; már az $Q = 2760$ sec. is több mint kétszeresen multa volna fölül a LAMB-féle kriteriumot, ámde még $Q = 5000$ sec.-nál is 100-nál több skálarész kitérést kaptam volna, a mi még mindig pontosan mérhető és már döntő bizonyíték lehet a LAMB-féle ellenvetéssel szemben. A kettős 0.04 mm-es phosphorbronz-fonál azonban a lengő gömbhéjjal éppen hordképességének határáig van megterhelve, úgy hogy igen könnyen leszakad, ezért helyette, ugyanazon elv felhasználásával, 4 darab 0.03 mm. átmérőjű phosphorbronz-fonálból készült rendszerre függesztettem a gömbhéjat; az új felfüggesztés hordképessége ezáltal 9 : 8 arányban növekedett, míg a csavarási momentum 81 : 128 arányban fogyott, tehát még csökkent is; e berendezés mellett $Q = 2300$ sec.-nál még 360 osztályrésznél nagyobb kitérést kaptam, de még $Q = 8870$ -nél is majdnem 100 osztályrészt.

Sajnos azonban, a négyes drórendszer jelentékeny rugalmas utóhatásokat mutatott s a hőmérsékletnek egy-egy kísérletnek hosszú tartama alatt bekövetkező változásai is az egyensúlyi helyzetnek eltolódásaiban nyilvánultak, úgy hogy e rendkívül lassú mozgásoknál nem lehetett elérni azt a pontosságot, a melylyel a surlódási együtthatót a megelőző dolgozatomban leírt mérések alkalmával meghatároztam. Az egyensúlyi helyzet járásának tekintetbe vételével sikerült mégis a kitérésnek oly valószínű értékét kiszámítanom, a melyből a surlódási együttható 1—2 százalék pontossággal adódott ki. A kísérletek mindenestre meggyőzően bizonyítják, hogy a forgássebességnek lényeges leszállítása sem okoz jelentékeny változást a surlódási együtthatónak megelőző méréseimmel meghatározott értékében.

Példaképpen közlöm levegő esetén a 98. kísérletet, melyet

1911 jan. 25.-én d. u. végeztem. A mérést egy napig tartó friss levegővel való töltés előzte meg.

$$A = 17476.$$

A távcső tengelyével összeeső osztályrész (ú. n. középső osztályrész) = 600.

$$1 \text{ o. r.} = \frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Áttétel: I—2", 1"—3', 1'—2.

Egyensúlyi helyzet az óra megindítása előtt (az eszköz lengéseket nem végez).

5 ^h 32 ^m	728·3
35	728·6
38	729·4
44	729·4
50	730·2
57	729·8

Középérték: 729·2.

Hőmérséklet: $\theta'_{\text{III}} = 18·64$, $\theta'_{\text{II}} = 18·80$, $\theta'_{\text{I}} = 19·18$.

5^h58^m az órát megindítottam; első leolvasás 6^h18^m:

Fordulópontok	Egyensúlyi helyzetek	
446·3	809·3	636·3
		637·2
480·2	779·3	637·5
		638·6
511·0	753·4	637·2
		638·2
531·0	737·7	640·5
		641·5
554·7	719·0	641·2
		641·9
571·9	705·0	642·2
		643·2
587·0	693·7	643·8
		644·2
601·0	683·0	645·3
		647·0
614·3	676·5	647·5
		649·7
622·8	675·8	650·8
		651·6
628·7	673·1	652·9
636·6		

Középérték:
643·25

E közben meghatároztam Ω -t is; a gömbhéjra erősített platinadrót a szembe helyezett platinalemezt súrolván, elektromos csengő áramkörét zárja;

az első csengetés megszűnésének időpontja a
 chronométeren... .. 7^h27^m45^s
 a második csengetés megszűnésének időpontja
 a chronométeren... .. 9^h55^m40^s

$\Omega' = 8875$; correctio a chronometer sietése miatt: -6 sec.

$$\Omega = 8869.$$

Egyensúlyi helyzet a kitérés után:

	Fordulópontok	Egyensúlyi helyzet
	820·1 (8 ^h 49 ^m)	748·6
683·1	808·2	749·2
697·4	798·8	750·4
		Középérték: 749·4

$$\theta''_{III} = 18\cdot60, \quad \theta''_{II} = 18\cdot71, \quad \theta''_I = 19\cdot06.$$

Lengési idő; átmeneti időpontok (1911 jan. 20.-án d. e.):

1 ^h 2 ^m 22·8 ^s	$t_{i...}$ 22·8	$t_{i+4} - t_i$ 1514·1
8 43·1	403·1	1517·4
15 0·4	780·4	1513·1
21 21·5	1161·5	1518·5
27 36·9	1536·9	✓
34 0·5	1920·5	
40 13·5	2293·5	
46 40·0	2680·0	

$$\text{Középérték: } 4T' = 1515\cdot77$$

$$T' = 378\cdot94 \text{ (m. h. } 1\cdot7^0/_{\infty})$$

$$\text{Correctio az óra hibája miatt: } -0\cdot25$$

$$T = 378\cdot69$$

A nagy skálatávolság miatt a leolvasások redukálása felesleges. Ha egyszerüen a kitérés előtti és a kitérés utáni egyensúlyi helyzetek középértékéből a kitérített helyzetek középértékét

kivonjuk, az eredmény $n=96\cdot05$ volna; ámde megbízhatóbb a következő eljárás: rakjuk fel milliméterpapírra az észlelt egyensúlyi helyzeteket, abszcissának az időt és ordinátának az egyensúlyi helyzeteket választva és szerkeszszük meg egyszerű graphikai interpolációval azt a görbét, a mely a kitérés előtti és utáni egyensúlyi helyzeteket legtermészetesebb hajlással összeköti s ettől a görbétől számítsuk minden időben a kitérés nagyságát. Ennek az eljárásnak eredménye:

$$n = 93\cdot92,$$

a mi körülbelül 2%-kal kisebb az egyszerű középértékekből számított kitérésnél. n -nek ez utóbbi értékéből γ számára $\theta=18\cdot71$ hőmérséklet mellett

$$\begin{aligned} \gamma_{\theta} &= 1\cdot9238 \cdot 10^{-4} \\ \text{és} \quad \gamma_{18} &= 1\cdot9203 \cdot 10^{-4} \end{aligned} \quad (32)$$

adódik ki.

Megelőző méréseimből γ_{18} számára $1\cdot9114 \cdot 10^{-4}$ -et számítottam ki legvalószínűbb érték gyanánt, minthogy a chronometer utólagos kalibrálásából kitűnt, hogy $0\cdot67^{\circ}_{00}$ -kel siet, γ_{18} ezen értéke még $0\cdot0012 \cdot 10^{-4}$ -gyel növelendő, tehát az előző mérések eredményeképpen

$$\gamma_{18} = 1\cdot9126 \cdot 10^{-4}. \quad (33)$$

A két és fél órás forgásból meghatározott (32) alatti γ -nak eltérése ezen (33) értéktől kevesebb, mint 1%, tehát minden esetre kisebb, mint a (32) kísérleti hibája. A többi lassú forgással végzett mérés is hasonló eredményre vezetett; (l. a kísérletek táblázatos összeállítását).

Másik példa legyen a

143. kísérlet, 1911 márcz. 25.-én d. u.

Széndioxyd.

$$A = 17940, \quad k. o. r. = 500, \quad l. o. r. = \frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Minthogy a széndioxyd surlódási együtthatója a levegőénél kisebb, $\varrho=8800$ mellett széndioxydnál már túlságos kicsiny lett volna a kitérés, azért széndioxydnál mintegy kétszer ekkora sebesség volt a legkisebb, mely méréseimben szerepelt.

Áttétel: III—2", 1"—3, 1'—2.

$$\theta'_{\text{III}} = 18\cdot60, \quad \theta'_{\text{II}} = 18\cdot62, \quad \theta'_I = 18\cdot80.$$

Az óra áll:

	Fordulópontok	Egyensúlyi helyzet
	987·2 (1 ^h 35 ^m)	926·6
871·7	975·8	926·4
882·3	967·4	926·9
891·6		927·1
	Középérték:	926·75
	Correctio:	—0·33
		$e'_1 = 926\cdot42$

Az óra jár:

2 ^h 15 ^m	638·0	874·3
	641·5	874·0
	662·7	856·3
	679·1	835·6
	693·7	785·3
	729·3	826·0
	721·2	841·92

Középérték: 680·79

Az eltérített helyzet középértéke: 761·35

Correctio: —0·02

$$e_2 = 761\cdot33$$

$$\theta''_{\text{III}} = 18\cdot72, \quad \theta''_{\text{II}} = 18\cdot80, \quad \theta''_I = 18\cdot86.$$

$$\Omega \text{ meghatározása: } \left. \begin{array}{l} 2^h 13^m 17^s \\ 3^h 30^m 11^s \end{array} \right\} \Omega = 4674 - 3 = 4671 \text{ sec.}$$

Az óra áll:

	Fordulópontok	Egyensúlyi helyzetek
	945·2 (3 ^h 44 ^m)	918·3
893·2	941·6	918·6
898·2	939·8	919·4
902·7	937·0	920·5
	Középérték:	919·2
	Correctio:	—0·32
		$e''_1 = 918\cdot88$

Minthogy e'_1 és e''_1 között az eltérés nem jelentékeny, nem szükséges a graphikai interpolációhoz folyamodnunk és n -et egyszerűen a következő módon számíthatjuk ki:

$$n = \frac{1}{2}(e'_1 + e''_1) - e_2 = 161.32.$$

T a szokásos eljárással mérve és kellően javítva: 379.79, tehát

$$\eta_\theta = 1.6865 \cdot 10^{-4}, \quad \theta = 18.68.$$

Összehasonlításként közöljük az $\Omega=125$ sec.-mal végzett

139. kísérletet, 1911 márcz. 21.-én d. u.

Széndioxyd.

A lengő gömb 0.01 mm. átmérőjű nikkellindróton függ.

$$A = 17952, \quad k. o. r. = 500, \quad 1 o. r. = \frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Áttétel: IV—2.

$$\theta'_{\text{III}} = 19.68, \quad \theta'_{\text{II}} = 19.76, \quad \theta'_I = 20.16.$$

Az óra áll:

	927.1	
	621.0	911.2
	627.7	915.3
	633.7	909.7
Középérték:	627.37	918.32
	-0.01	-0.32
	627.36	918.00

$$e'_1 = 772.18$$

Az óra jár:

	442.0	682.9	
	448.0	676.3	
	456.6	665.8	
	464.8	659.6	
	471.9	652.4	
	473.0	653.6	
	*	655.1	
	469.3	650.7	
	478.2		
Középérték:	462.98	662.05	
		-0.02	

$$e_2 = 562.51$$

Ω meghatározása	t_{i+5}	t_i	$t_{i+5}-t_i$
0 ^m 58·5 ^s	688·1	58·5	629·6
3 4·5	813·0	184·5	8·5
5 10·5	938·0	310·5	7·5
7 16·5	1063·0	436·5	6·5
9 22·2	1187·7	562·2	5·5
11 28·1	Közéérték: $\overline{627·52}$ (m. h. $\frac{1}{3}\%$)		
13 33·0			
15 38·0	$Q = 125·504 - 0·083$		
17 43·0	$= 125·421$ sec.		

$$\theta''_{III} = 19·74, \quad \theta''_{II} = 19·80, \quad \theta''_I = 20·24.$$

Az óra áll:

	639·6	901·9	
	645·3	897·0	
	650·8	892·2	$e''_2 = 772·34$
	656·1		
Közéérték:	$\overline{647·95}$	$\overline{897·03}$	
	-0·02	-0·28	
	$\overline{647·93}$	$\overline{896·75}$	$e_1 = 772·26$
			$e_2 = 562·51$

$$n = 209·75,$$

$$T = 72·347,$$

$$\eta_\theta = 1·6227 \cdot 10^{-4}, \quad \theta = 19·75.$$

II. Közepes sebességek.

83. kísérlet, 1911 jan. 9.-én d. u.

Levegő.

$A = 3990$, középső o. r. = 500, 1 o. r. = 1 mm.

Felfüggesztés: 0·15 mm. platinadrót.

Áttétel: $M-2''$, $1''-3'$, $1'-2$

$$e'_1 = 74·19.$$

Motor jár: $r=11$.

	693·5	878·0	
	702·7	881·0	
	707·0	886·4	
	707·2	878·2	$e_2 = 790·26$
	714·2	867·2	
	721·2		
Közéérték:	707·63	878·16	
	-0·84	-4·43	
	706·79	873·73	

$$\theta'_{III} = 19·96, \quad \theta'_{II} = 20·01, \quad \theta'_I = 20·40.$$

Motor áll:

		96·9	
	38·4	96·2	
	39·0	95·7	$e'_1 = 74·34$
	39·4	95·2	$n = 716·00$
Közéérték:	38·93	96·0	$\theta = 19·98$
	+ 7·95	5·63	
	46·88	101·80	

$$\theta''_{III} = 19·94, \quad \theta''_{II} = 20·00, \quad \theta''_I = 20·40.$$

\mathcal{Q} meghatározása a regisztráló diagrammjából; leolvastam $9\mathcal{Q}$ -nak megfelelő közöket:

a)			b)		
t_{i+10}	t_i	$t_{i+10} - t_i$	t_{i+10}	t_i	$t_{i+10} - t_i$
111·64	0·68	110·96	116·75	5·84	110·91
122·68	11·82	·86	127·75	17·02	·73
133·70	22·96	·74	138·82	28·02	·80
144·80	34·10	·70	149·95	39·07	·88
155·93	45·24	·69	161·06	50·16	·90
167·00	56·32	·68	172·08	61·37	·71
178·08	67·48	·60	183·13	72·45	·68
189·10	78·50	·60	194·15	83·55	·60
200·32	89·57	·75	205·26	94·65	·61
211·44	100·63	·81	216·38	105·72	·66
Közéérték:		110·739			110·768

110·753 (0·15‰ hibával).

$$\begin{aligned} Q &= 1.2309 - 0.0049, \\ &= 1.2260, \\ T &= 25.641, \end{aligned}$$

$$\bar{\gamma}_\theta = 1.9439 \cdot 10^{-4}, \quad \bar{\gamma}_{18} = 1.9346 \cdot 10^{-4}.$$

Az Q -t $4^0/00$ -vel kisebbítettem, minthogy a regisztráló óraműve ennyivel siet.

67. kísérlet, 1911 jan. 4.-én d. u.

Szendioxyd.

$$A = 2601, \quad \text{k. o. r.} = 300, \quad \text{1 o. r.} = 1 \text{ mm.}$$

Áttétel: $M-2''$, $1''-2'$, $1'-2$.

Felfüggesztés: 0.15 mm. platinadrót.

$$e'_1 = 52.86.$$

Motor jár: $r=12$.

	920.2	
	852.6	920.8
	874.7	914.6
	858.0	892.0
Középtérték:	861.77	911.9
	-31.52	-37.02
	830.25	874.88
		$e_2 = 852.56$

$$\theta'''_{\text{III}} = 18.21, \quad \theta'_{\text{II}} = 18.27, \quad \theta'_I = 18.86.$$

Motor áll:

	57.7	
	41.6	57.5
	42.7	57.3
Középtérték:	42.65	57.5
	50.07	$n = 799.58$
	+3.02	$\theta = 18.26$
	$e''_1 = 53.09$	

$$\theta''_{\text{III}} = 18.24, \quad \theta''_{\text{II}} = 18.32, \quad \theta''_I = 18.92.$$

Q meghatározása $14Q$ -nak megfelelő közök kiméréséből:

a)			b)		
t_{i+8}	t_i	$t_{i+8}-t_i$	t_{i+8}	t_i	$t_{i+8}-t_i$
86·57	0·23	86·34	86·37	0·05	86·32
97·48	11·15	6·33	97·30	11·07	6·23
108·49	22·27	6·22	108·44	22·25	6·19
119·54	33·36	6·18	119·56	33·33	6·22
130·52	44·50	6·02	130·22	44·32	5·90
141·03	55·20	5·83	140·83	54·95	5·88
151·94	65·66	6·28	151·60	65·56	6·04
161·73	76·12	5·61	162·62	75·85	6·77
Középérték: $\frac{86\cdot1012}{}$			Középérték: $\frac{86\cdot1938}{}$		

86·1475 ($\frac{1}{2}$ ‰ hibával).

$$Q = 0\cdot7692 - 0\cdot0031 = 0\cdot7661,$$

$$T = 25\cdot645, \quad \bar{\eta}'_0 = 2\cdot0731 \cdot 10^{-4}.$$

III. Nagy sebességek.

A lengő gömbhøj ólomsöréttel van kitöltve és 0·4 mm. átmérőjű aczéldróton függ.

Objektív tükörleolvasás.

113. kísérlet, 1911 márcz. 1.-én d. u.

Levegő.

$$A = 3900, \quad \text{köz. o. r.} = 600, \quad 1 \text{ mm.} = 1 \text{ o. r.}$$

A skála 1200 mm. hosszú.

Áttétel: $M-3'$, $2'-2$.

$$e'_1 = 392\cdot49.$$

Motor jár: $r=9$.

		959·0	
	707·5	964·5	
	696·5	943·5	$e_2 = 825\cdot88$
Középérték:	$\frac{702\cdot0}{}$	$\frac{953\cdot67}{}$	
	$\frac{-0\cdot10}{}$	$\frac{-3\cdot81}{}$	
	701·90	949·86	

$$\theta_{\text{III}} = 20\cdot42, \quad \theta_{\text{II}} = 20\cdot52, \quad \theta_{\text{I}} = 20\cdot98.$$

A megfigyeléseket a fokozódó oldallengések miatt nem lehetett hosszabb időre kiterjeszteni.

$$e_1'' = 392\cdot60,$$

$$n = 433\cdot33.$$

Q meghatározása $30Q$ -nak megfelelő közök lemeréséből:

t_{i+10}	t_i	$t_{i+10}-t_i$
30·01	0·19	29·82
32·97	3·20	·77
35·83	6·14	·69
38·82	9·14	·68
41·70	12·08	·62
44·67	15·03	·64
47·82	18·10	·72
50·68	21·18	·50
53·60	24·12	·48
56·48	27·08	·40

Közéérték: $29\cdot632$ (legn. eltérés $\frac{2}{3}\%$)

$$Q = 0\cdot09877 - 0\cdot00040 = 0\cdot09837.$$

Q pontosabb $\frac{2}{3}\%$ -nál, ugyanis $\frac{2}{3}\%$ a forgásidő legnagyobb ingadozása a mérés folyamán, a mit a regisztráló pontosan megmutat.

$$T = 11\cdot526.$$

$$\bar{\eta}_0 = 4\cdot1932 \cdot 10^{-4},$$

$$\bar{\eta}_{18} = 4\cdot1816 \cdot 10^{-4}.$$

124. kísérlet, 1911 márcz. 7.-én d. u.

Széndioxyd.

$$A = 3772, \quad k. o. r. = 500, \quad 1 o. r. = 1 \text{ mm.}$$

Áttétel: $M-3'$, $2'-2$. $\theta_{III} = 19\cdot15$, $\theta_{II} = 19\cdot21$, $\theta_I = 19\cdot64$.

$$e_1' = 215\cdot76.$$

Motor jár: $r=9$.

	707·5	
	568·0	710·0
	533·0	708·7
Középérték:	550·5	708·73
	-0·01	-0·99
	550·49	707·74
	$e_2'' = 215·75,$	
	$n = 413·37.$	

$$e_2 = 629·12$$

Ω meghatározása 20Ω -nak megfelelő közök kiméréséből:

t_{i+10}	t_i	$t_{i+10} - t_i$
21·57	0·03	21·54
23·73	2·25	·48
25·80	4·33	·47
27·92	6·43	·49
30·01	8·73	·28
32·14	10·82	·32
34·22	12·98	·24
36·32	15·11	·21
38·50	17·23	·27
40·53	19·47	·06

Középérték: $\overline{21·336}$ (max. ingadozás 1%)

$$\Omega = 0·10668 - 0·00042 = 0·10626,$$

$$T = 11·530,$$

$$\theta = 19·18, \quad \bar{\gamma}_\theta = 4·4653 \cdot 10^{-4}.$$

b) A kísérleti eredmények táblázatos áttekintése.

A III. és IV. táblázatban összefoglaltam az utolsó dolgozatom óta végzett (41—145.) kísérletek eredményeit a növekedő forgássebességek (fogyó Ω -k) sorrendjében. Azokat a kísérleteket, a melyek hozzávetőleg ugyanarra a sebességre vonatkoznak, vízszintes vonásokkal elválasztott csoportokba foglaltam; e csoportokat római számokkal jelöltem (l. a táblázatok utolsó rovatát). T és Ω értékeit már a chronometer, illetve a regisztráló óraműve hibájának megfelelően javítva vettem be a táblázatba. $\bar{\gamma}_\theta$ a «látszólagos surlódási együttható» értéke θ hőmérséklet mellett (θ' a θ'_{III} és θ'_{II} középértéke, $\theta'' = \frac{\theta''_{\text{III}} + \theta''_{\text{II}}}{2}$ és $\theta = \frac{\theta' + \theta''}{2}$).

11. §. A kísérleti eredményeknek az elmélettel való egybevetése.

a) Lassú mozgások.

Mínthogy a hydrodynamikai alapegyenletben fellépő η meghatározása ama föltevés mellett történt, hogy a sebesség másodfokú kifejezéseit tartalmazó tagok a belső surlódás forgató nyomatékában elhanyagolhatók, mindenekelőtt arról kell meggyőződnünk, vajjon a megelőző dolgozatomban közölt mérésekkor elég kicsinyek voltak-e ezek a számításnál elhanyagolt tagok; más szóval a RAYLEIGH-LAMB-féle ellenvetés jogosultságát kell megvizsgálnunk.

Mínthogy megelőző dolgozatomban az η értékeit 18° C.-ra redukáltam, itt közlöm az η_{18} értékeket az I, II (ill. az I') csoportokból:

		Ω	$\eta_{18} \cdot 10^{-4}$
I.	98. k.	8869·0	1·9224
	99. "	8743·5	1·9424
II.	94. "	2340·5	1·9738
	96. "	2323·5	1·9484
	95. "	2329·5	1·8956
	97. "	2272·5	1·9580

Középérték:

Ω	$\eta_{18} \cdot 10^{-4}$	$\frac{\delta\eta}{\eta} \%$
8806·25	1·9300	$\frac{1}{2}$
2316·5	1·9439	2·5

Hasonlítsuk össze ezen értékeket η_{18} -nak azon értékeivel, a melyeket megelőző dolgozatomban közöltem $\Omega=288-22$ sec.-ra vonatkozólag (l. a megelőző dolgozat II. táblázatát a 111. lapon), azzal a változtatással, hogy a chronométer hibájának megfelelően Ω -t $\frac{2}{3}$ ezrelékkal kisebbittem és η_{18} -t ugyanannyi ezrelékkal nagyobbítottam.

III. Táblázat.

Száras

A kísérlet száma	A kísérlet kelte	Áttétel	r	Ω	Fel-függesztési drót	T	A fél skála-részekben
98	1911. jan. 25.	I-2'', 1''-3', 1'-2	*	8869.0	4×0.03 mm phosphor- bronz	377.42	17476
99	" " 26.			8743.5		"	"
94	1911. jan. 16.	I-2'', 1''-2	*	2340.5	"	378.72	17572
96	" " 17.			2329.5		378.39	"
95	" " 17.			2323.5		378.72	"
97	" " 17.			2272.5		378.39	"
42	1910. decz. 16.	M-2'', 1''-3', 1'-2	3.5	10.631	0.10 mm platina	65.851	2800
41	" " 15.			10.569		65.843	
43	" " 17.			10.370		65.847	
44	" " 18.			10.303		65.818	
78	1911. jan. 9.	"	5	5.6375	0.15 mm Pt.	25.618	3990
86	" " 10.			5.0271	"	25.641	"
45	1910. decz. 20.			4.6776	0.20 mm Pt.	15.781	4000
84	1911. jan. 10.			4.5954	0.15 mm Pt.	25.641	3990
79	1911. jan. 9.	"	7	3.1845	"	25.618	"
87	" " 10.			2.7280		25.641	"
46	1910. decz. 22.	"	8	2.1819	0.20 mm Pt.	15.781	4000
85	1911. jan. 10.			2.1426	0.15 mm Pt.	25.641	3990
81	" " 9.			2.0281	"	"	"
82	" " 9.			1.9770	"	"	"
89	1911. jan. 10.	"	11	1.3499	"	"	2611
80	" " 9.			1.2500		"	3990
83	" " 9.			1.2260		"	"
47	1910. decz. 23.			1.1593		0.20 mm Pt.	15.784

levegő.

A táveső tengelyével egybeeső középső osztályzat	e_1' corr.	e_2 corr.	e_1'' corr.	n	θ'	θ''	θ	$\bar{\eta} \cdot 10^4$	A kísérlet száma	A csoportok száma
600	729.2	643.25	749.4	93.92*	18.80	18.60	18.70	1.9238	98	I.
700	731.46	622.4	720.2	96.23*	18.98	21.82	20.97	1.9564	99	
380	509.56	170.96	527.55	368.44*	19.50	19.84	19.59	1.9813	94	II.
710	797.2	442.15	816.8	364.31*	20.00	19.98	19.99	1.9577	96	
380	832.58	469.48	836.78	356.53*	19.60	20.40	19.77	1.9040	95	
880	798.92	418.32	787.92	374.01*	19.88	19.71	19.80	1.9664	97	
500	333.69	723.62	334.02	389.77	20.70	20.74	20.72	1.9751	42	III.
	331.76	722.02	331.95	390.17	21.70	21.73	21.71	1.9663	41	
	336.95	735.85	337.17	398.79	20.60	20.69	20.64	1.9720	43	
	344.54	741.39	345.02	396.61	19.28	19.37	19.32	1.9500	44	
500	73.81	225.88	73.93	152.01	19.97	19.97	19.97	1.8944	78	IV.
	78.45	246.20	78.43	167.76	18.96	18.95	18.95	1.8676	86	
	352.27	422.46	352.24	70.20	21.51	21.47	21.49	1.9082	45	
	78.29	262.78	78.35	184.46	19.43	19.47	19.45	1.8776	84	
500	73.94	343.67	74.06	269.67	19.97	19.97	19.97	1.8984	79	V.
	78.42	387.30	78.40	308.89	18.95	18.93	18.94	1.8660	87	
500	350.28	494.81	350.34	144.47	19.00	19.04	19.02	1.8318	46	VI.
	78.32	476.18	*	397.86	19.47	19.50	19.48	1.8878	85	
	74.04	497.84	74.02	423.81	20.02	20.02	20.02	1.8969	81	
	74.01	510.18	74.19	436.06	19.99	19.99	19.99	1.9091	82	
500	75.28	501.54	75.55	426.13	18.98	19.02	19.00	1.9401	89	VII.
	74.06	777.27	74.04	703.22	20.03	20.02	20.02	1.9466	80	
	74.19	790.26	74.34	716.00	19.99	19.97	19.98	1.9439	83	
	349.19	643.14	348.72	294.19	20.86	21.03	20.94	2.0296	47	

* n kiszámítása graphikai interpolációval történt; az e_1' , e_2 , e_1'' adatok csak hozzávetőleges középértékek.

A kísérlet száma	A kísérlet kelte	Áttétel	r	Ω	Fel-függesztési drót	T	A fél állá- részekben
90	1911. jan. 10.	M—2",	10·5	0·9049	0·15 mm Pt.	25·641	2611
93	" " 11.	1"—2', 1'—2	11	0·8696	"	"	"
48	1910. decz. 23.	M—2",	14	0·8610	0·20 mm Pt.	15·778	4000
88	1911. jan. 10.	1"—3', 1'—2	14	0·8524	0·15 mm Pt.	25·641	2611
91	1911. jan. 11.	"	12	0·7424	"	"	"
92	" " 11.	"	12	0·7415	"	"	"
49	1910. decz. 28.	"	12	0·6497	0·20 mm Pt.	15·778	4000
50	" " "	"	14	0·6191	"	"	"
100	1911. febr. 24.	M—3', 1'—2	7	0·55663	0·4 mm aczél	11·528	17832
104	" " 25.			0·48504			
101	1911. febr. 24.	"	9	0·31126	"	"	"
103	" " 25.	"	9	0·30433	"	"	"
105 ¹	1911 febr. 28.	"	9	0·27179	"	"	3900
102	1911. febr. 24.	"	10·5	0·22116	"	"	17832
106 ¹	" " 28.	"		0·19907	"	"	3900
107 ¹	1911. febr. 28.	"	11·5	0·16721	"	"	"
115 ¹	1911. márcz. 1.	M—3', 2'—2	7	0·15086	"	"	"
108 ¹	" febr. 28.	M—3', 1'—2	11·5	0·15019			
112 ¹	" márcz. 1.	M—3', 2'—2	7	0·14599			
111 ¹	" " "	"	7	0·14519			
114 ¹	1911. márcz. 1.	"	9	0·10047	"	"	"
109 ¹	" " 1.	"		0·09976			
110 ¹	" " 1.	"		0·09851			
113 ¹	" " 1.	"		0·09838			

¹ Objektív tükörleolvasás.

A táveső tengelyével egybeeső közbelső osztályzat	e_1' corr.	e_2 corr.	e_1'' corr.	n	θ'	θ''	θ	$\bar{\eta} \cdot 10''$	A kísérlet száma.	A csoportok száma
500	75·55	734·62	76·20	658·75	18·98	18·98	18·98	2·0100	90	VIII.
	76·15	761·67	76·32	685·43	20·61	20·63	20·62	2·0099	93	
	349·07	770·85	*	421·78	20·96	*	20·96	2·1110	48	
	75·00	778·08	75·27	702·94	18·94	18·98	18·96	2·0204	88	
500	75·81	904·76	75·98	828·87	20·58	20·60	20·59	2·0751	91	IX.
	75·98	902·71	76·15	826·65	20·60	20·61	20·61	2·0670	92	
300	148·57	735·53	148·62	586·93	18·31	18·36	18·34	2·2169	49	X.
	148·63	773·54	*	624·91	18·41	18·40	18·40	2·2493	50	
500	872·52	692·07	872·75	180·56	20·80	20·87	20·84	2·1669	100	XI.
	874·47	664·23	874·37	210·19	20·77	20·79	20·78	2·1930	104	
500	872·75	487·38	872·98	385·49	20·87	20·95	20·91	2·5810	101	XII.
	874·57	460·82	874·47	413·70	20·75	20·77	20·76	2·7082	103	
600	402·68	504·23	402·68	402·68	20·81	20·81	20·81	2·7145	105	XIII.
500	872·98	235·78	873·21	637·32	20·95	21·02	20·99	3·0318	102	XIV.
	402·68	558·05	402·68	155·37	20·81	20·81	20·81	3·0420	106	
600	402·68	601·70	402·68	199·02	20·81	20·81	20·81	3·2730	107	XV.
600	392·73	629·27	392·84	236·49	20·47	20·47	20·47	3·5088	115	XVI.
	402·68	622·68	402·68	220·00	20·81	20·81	20·81	3·2498	108	
	392·38	638·52	392·49	246·08	20·46	20·46	20·46	3·5332	112	
	393·00	632·23	393·31	239·08	20·82	20·82	20·82	3·4139	111	
600	392·61	812·39	392·62	419·73	20·47	20·47	20·47	4·1475	114	XVII.
	392·37	823·16	392·68	430·60	20·82	20·82	20·82	4·1830	109	
	392·68	828·14	393·00	435·30	20·82	20·82	20·82	4·2130	110	
	392·49	825·88	392·60	433·33	20·46	20·46	20·46	4·1926	113	

IV. Táblázat.

Szén-

A kísérlet száma	A kísérlet kelte	Áttétel	r	Ω	Fel-függesztési drót	T	A fél skála-részekben
143	1911. márcz. 25.	III--2", 1"--3', 1'-2	*	4671	4×0·03 mm phosphor- bronz	379·79	17940
144	" " 26.			4592		379·50	18012
145				4554		379·50	18012
136	1911. márcz. 21.	IV--2	*	126·33	0·10 mm nikkelindrót	72·301	17952
137	" " 21.			125·55		"	
140	" " 22.			125·43		"	
139	" " 21.			125·42		"	
138	" " 21.			125·34		"	
141	1911. márcz. 23.	V--1	*	47·000	"	72·301	17952
142	" " 23.			46·289		"	
53	1910. decz. 31.	M--2", 1"--3' 1'-2	3·5	14·105	0·15 mm platina	25·644	4004
51	" " 30.			13·058		25·635	
52	" " 31.			12·759		25·653	
75	1911. jan. 6.	"	5	6·5916	"	25·618	4010
76	" " 6.			6·2570		"	
54	1910. decz. 31.			5·0865		25·644	4004
74	1911. jan. 6.	"	7	3·1367	"	25·618	4010
77	" " 6.			2·9950		"	
55	1910. decz. 31.			2·8502		25·644	4004
56	" " 31.			2·7598		"	
57	1911. jan. 2.	"	9	1·8920	"	25·644	"
58	" " 2.			1·6881		25·645	
71	1911. jan. 5.	M--2", 1"--2', 1'-2 mint. 58	8·9	1·4217	"	25·618	2601
73	" " 6.			8·9		1·2980	"
59	" " 2.			10		1·2773	25·645

dioxyd.

A távcső tengelyével egybeeső középső osztályzat	e_1' corr.	e_2 corr.	e_1'' corr.	n	θ'	θ''	θ	$\eta\theta \cdot 10^4$	A kísérlet száma	A csoportok száma
500	926·42	761·33	918·88	161·24*	18·61	18·76	18·78	1·6865	143	I'
	498·44	313·45	458·44	164·98*	17·87	18·21	18·04	1·6946	144	
	660·50	497·75	650·51	157·75*	17·54	17·98	17·76	1·6059	145	
500	766·75	559·46	767·75	207·79	19·44	19·48	19·46	1·6190	136	II'
	770·78	562·30	768·37	207·27	19·58	19·66	19·62	1·6050	137	
	796·58	588·15	794·07	207·14	17·91	17·98	17·96	1·6030	140	
	772·26	562·51	772·34	209·79	19·72	19·77	19·75	1·6230	139	
500	807·75	252·63	812·66	557·57	20·17	20·23	20·20	1·6166	141	III'
	812·66	241·95	811·99	570·37	20·26	20·30	20·28	1·6287	142	
300	140·07	189·36	139·97	49·34	18·28	18·31	18·30	1·5299	53	IV'
	142·72	196·22	142·11	53·80	18·70	18·65	18·67	1·5453	51	
	140·34	194·80	140·26	54·50	18·16	18·28	18·22	1·5276	52	
300	33·23	140·02	33·01	106·90	19·46	19·48	19·47	1·5498	75	V'
	33·01	146·06	33·05	113·03	19·67	19·66	19·67	1·5556	76	
	140·05	278·26	140·08	138·20	18·35	18·37	18·36	1·5454	54	
300	33·45	261·77	33·23	228·43	19·43	19·45	19·44	1·5756	74	VI'
	33·05	274·83	33·09	241·76	19·66	19·66	19·66	1·5927	77	
	140·09	392·07	140·12	251·96	18·37	18·40	18·39	1·5787	55	
	139·82	399·40	139·88	259·55	18·50	18·55	18·52	1·5747	56	
300	139·89	534·46	139·95	394·54	18·64	18·68	18·66	1·6410	57	VII'
	139·11	576·48	138·93	437·46	18·21	18·21	18·21	1·6235	58	
300	52·87	408·15	52·42	355·50	18·03	18·07	18·05	1·7136	71	VIII'
	53·38	449·39	53·54	396·09	18·47	18·62	18·55	1·7430	73	
	138·93	708·26	138·74	569·43	18·21	18·21	18·21	1·5939	59	

* n kiszámítása graphikai interpolációval történt; az e_1' , e_2 , e_1'' adatok csak hozzávetőleges középértékek.

A kísérlet száma	A kísérlet kelte	Áttétel	r	Ω	Fel-függesztési drót	T	A fél skála-részekben	
60	1911. jan. 3.	M-2'',	11	1·1942	0·15 mm platina	25·645	4004	
61	« « 3.	1''-3',	11·5	1·1221		25·645	«	
62	« « 3.	1'-2	11·5	1·1100		25·645	2601	
70	« « 5.	mint 73	9·8	1·1082		25·618	«	
64	« « 4.	mint 62	11·5	1·0815		25·645	«	
72	« « 6.	mint 73	9·8	1·0657		25·618	«	
69	1911. jan. 5.	mint 73	11	0·9077	«	25·645	2601	
63	« « 3.	mint 62	14	0·8397		«	«	
65	« « 4.	«	«	0·8320		«	«	
66	« « 4.	mint 73	«	0·8074		«	«	
67	1911. jan. 4.	M-2'', 1''-2',	12	0·7661	«	«	«	
68	« « 5.	1'-2	12·2	0·7467				
131	1911. márcz. 9.	M-3', 1'-2	7	0·44170	0·4 mm aczel	11·527	17880	
128	« « 8.			0·42900		«	«	
135	« « 9.			0·42219		«	«	
133	« « 9.			0·40082		«	«	
130	1911. márcz. 8.	«	9	0·26170	«	«	«	
129	« « 8.			0·26135				
134	« « 9.			0·25860				
132	« « 9.			0·25834				
125 ¹	1911. márcz. 7.	M-3', 2'-2	7	0·16812	«	«	3772	
127 ¹	« « 7.			0·16689			«	«
116 ¹	« « 6.			0·16615			«	3844
123 ¹	« « 7.			0·16397			«	3772
118 ¹	1911. márcz. 6.	«	8	0·13516	«	«	3844	
119 ¹	« « 6.			0·13144			«	«
120 ¹	« « 6.			0·13041			«	«
117 ¹	« « 6.			0·12257			«	«
121 ¹	1911. márcz. 6.			0·10627			9	0·10626
124 ¹	« « 7.	0·10626	«	«				
126 ¹	« « 7.	0·10599	«	«				
122 ¹	« « 7.	0·10417	«	«				

¹ Objektív tükörleolvasás.

A távcső tengelyével egybeeső középső osztályzat	e_1' corr.	e_2 corr.	e_1'' corr.	n	θ'	θ''	θ	$\eta \cdot 10^4$	A kísérlet száma	A csoportok száma
300	139·50	837·04	140·16	697·21	17·88	17·88	17·88	1·8302	60	IX'
	140·17	863·79	140·83	723·29	17·88	17·88	17·88	1·7840	61	
	52·64	530·82	52·82	478·09	17·97	17·97	17·97	1·7957	62	
	53·31	532·42	52·88	479·33	17·99	18·03	18·01	1·8010	70	
	53·02	547·53	53·15	494·45	19·07	19·14	19·10	1·8094	64	
	53·22	562·39	53·38	509·09	18·32	18·47	18·39	1·8395	72	
300	53·01	679·21	53·31	626·05	17·83	17·88	17·85	1·9228	69	X'
	52·82	736·78	53·00	683·87	17·97	17·97	17·97	1·9433	63	
	53·15	745·42	53·28	692·21	19·15	19·22	19·19	1·9488	65	
	52·62	773·43	52·85	720·70	18·20	18·40	18·22	1·9688	66	
300	52·86	852·56	53·09	799·58	18·24	18·28	18·26	2·0731	67	XI'
	52·71	862·21	53·01	809·35	17·77	17·82	17·80	2·0451	68	
500	907·68	656·43	906·78	250·80	20·62	20·62	20·62	2·3753	131	XII'
	908·52	641·85	908·53	266·68	18·29	18·30	18·30	2·4531	128	
	907·13	637·62	907·16	269·48	20·36	20·36	20·36	2·4384	135	
	907·05	629·83	907·09	277·24	20·32	20·32	20·32	2·3827	133	
500	908·54	361·64	908·56	546·91	18·32	18·32	18·32	3·0688	130	XIII'
	908·53	365·41	908·54	543·13	18·31	18·31	18·31	3·0436	129	
	907·09	353·56	907·13	553·55	20·34	20·34	20·34	3·0693	134	
	907·02	348·64	907·05	558·40	20·30	20·30	20·30	3·0677	132	
500	215·75	424·07	215·74	208·33	19·19	19·19	19·19	3·5321	125	XIV'
500	215·73	422·37	215·72	206·65	19·20	19·20	19·20	3·4780	127	
600	533·03	755·51	533·45	222·27	18·71	18·71	18·71	3·6377	116	
500	215·76	443·46	215·76	227·70	19·14	19·14	19·14	3·7652	123	
600	533·88	842·51	534·74	308·21	18·69	18·69	18·69	4·1528	118	XV'
	534·75	841·75	535·61	306·57	18·70	18·72	18·71	4·0193	119	
	535·62	840·81	536·48	304·76	18·72	18·74	18·73	3·9643	120	
	533·46	858·62	533·88	324·95	18·79	18·80	18·79	3·9729	117	
600	536·48	949·99	537·34	413·08	18·73	18·74	18·74	4·3839	121	XVI'
500	215·76	629·12	215·75	413·37	19·18	19·18	19·18	4·4649	124	
«	215·74	620·38	215·73	404·65	19·18	19·18	19·18	4·3595	126	
«	215·78	659·79	215·77	444·02	19·10	19·10	19·10	4·7019	122	

Ω	$\eta_{18} \cdot 10^{-4}$	$\frac{\delta\eta}{\eta} \%$
288·276	1·9170	0·42
276·623	1·9129	0·12
127·432	1·9042	0·65
75·367	1·9121	1·00
• 47·199	1·9160	0·11
34·259	1·8971	0·82
22·537	1·9087	0·15

Ez utóbbi adatok alapján η_{18} számára $1·9126 \cdot 10^{-4}$ értéket tartottam a surlódási együttható legvalószínűbb értékének megelőző dolgozatomban befejezése után (tekintetbe véve a $+2/3 \cdot 0/100$ -es javítást). Látjuk, hogy az «igen lassú» mozgások alapján meghatározott újabb η értékek ennél az értéknél $1/2$ — $3/4$ százalékkal *nagyobbak*. Ámbar úgy az I., mint a II. csoportban egyesített mérések közti eltérés nagyobb ezen nem egészen egy százalékos többletnél, az $\bar{\eta}$ ezen növekedésének mégis kénytelenek vagyunk némi jelentőséget tulajdonítani, különösen akkor, ha az $\bar{\eta}$ -nak az Ω -val való további változását is tekintetbe vesszük.

Már megelőző dolgozatomban is megjegyeztem a surlódási együtthatóról (112—113. l.): « $\Omega=288$ sec.-tól $\Omega=22$ sec.-ig a levegő surlódási együtthatóját állandónak találtuk, sőt az adatokból inkább igen csekély fogyásra lehetne következtetni». Ezt a multkori adatokból csak határozatlanul kiolvasható csekély fogyást megerősíteni látszik az a hat kísérlet, a melyet újabban igen lassú mozgásokkal végeztem, de ugyanerről tanúskodnak a nagyobb sebességgel végzett mérések is. A IV., V., VI. és VII. csoport megtekintése ugyanis világosan mutatja, hogy $\bar{\eta}$ Ω -nak csökkenésével ugyancsak fogy, még pedig $\Omega=8800$ -hoz képest majdnem 3 százalékkal, azután kezd csak növekedni úgy, a mint hozzávetőleges mechanikai megfontolások alapján várható. Az $\bar{\eta}$ szabályos menetét megzavarja a III. csoport ($\Omega =$ kb. 10 sec.), a melyben az $\bar{\eta}$ vagy 2 százalékkal növekszik szomszédos értékeihez képest; ennek a csoportnak azonban nem szabad nagy súlyt tulajdonítanunk: ez volt ugyanis a leglassúbb mozgás, melyet a motorral előállítottam; a motor csak $1/4$ feszült-

séggel járt, tehát kevés munkát végzett, néha-néha akadozott is, úgy hogy semmiesetre sem járt oly egyenletesen, mint nagyobb sebességek mellett. Hogy a surlódási együttható ($\bar{\eta}$) csekély fogyása valóban reális jelenség, az legjobban a széndioxyddal végzett mérésekből világlik ki. A széndioxyddal végzett mérések eredményeit az összes kísérletek középhőmérsékletére ($\theta_0=18\cdot89$) redukáltam (a reductionnál használt eljárást alább ismertetem); az eredmény a lassú mozgásoknál a következők:

		Ω	$\eta_{\theta_0} \cdot 10^{-4}$
I'.	143. k.	4671	1·6871
	144. "	4592	1·6996
	145. "	4554	1·5994
II'.	136. "	126·33	1·6161
	137. "	125·55	1·6010
	140. "	125·43	1·6087
	139. "	125·42	1·6166
	138. "	125·34	1·6116
III'.	141. "	47·000	1·6096
	142. "	46·289	1·6212

Középérték:

	Ω	$\bar{\eta}_{\theta_0} \cdot 10^{-4}$	$\frac{\delta\eta}{\eta} \%$
	4606·3	1·6620	4 %
	125·614	1·6108	0·6 "
	46·944	1·6154	0·4 "
IV'.	13·307	1·5314	1 "
V'.	5·9784	1·5486	0·3 "
VI'.	2·9354	1·5798	0·6 "

Az $\bar{\eta}$ minimuma itt is világosan jelentkezik; itt is a leglassúbb mozgásokra vonatkozó $\bar{\eta}$ -k a legnagyobbak; ámbár e méréseknek maximális hibája elég jelentékeny s így kevés súlyt tulajdoníthatunk nekik, mégis feltűnő, hogy mind a három $\bar{\eta}$ érték nagyobb a IV', V', VI'-beli értékek bármelyikénél. De az $\bar{\eta}$ minimuma akkor is élesen mutatkozik, ha az I'. csoportbeli értékeket nem tekintjük, úgy hogy határozottan ki kell

jelentenünk, hogy $\bar{\eta}$ -nak úgy a levegőnél, mint a széndioxydnál *gyenge minimuma van* $\Omega=2$ sec., ill. $\Omega=13$ sec. körül.

A minimális értéknek eltérése a megelőző dolgozatban meghatározott legvalószínűbb η értéktől (l. a IV. csoportot) a levegőnél 1.5%, a széndioxydnál pedig a II'. csoportbeli legvalószínűbb értéktől 5%. A minimum helyzete — legalább hozzávetőleg — összhangzásban van azzal a föltevással, hogy a minimum a sebességi összetevők második és magasabbfokú kifejezéseinek tulajdonítandó. Ha ugyanis — a mint az elméleti részben kifejtettük —:

$$\Phi = \eta \left(A_1 \Psi + \frac{\rho^2}{\eta^2} A_3 \Psi^3 + \frac{\rho^4}{\eta^4} A_5 \Psi^5 + \dots \right),$$

a hol az A -k függetlenek a gáz természetétől, akkor:

$$\bar{\eta} = \frac{\Phi}{A_1 \Psi} = \eta \left(1 + \frac{\rho^2}{\eta^2} B_3 \Psi^2 + \frac{\rho^4}{\eta^4} B_5 \Psi^4 + \dots \right), \quad (34)$$

a hol a B -k ugyancsak függetlenek a gáz természetétől.

Tegyük most fel, hogy B_3 negatív és B_5 pozitív, akkor, ha Ψ rendkívül kicsiny értékeiből indulunk ki (a hol $\bar{\eta}=\eta$), $\bar{\eta}$ eleinte fogy, mindaddig, a míg a Ψ^4 -t tartalmazó tag elhanyagolható; a mint azonban ennek a tagnak a jelenléte érvényesül, $\bar{\eta}$ mind lassabban fogy, minimumon megy át és növekedni kezd. Mint-hogy $\frac{\rho}{\eta}$ a széndioxydnál kb. kétszer akkora, mint a levegőnél, $\frac{\rho^2}{\eta^2}$ tehát négyszer akkora s i. t., a minimum a széndioxydnál előbb (lassúbb mozgásnál) fog bekövetkezni.

$\bar{\eta}$ -nak ugyanis, mint Ψ függvényének — ha az első három tagra szorítkozunk — minimuma van ott, a hol

$$\frac{d\bar{\eta}}{d\Psi} = 0,$$

azaz:

$$2 \frac{\rho^2}{\eta^2} B_3 \Psi + 4 \frac{\rho^4}{\eta^4} B_5 \Psi^3 = 0$$

és

$$\Psi'_{\min.} = - \frac{B_3}{2 \frac{\rho^2}{\eta^2} B_5}.$$

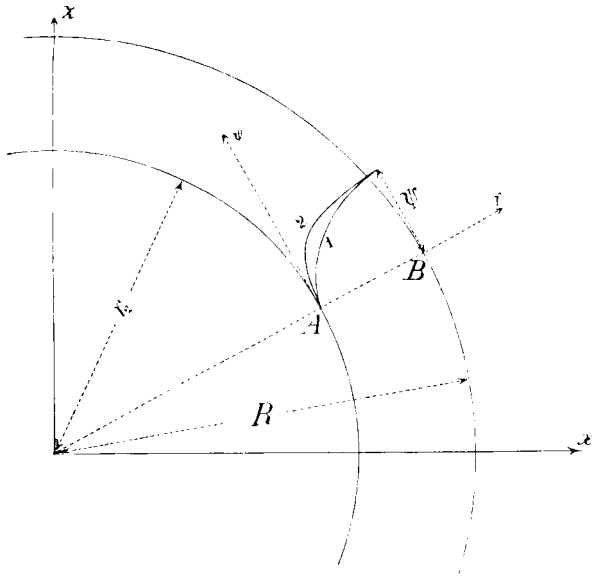
Valóban, $\frac{\rho}{\eta}$ növekedésével a minimum helyzete a kisebb sebességek felé tolódik el. A minimum abszolút nagyságára nézve azonban azt kapjuk, hogy független a $\frac{\rho}{\eta}$ viszonytól és minden gáznál saját surlódási együtthatójával arányos; valóban:

$$\bar{\eta}_{\min.} = \eta \left(1 - \frac{B_3^2}{2B_5} + \frac{B_3^2}{4B_5} \right) = \eta \left(1 - \frac{B_3^2}{4B_5} \right).$$

Mi széndioxyd esetén nagyobb százalékos eltérést kaptunk a minimum helyén, mint a levegőnél, ánde a kísérleti hibákhoz ennyire közel álló eltérések esetén nem várhatunk mennyiségi pontos megegyezést.

A minimum ilyen magyarázatának azonban igen nehéz mechanikai értelmezést adni; a sebesség magasabbfokú tagjainak hatását ugyanis éppen ellenkezőnek képzelem, a mint hogy valóban ezt az első igen gyenge minimumot $\bar{\eta}$ -nak aránylag rohamos növekedése követi, mely $\bar{\eta}$ értékét az eddig megvizsgált legnagyobb sebességek esetén a levegőnél több mint kétszeresére, a széndioxydnál majdnem háromszorosára emeli. Ezt a növekedést a centrifugális erő figyelembe vételével jól meg lehet magyarázni. A sebesség másodfokú tagjainak elhanyagolása ugyanis mechanikailag tulajdonképpen a centrifugális erő elhanyagolását jelenti, ennek szerepe pedig a következő: a forgástengely körül nagyobb sugáron forgó részeket a centrifugális erő a forgó gömbhéj felé fogja szorítani, a minek következményeképpen a nyomás az egyenlítő és a külső gömbhéj felé megnövekszik a sarkok és a belső gömb környezetéhez képest; ennek a nyomásváltozásnak dinamikai következményeképpen gázáramlatok indulnak meg az egyenlítő külső széléről a sarkok belső környéke felé, viszont az egyenlítő külső széléről elfolyt gáz helyére az egyenlítő belső részéről a centrifugális erő következtében újabb gáztömegek tódulnak s ott a nyomástöbbletet állandóan fenntartják. Az egyenlítő külső rétegeiben a gáztömegek a külső gömbtől a belső surlódás útján jelentékeny forgássebességet nyernek; ezek a nagy lineáris sebességgel mozgó tömegek kisebb forgássugarú helyekre

jutva még nagyobb szögsebességre tesznek szert, vagy legalább is aránylag kevesebbet veszítenek szögsebességükből surlódás útján és ilyenformán megváltoztatják azt a sebességi eloszlást, a mely igen kis sebességek mellett uralkodik és a melynél a szögsebesség koncentrikus gömbökön állandó. Az egyenlítőtől a sarkok felé áramló gáztömegek miatt e szerint a szögsebesség a belső gömb felé nagyobb lesz, mint a milyen volna az igen lassú mozgásra érvényes eloszlás mellett. Az



5. ábra.

egyenlítő külső szélétől elfolyó tömegek pótlására odatóduló levegőnek hatása ugyanaz lesz, mert általuk aránylag lassan forgó tömegek távoznak a belső gömb környékéről és helyt adnak a gyorsabban forgó tömegeknek. Az eredményt minőségileg előtűnteti az 5. rajz: a két kör a belső és a külső gömbfelületek függőleges metszetét jelenti, AB a gáztéregnek merőleges metszete; rakjuk fel az AB mentén ordináták gyanánt a gáznak a függőleges tengely körüli forgássebességét; BC a külső gömb forgássebessége ψ . Elhanyagolva a másodfokú tagokat, a forgássebességeket bizonyos «1» görbe ábrázolja. A másod-

fokú tagok hatása az, hogy a forgássebesség a belső gömb felé nagyobb, mint az «1» görbének megfelelő forgássebesség; ennek következménye, hogy a másodfokú tagokat is előtűntető «2» görbe az A pontban meredekebb lesz, mint az «1» görbe. Ámde a belső surlódástól származó forgató nyomaték a belső gömb minden felületelemén a szögsebességnek sugármenti gradiensével arányos, mivel pedig a «2» görbe meredekebb, mint az «1», világos, hogy a centrifugális erő növelni fogja a belső surlódás forgató nyomatékát, $\bar{\eta}$ -nak e szerint Ψ -vel növekednie kellene, B_3 tehát nem lehetne negatív. $\bar{\eta}$ értékében egy kezdetbeli fogyást, azután növekedést bajosan lehet mechanikailag értelmezni.

A kérdés véglegesen csak akkor dönthető el, ha B_3 értékét a differenciálegyenletekből kiindulva valóban meghatározzuk; remélem, hogy nemsokára alkalmam lesz az idevágó számításokat elvégezni és akkor $\bar{\eta}$ -nak ez a különös viselkedése is a kellő megvilágításban fog részesülni. Addig a minimum magyarázatába nem bocsátkozom, csak megjegyzem, hogy ha nem a sebesség magasabbfokú tagjaitól származik, akkor valószínűleg a csuszamlás valamely megnyilvánulása.

Végeredményben tehát a lassú mozgásokra nézve a következőket állapíthatjuk meg:

I. $\Omega = 288$ -nak több mint 30-szorosára fokozva a forgásidőt, a surlódási együttható csak olyan rendű változást mutat, mint a kísérleti hibák, úgy hogy az eddigi méréseimből kiadódó $\eta_{18} = 1.9126 \cdot 10^{-4}$ értéknek az egyéb mérések eredményeitől való +4 százalékos eltérése semmiképen sem magyarázható a sebességi összetevők magasabbrendű tagjainak elhanyagolásával, annál kevésbbé, mert az igen lassú mozgásokból kiadódó η_{18} értékek még nagyobbak mint az $1.9126 \cdot 10^{-4}$ érték.

II. Úgy a levegőnél, mint a széndioxydnál a látszólagos surlódási együttható gyenge (néhány százalékos) minimumot mutat, a mely valószínűleg nem a sebesség magasabb hatványaitól származik.

III. A legmegbízhatóbb érték, melyet a széndioxyd surlódási együtthatójára találtam $\Omega = 125.614$ mellett

$$\begin{aligned} \eta &= 1.6108 \cdot 10^{-4}, & \theta &= 18.89. \\ \eta_{18} &= 1.6056 \cdot 10^{-4}, \end{aligned}$$

Ezen érték is jóval nagyobb, mint azok az értékek, a melyeket egyéb módszerekkel találtak a széndioxyd surlódási együtthatója számára; KUNDT és WARBURG például egy korong torsio lengései csillapodásának megfigyeléséből 15° C mellett $1.52 \cdot 10^{-4}$ -t kapott, a mi $\theta = 18.89$ -re átszámítva $1.54 \cdot 10^{-4}$ volna: az eltérés itt is — csak úgy mint a levegőnél — körülbelül +4 százalék az én adatom és a KUNDT és WARBURG-féle adat között. Más szerzők a széndioxyd η -jára nézve még kisebb adatokat nyertek.

A széndioxydnak a levegőre vonatkoztatott *relativ* surlódási együtthatója 18° C-nál:

$$\frac{\eta_{CO_2}}{\eta_{lev.}} = 0.8394.$$

O. E. MEYER¹ GRAHAMnak capillaris csöveken való transpiratio-kísérleteiből a következő relativ értéket számította ugyan-csak levegőre vonatkoztatva 0° C mellett:

$$\frac{\eta_{CO_2}}{\eta_{lev.}} = 0.843,$$

a mi igen jól egyezik a mi adatunkkal, a relativ surlódási együttható ugyanis csak kevéssé változik a hőmérséklettel, bár a széndioxyd surlódási együtthatója valamivel gyorsabban növekszik a hőmérséklettel, mint a levegőé.

b) Nagyobb sebességek.

A sebességi összetevők második és magasabbfokú kifejezéseinek tekintetbe vételével a következő képletet vezettük le a lát-szólagos surlódási együttható számára:

$$\bar{\eta} = \eta \left(1 + \frac{\rho^2}{\eta^2} B_3 \Psi^2 + \frac{\rho^4}{\eta^4} B_5 \Psi^4 + \dots \right),$$

a hol B_3 és B_5 független a gáz természetétől. Célunk most ezt a képletet kísérleti adataink alapján ellenőrizni. Minthogy a mi adataink közt

¹ Die kinetische Theorie der Gase, 2. Aufl. 191. l. (1899).

$$\Omega = \frac{2\bar{\eta}}{\eta}$$

szerepel, $\bar{\eta}$ képletébe is Ω -t vezetjük be Ψ helyére, s akkor

$$\bar{\eta} = \eta \left(1 + \frac{\rho^2}{\eta^2 \Omega^2} C_3 + \frac{\rho^4}{\eta^4 \Omega^4} C_5 + \frac{\rho^6}{\eta^6 \Omega^6} C_7 + \dots \right), \quad (35)$$

a hol a C -k ugyancsak függetlenek a gáz természetétől, tehát ugyanazok a levegőre, mint a széndioxydra. A képletben szereplő η a végtelen kis sebességekre vonatkozó surlódási együttható, mely a megelőző méréseinkből ismeretes.

Minthogy kísérletileg meghatározott $\bar{\eta}$ -ink nem vonatkoznak ugyanarra a hőmérsékletre, előbb redukálnunk kellene őket ugyanazon hőfokra; ámde minthogy $\bar{\eta}$ -ban $\frac{\rho}{\eta}$ hatványai is felépnek, a reductiót előre nem végezhetjük el, minthogy C_3 és C_5 s i. t. még ismeretlen; a számításokat tehát — egyelőre hőmérsékleti reductio nélkül — az összes kísérletek átlagos hőmérsékletére nézve fogjuk elvégezni, a mely alig $1-1.5^\circ$ C-szal tér el az egyes kísérletek valódi hőmérsékletétől.

A levegővel végzett mérések (IV—XVII.) átlagos hőmérséklete $\theta = 20.27$, a széndioxyddal végzett méréseké (IV'—XVI') $\theta = 18.89$.

A levegőnél tehát az η_{18} -ból a megelőző dolgozatomban közölt (110. l.) reductiók képlet szerint:

$$\eta_{20.27} = 1.9232 \cdot 10^{-4}$$

adódik ki.

A széndioxydra nézve a hőmérsékleti reductiót a II. csoport adataiból a következő eljárással végeztem. A tapasztalattal a legjobban egyezik a SUTHERLAND-féle képlet:¹

$$\bar{\eta} = \eta_c \frac{1 + aC}{C} \sqrt{1 + a\theta} \quad (36)$$

$$1 + \frac{1}{\theta + a}$$

¹ L. O. E. MEYER, idézett mű, 221. l.

itt $\alpha = \frac{1}{273}$ és C a SUTHERLAND-féle cohäesio-állandó, mely széndioxydnál:

$$C = 277.$$

A (36) így is írható:

$$\eta = \eta_0 \frac{1 + \alpha C}{1 + \frac{\alpha C}{1 + \alpha \theta}} \sqrt{1 + \alpha \theta}.$$

Ha $\alpha \theta$ kicsiny, akkor, minthogy αC körülbelül = 1,

$$\begin{aligned} \eta &= \eta_0 \frac{1 + \alpha C}{1 + \alpha C (1 - \alpha \theta)} \sqrt{1 + \alpha \theta} = \eta_0 \frac{2}{2 - \alpha \theta} \left(1 + \frac{\alpha}{2} \theta\right) = \\ &= \eta_0 \frac{1}{1 - \frac{\alpha}{2} \theta} \left(1 + \frac{\alpha}{2} \theta\right) = \eta_0 (1 + \alpha \theta). \end{aligned} \quad (37)$$

A surlódási együttható tehát — kicsiny hőmérsékletváltozás mellett — széndioxydnál az absolut hőmérséklettel arányos. A mi kísérleteinkben mindenesetre kielégítő pontossággal fogjuk használhatni a következő reductiós képletet:

$$\Delta \eta = \eta \cdot \alpha \cdot \Delta \theta. \quad (38)$$

Ezzel a képlettel számítottam ki a már előbb is közölt η értéket $\theta = 18.89^\circ$ C. mellett

$$\eta_{18.89} = 1.6108 \cdot 10^{-4}.$$

A (35) képletben még ρ is szerepel; ennek értékét táblázatból vettem ki, illetve a közismert képletekkel számítottam át a megfelelő hőmérsékletre és 750 mm higanynyomásra. Az eredmény:

$$\begin{array}{llll} \text{levegőnél} & \dots & \theta = 20.27, & p = 750 \text{ mm}, & \rho = 0.001188, \\ \text{széndioxydnál} & \dots & = 18.89, & = 750 \text{ " } & \rho = 0.001814. \end{array}$$

Könnyebb áttekintés czéljából itt közöljük az V. és VI. táblázatban a gyorsabb mozgásokkal végzett kísérletek eredményeinek csoportonkénti középértékeit:

V. Táblázat.

Levegő.

A csoport száma	Ω	θ	$\eta \cdot 10^4$	$(\bar{\eta} - \eta) \cdot 10^4$
IV.	4·9844	19·96	1·8887	-0·0345
V.	2·9562	19·43	1·8857	-0·0375
VI.	2·0824	19·63	1·8851	-0·0381
VII.	1·2463	19·98	1·9925	+0·0693
VIII.	0·8720	19·88	2·0396	0·1164
IX.	0·7419	20·60	2·0694	0·1462
X.	0·6344	18·37	2·2416	0·3184
XI.	0·52088	20·81	2·1774	0·2542
XII.	0·30779	20·83	2·6419	0·7187
XIII.	0·27179	20·81	2·7119	0·7887
XIV.	0·21012	20·90	3·0239	1·1107
XV.	0·16721	20·81	3·2704	1·3472
XVI.	0·14806	20·64	3·4246	1·5014
XVII.	0·09938	20·64	4·1822	2·2590

VI. Táblázat.

Széndioxyd.

A csoport száma	Ω	θ	$\eta \cdot 10^4$	$(\bar{\eta} - \eta) \cdot 10^4$
IV'	13·307	18·40	1·5343	-0·0765
V'	5·9784	19·17	1·5503	-0·0605
VI'	2·9354	19·00	1·5804	-0·0304
VII'	1·7901	18·42	1·6322	+0·0224
VIII'	1·3310	18·27	1·6835	0·0727
IX'	1·1136	18·21	1·8100	0·1992
X'	0·8467	18·31	1·9459	0·3351
XI'	0·7564	18·03	2·0591	0·4483
XII'	0·42343	19·90	2·4124	0·8016
XIII'	0·26000	19·32	3·0624	1·4516
XIV'	0·16428	19·06	3·6032	1·9924
XV'	0·12989	18·73	4·0273	2·4165
XVI'	0·10567	19·05	4·4775	2·8667

A levegőre vonatkozó mérések közé nem vettem be a III. csoportot, minthogy eredményei elütnek a többi adat szabályos menetétől és valószínűleg kevésbé megbízhatók a többinél, mivel — a mint már előbb megjegyeztem — a túlságosan lassan forgó elektromotor nem járt eléggé egyenletesen.

Az V. és VI. táblázat adatainak már felületes áttekintése is mutatja, hogy a *minőségi megjegyzés az elmélet és a kísérlet között valóban megvan*. Az elmélet szerint ugyanis $\bar{\eta} \frac{\rho^2}{\eta^2} \Psi^2$ hatványai szerint haladó sor; minthogy pedig $\frac{\rho}{\eta}$ széndioxyd esetén nagyobb, mint a levegőnél, várható, hogy $\bar{\eta}$ a széndioxydnál gyorsabban változik a sebességgel, mint a levegőnél. És valóban, míg kicsiny sebességek mellett a széndioxyd $\bar{\eta}$ -ja kisebb mint a levegőé, addig a sebesség növekedésével a széndioxyd $\bar{\eta}$ -ja mindjobban megközelíti a levegőét, majd $\Omega=0.6$ körül utóléri a levegő $\bar{\eta}$ -ját és lényegesen (több mint 10%-kal) túl is szárnyalja $\Omega=0.1$ -nél. Az elmélet e szerint helyes magyarázatát szolgáltatja ama mindenesetre sajátságos jelenségnek, hogy a levegőénél kisebb surlódási együtthatójú széndioxyd nagyobb sebességek esetén a levegőnél nagyobb forgató nyomatékot gyakorol a lengő gömbhéjra. Figyelemre méltó példája e jelenség annak, hogy a hydrodynamikai jelenségek körében kicsiny sebességek esetén a surlódási együtthatónak magának van döntő szerepe, míg nagyobb sebességek esetén mindinkább túlsúlyba jut az $\frac{\eta}{\rho}$ -nak, az ú. n. *kinematikai surlódási együtthatónak* szerepe, melyet véleményem szerint találóbban lehetne *dynamikai surlódási együtthatónak* nevezni, minthogy az anyag tehetetlenségét képviseli a mozgásjelenségekben.

A kísérleti eredményeknek az elmélettel való mennyiségi összehasonlítása céljából egyelőre megelégedtem az $\bar{\eta}$ kifejezésének első három tagjával és a legkisebb négyzetek módszerével meghatároztam C_3 és C_5 -nek azon értékeit, a melyekkel legjobb közelítésben állíthatjuk elő a *levegő* esetére kísérletileg meghatározott $\bar{\eta}$ -t a következő képlet alapján:

$$\bar{\eta} = \eta \left(1 + \frac{\rho^2}{\eta^2 \Omega^2} C_3 + \frac{\rho^4}{\eta^4 \Omega^4} C_5 \right) = \eta + a\eta C_3 + a^2 \eta C_5, \quad (39)$$

a hol

$$a = \frac{\rho^2}{\bar{\gamma}^2 \Omega^2}. \quad (40)$$

Legyenek $\bar{\gamma}_i$ ($i=1, 2, \dots$) Ω_i , a_i az $\bar{\gamma}$, Ω és a mennyiségek értékei az V. táblázat csoportjaiban, akkor a C_3 és C_5 -t úgy kell meghatározni, hogy

$$F' = \sum_i \{ \bar{\gamma}_i - \gamma - a_i \cdot \eta C_3 - a_i^2 \eta C_5 \}^2$$

mint C_3 és C_5 függvénye minimum legyen; ennek szükséges feltétele:

$$\frac{\partial F'}{\partial C_3} = 0, \quad \frac{\partial F'}{\partial C_5} = 0,$$

azaz:

$$\begin{aligned} \sum_i a_i (\bar{\gamma}_i - \gamma) &= \left(\sum_i a_i^2 \right) \eta C_3 + \left(\sum_i a_i^3 \right) \eta C_5, \\ \sum_i a_i^2 (\bar{\gamma}_i - \gamma) &= \left(\sum_i a_i^3 \right) \eta C_3 + \left(\sum_i a_i^4 \right) \eta C_5. \end{aligned} \quad (41)$$

Ez lineáris egyenletrendszer, melyből ηC_3 és ηC_5 meghatározható.

A számításban az V. táblázatnak X. csoportját nem használtam fel, minthogy elüt a többi adat szabályos menetétől; míg ugyanis a VI. csoporttól kezdve $\bar{\gamma}$ a forgássebességgel állandóan növekszik, addig a X. csoport Ω -nak aránylag kis változása mellett a IX-hez képest az $\bar{\gamma}$ -ban nagy változást mutat, melyet a XI. csoportban $\bar{\gamma}$ csekély fogyása követ.

A többi csoportbeli számértékek felhasználásával a (41) rendszer együtthatóira a következő adatokat nyertem:

$$\begin{aligned} \sum a_i^2 &= 2 \cdot 10231 \cdot 10^7, \\ \sum a_i^3 &= 6 \cdot 63389 \cdot 10^{10}, \\ \sum a_i^4 &= 2 \cdot 31868 \cdot 10^{14}, \\ \sum a_i (\bar{\gamma}_i - \gamma) &= 1 \cdot 48807, \\ \sum a_i^2 (\bar{\gamma}_i - \gamma) &= 4 \cdot 18479 \cdot 10^3. \end{aligned} \quad (42)$$

A megoldandó lineáris egyenletrendszer tehát a következő:

$$\begin{aligned} 2 \cdot 10231 \cdot \eta C_3 + 6 \cdot 63389 \cdot 10^3 \cdot \eta C_5 &= 1 \cdot 48807 \cdot 10^{-7}, \\ 6 \cdot 63389 \cdot \eta C_3 + 2 \cdot 31868 \cdot 10^4 \cdot \eta C_5 &= 4 \cdot 18479 \cdot 10^{-7}. \end{aligned} \quad (44)$$

Ezen egyenletrendszer megoldása :

$$\begin{aligned} \lg(\gamma C_3) &= 0.153246 - 7, & \gamma C_3 &= 1.4231 \cdot 10^{-7}, \\ \lg(\gamma C_5) &= 0.355435 - 11, & \gamma C_5 &= -2.2669 \cdot 10^{-11}. \end{aligned} \quad (43)$$

A számítás eredményeképen tehát C_3 pozitívnek és C_5 negatívnek adódik ki, tehát a közelítés eme fokán az $\bar{\eta}$ csekély minimumát a magasabbrendű tagok figyelembevételével nem lehet megmagyarázni; ezt az eredményt már a (41) rendszer együtthatóinak kiszámítása alkalmával lehetett látni, ugyanis $\Sigma a_i(\bar{\eta}_i - \eta)$ -ban és $\Sigma a_i^2(\bar{\eta}_i - \eta)$ -ban az első három tag összege, a melyben $\bar{\eta}_i - \eta$ negatív, abszolút értékére nézve elhanyagolható a pozitív tagok összegéhez képest.

Az $\bar{\eta}$ -nak előállítására tehát a következő képletet kaptuk levető esetére :

$$\bar{\eta} = \eta + 1.4231 \cdot 10^{-7} \frac{\rho^3}{\eta^2 \Omega^2} - 2.2669 \cdot 10^{-11} \frac{\rho^4}{\eta^4 \Omega^4}. \quad (45)$$

Vizsgáljuk, milyen pontossággal állítja elő ez a képlet a kísérleti úton meghatározott $\bar{\eta}$ -kat. A VII. táblázat ad erre nézve felvilágosítást: $\bar{\eta}_{sz.}$ jelenti $\bar{\eta}$ azon értékét, a melyet úgy számítottunk, hogy $\frac{\rho}{\eta}$ értékét állandónak vettük és a $\theta = 20.27$ átlagos hőmérsékletre vonatkoztattuk; $\bar{\eta}_{sz. corr.}$ jelenti amaz értéket, a melyeknél $\frac{\rho}{\eta}$ -t minden egyes kísérletcsoport átlagos hőmérsékletére külön vettük számításba; még pedig, minthogy

$$\Delta \rho = -0.00367 \cdot \rho \cdot \Delta \theta$$

és
$$\Delta \eta = 0.00244 \cdot \eta \cdot \Delta \theta.$$

$$\Delta \frac{\rho}{\eta} = -0.0061 \frac{\rho}{\eta} \cdot \Delta \theta$$

+1° C. változásnak $\frac{\rho^3}{\eta^2}$ -ban -1.2%, $\frac{\rho^4}{\eta^4}$ -ben -2.4% változás felel meg. A számításban fellépő legnagyobb $\Delta \theta$ érték is kisebb mint 1° C. $\bar{\eta}_k$ a kísérletileg meghatározott érték.

VII. Táblázat.

Levegő.

A csoport száma	$\frac{\rho^2}{\eta^2 \Omega^2} (\eta C_3)$ $\cdot 10^4$	$\frac{\rho^4}{\eta^4 \Omega^4} (\eta C_5)$ $\cdot 10^4$	$\bar{\eta}_{sz.} \cdot 10^4$	$\bar{\eta}_{sz. corr.} \cdot 10^4$	$\bar{\eta}_k \cdot 10^4$	$(\bar{\eta}_k - \bar{\eta}_{sz. corr.}) \cdot 10^4$	
						számmérték	%
IV.	0·0022	*	1·9254	1·9254	1·8887	-0·0367	-2
V.	0·0062	*	1·9294	1·9294	1·8857	-0·0437	-2
VI.	0·0125	*	1·9357	1·9357	1·8851	-0·0506	-2·5
VII.	0·0350	-0·0001	1·9581	1·9582	1·9925	+0·0343	+1·7
VIII.	0·0714	-0·0006	1·9940	1·9944	2·0396	+0·0452	+2·2
IX.	0·0987	-0·0011	2·0208	2·0204	2·0694	+0·0490	+2·4
XI.	0·2001	-0·0045	2·1188	2·1177	2·1774	+0·0597	+2·7
XII.	0·5732	-0·0368	2·4596	2·4567	2·6419	+0·1852	+7
XIII.	0·7351	-0·0605	2·5978	2·5941	2·7119	+0·1178	+4
XIV.	1·2300	-0·1693	2·9839	2·9776	3·0239	+0·0463	+1·5
XV.	1·9423	-0·4222	3·4433	3·4337	3·2704	-0·1633	-5
XVI.	2·4772	-0·6868	3·7136	3·7093	3·4246	-0·2847	-8·3
XVII.	5·4984	-3·3838	4·0378	4·0428	4·1822	+0·1394	+3
Átlagos százalékos eltérés							3·4

Mindenekelőtt megjegyezzük, hogy a sebesség magasabb-fokú kifejezéseitől származó tagok észrevehető (1%-nál nagyobb) változást a forgató nyomaték értékében csak a VII. csoporttól kezdve okoznak ($\Omega=1\cdot2463$), azaz már csak azon a sebességen túl, a melynél $\bar{\eta}$ minimumát megfigyeltük, a minimumról tehát valóban nem adnak számot. A hőmérsékleti correctio csak a legnagyobb sebességek esetében érvényesül észrevehető mértékben, ám a legnagyobb változás, melyet okoz, alig 3 ezrelék. A megjegyzés a kísérlet és elmélet között éppen a három legnagyobb sebesség esetén, a hol a correctio legjelentékenyebb, a correctio tekintetbe vételével javul.

Az átlagos százalékos eltérés a számított és lemért $\bar{\eta}$ értékek között 3·4, a legnagyobb eltérés -8·3%. Megkísérlettem a megjegyzést az $\bar{\eta}$ sora negyedik tagjának tekintetbe vételével tökéletesíteni, ámde ez nem sikerült; egy harmadik C_7 állandónak bevezetése, ugyancsak a legkisebb négyzetek módszere alapján, nem hogy tökéletesebb megjegyzést létesített volna, sőt

még valamivel rosszabb megegyezésre (3·8% átlagos hibára) vezetett. Ennek oka abban keresendő, hogy ama lineáris egyenletrendszer együtthatói, a melyből a C -ket meghatározzuk, közelítőleg arányosak egymással (a rendszer determinánsa közel van a 0-hoz); a (43) rendszeren is látható, hogy a második egyenlet együtthatói körülbelül 3-szor akkorák, mint az első egyenlet együtthatói. A megoldás kiszámításakor a nevezőbe kerül a determináns, a melynek relativ pontossága kicsiny volta miatt aránylag csekély, tehát a megoldás pontossága is mérsékelte; minél több C együtthatót veszünk tekintetbe, annál kisebb lesz a determináns és annál kisebb lesz a megoldás relativ pontossága.

Egyelőre tehát kénytelenek vagyunk a C_3 és C_5 -tel beérni s a C_7 -et a következő módon fogjuk meghatározni: megvizsgáljuk miként egyeznek $\bar{\eta}$ -nak a (43) alatti C_3 és C_5 állandókkal széndioxydra számított értékei a kísérletekkel s az eltéréseket egy újabb C_7 állandó bevezetésével szüntetjük meg, a melyet úgy határozunk meg, hogy a levegőre vonatkozó kísérleti adatok is lehetőleg pontosan legyenek előállíthatók.

Mínthogy széndioxyd esetén $\frac{\rho}{\eta}$ még nagyobb mint a levegőnél és a hőmérséklettel is gyorsabban változik, a számításokat ugyancsak hőmérsékleti correctióval fogjuk végezni. Ugyanis a széndioxydnál:

$$\begin{aligned} \Delta\rho &= -0\cdot00367 \cdot \rho \cdot \Delta\theta, \\ \Delta\eta &= 0\cdot00367 \cdot \eta \cdot \Delta\theta, \\ \Delta\frac{\rho}{\eta} &= -0\cdot00734 \cdot \frac{\rho}{\eta} \cdot \Delta\theta, \end{aligned} \tag{45}$$

+1° C. változásnak tehát $\frac{\rho^3}{\eta^2}$ -ban -1·5%, $\frac{\rho^4}{\eta^4}$ -ben -3%, $\frac{\rho^6}{\eta^6}$ -ban -4·5% felel meg.

Mínthogy az elmélet értelmében C_3 és C_5 értékei ugyanazok a széndioxydra, mint a levegőre, a (43)-ból az

$$\eta_{18\cdot89} = 1\cdot6108 \cdot 10^{-4}$$

érték felhasználásával ηC_3 és ηC_5 számára a következő értékeket kapjuk:

$$\begin{aligned} \log(\gamma C_3) &= 0.076264 - 7, & \gamma C_3 &= 1.1920 \cdot 10^{-7}, \\ \log(-\gamma C_5) &= 0.278453 - 11, & \gamma C_5 &= -1.8987 \cdot 10^{-11}. \end{aligned} \quad (46)$$

Az $\bar{\eta}$ kiszámítására való képlet széndioxyd esetén a következő:

$$\begin{aligned} \bar{\eta}_{18.89} &= 1.6108 \cdot 10^{-4} + 1.1920 \cdot 10^{-7} \frac{\rho^2}{\gamma^2 \Omega^2} - \\ &\quad - 1.8987 \cdot 10^{-11} \frac{\rho^4}{\gamma^4 \Omega^4}. \end{aligned} \quad (47)$$

Ha $\bar{\eta}$ -t 18.89°-tól különböző hőmérsékletre akarjuk átszámítani, előbb a második és harmadik tagot javítjuk ki $\frac{\rho}{\gamma}$ megváltozásának megfelelően, azután az egész eredményt, minthogy az együtthatók mind γ -val arányosak, a (45) képlet szerint redukáljuk.

Egyelőre a következő táblázatot közöljük — hozzávetőleges tájékoztató kedvéért —, melyben a hőmérsékleti reductio még nincs tekintetbe véve.

VIII. Táblázat.

Széndioxyd.

A csoport száma	$\frac{\rho^2}{\gamma^2 \Omega^2} (\gamma C_3)$ · 10 ⁴	$\frac{\rho^4}{\gamma^4 \Omega^4} (\gamma C_5)$ · 10 ⁴	$\bar{\eta}_{sz.} \cdot 10^4$	$\bar{\eta}_k \cdot 10^4$
IV'	0.0008	*	1.6116	1.5343
V'	0.0042	*	1.6150	1.5503
VI'	0.0175	*	1.6283	1.5804
VII'	0.0472	-0.0003	1.6577	1.6322
VIII'	0.0854	-0.0010	1.6952	1.6835
IX'	0.1219	-0.0020	1.7307	1.8100
X'	0.2106	-0.0059	1.8155	1.9459
XI'	0.2642	-0.0093	1.8657	2.0591
XII'	0.8431	-0.0950	2.3589	2.4124
XIII'	2.2362	-0.6683	3.1787	3.0624
XIV.	5.6012	-4.1927	3.1193	3.6032
XV'	8.9599	-10.7282	-0.1575	4.0273
XVI'	13.5382	-24.4920	-9.3378	4.4775

Látjuk, hogy az első 10 csoportban (IV'—XIII') a meg-
egyezés a számított és lemért $\bar{\eta}$ -k között elég tűrhető, ugyan-

olyan körülbelül, mint a levegőnél; ám az utolsó három adat már egyáltalában nem mutat megegyezést, sőt az utolsó két csoportban a számított $\bar{\eta}$ -k már negativek. Ez világosan mutatja, hogy a széndioxyddal végzett mérések csak úgy egyeztethetők össze a levegővel végzett mérésekkel, ha $\bar{\eta}$ sorkifejtésében még egy negyedik tagot is tekintetbe veszünk. Ennek C_7 együtthatóját úgy kell meghatároznunk, hogy egyrészt helyreálljon széndioxyd esetére a megegyezés a számított és lemért $\bar{\eta}$ -k között, azonban a levegőnél már megállapított megegyezés legalább is ne romoljon el.

A XVI'. kísérletcsoportban $\bar{\eta}_k - \bar{\eta}_{sz} = 13 \cdot 8153 \cdot 10^{-4}$; ha a C_7 -t úgy határozzuk meg, hogy ez a különbség eltűnjék, azaz:

$$\frac{\rho^6}{\eta^6 \Omega^6} (\eta C_7) = 13 \cdot 8153 \cdot 10^{-4},$$

akkor

$$\eta C_7 = \text{kb. } 9 \cdot 5 \cdot 10^{-16},$$

tehát a levegőnél:

$$\dot{\eta} C_7 = \text{kb. } 1 \cdot 13 \cdot 10^{-15}.$$

Ennek megfelelően a levegőre vonatkozó $\bar{\eta}_{sz}$ a VII. táblázatban kb. $0 \cdot 63 \cdot 10^{-4}$ -gyel növekednék és növekednének — bár csekély mértékben — a XVI. és XV.-beli $\bar{\eta}_{sz}$ -ek, a melyek már amúgy is nagyok. Egy új C_7 bevezetésével C_3 és C_5 -nek változatlan megtartása mellett e szerint nem érünk célzt, változtatnunk kell tehát az eddigi C_3 és C_5 értékek valamelyikét.

Próbálgatás útján a következő C értékeket találtam legcélszerűbbeknek: C_5 -t változatlanul hagytam, C_3 -t vagy 7%-kal kisebbíttem és C_7 -t úgy határoztam meg, hogy a megegyezés a legnagyobb sebességek mellett lemért és számított $\bar{\eta}$ értékek közt a lehető legjobb legyen.

A végleges C értékek a következők:

$$\begin{aligned} C_3 &= 6 \cdot 8964 \cdot 10^{-4}, \\ C_5 &= -1 \cdot 1787 \cdot 10^{-7}, \\ C_7 &= 6 \cdot 4708 \cdot 10^{-12}. \end{aligned} \quad (49)$$

A közös képlet, melynek most úgy a széndioxydra, mint a levegőre vonatkozó méréseket ábrázolnia kell, a következő:

$$\bar{\eta} = \eta \left(1 + 6.8964 \cdot 10^{-4} \frac{\rho^2}{\eta^2 \Omega^2} - 1.1787 \cdot 10^{-7} \frac{\rho^4}{\eta^4 \Omega^4} + 6.4708 \cdot 10^{-12} \frac{\rho^6}{\eta^6 \Omega^6} \right). \quad (50)$$

A számítások eredményei — most már az összes correctiók tekintetbe vételével — a következő két táblázatban található meg:

IX. Táblázat.

Levegő.

A csoport száma	$\frac{\rho^2}{\eta^2 \Omega^2} (\eta C_3)$ $\cdot 10^4$	$\frac{\rho^4}{\eta^4 \Omega^4} (\eta C_5)$ $\cdot 10^4$	$\frac{\rho^6}{\eta^6 \Omega^6} (\eta C_7)$ $\cdot 10^4$	$\bar{\eta} \cdot 10^4$ sz. corr.	$\bar{\eta}_k \cdot 10^4$	$(\bar{\eta}_k - \bar{\eta}_{sz. corr.}) \cdot 10^4$	
						számérték	%
IV.	0.0020	*	*	1.9236	1.8887	-0.0349	-1.7
V.	0.0058	*	*	1.9243	1.8857	-0.0386	-2.0
VI.	0.0116	*	*	1.9319	1.8851	-0.0468	-2.4
VII.	0.0325	-0.0001	*	1.9540	1.9925	+0.0385	+2.0
VIII.	0.0664	-0.0006	*	1.9870	2.0396	+0.0526	+2.6
IX.	0.0910	-0.0011	*	2.0147	2.0694	+0.0547	+2.6
XI.	0.1844	-0.0044	*	2.1056	2.1774	+0.0718	+3.3
XII.	0.5282	-0.0364	0.0008	2.4187	2.6419	+0.2232	+8.5
XIII.	0.6771	-0.0598	0.0017	2.5472	2.7119	+0.1647	+6.0
XIV.	1.1323	-0.1669	0.0063	2.8992	3.0239	+0.1247	+4.1
XV.	1.7898	-0.4172	0.0310	3.3307	3.2704	-0.0603	-1.8
XVI.	2.2862	-0.6814	0.0648	3.5956	3.4246	-0.1710	-5.0
XVII.	5.0766	-3.3558	0.7092	4.3566	4.1822	-0.1744	-4.2
Átlagos százalékos eltérés							3.6

X. Táblázat.
Széndioxyd.

A csoport száma	$\frac{\rho^2}{\eta^2 \Omega^2} (\eta C_3)$ ·10 ⁴	$\frac{\rho^4}{\eta^4 \Omega^4} (\eta C_5)$ ·10 ⁴	$\frac{\rho^6}{\eta^6 \Omega^6} (\eta C_7)$ ·10 ⁴	$\bar{\eta}_{sz. corr.}$	$\bar{\eta}_k$	$(\bar{\eta}_k - \eta_{sz. corr.}) \cdot 10^4$	
						számérték	%
IV'	0·0008	*	*	1·6094	1·5343	-0·0751	-4·9
V'	0·0039	*	*	1·6162	1·5503	-0·0659	-4·2
VI'	0·0162	*	*	1·6275	1·5804	-0·0471	-3
VII'	0·0441	-0·0003	*	1·6523	1·6322	-0·0201	-1·2
VIII'	0·0799	-0·0010	*	1·6872	1·6835	-0·0037	-0·2
IX'	0·1141	-0·0020	*	1·7203	1·8100	+0·0897	+5
X'	0·1965	-0·0060	0·0001	1·7988	1·9459	+0·1471	+7·5
XI'	0·2479	-0·0095	0·0001	1·8467	2·0591	+0·2124	+10·3
XII'	0·7708	-0·0922	0·0035	2·3129	2·4121	+0·0992	+4·1
XIII'	2·0605	-0·6603	0·0671	3·0907	3·0624	-0·0283	-0·9
XIV'	5·0809	-4·1747	1·0750	3·6972	3·6032	-0·0940	-2·6
XV'	8·3240	-10·7854	4·4561	3·6055	4·0273	+0·4218	+10·4
XVI'	12·5226	-24·3842	15·1645	4·9205	4·4775	-0·4430	-9·9
Átlagos százalékos eltérés							4·9

A (48) alatti C állandókkal e szerint valóban elfogadható megegyezést létesítettünk a számított és lemért adatok között; legnagyobbak az eltérések a széndioxyd két legnagyobb sebességre vonatkozó adatainál, ámde figyelmeztetünk arra, hogy a legnagyobb sebességek esetén a kísérleti adatok pontossága is már sokkal kisebb, mint a lassúbb mozgások mellett; a IV. táblázatból például látható, hogy a XVI'. csoport kísérletei között egy olyan is előfordul (122), melyben $\bar{\eta}_k = 4·7019$, tehát az eltérés $\bar{\eta}_{sz.}$ -től már csak 5%. Megkísérlettem a megegyezést oly módon tökéletesíteni, hogy a legkisebb négyzetek módszerével meghatároztam C_3 , C_5 és C_7 azon értékeit, melyek mellett az eltérés a számított és lemért $\bar{\eta}$ -k között a legkisebb az összes levegőre és széndioxydra vonatkozó csoportokban; ámde az eredmény ugyanúgy, mint a levegőre vonatkozó számításoknál, nem volt kielégítő, a mit az ugyanott említett oknak tulajdonítok.

Összefoglalásképpen azt mondhatjuk, hogy sikerült a kísérlet és elmélet között 4—5% átlagos hibával megegyezést létre-

hozni. Czáltalan lenne a C -k számának szaporításával jobb megegyezésre törekedni, mert az $\bar{\eta}$ minimumáról a C -k amúgy sem adnak számot és a minimum maga körülbelül akkora eltérést mutat az η -tól, mint az $\bar{\eta}_{sz}$ átlagos eltérés az $\bar{\eta}_k$ -tól.

Sehol a mozgás természetének oly ugrásszerű változását nem észleltem, mint a milyen csövekben való áramlás esetén a REYNOLDS-féle kritikus sebesség mellett tapasztalható, pedig a jelen kísérletekben fellépő sebességi gradiensek igen jelentékenyek.

Nagyságrendjükről fogalmat alkothatunk magunknak a következő megfontolással.

Elhanyagolva a sebességi összetevők magasabbrendű tagjait, a szögsebességre nézve a következő képletet kapjuk (lásd előző dolgozatom 86. lapján az (5) képletet):

$$\psi = \frac{R^3}{R^3 - r_2^3} \left(1 - \frac{r_2^3}{r^3} \right) \Psi,$$

tehát az egyenlítőben a lineáris sebesség:

$$r\psi = \frac{R^3}{R^3 - r_2^3} \left(r - \frac{r_2^3}{r^2} \right) \Psi$$

és a sebességi gradiens az egyenlítőben:

$$\frac{d(r\psi)}{dr} = \frac{R^3}{R^3 - r_2^3} \left(1 + 2 \frac{r_2^3}{r^3} \right) \Psi.$$

Tehát a sebességi gradiens a belső gömbhéj külső felületének egyenlítőjében:

$$\left(\frac{d(r\psi)}{dr} \right)_{r=r_2} = \frac{3R^3}{R^3 - r_2^3} \Psi = \frac{6\pi R^3}{(R^3 - r_2^3) \Omega}. \quad (50)$$

R és r_2 értékeinek behelyettesítése után az eredmény:

$$\left(\frac{d(r\psi)}{dr} \right)_{r=r_2} = \text{kb. } \frac{70}{\Omega}. \quad (51)$$

A legnagyobb sebesség esetén $\Omega=0.1$, tehát az eredmény az, hogy — ha a sebességi eloszlás ugyanaz volna, mint igen kis sebességek esetén — a legnagyobb sebességi gradiens 700

volna c. g. s.-ben, tehát $\frac{7 \text{ m}}{\text{cm}}$. Ámde a kísérletek tanúsága szerint az $\bar{\eta}$ értéke levegő esetén az eredeti η értéknek több mint kétszeresére, a széndioxydnál pedig majdnem háromszorosára növekedett; minthogy $\bar{\eta}$ a sebességi gradienssel arányos, az átlagos sebességi gradiensnek kellett ugyanilyen arányban növekedni. E szerint a jelen kísérletekben fellépő legnagyobb sebességi gradiens

$$\begin{array}{l} \text{levegőnél} \quad \dots \quad \dots \quad \frac{15 \text{ m sec}^{-1}}{\text{cm}} \text{-re,} \\ \text{széndioxydnál} \quad \dots \quad \dots \quad \frac{20 \text{ m sec}^{-1}}{\text{cm}} \text{-re} \end{array}$$

becsülhető.

Ámbar a csövekben való áramláskor egészen más hydrodynamikai feladattal állunk szemben, hasonlitsuk össze a mi kísérleteinkben szereplő sebességi gradienst ama gradiensekkel, a melyek a REYNOLDS-féle kritikus sebességeknél szoktak fellépni.

REYNOLDS kísérletei szerint,¹ ha U egy a sugarú csőben áramló folyadék átlagos sebessége, akkor a rendezett (a hydrodynamikai alapegyenleteknek megfelelő) mozgás megszűnik, ha

$$\frac{U\rho a}{\eta} > 1000.$$

Minthogy levegő esetén $\frac{\rho}{\eta} = \text{kb. } 6$, a kritikus sebességre nézve azt kapjuk, hogy:

$$Ua > 160,$$

az átlagos sebességi gradiens tehát

$$\frac{U}{a} > \frac{160}{a^2}.$$

A mi kísérleteinkben szereplő gázzréteg bizonyos merészséggel ugyancsak csőnek tekinthető, melynek a keresztmetszete körgyűrű; tegyük fel, hogy a gyűrű vastagsága viszi ugyanazt a

¹ L. pl. Encykl. der mathem. Wiss. IV. 3, 78. l. (A. E. H. LOVE, Hydrodynamik I.)

szerepet, a mely a cső sugarának jut REYNOLDS kísérleteiben; akkor a mi kísérleteinkben a kritikus sebesség ($a=0\cdot5$ lévén)

$$U = 320$$

volna, a sebességi gradiens tehát

$$\frac{U}{a} = 640.$$

E szerint a mindenesetre igen hozzávetőleges okoskodás alapján azt kapjuk, hogy a kísérleteinkben szereplő sebességek fölülmulják a REYNOLDS-féle kritikus sebességet, mely a rendezett mozgás megszűnését és a turbulencia kezdetét jelenti. Minthogy pedig a mi kísérleteink eredményei még összeegyeztethetők az elmélettel, ebből az következik, hogy a mi gömbrétegünkben aránylag nagyobb sebességekig érvényesek a hydrodynamika alapegyenletei, mint csövekben való áramláskor, a mi — véleményem szerint — a cső bejáratánál és a végén fellépő zavaró jelenségeknek tulajdonítandó, melyek a mi gömbrétegünk esetén teljesen ki vannak küszöbölve.

12. §. Összefoglalás.

I. A hydrodynamikai egyenletek alapján előállítottam a gáz belső surlódása forgató nyomatékának alakját arra az esetre, midőn a gáz koncentrikus gömbréteget tölt be, melynek belső határgömbje nyugszik, külső határgömbje pedig függőleges tengely körül egyenletesen forog, tekintetbe véve a sebességi összetevők magasabbfokú kifejezéseit is. Az eredmény a forgató nyomaték számára egy $\frac{\rho^3 \Psi^2}{\eta^2}$ hatványai szerint haladó sor, melynél az együtthatók a gáz természetétől és állapotától teljesen függetlenek.

II. Lemértem közvetlen kísérlettel ama forgató nyomatékot, a melynek matematikai alakját előállítottam, levegő és széndioxyd esetében összesen 145 esetben, melyekben a külső gömb egy körülfordulásának ideje 8800 sec.-tól 0·1 sec.-ig változott.

III. A kísérletek eredményeként megállapítottam, hogy LORD RAYLEIGH és LAMB túlságosan szűkre szabták azt a határt, a

melyen belül a magasabb sebességi hatványok elhanyagolásával felállított képletek érvényesek.

IV. A kísérleti eredmények az elmélettel 3—4%-os átlagos hibával voltak összeegyeztethetők.

V. A belső surlódás forgató nyomatékának aránylag kicsiny sebességek (levégőnél $\Omega=2$ sec., széndioxydnál $\Omega=13$ sec.) mellett az elmélettel meg nem magyarázható, csekély, de határozottan kimutatható minimuma van, melynek jelenléte valószínűleg a csuszamlás jelenségének tulajdonítandó és melynek közelebbi vizsgálata későbbi kísérletek tárgya lesz.

A további vizsgálatokat a következő irányban óhajtom folytatni:

I. Az elmélet helyességét ugyanazon gázon, de különböző nyomás mellett történő megfigyelésekkel (pl. összenyomott széndioxyddal) fogom ellenőrizni; míg ugyanis csekély sebességek mellett a surlódás forgató nyomatéka a gáz nyomásától független, addig az e dolgozatomban közölt elméleti eredmények szerint nagyobb sebesség mellett (a $\frac{\rho}{\eta}$ -val szorzott tagok miatt) nincs meg a nyomástól való függetlenség.

II. Szándékozom kísérleteket végezni cseppfolyós testek belső surlódására nézve is, melyeknél az e dolgozatban gázokra nézve levezetett képletnek változatlan számbeli együtthatókkal érvényesnek kellene maradnia.

III. Vizsgálni óhajtom a csuszamlás szerepét különböző sugarú gömbökkel végzett kísérletek alapján.

*

E vizsgálatokat a Magyar Tudományos Akadémia megbízásából a budapesti kir. magyar tudomány-egyetem physikai intézetében végeztem. Őszinte hálával mondok köszönetet EÖRVÖS LORÁND báró egyetemi tanárnak, az intézet igazgatójának, ki az összes készülékeket lekötelező szíveséggel bocsátotta rendelkezésemre és FRÖHLICH IZIDOR egyetemi tanár úrnak, ki az elméleti physikai gyűjtemény helyiségét engedte át a kísérletek czéljaira.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)

A SZÉTTARTÓ VÉGTELEN SOROK ELMÉLETÉHEZ.

FEKETE MIHÁLY-tól.

Bevezetés.

A széttartó végtelen sorok közül az utolsó három évtized legtöbb sorelméleti vizsgálódásának azok képezték tárgyát, melyek a számtani közepek módszerével összegezhetők. A $\sum_1^{\infty} a_n$ széttartó sort tudvalevőleg akkor mondjuk a számtani közepek módszerével summálhatónak, ha van oly r pozitív egész szám, hogy az

$$\lim_{n=\infty} S_n^{(r)} \equiv \lim_{n=\infty} \frac{A_n^{(r)}}{\binom{n+r}{r}}$$

határérték létezik, hol $A_n^{(r)}$ a következő rekurzív képletsorral van értelmezve :

$$A_n^{(r)} = A_1^{(r-1)} + A_2^{(r-1)} + \dots + A_n^{(r-1)} \quad (r \geq 1), \quad A_n^{(0)} = a_1 + a_2 + \dots + a_n.$$

Nyilvánvaló, hogy az ilyen — r -edrendben — summabilis sornál az

$$S_1 + \sum_{n=2}^{\infty} (S_n^{(r)} - S_{n-1}^{(r)}) \quad (1)$$

végtelen sor összetartó és viszont e sor összetartásából következik $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ r -edrendű összegezhetsége.

A jelen dolgozatban olyan végtelen sorokkal kívánok foglalkozni, melyekre — r bizonyos értéke mellett — (1) *nemcsak*

összetartó, de feltétlenül összetartó. E soroknak az «*absolute summabilis*» nevet adom és megmutatom róluk, hogy bizonyos tekintetben az absolute konvergens sorok általánosításainak tekinthetők.¹

Dolgozatom két §-ra oszlik. Az elsőben megmutatom, hogy az r -edrendben absolute summabilis sorok r -nél magasabb rendűleg is absolute summabilisok. Specialiter: az *absolute konvergens sor bármilyen rendűleg absolute summabilis*. A 2. §-ban a summabilis és absolute summabilis sorok szorzatára általánosítom CAUCHY és MERTENS egy-egy tételét.

1. §. Állandó tagú absolute summabilis sorok.

Adva lévén a $\sum_1^{\infty} a_n$ állandó tagokból álló végtelen sor, legyen $A_n^{(r)}$ és $S_n^{(r)}$ jelentése az, mint a bevezetésben és legyen

$$a_n^{(r)} = S_{n-r}^{(r)} - S_{n-r-1}^{(r)}, \quad S_i^{(r)} = 0 \quad (i \leq 0).$$

Vizsgálataimban többször alkalmazni fogom a következő, könnyen bizonyítható azonosságot:²

$$a_n = a_n^{(r)} - \Delta^{(1)} \left[\binom{n+r}{1} a_n^{(r)} \right] + \Delta^{(2)} \left[\binom{n+r}{2} a_n^{(r)} \right] - \dots + (-1)^r \Delta^{(r)} \left[\binom{n+r}{r} a_n^{(r)} \right]. \quad (I)$$

Ennek segítségével bebizonyítom a következő tételt:

Ha $\sum_1^{\infty} a_n$ r -edrendben absolute summabilis, akkor t -edrendben is absolute summabilis, ha csak $t \geq r+1$.

Az (I) identitás alapján ugyanis:

¹ «Sur un théorème de M. Landau» cz. kis cikkemben foglalkoztam először a most jelzett értelemben absolute summabilisnak nevezhető sorokkal. Ezeknél (1) feltétlen összetartása onnan eredt, hogy tagjai pozitívak voltak. Közös göttingai tartózkodásunk ideje alatt FEJÉR úr volt szíves figyelmemet felhívni ama legáltalánosabb sorok vizsgálatára, melyeknél (1) absolute konvergens.

² $\Delta^{(k)} [u_n] \equiv u_n - \binom{k}{1} u_{n-1} + \binom{k}{2} u_{n-2} - \dots + (-1)^k u_{n-k}$.

$$A_n^{(t)} = \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \binom{n+t-k-i}{t-k} \binom{i+r+k}{k} a_{i+k}^{(r)} + \sum_{i=1}^n \binom{n+t-i}{t} a_i^{(r)}$$

tehát

$$\begin{aligned} a_{n+t}^{(t)} &= \frac{A_n^{(t)}}{\binom{n+t}{t}} - \frac{A_{n-1}^{(t)}}{\binom{n+t-1}{t}} = \\ &= \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \Delta^{(1)} \left[\frac{-1}{\binom{n+t-1}{t}} \right] \binom{n+t-k-i}{t-k} \binom{i+r+k}{k} a_{i+k}^{(r)} + \\ &\quad - \frac{\sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \Delta^{(1)} \left[\frac{n+t-k-i-1}{t-k} \right] \binom{i+r+k}{k} a_{i+k}^{(r)}}{\binom{n+t-1}{t}} + \\ &\quad + \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{\binom{n+t-i}{t}}{\binom{n+t}{t}} - \frac{\binom{n+t-i-1}{t}}{\binom{n+t-1}{t}} \right\} a_i^{(r)}. \end{aligned}$$

De, bárminő pozitív egész szám legyen is j, h, l , mindenkor áll, hogy $\binom{j+h}{l} < j^l \cdot g$, hol g csak a h és l -től függ, tehát

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^m |a_{n+t}^{(t)}| &\leq g_1 \sum_{k=1}^r \sum_{n=1}^m \left[|a_{1+k}^{(r)}| + 2^k |a_{2+k}^{(r)}| + \dots + n^k |a_{n+k}^{(r)}| \right] + \\ &\quad + \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^n \left[\frac{\binom{n+t-i}{t}}{\binom{n+t}{t}} - \frac{\binom{n+t-i-1}{t}}{\binom{n+t-1}{t}} \right] |a_i^{(r)}|, \end{aligned}$$

hol g_1 m -től független, szorzója pedig, valamint a jobb oldalon szereplő második tag absolute konvergens sorok részletösszege, tehát $\lim_{m \rightarrow \infty} \sum_{n=1}^m |a_{n+t}^{(t)}|$ létezik, ha $t \geq r+1$, azaz $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ t -edrendűleg absolut summabilis.

A most bebizonyított tételnek fontos speciális esete a következő:

Ha valamely sor feltétlenül összetartó, akkor egyben — bármilyen rendben — absolute summabilis is.

2. §. A summabilis sorok szorzata.

A $\sum_1^{\infty} a_n$ és $\sum_1^{\infty} b_n$ végtelen sorok szorzata, $\sum_{n=1}^{\infty} c_n$, CAUCHY szerint a következő azonosság által van definiálva:

$$\sum_1^{\infty} c_n x^n \equiv \sum_1^{\infty} a_n x^n \cdot \sum_1^{\infty} b_n x^n$$

CESÀRO megmutatta, hogy ha $\sum_1^{\infty} a_n$ p -ed- és $\sum_1^{\infty} b_n$ q -adrendben summabilis, akkor a szorzatsor: $\sum_1^{\infty} c_n$ legalább $(p+q+1)$ -edrendben summabilis. Specialiter: ha $p=0$ és $q=0$, azaz az összeszorozott sorok konvergensek, akkor a szorzatsor első rendben summabilis. MERTENS és CAUCHY tételei szerint azonban bizonyos esetben maga a szorzatsor is konvergens, sőt absolute konvergens akkor, ha az összeszorozott sorok egyike vagy mindketteje absolute konvergens. Mi e tételek analogiájára megmutatjuk, hogy a p -ed- és q -adrendben summabilis sorok szorzata már $(p+q)$ -ad rendben summabilis, sőt absolut summabilis, ha az összeszorozott sorok egyikénél vagy mindkettejénél a summabilitás absolut.

Jelöljük a következőkben (C, r) , illetőleg (C^*, r) -rel azt, hogy a végtelen sor — a CESÀRO definiálta közepek módszerével — r -edrendben summabilis, illetőleg absolute summabilis. E jelölések bevezetésével a következő tételt mondhatjuk ki:

1°. Ha $\sum_1^{\infty} a_n (C^*, p)$ és $\sum_1^{\infty} b_n (C, q)$, akkor $\sum_1^{\infty} c_n (C, p+q)$.

2°. Ha $\sum_1^{\infty} a_n (C^*, p)$ és $\sum_1^{\infty} b_n (C^*, q)$, akkor $\sum_1^{\infty} c_n (C^*, p+q)$.

Legyenek $A_n^{(i)}$, $B_n^{(k)}$, $C_n^{(l)}$ a

$$\frac{\sum_1^{\infty} a_n x^n}{(1-x)^{i+1}} \equiv \sum_1^{\infty} A_n^{(i)} x^n, \quad \frac{\sum_1^{\infty} b_n x^n}{(1-x)^{k+1}} \equiv \sum_1^{\infty} B_n^{(k)} x^n,$$

$$\frac{\sum_1^{\infty} c_n x^n}{(1-x)^{l+1}} \equiv \sum_1^{\infty} C_n^{(l)} x^n$$

azonosságok által definiálva.

A MERTENS-féle tételt magában foglaló 1. állítás bizonyítása ez: Ha $\sum_1^{\infty} a_n(C^*, p)$ és $\sum_1^{\infty} b_n(C, q)$, akkor egyrészt $\sum_1^{\infty} |a_n^{(p)}|$ konvergens, másrészt a $\lim_{n \rightarrow \infty} B_n^{(t)} \equiv \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{B_n^{(t)}}{\binom{n+t}{t}}$ határérték $t \geq q$ -ra

létezik. Az (I) identitás alapján

$$C_n^{(p+q)} = \sum_{k=0}^p \sum_{v=1}^n \binom{\nu+k+p}{k} a_{v+k}^{(p)} B_{n-v}^{(p+q-k)}.$$

Ámde

$$\begin{aligned} \frac{1}{\binom{n+p+q}{n}} \sum_1^n a_v^{(p)} B_{n-v}^{(p+q)} &= \frac{\sum_1^n a_v^{(p)} B_{n-v}^{(p+q)} \binom{n-\nu+p+q}{p+q}}{\binom{n+p+q}{n}} = \\ &= B \frac{\sum_1^n a_v^{(p)} \binom{n-\nu+p+q}{p+q}}{\binom{n+p+q}{n}} + \frac{\sum_1^n a_v^{(p)} \varepsilon_{n-v}^{(p+q)} \binom{n-\nu+p+q}{p+q}}{\binom{n+p+q}{n}}, \end{aligned}$$

hol

$$B_i^{(p+q)} = B + \varepsilon_i$$

tételt és $\lim_{i \rightarrow \infty} \varepsilon_i = 0$. Könnyű megmutatni, hogy a felirt törtek közül az utolsó $\frac{1}{n}$ -del együtt a 0-hoz tart, míg B együtthatójának limese $\sum_{n=1}^{\infty} a_n^{(p)}$ sor összegével egyenlő. Továbbá egyszerű megfontolások mutatják, hogy

$$\frac{1}{\binom{n+p+q}{n}} \sum_{k=1}^p \sum_{v=1}^n \binom{\nu+k+p}{k} a_{v+k}^{(p)} B_{n-v}^{(p+q-k)}$$

$\frac{1}{n}$ -del együtt eltűnik, tehát

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{C_n^{(p+q)}}{\binom{n+p+q}{n}}$$

létezik; ezt kellett bebizonyítanunk.

A mi már most a 2. — CAUCHY-tételét magában foglaló — állításunk bebizonyítását illeti, miszerint ha $\sum a_n (C^*p)$ és $\sum b_n (C^*q)$, akkor $\sum c_n (C^*, p+q)$, ez szükségessé teszi a következő, könnyen igazolható lemma alkalmazását:

Ha $\sum_1^\infty a_n$ r -edrendben absolute summabilis, azaz $\sum |a_n^{(r)}|$ összetartó, akkor $\sum_{n=1}^\infty \Delta^{(i)} \left[\binom{n+r}{i} a_n^{(r)} \right]$ ($i \leq r$) i -edrendben absolute summabilis.

Alkalmazzuk a_n és b_n -re az (I) azonosságnak megfelelő felbontást. Ekkor

$$a_n = \sum_{k=0}^p \Delta^{(k)} \left[\binom{n+p}{k} a_n^{(p)} \right], \quad b_n = \sum_{k=0}^q \Delta^{(k)} \left[\binom{n+q}{k} \beta_n^{(q)} \right],$$

tehát $\sum_1^\infty a_n$ egy-egy első-, másod-, ..., p -edrendben, $\sum_1^\infty b_n$ pedig egy-egy első-, másod-, ..., q -adrendben absolute summabilis sor összegeként állitható elő. Állításunkat a teljes indukció módszerével bizonyítandó, felteszszük, hogy a $(C^*\bar{p})$ és $(C^*\bar{q})$ sorok szorzata $(C^*, \bar{p}+\bar{q})$, valahányszor $\bar{p}+\bar{q} \leq p+q-1$. Tételünket tehát igazoltuk, ha megmutatjuk, hogy a

$$\sum_1^\infty \Delta^{(p)} \left[\binom{n+p}{p} a_n^{(p)} \right] \quad \text{és} \quad \sum_1^\infty \Delta^{(q)} \left[\binom{n+q}{q} \beta_n^{(q)} \right]$$

p -ed-, illetőleg q -adrendben absolute summabilis sorok szorzata $(p+q)$ -adrendben absolute summabilis, azaz

$$\sum_{n=1}^{\infty} \Delta^{(1)} \left[\binom{n+2p}{p} a_n \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \binom{n+2p-1}{p} a_{n-1} \left\{ \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \binom{2q+2}{q} \beta_2 + \dots \right\} + \dots \right] \equiv \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n$$

sor abszolút konvergens. Iol $a_n = a_{n+p}^p$ és $\beta_n = \beta_{n+q}^q$.

$$\sum_{n=1}^n \gamma_n \geq \sum_{n=1}^{n-1} \left(\binom{n+2p}{p} a_n \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \binom{n+2p-1}{p} a_{n-1} \left\{ \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \binom{2q+2}{q} \beta_2 + \dots \right\} + \dots \right)$$

$$+ \left(\binom{n+2p-1}{p} a_{n-1} \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \binom{n+2p-2}{p} a_{n-2} \left\{ \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \binom{2q+2}{q} \beta_2 + \dots \right\} + \dots \right) - \left(\binom{n+2p-1}{p} a_{n-1} \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \dots \right)$$

$$+ \sum_{n=1}^n \left(\binom{n+2p-1}{p} a_{n+1} \binom{2q+1}{q} \beta_1 + \binom{n+2p}{p} a_n \left\{ \binom{2q+2}{q} \beta_2 + \binom{n+2p-1}{p} a_{n-1} \left(\binom{2q+3}{q} \beta_3 + \dots \right) \right\} + \dots \right)$$

Mivel azonban $\sum \beta_n$ feltétlenül összetartó, tehát

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|\beta_1| + 2^q |\beta_2| + \dots + n^q |\beta_n|}{n^q} = 0$$

és így az egyenlőtlenség jobb oldalán álló összegek kisebbek rendre, mint

$$L \sum_{n=1}^{\nu} \frac{|a_1| + 2^p |a_2| + \dots + n^p |a_n|}{n^{p+1}}$$

és

$$M \sum_{n=1}^{\nu+1} [|a_n \beta_1| + \dots + |a_1| |\beta_n|],$$

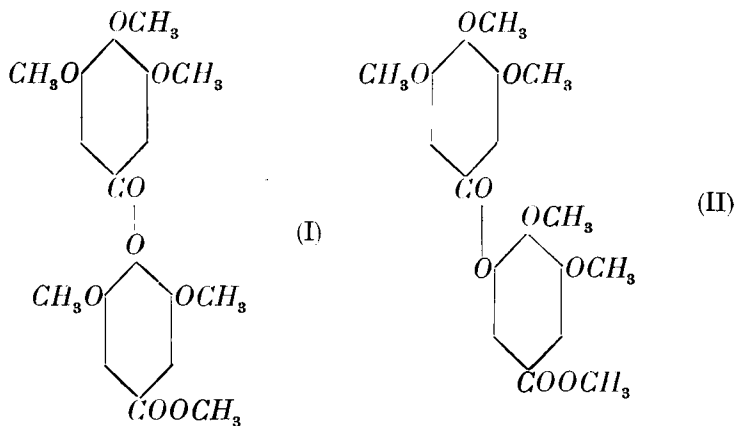
hol L és M a ν -tól független állandók. De L és M szorzói absolut konvergens sorok részletösszegei, tehát $\sum_1^{\nu} |\gamma_n|$ a ν minden értéke mellett korlátos és így $\sum_1^{\infty} \gamma_n$ feltétlenül összetartó. A $\sum c_n$ szorzatsor tehát valóban $(p+q)$ -adrendben absolute summabilis, úgy, mikép állítottuk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)

A PENTAMETHYLDIGALLUSSAVMETHYLESTER SYNTHESISÉ. ¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

Az aromás oxycarbonsavakból kiinduló szintetikus munkáim ² folytatásaképen a digallussavak alkylszármazékainak synthesisét kísérlettem meg. Az elmélet szerint két molekula gallussavból a carboxylgyöknek a hydroxylgyökkel való kapcsolódása által a következő két stereoizomér pentamethyldigallussavmethylester származtatható le:



¹ A budapesti kir. m. tud. egyetem II. chemiai intézetében készült dolgozat.

² Ber. 41, 920 (1908); Ber. 41, 2530 (1908); Ber. 41, 3662 (1908); Ber. 42, 188 (1909); Ann. Chem. 370, 368 (1909); Journ. p. chem. [2] 82, 271, ugyanott [2] 82, 275. Mathem. és Természettudományi Értesítő 28. köt. (1910), ugyanott 29. köt. (1911).

NIERENSTEIN¹ a tanninból egy digallussavat különített el, melynek szerkezetét ugyanezen kutató szerint a második (II) képletnek megfelelő digallussav fejezi ki. HERZIG és munkatársainak² előző vizsgálatai kimutatták, hogy az oxycarbonsavaknak és a gallussavnak több hydroxylgyököt tartalmazó származékai is diazomethan behatására a megfelelő alkylszármazékokká alakulnak át. A természetben a növényi anyagokban előforduló digallussavakat a fentebbi eljárás segélyével az alkyl származékaivá változtathatjuk át és ez arra indított, hogy a digallussavak ætherjeit synthesis útján állítsam elő, mert ezen módon a két vegyület azonosítása lehetséges. Ezen munkám tárgyát az (I) képletnek megfelelő pentamethyldigallussavmethylester synthesise képezi. E vegyület synthesisére a glukosyringasav³ synthesisénel tett megfigyelések vezettek. Ha a syringasavmethylester lúgos oldatára a trimethylgalloylchlorid ætheres oldatát közönséges hőmérsékleten hosszabb ideig hatni hagyjuk, akkor a pentamethyldigallussavmethylestert nyerjük. A fentebbi synthesis a pentamethyldigallussavmethylesternek az első (I) képletnek megfelelő szerkezetét bizonyítja. Hydrolysisikor ezen vegyület egyenlő részben trimethylgallussavra és syringasavra bomlik fel. Szándékom ugyanezen módon az isomer digallussav (II) synthesiséét is megkísérelni. Mivel a 3, 4 dimethylgallussav⁴ nehezen állítható elő nagyobb mennyiségben, ezen synthesis eszközlése hosszabb időt fog igényelni.

Pentamethyldigallussavmethylester.

Az e vegyület előállításához szükséges trimethylgallussavat a gallussavnak dimethylsulfáttal⁵ való kezelése útján nyerjük. A trimethylgallussavat a további tisztítás céljából többször meleg vízből kristályosítjuk át. A trimethylgalloylchloridot phos-

¹ Ber. 43, 628 (1910).

² HERZIG u. TSCHERNE: Ber. 38, 989 (1905); HERZIG: Ber. 41, 33 (1908); HERZIG u. RENNER: Monat. f. chem. 30, 543 (1909).

³ loc. cit.

⁴ HERZIG u. POLLAK: Mon. f. Chem. 23, 700 (1902).

⁵ C. GRAEBE u. E. MARTZ: Ann. d. Chem. 340, 219.

phorpentachloriddal állítjuk elő trimethylgallussavból W. H. PERKIN jun. és C. WEIZMANN¹ adatai szerint. A nyersterméket vacuumban való destillálással tisztítjuk. A syringasavat trimethylgallussavból bromhydrogénsavval való hevítés által nyerjük és meleg vízből többször átkristályosítjuk. Methylalkohollal és sósavgázzal a syringasavat methylesterévé alakítjuk át, végül pedig ligroinból átkristályosítjuk. A kondenzálást a következőképen eszközöljük: 4 g egészen tiszta syringasavmethylestert 1·5 g natriumhydroxydból és 60 cm³ vízből készített natronlúgban feloldunk és 4·4 g trimethylgalloylchlorid ætheres oldatával (60 cm³) 6 óra hosszat a rázógépen jól összerázzuk. Rövid idő múlva a kondenzációs termék kiválik és a reakció befejezése után szűrés által az oldattól elkülönítjük. A leszűrt kristályokat előbb hig natronlúggal, majd vízzel kimossuk és máztalan porcellántányéron megszáritjuk. A további tisztítás céljából a vegyületet benzol és petroleumæther keverékéből kristályosítjuk át. Termelési hányad 4·1 g. 0·1620 g anyag adott: 0·3509 g CO₂-t, 0·0786 g H₂O-t. C₂₀H₂₂O₉ képlet alapján a számított értékek: C=59·11%, H=5·42%. A kísérletileg talált értékek: C=59·06%, H=5·39%.

A pentamethyldigallussavmethylester szintelen tűkben kristályosodik, a melyek 169—170 C°-on olvadnak meg. E vegyület nehezen oldódik ætherben. Ligroinban és petroleumætherben oldhatatlan. A termék könnyen oldódik alkoholban és benzolban.

A pentamethyldigallussavmethylester hydrolysis céljából a vegyület 1 g-ját 30 cm³ meleg alkoholban oldjuk és visszafolyó hűtőcsővel ellátva a folyton forrásban levő oldathoz lassacsokán 10 g kaliumhydroxydot — 100 cm³ vízben oldva — adunk. A reakciókeveréket 10 óra hosszat forraljuk és azután az alkoholt ledesztilláljuk. Az oldatot sósavval megsavanyítjuk és ætherrel többször kioldjuk. Az æther lepárlása után a savak keveréke mint kristályos tömeg marad vissza, a melyet calcium-sóikkal különítünk el egymástól és a savakat aztán újra szabaddá teszszük. Reakciótermék gyanánt egy 167 C°-on olvadó, szintelen tűkben kristályosodó vegyületet nyerünk, a melynek összes

¹ Journ. Chem. Soc. 89, 1655 (1906).

tulajdonságait a trimethylgallussavéival egyezőnek ismerhetjük fel.

0.1723 g anyag adott: 0.3566 g CO_2 -t, 0.0877 g H_2O -t. $C_{10}H_{12}O_5$ képlet alapján a számított értékek: $C = 56.60\%$, $H = 5.66\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 56.44\%$, $H = 5.64\%$.

Második bomlási termék gyanánt a $202^\circ C$ -on olvadó syringasavat nyerjük.

0.1577 g anyag adott: 0.3143 g CO_2 -t, 0.0738 g H_2O -t. $C_9H_{10}O_5$ képlet alapján a számított értékek: $C = 54.54\%$, $H = 5.05\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 54.35\%$, $H = 5.19\%$. A bomlási termékek gyanánt nyert savak mennyiségi aránya 1 : 1.

Ezen vizsgálatot folytatom és mindenekelőtt ugyanezen synthesist az isomer 3, 4 dimethylgallussavval fogom megkísérelni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)

A BÉLCSATORNA SZÖVETI FEJLŐDÉSE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A FELSZÍN ÉS A MIRIGYEK ALA- KULÁSÁRA.

TASNÁDI NAGY LÁSZLÓ-tól.

A fejlődéstannak régóta és sok oldalról vizsgált kérdése a bélcatorna szöveti fejlődésének folyamata, a mely vizsgálatok közben azonban annyi ellentétes nézet vetődött fel a vizsgálók részéről, hogy czélszerűnek látszott a folyamatot újra átvizsgálni.

Vizsgálataimra, melyeket az I. számú anatómiai intézetben, részben a már meglevő embriósorozatokon, részben az általam időközben gyűjtött anyagon végeztem, majdnem csakis emberi embriókat használtam fel, s csak egyes részleteknél néztem át más állatokból készített metszetsorozatokot is. A feldolgozott embriók sorban összeállítva:

egy 3 mm-es embrió,
egy 4·7 mm-es embrió,
egy 7·3 mm-es embrió,
egy 20 mm-es embrió

az intézetben már meglevő embrió-sorozatokból, ezenkívül 40, 51, 71, 89, 150, 190, 195, 200, 210, 240, 270, 300 és 400 mm-es embriók, különösen az idősebb stadiumokból több példányban is. Ez utóbbiakat magam gyűjtöttem és dolgoztam fel.

A bélcatorna szöveti fejlődése folyamatának *kiindulási pontjául* a legkezdetlegesebb stádiumot kell választanunk, a mikor a bélfal csak egyrétegű entodermalis eredetű hámbélésből, s az

ezt körülfogó mesodermalis eredetű splanchnopleurából áll, melyet kívülről a szintén mesodermalis származású coelomahám fed be.

Ezen legegyszerűbb formájából a bélsatorna oly módon alakul tovább, hogy a hámbélés a sejtek szaporodása és felhalmozódása folytán többrétegűvé lesz, a mely többrétegűvé lett hámban, mint átmeneti alakulatban mitosisok bárhol — úgy a mély, mint a felületes rétegekben — találhatók. Egyidejűleg a splanchnopleurában is megkezdődnek az átalakulások; a circularis izomréteg jelenik meg elsőnek a 2. hó elején, a mit lassan a hosszanti izomréteg is követ, úgy hogy ez által a serosa elkülönül a mucosától és submucosától. Ezen kezdeti változások a bélsatorna minden részében egyformán, csak időbeli különbségekkel folynak le, oly módon, hogy legelső a gyomor, azután jön a többi bélrészlet, a mely sorrend a további differenciálódás során is megmarad.

A mint az erre vonatkozó készítményeken jól látható, a bélsatorna, mely kifejlett állapotban egymástól lényegesen és jellemzően különböző részekből áll, fejlődésének kezdeti stádiumaiban ezen különbségeket egyáltalában nem tünteti fel, úgy hogy a bélsatorna egyes szakaszait egymástól szinte lehetetlen megkülönböztetni. Kivételt csak a gyomor tesz, mely mint táglulat már korán elkülöníthető a többi szakasztól.

A további változások ezen közömbös alakból a 2. hó végén indulnak meg, még pedig először a gyomron, melyet rövidesen a duodenum, majd a jejunioileum követ. Ezek után indulnak meg az átalakulások a vastagbélben, a hol leghamarább a végbélben jelentkeznek, s csak azután a többi vastagbélrészletben, még pedig úgy, hogy a legelmaradottabb részlet az ileo-coecalis tájék. Több szerző ugyan a vastagbelet említi elsőnek a gyomor után, de ez nem helyes, a jejunioileum és duodenum megelőzi a colonok fejlődését. Igaz ugyan, hogy később a különbség kiegyenlítődik, de ez csak onnan van, hogy a vastagbél nyálkahártyája egyszerűbb szerkezetű, mint a vékonybélé, s így fejlődése hamarabb befejeződik.

A leírandó változások megértésére tekintsük át röviden a bélfal, különösen a nyálkahártya szerepét. Mint a fejlődés folyamatának következtében látni fogjuk, a physiologiai rendeltetés és

működés, s az ehhez való alkalmazkodás a nyálkahártya szerkezetében s így fejlődésében is megnyilvánul.

A bélcatornának kettős feladata van: mirigyek váladéka által az emésztést elvégezni, s ezen feldolgozott és átalakított tápláló anyagokat a szervezet számára felszívni. Tehát feladata secretio és resorptio. A secretiót a falában elhelyezett mirigyek végzik, a resorptiót a «felületi képződmények» név alatt összefoglalható részek, a melyek, eltekintve az itt-ott levő kehelysejtektől, nem termelnek váladékot. Az emésztés, tehát az elválasztás főhelye a gyomor, hol a nyálkahártya $\frac{7}{8}$ részét a mirigyek teszik. A resorptio itt igen csekély, csak bizonyos anyagokra, főleg vízben oldott sókra vonatkozik. A vékonybélben, főleg a duodenumban, még elég jelentős emésztés és secretio is folyik, de itt már előtérbe nyomul a resorptio, a mi azután a vastagbélben úgyszólván egyedüli feladatává lesz a nyálkahártyának. Ha ezen hullámvonalban váltakozó működést egybevetjük a szerkezettel, a parallelismust igen könnyen megtaláljuk. A gyomorban túlnyomó a mirigyréteg, aránylag kevés a resorbeáló felület (felszín és foveolák), a vékonybélben a mirigyekkel szemben óriás nagyra nő a resorptiósi felszín (bolyhok), s a vastagbélben csak resorbeáló felület van (a LIEBERKÜHN-féle krypták).

Ezen rendeltetéssel és kifejlett structurával összhangzásban a nyálkahártya változásai két egymástól morphologice élesen elválasztható, de időben egybeeső jelenségre oszthatók: az egyik a felület átalakulása, a másik a mirigyek fejlődése.

A folyamat mindkét részét illetőleg éles, sokszor elvi ellentétek állottak szemben az egyes vizsgálók részéről, a melyekre leírásom közben ki fogok térni. Főleg két pontban csúcsosodnak ki ezen ellentétek, az egyik a hám és kötőszövet részvétele, aktiv és passiv szereplése a fejlődésben, a másik a mirigyek fejlődésének módja s ezeknek viszonya a bolyhokhoz, illetőleg a felületi képződményekhez.

A hám és kötőszövet szereplésére vonatkozólag a régi vizsgálókban két ellenkező nézet alakult ki. A hám aktivitását a nyálkahártya különböző képződményeinek létrehozásában hangsúlyozta KÖLLIKER (1852), TOLDT (1880), SALVIOLI (1890) és

ASCOLI (1901), viszont a kötőszövet aktív szereplését s a hám passivitását állította LASKOWSKY (1868), BARTH (1868), SCHENK (1874), BRAND (1877), s hozzájuk csatlakozott régi nézete elhagyásával 1879-ben KÖLLIKER is, majd PATZELT (1882). Újabb vizsgálók, így VOIGT (1889), BERRY (1900), HILTON (1900 és 1902) a főszerepet ugyan a hámnak adják, de a kötőszövet aktivitását is elismerik, hogy burjánzása által részt vesz a felület alakításában.

A mirigyek fejlődési módjára nézve a különböző nézetek szintén két csoportba osztályozhatók. Az egyik csoport felfogása szerint a mirigyek a béltractus felületén keletkezett primær bolyhok másodlagos összenövésének eredményei (KÖLLIKER 1852, LASKOWSKY 1878, SCHENK 1874, BRAND 1877 a gyomor mirigyein, BARTH 1878, BRAND 1877 a vékonybélben, SCHIRMANN 1898 a vastagbélben). A másik csoport szerint a mirigyek benövés útján fejlődő, primær képződmények, nem pedig másodlagos összenövés vagy redők között keletkezett passív gödrök átalakulása által jöttek létre. Ily értelemben nyilatkozik SALVIOLI (1890), ASCOLI (1901), VOIGT (1889), HILTON (1900 és 1902), FUSARI (1901) és BUJARD (1905).

A mi a kérdésben vizsgálati eredményeim alapján elfoglalt álláspontomat illeti, már eleve kiemelhetem, hogy részemről a kötőszövet és hám közös működése s a mirigyeknek benövés által, tehát primær módon való fejlődése mellett foglalok állást.

A fentebb már leírt *primitív alak* (többrétegű hám, splanchnopleura, circularis izomréteg) *továbbfejlődése* azzal indul meg, hogy a hám rohamosan szaporodik; ezáltal a felületen szabálytalan redőzöttség keletkezik, a mely egymással összefüggő, rendetlenül hálózatos, és egymástól független gödröcskéket zár körül. A redőzetbe csakhamar a kötőszövet is benyomul, a mit észleleteim szerint a kötőszövetben levő dús hajszálérhálózat segít elő azzal, hogy magával vonja előrenövekedve a kötőszövetet. Az erek, specialisan a capillarisek tehát nevezetes irányító szereplésűek a felszín alakításában. Az ereknek a fejlődéssel való kapcsolatát különben az a tény is igazolja, hogy a fejlődési átalakulások, tehát a redőképzés elsősorban azokon a helyeken indul meg, a hol az erek lépnek az illető bélrészlethez, s így ez ott jobban van táplálva (gyomron a curvaturák, bélben a margo mesenterialis).

Ez a redőhálózat azonban igen különböző fokban fejlődik ki a bélcsatorna egyes szakaszaiban. A *gyomorban* a nyálkahártya felületén teljesen az itt vázolt módon redőhálózat alakul ki, a melynek hézagai, illetőleg üregei a foveola gastricákká lesznek. A foveolák eleinte sekélyek, később mélyebbek lesznek. Minthogy egyidejűleg a felület egészben véve is nő, a mi a foveolák széttolását és tágulását hozná létre, újabb redők gondoskodnak a kellő mértékben való felosztásról. A redők nem egészen egyenletesek, a felületük hullámos az eleinte egyenlőtlen növés miatt, a mi azonban később kiegyenlítődik. Talán ezen kiegyenlítődések hibás magyarázata szolgált KÖLLIKER-nek és követőinek támasztéklul összenövési elméletük felállításánál. A redők nem egyforma magasak a gyomor minden részén, a mi megegyezik azon ténynyel, hogy kifejlett állapotban is mélyebbek a pylorus-tájéki foveola gastricái, mint a gyomorfenéken vagy cardián levők.

A *vékonybélben* s a hozzá teljesen hasonló *duodenumban* első pillantásra igen nagy ugyan az eltérés, de az alapelve s a physiologiai jelentőségre való visszavezetés mellett a különbség csak fokozati eltéréssé lesz. A bélben ugyanis nagy a resorbeáló felület, s ezért a növés és szaporodás, hogy a feladatot teljesíttesse, aránylag rohamos, jóval erősebb, mint a gyomorban. Itt is hámredőzet, majd hajszálerek benövése kezdi meg a folyamatot; de a míg a gyomorban a felszín általános nagyobbodása nem halad oly rohamosan, hogy a capillarisokat egymástól távolra tolva, önálló kiemelkedéseket hozhatna létre, itt a benövő hajszálerek a felület növekedése által igen gyorsan messzire tolatnak egymástól, s oly távolra kerülnek, hogy összefüggő redők helyett csak egyes pontokon emelik fel a nyálkahártyát *bolyhok* alakjában. Felfogásom helyességét igazolja az is, hogy alacsonyabb rendű gerinceseken a vékonybélben — mint egyszerűbb alak — bolyhok helyett redők vannak jelen (BUJARD 1905). A folyamatnak ilyenén magyarázata megvilágosítja a különböző szerzők leírását s felfogásuk hibáit, így, mint már említettem, a KÖLLIKER, BARTH, BRAND stb.-féle összenövési elméletet, vagy VOIGT boholybázisait, a melyek nem egyebek, mint a széttolt bolyhok között maradó szabad területek, a melyek újabb bolyhok képzésére szolgálnak alapul.

A *vastagbélben* a folyamat már ismét nem olyan gyors, mint a *vékonybélben*, különösen lassú aránylag a *bélfal* egészben való terjeszkedése, a *minek* következtében a *bélfalban* futó *hajszalerek* nem kerülnek olyan távol egymástól, hogy összefüggő redőket ne tudnának emelni, a *minek* végeredményeképen a *gyomorban* leírt *foveolákhoz* hasonló módon *redőhálózat* keletkezik *zárt üregekkel*, a későbbi *LIEBERKÜHN-féle* *kryptákkal*. Igaz ugyan, hogy egyes helyeken, így főképen a *kezdeti részből* vett *metszeteken*, *kifejezett bolyhok* is találhatóak, de ezeket nem tartom *lényegeseknek*; ezek ugyanis csak *kezdetben* vannak meg s inkább *itt-ott előretörő* egyes *capillarisoknak* tekinthetők, a *melyek* később *beleolvadnak* az *általános redőhálózatba*.

A *vastagbélben* tett észleleteimnek legfontosabb eredménye tehát az *itt levő LIEBERKÜHN-féle* *krypták* *genetikai jelentőségének* *magyarázata*, a *melyeket* *eltérően* a *vékonybél* hasonló nevű *képződményeitől*, nem *azokkal*, hanem a *spatium intervillosumokkal* *tartok egyenrangú* *képződményeknek*, a *melyeknek* *falazata* nem *elválasztó mirigyfelület*, hanem *resorbeáló felszín*, a *mi megfelel* azon *physiologiai ténynek* is, hogy a *vastagbél* *kryptáinak* *elenyészően* *csekély enzima-termelésén* kívül *semmi elválasztó működésük* sincs.

Röviden összefoglalva tehát: *A felszínt átalakító folyamat az egész béltractusban a hám és kötőszövet közös működésének eredménye, mely működésben a két szövet mintegy vetelkedve vesz részt. Legélénkebb a folyamat a vékonybélben, a hol a bolyhokat hozza létre, míg a gyomorban és vastagbélben lassúbb menetű s a foveolákat és Lieberkühn-félc kryptákat produkálja.*

Az egész folyamatot mechanikai alapra állíthatjuk, s felesleges és czéltalan regenerációs és degenerációs folyamatok közbeiktatása nélkül tisztán a fejlődés különböző gyorsaságából fejthetjük meg a felsorolt képződmények fejlődési módját és jelentőségét.

*

A másik kérdéses és igen fontos pont a *bélnyálkahártya mirigyecinek alakulási módja*, a *mire* nézve, mint *felt* már *felmentettem*, a *primær* és *secundær* *fejlődéssel* való *magyarázat*

áll egymással szemben. Nem tekintve a vastagbél LIEBERKÜHN-féle kryptáit, melyeket épen az előbb leírtak alapján kirekeszthetünk a mirigyek sorából, a fejlődés módját észleleteim alapján a következőkben foglalhatom össze:

Az összes mirigyek a felszín felől a hámalatti kötőszövetbe (tunica propria mucosæ) történő sejtburjánzás által keletkeznek. A burjánzás kiindulási helye mindig a redők vagy bolyhok között levő terület, a gyomorban a foveolák feneké, a bélben az intervillusos területek.

A mirigyburjánzási folyamat egészben véve a felszín átalakulásával parallel megy végbe, de nem egyszerre indul meg, hanem valamivel később. Az első jelenség az intervillusos területeken vagy a foveolák fenekén a hám felhalmozódása, a mely felhalmozott hámtömeg apró bimbók alakjában nyomul be a kötőszövetbe. A bimbók kezdetben tömöttek, később lument kapnak. A megjelenés sorrendje ugyanaz, mint a felületes változásoknál: első a gyomor, azután következik a bél.

A legelső bimbókon természetesen semmi jellemző vonás sem tűnik fel, a minek alapján fundus- vagy pylorusmirigyeket, LIEBERKÜHN- vagy BRUNNER-féle mirigyeket tudnánk megkülönböztetni. A bimbózások teljesen közömbös, erősen festődő, közönséges hámsejtekből állanak.

Szembetűnő dolog, különösen egyes helyeken, a benövő mirigybimbók ferde lefutása, szemben a felnőttben található meglehetősen egyenes mirigyekkel. Ennek magyarázatát abban találom, hogy az embrionális életben a mirigyek ezen kanyargós lefutás révén hosszabbak lesznek, mint a milyen a tunica propria mucosæ, s midőn a postembrionális életben a bélfal még vastagodik, egyszerű kinyulás által tudják az egészet kitölteni.

A mi az egyes bélszakaszokat illeti, a következőket emelhetjük ki:

A *gyomorban* a bimbózás első nyomai a 3. hó végén, kifejezett bimbók a 4. hóban mutatkoznak; kezdetben egy foveolában csak egy mirigy van, később több, megfelelően a felnőtt állapotban való szerkezetnek. A mirigycsövek szaporodását egyegy foreola fenekén aktiv lenövés és nem passiv széthasadás (TOLDT stb.) eredményének tartom. Hogy a folyamat extrau-

terinalisan, a gyomor növésevel kapcsolatosan tovább folyik, magától értetődő dolog.

A *vékonybélben* kezdetben rendetlenül elszórva, majd mindenütt hasonlóan indul meg a burjánzás. Először a duodenumban (3. hó végén, 4. hó elején), azután a jejunoileumban mutatkoznak mirigybimbók (4. hó vége, 5. hó eleje). A duodenumban kezdetben nem lehet eldönteni, hogy LIEBERKÜHN- vagy BRUNNER-féle mirigyekkel van-e dolgunk; a megkülömböztetés csak az 5. hónaptól kezdve biztos, egyrészt a fekvés alapján, másrészt azon az alapon, hogy a BRUNNER-mirigyeken ilyenkor már kifejezett hajlandóság mutatkozik az elágazásra. Az első megjelenés után a további fejlődés megnyúlásban áll, pl. a jejunumban az 5. hó végén meglehetősen hosszú csapszerűek a mirigyek, mikor az ileumban még épen csak első bimbóikat alkotják. Egy intervillusus hézagban eleinte egy, azután több mirigy jelenik meg.

A *vastagbelet* sem hagyhatjuk megemlítés nélkül, melyben a krypták fenekén az 5. hó második felében szintén mutatható ki valamelyes burjánzás, tehát a mirigyfejlődés nyoma. Ez a burjánzás azonban csak mint esenevészes tünet mutatkozik, nem terjed a mélybe, mindössze pár sejtet termel a krypta fenekén. Az egyes bimbók egyenesek, lumenük olyan tág lesz, mint a kryptáké, úgy hogy egy hézagban (egy kryptában) mindig csak egy bimbó van s egy marad. Később ez is határ nélkül folyik össze a krypta falával. E esenevészes fejlődés magyarázata ismét csak a functióban van: nincs secretio, felesleges a mirigy.

A *féregnyulvány* egészben véve egyezik a vastagbéllel, itt azonban még sajátos degenerációs tünetek is mutatkoznak, a melyeket már STÖHR leírt s a melyeknek eredménye a krypták és mirigybimbók egy részének elpusztulása nyálkás elfajulás útján.

Legyen szabad még egyszer visszatérnem a *vékonybél és vastagbél Lieberkühn-féle mirigyei*, illetőleg kryptái között levő lényeges különbségekre. A fejlődésükben nyilvánuló ellentétet már a felületalakulás és most a mirigyfejlődés leírásakor vázoltam. A vékonybél LIEBERKÜHN-féle mirigyei valódi, benövés által fejlődő mirigyek, a vastagbélben levők pedig a redők felemelke-

dése által passive keletkezett gödrök. Hogy nem azonos képződmények, megnyilvánul ez a kifejlett egyén bélfalának szerkezetében is. Ugyanis a vékonybélben levő LIEBERKÜHN-féle mirigyek sűrűn egymás mellett álló, aránylag szűk csövek, végükön gyengén megduzzadtak, olykor villásan elágaznak; hosszúságuk 0·32—0·45 mm, tágasságuk 0·06—0·08 mm. A vastagbélben levők jóval tágabbak, határozottan egyenesek, hosszúságuk 0·4—0·5 mm, feltűnően szabályos rendben fekszenek.

Ez is csak megerősíti azon felfogásomat, hogy a vékonybél mirigyait a vastagbélben levő csöves bemélyedésektől meg kell különböztetnünk, s épen ezért ajánlom, hogy a vékonybél számára tartsuk meg a L.-féle mirigy, a vastagbél számára pedig a L.-féle krypta nevet, kifejezést adva ezzel a közöttük fennálló genetikai ellentétnek. Megjegyzem, hogy a különbséget már PATZELT (1882) is hangoztatta, s csak az ő ezen irányú felfogását erősíthetem meg állásfoglalással.

Mindezek alapján a mirigyek fejlődéséről a következő végkövetkeztetéseket emelhetem ki:

1. *A valódi bélmirigyek a szabad felszínről való benövés által fejlődnek ki s a hám aktív működésének eredményei. A bolyhok és redők fejlődésével semmi genetikai kapcsolatuk sincsen, eltekintve attól, hogy valamennyien a közömbös entoderma származékai.*

2. *A mirigyek első alakja mindenütt tömött hámbimbó s indifferens sejtekből áll.*

3. *A finomabb szerkezeti elkülönítés a növéssel lépést tartva, adja meg a jellemző szerkezeti képeket.*

4. *Kivétel e szabály alól a vastagbél, hol a bimbózás elenyészően csekély s a mirigyeknek látszó képződmények csak redők közötti hézagok.*

*

A mirigyek fejlődésének jellemzésekor a következő pontot állítottam fel: A finomabb szerkezeti elkülönítés a növéssel lépést tartva, adja meg a jellemző szerkezeti képeket. Legyen szabad itt még néhány szóval ezen finomabb változásokra is kitérnem, a melyeket nem vonhattam be az általános mirigyfejlődés jellemzésébe.

Természetesen itt, minthogy eredeti tervemtől igen messzire elvezetett volna, nem terjeszkedhettem ki az összes finomabb cellularis jelenségek vázolására, csak mint legszembeötlőbbeket, a felületi hám alakulását, a kehelysejteket s a gyomor mirigysejtjeinek differenciálódását tettem vizsgálat tárgyává.

A *felületi hám* elnevezés alá foglalhatjuk azon sejtréteget, mely a szabad felszíneket, a passive keletkezett gödröket s a bolyhokat fedi. Jellemző alakjának megjelenése a felszínalakulási folyamatokhoz társul, így a gyomorban a 3. hótól, a bélben valamivel később jelentkezik az ismert magas hengerhám cuticulás szegélyével, világos protoplasmájával s a sejtestest alsó felébe szorított maggal. Továbbszaporodásra, mitosisra e hám már nem képes.

A *kehelysejtek* a felületi hám között vannak elszórva. Nem térve itt ki a kérdés finomabb cytologiai részleteire, a magam részéről csak azon nézetnek adhatok kifejezést, hogy a kehelysejtek az eredeti entodermából fejlődnek ki, még pedig igen korán (51 mm-es embrió), s bár a közönséges felületi hám sejtjei közé vannak keverve, velük genetikai kapcsolatban nincsenek, legalább is olyan értelemben nem, hogy egyik a másikká tudna átalakulni. Ezt legjobban a fejlődés folyamata alatt azzal bizonyíthatjuk, hogy a kehelysejtek eleinte a bolyhoknak vagy redőknek csak a basalis részén vannak. Ha egyszerűen funkcióbeli különbségen alapulna a jelenlétük, vagy a jellegzetes felületi hám átalakulásából származnának, a bolyhok vagy redők csúcsán éppen olyan korai stadiumban lehetnének, holott oda csak később hozatnak fel.

Tekintetbe véve a boholy-, redő- és mirigyfejlődés alapelveit, a *kehelysejtek fejlődése helyéül* észleletem alapján az ősi bélhámot, tehát a bolyhok vagy redők és a mirigyek határát kell megjelölnünk, a mi a vékonybélben a LIEBERKÜHN-féle mirigyek felső vége, a vastagbélben a krypták foneke. *Strukturájuk* már kezdettől fogva a kifejlett egyénben levők szerkezetével egyezik meg. Ezen alapon e kérdésben BIZZOZEROHOZ és SACERDOTTIHOZ (1894) csatlakozhatom.

A *gyomor* mirigysejtjeinek eredete is sokat vitatott kérdés. Szemben azon felfogással, hogy a gyomor mirigysejtjei vala-

mennyien az eredeti entodermából különülnek el, egyes vizsgálók a mirigysejteknek részben vagy egészben a mesodermából való származását hangoztatták. Így SEWALL a fedősejteket részben, WILKENS, BIKFALVY a fedősejtek összességét a mesodermából származtatta. Hasonlóan vélekedik STRECKER is, kinek egy tanítványa, SOMMERFELD, vizsgálatai alapján azt állította, hogy az eredeti entoderma teljesen elpusztul s helyette a mirigyek kizárólagosan mesodermalis eredetű elemekből, ősmirigysejtekből és ősfedősejtekből regenerálódnak.

Magam a készítményeimen nyert képek alapján teljesen kizártnak tartom a mesodermalis eredetet, mert bárhol éles határ vonható a hám és kötőszövet között. Véleményem szerint TOLDT felfogása a mirigyek összes sejtjeinek entodermalis eredetére nézve teljesen helyt áll; az eleinte közömbös sejtű csövekben az 5. hónap közepe táján jelentkeznek először a fedősejtek, még pedig az egész gyomorban. Később a pyloruson elvesznek, s csak a funduson maradnak meg. Éles különállásuk miatt nem a fősejtek derivatumainak, de azokkal egyenrangúaknak tartom őket.

*

Még néhány szóval a bélfal kisebb jelentőségű rétegeinek kialakulását óhajtom jellemezni.

Első a differenciálódásban a circularis izomréteg (7·3 mm-es és ennél valamivel fiatalabb embriók). Ennek erősödése közben megjelenik valamivel később a hosszanti réteg is, s elég jelentős kifejlődést ér el az embrionalis élet első felében.

A tunica propria mucosæ a submucosától csak a magzati élet második felében válik el a muscularis mucosæ kialakulása által, mely, úgy mint minden réteg és alakulat, legelőször, legalább nyomokban, a gyomron mutatkozik (240 mm-es embrió). A tunica propria szerkezetében legfeltűnőbbek a sejtek, míg a submucosa finom rostos szerkezetű.

NÉHÁNY FOLYADÉK DIELEKTROMOS ÁLLANDÓJÁ- RÓL MAGAS NYOMÁSNÁL.

ORTVAY RUDOLF-tól.

Az első vizsgálat, mely folyadékok dielektromos állandójával magas nyomásnál foglalkozik, RÖNTGENÉ.¹ Megállapította, hogy a víz és az alkohol dielektromos állandójának változása nem éri el az egy százalékot, ha a nyomás 1-től 500 atm.-ig változik.

RÖNTGEN után RATZ² meghatározta az æther, benzol, anilin és amyl-alkohol dielektromos állandójának nyomási koëfficiensét 300 atm.-ig terjedő nyomásnál. Víznel nem sikerült a dielektromos állandó változását kimutatnia.

RATZ a NERNST-féle módszert eredeti alakjában használta, kondenzátorai szükségképen kis kapacitásúak voltak, a mivel kis érzékenység járt. Az egész kapacitás a különböző folyadékoknál a NERNST-féle készülék üveglemezeinek 30, illetőleg 90 mm-nyire való eltolásának felelt meg, a nyomás folytáni megváltozásnak æthernél 4 mm, a többi folyadéknál többnyire 1 mm-nél kisebb eltolódás felelt meg, ha a nyomás 300 atm.-val változott. Ily kis eltolódásoknál nagyobb pontosságot nem is lehetett elérni.

Csak mióta PHILIP³ a NERNST-féle módszert differenciál-módszerré alakította át, vált lehetségessé a dielektromos állandó kis változásainak nagy pontossággal való mérése. PHILIP két

¹ RÖNTGEN : Wied. Ann. 52. 1894. p. 593—603.

² F. RATZ : Zeitschr. f. phys. Chem. 19. p. 94—112. 1896.

³ PHILIP : Zeitschr. f. phys. Chem. 24. p. 18—38. 1897.

nagy és közel egyenlő kapacitású kondenzátort alkalmazott, úgy, hogy ez egyiket a NERNST-féle készülék egyik, a másikat a másik üveglemezes kondenzátorához párhuzamosan kapcsolta. A kondenzátorok egyike változatlan kapacitású volt, a másik azon folyadékot tartalmazta, melynek dielektromos állandójának változását kereste. Mivel a kondenzátorok kapacitása nagy volt, a dielektromos állandó kismérvű változása is jelentékeny kapacitás változást idézett elő. A NERNST-féle készülék üveglemezeivel csak ezen kapacitásváltozást kompenzálta.

Ezen differenciális módszerrel PHILIP után BAEDECKER¹ gázok és gőzök dielektromos állandójának a hőmérséktől való függését vizsgálta meg, TANGL² pedig néhány gáz dielektromos állandójának a nyomással való változását.

Közelfekvő volt az így kifejlődött módszert a folyadékok dielektromos állandójának nyomással való változásának vizsgálatára alkalmazni. E dolgozat a benzol, metaxylol, toluol, szénkéneg, æther, chloroform, paraffinolaj, petroleumæther és ricinusolaj dielektromos állandójának változását vizsgálja egész 500 kgcm² nyomásig.

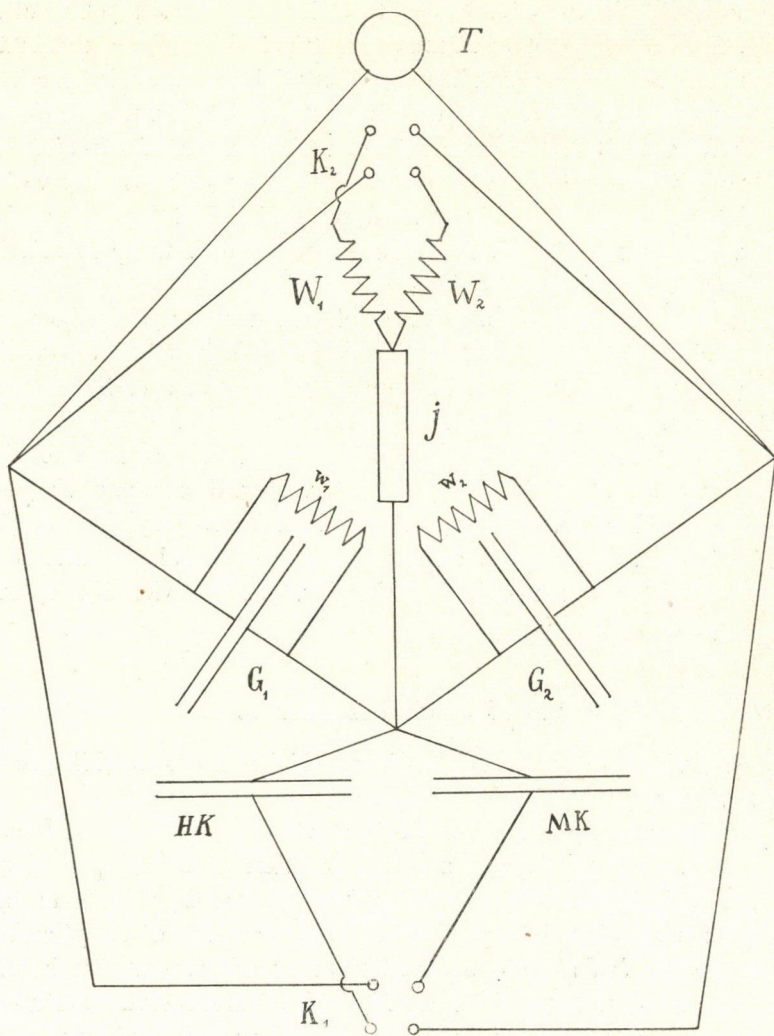
A kísérleti berendezés.

E vizsgálatban a mint differenciális módszer kiképzett NERNST-féle eljárás talált alkalmazást.

A kapcsolás módját az 1. ábra tünteti fel, melyen I az induktóriumot W_1 és W_2 az elágazási ellenállásokat, g_1 és g_2 a NERNST-féle készülék üveglemezes kondenzátorait, w_1 és w_2 a mellékzárlat ellenállásait, MK a kondenzátort a vizsgálandó folyadékkal, HK a segédkondenzátort, melynek kapacitása közel megegyezik MK kapacitásával, K_1 és K_2 , paraffinakkumulátorokat és T a telefont jelenti. Segédkondenzátorul részben egy EDELMANN-féle precziós-csillám kondenzátort, többnyire azonban egy a drótnélküli telegrafiában alkalmazott forgatható kondenzátort használtam.

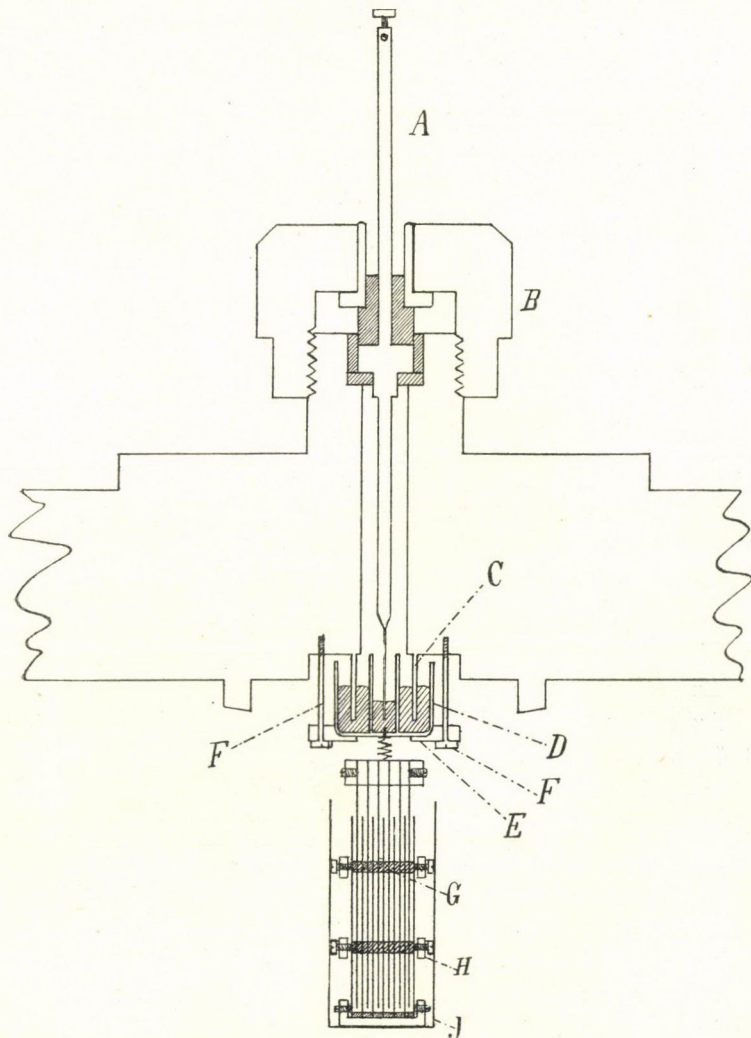
¹ BAEDECKER: Zeitschr. f. phys. Chem. 36. p. 305—335. 1901.

² TANGL: Ann. d. Phys. 23. p. 559—574. 1907. 26. p. 59—78. 1908.



1. ábra.

MK kondenzátor 13 párhuzamos nikkelezett sárgaréz lemez-
 ből állott, melyeket közbehelyezett apró üveglemezek *G* állandó
 távolságban tartottak és melyeket szintén nikkelezett sárgaréz-
 keretek *H* szorítottak össze. E czélból a keretekben csavarok



2. ábra.

voltak alkalmazva, melyek segélyével a lemezek erősen össze voltak szoríthatók. Hogy a lemezek minden feszítését elkerüljem, az üveglemezeké épen ott foglaltak helyet, a hol a szorító csavarok a lemezekre nyomást gyakoroltak.

A lemezek magassága 6 cm volt 4·6 cm szélesség mellett. A lemezek távolsága 0·8 mm volt. Az első, harmadik stb. lemez fenn kissé előreállott és kis közbehelyezett fémdarabkakkal egy fegyverzetté volt egyesítve. Épígy a második, negyedik stb. lemez fenn állott elő kissé és hasonló módon összekapcsolva, a kondenzátor másik fegyverzetét alkotta. A kondenzátort egy csak felül nyitott négyszegletes fémskatulya (*I*) vette körül, melybe a fent említett keretek pontosan beillettek. A skatulyára két fémgűrű volt forrasztva, melyek a kompressziós edény hengeres üregébe pontosan beillettek.

A kompressziós edény, a melyben a kondenzátor el volt helyezve, két öntött acél edényből állott, melyek lent egy nikkela-czelcsövön (*N*) át közlekedtek.

A nagyobbik edénynek, mely a kondenzátort és a vizsgálódó folyadékot tartalmazta, 20 cm magas és fent 6 cm átmérőjű hengeres belső ürege volt, mely azonban a fenéktől 3·5 cm-nyi távolságig csak 5·6 cm átmérőig volt kiesztérgálva. Az így előálló szél a kondenzátorskatulya gyűrűinek támasztékul szolgált úgy, hogy a kondenzátor nem ért egészen az edény fenekéig.

Az edény falvastagsága 5·5 cm volt.

Az edény felső széle 29 cmnyire szélesedett ki, a melyre 8 erős csavar segélyével a szintén 29 cm átmérőjű és 5 cm vastag fedő volt erősíthető. A tető alján köralakú kiálló gyűrű volt, mely az edény felső szélének gyűrűalakú vályulatában levő ólom tömitési gyűrűjére nyomást gyakorolt.

A kisebbik edény egészen hasonló szerkezetű volt, magassága ugyanaz volt, de a belső üreg átmérője csak 4 cm volt és a falvastagság 4·5 cm. A 22 cm átmérőjű és 4·5 cm vastag fedőt 6 csavar rögzítette. A tömités ép olyan volt, mint a nagyobbik edénynél.

A tető közepéből egy vastagfalú vörösréz kapillaris indult ki, mely az edények üregét egy CAILLETET-féle kompressziós szivattyúval kötötte össze.

A nikkela-czelcső, mely a két edény közlekedését közvetítette, ebonitgyűrűkkel volt tömitve. (Az ábrán az ebonit feketére van rajzolva.)

Mindkét edény együttes súlya 147 kg. Az edényeket GEBAUER Comp. berlini gépgyára készítette.

A mint említettem, a nagyobbik edényben volt a kondenzátor elhelyezve. Az egyik fegyverzet, mely az első, harmadik stb. lemezből állott, a kondenzátorskatulyával és az edényekkel vezetőleg volt összekapcsolva. A másik fegyverzet az edénytől el volt szigetelve és az edényen elszigetelten keresztülvezetett hozzávezetéssel volt összekapcsolva.

E célból az edény fedőjén csatorna vezetett át, mely fenn hengeresen kitágult. A hozzávezetést *A* fémpálca közvetítette (2. ábra), mely közepén hengeres koronggal bírt, mely ebonittal minden oldalról elszigetelve a csatorna említett hengeres tágulatában feküdt és *B* anyacsavarral erősen leszorítható volt.

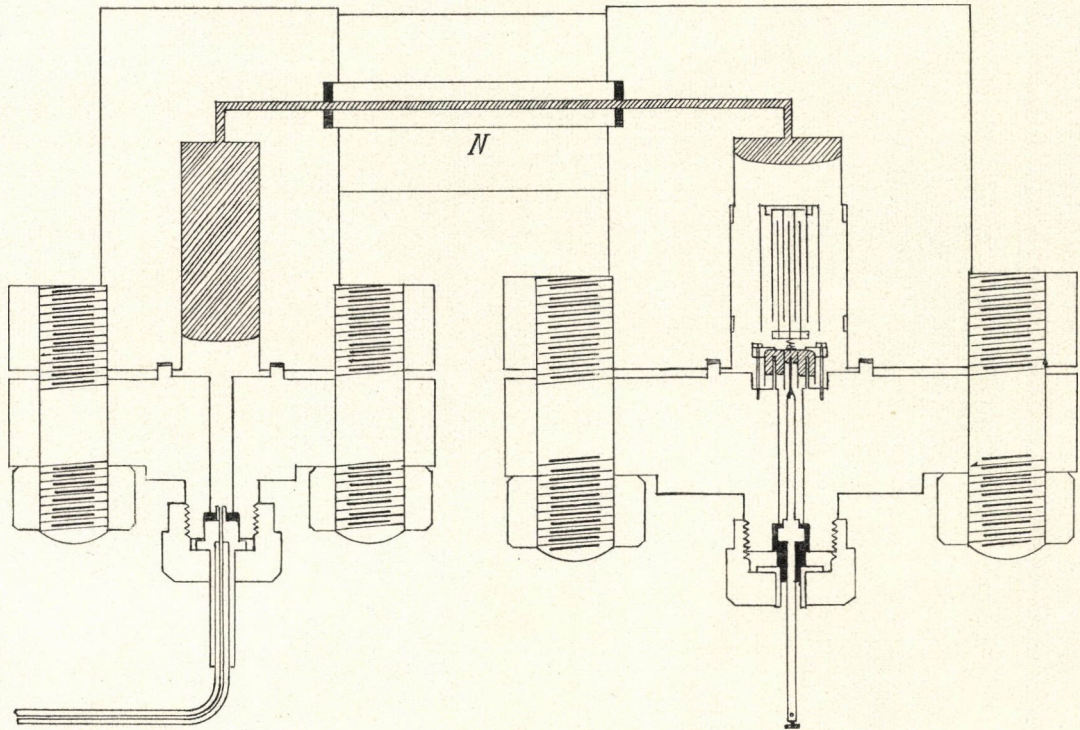
De mivel a használt folyadékok legtöbbje az ebonitot megtámadta és rövid idő alatt elpusztította, a folyadék és ebonit közvetlen érintkezését meg kellett akadályozni, a mit alkalmas higany-elzárással sikerült elérni. E célból a csatorna alsó végére kiálló acélesövet *c* alkalmaztam, mely az alatta fekvő *D* üvegsészébe ért. Az üvegsészé közepébe egy üvegső volt forrasztva, a csésze és üvegső által alkotott vályú körülbelül 1 cm magasságig higánnyal volt megtöltve, melybe az említett aczélső benyúlt. A higany által a fedőn átmenő csatorna az edény folyadékától el volt zárva.

A fémpálca az üvegső belsejébe ért, hol egy csepp higany közte és a csészébe forrasztott platinadrót között vezető összeköttetést létesített. A platinadrót a csésze alsó felületén egy kis platinakorongban végződött, melyhez a kondenzátor elszigetelt fegyverzetével összekötött kis spirális rugó hozzáért és vezető összeköttetést létesített a fémpálca és a kondenzátor közt.

A csészét *E* fémkorong tartotta, melyet négy csavar *F* a fedőhöz erősített. A fedő csatornáját gépolajjal töltöttem meg.

A vizsgálandó folyadékot a szivattyúban használt folyadéktól (gliczerin és desztillált víz elegye) higany zárta el, mely az edények alját és az összekötő nikkelt aczélsövet megtöltötte.

Az edények összeállításakor legelőször higanyt töltöttem az edénybe körülbelül 1 cm magasságig a fenék felett, azután a kondenzátort betettem és a vizsgálandó folyadékot betöltöttem.



3. Abbr.

ORVAY RUDOLF.

Ekkor reáhelyeztem a fedőt, melynél a csatornába és csészébe a megfelelő mennyiségű olajat és higanyt már előzőleg betöltöttem és a csavarok segítségével rögzítettem a fedőt. Jó tömítés elérésére szükséges volt ügyelni arra, hogy a csavarok egyenletesen legyenek meghúzva.

Ezután a kisebb edényt szinte egészen higanyval töltöttem meg, majd fedőjét reáhelyezve, a szivattyúval összekötöttem.

A kisebbik edény térfogata úgy volt méretezve, hogy az alkalmazott legnagyobb nyomásoknál sem hatolhatott a glicerin a nagyobbik edénybe, valamint a beszoruló higany sem érte el a kondenzátorskatulyát.

A mérések végzésekor a NERNST-féle készülék üveglemezeit háromszor egymásután a minimumra állítottam, ezután HK és MK kondenzátorokat K_1 kommutátorral felcseréltem és az üveglemezt ismét háromszor a minimumra állítottam be. Hogy W_1 és W_2 ellenállások esetleges egyenlőtlenségét elimináljam, ugyanezen eljárást ismételtam, miután K_2 kommutátorral W_1 és W_3 -t felcseréltem. K_1 kommutator két álláshoz tartozó egyenként 6 leolvasásából nyert két középérték különbsége legyen s'_p , hol p a túlnyomást jelenti 1 atm. felett. $s'_p - s'_0 = s_p$, a táblázatokban megadott érték, melynél azonban egyes korrekciók már tekintbe vannak véve.

Ugyanis az így megmért lemezeltolás részben a hozzávezetés kapacitásváltozásából ered. Meghatározására az edényt kondenzátor nélkül nyomásnak tettem ki és az üveglemez megfelelő eltolódásait meghatároztam. A hozzávezetés kapacitásváltozása, a míg a tömitéseket nem szedtem szét, állandónak és az edényben levő folyadéktól függetlennek bizonyult. Ha azonban a tömitőszelencze szétszedése szükségessé vált, úgy az újrapótló összeállítás után más volt a kapacitásváltozás. Nem tudtam elérni, hogy a higany C aczélső mindkét oldalán ép oly magasan álljon, mint előbb, épúgy az olajban pár minimális buborék a higanyfelszín nagyobb eltolhatóságát és evvel nagyobb kapacitásváltozást idézett elő.

Az üveglemez eltolódása 2 mm-től 4 mm-ig terjedt 500 kgcm^2 nyomásváltozásnál. Ha kivételesen nagyobbak mutatkozott,

akkor nagyobb légbuborékok létezésére következtettem és szétzedtem és újból összeraktam.

Így pl. benzolnak három mérés középértéke 3·85 mm, xyloznak körülbelül négy hét mulva 3·35 mm eltolódásnak felelt meg a kapacitásnövekvés 500 kgcm² nyomásnövekvésnél.

A táblázatokban megadott értékeknél ezen korrekció már tekintetbe van véve.

A módszer érzékenységénél szükséges volt a dielektromos állandónak a hőmérséklettel való változását is tekintetbe venni. Ugyanis a használt nagy kapacitású kondenzátoroknál egy fok hőmérséklet-változásnak 1·26 mm lemezeltolás felelt meg, ha a kondenzátor benzolt tartalmazott, és 12·09 mm, ha ætherrel volt megtöltve.

A vizsgálandó folyadék hőmérsékletét nem határoztam meg közvetlenül. Hanem a hőmérséklet állandóságának biztosítására az egész edényt vízfürdőbe helyeztem, a víz az edény felső széléig ért. A szobahőmérséklet egy több órára terjedő kísérleti sorozat alatt egész 2° C-ig terjedő ingadozásokat mutatott, a vízfürdő hőmérséklete azonban legfeljebb egy fél fokkal ingadozott. Feltehető volt a hőmérséklet ily lassú változásánál, hogy a vízfürdő hőmérsékletével megegyezik az edényben levő folyadék hőmérséklete.

A hőmérséklet hatásának megállapítására a dielektromos állandó hőmérsékleti koeficiensének ösmeretére volna szükség, még pedig az itt szereplő nagy nyomásoknál.

Ismereteink e tekintetben elég hiányosak. A dielektromos állandó hőmérsékleti koeficiensét csak a légköri nyomásnál¹ és a telített gőz nyomásánál,² mely esetben a hőmérséklettel a nyomás is változott, határozták meg. Az itt szereplő hőmérsékleteknél e kétféle temperatura-koeficiens nem mutat lényeges eltérést. Más adatok hiányában ezen hőmérsékleti koeficienseket az itt előforduló nagy nyomásoknál is érvényesnek véve, segélyükkel korrigáltam az eltolódások értékeit.

A környezet hőmérsékletváltozásán kívül az összenyomás foly-

¹ K. RATZ: l. c.

² TANGL: Ann. d. Phys. 10. p. 748—767. 1903.

tán is megváltozott a folyadékok hőmérséklete. Ezen hőmérséklet-változást sem határoztam meg. A hőmérsékletváltozás nagyságrendjére nézve felvilágosítást nyújt azon meggondolás, hogy a hőmérsékletváltozás mindenesetre kisebb azon hőmérsékletváltozásnál, mely létrejönne, ha a változás adiabatikusan folyna le. Az adiabatikus összenyomásnál keletkező hőmérsékletváltozást megadja a következő thermodynamikai képlet:

$$dT = \frac{T}{c_p} \cdot \frac{\partial v}{\partial T} \cdot dp,$$

hol T az abszolút hőmérséklet c_p a fajhő állandó nyomásnál, v a térfogat és p a nyomás. E képlet szerint a hőmérséklet 0.6°C -tól 1.0°C -ig terjedő hőmérsékletemelkedést mutat 100 kgcm^2 nyomásnövekvés mellett a különböző folyadékoknál.

Az így előálló hőmérsékletemelkedés hatásának kiküszöbölése céljából a méréshez nem közvetlenül az összenyomás után, hanem csak akkor kezdtem hozzá, midőn feltehettem, hogy a folyadékban keletkezett hő ismét kiegyenlítődött a környezet hőmérsékletével.

Erről pedig feltehettem, hogy bekövetkezett, midőn a manometer nem mutatott nyomásváltozást (közvetlenül az összenyomás után a manometer mindig esett, a hülésnek megfelelően) és a dielektromos állandó sem mutatott változást.

Hogy mennyi ideig szükséges várni, arról az æthylæthernél, hol úgy a nyomás folytáni hőmérsékletváltozás a legnagyobb, t. i. 1°C 100 kgcm^2 -ként, mint a hőmérsékletváltozásnak megfelelő lemezelolás is a legnagyobb, úgy győződtem meg, hogy a dielektromos állandót az összenyomás után 20, 40, 60 percz mulva határoztam meg. A dielektromos állandó már 20 percz mulva a kísérleti hibán belül állandónak mutatkozott.

Nilvánvalóan a kondenzátor sok rézlemeze úgy viselkedett, mint egy valóságos hűtő, mely a folyadék és az edény nagy vastömege közti hőközlekedést gyorsította.

Ha a kondenzátor lemezei nem egészen homogének, úgy egy minden oldalról reá ható erő is elhajlásokat ¹ idézhet elő,

¹ TANGEL: Ann. d. Phys. 26. p. 59—78. 1908.

melyek a kapacitást befolyásolhatják. A lemezek elgörbüléséből eredő kapacitásváltozás meghatározására benzolnál két egyenként 12, illetőleg 10 egyes sorból álló mérési sorozatot végeztem, melyek abban különböztek egymástól, hogy a lemezek távolsága 0·8 mm, illetőleg 0·4 mm volt. A második sorozatban, hol a lemezek távolsága félszeres volt, az elgörbülések hatásának kétszer akkora kellett volna mutatkoznia.

A két sorozat nem mutat a kísérleti hibánál nagyobb eltérést egymástól. Ugyanis a beállításoknak a középértéktől való legnagyobb eltérése a dielektromos állandóban 0·003 változást okoz, míg a két sorozat maximális eltérése 0·002, a mit a táblázat is feltüntet, mely a dielektromos állandókat tartalmazza ugyanazon hőmérsékletre redukálva.

P	$D_{0.8}$	$D_{0.4}$	$D_{0.8} - D_{0.4}$
0	2·285	2·285	0·000
100	2·299	2·297	0·002
200	2·311	2·310	0·001
300	2·323	2·322	0·001
400	2·334	2·334	0·000
500	2·345	2·345	0·000

A dielektromos állandókat

$$D_1 = \frac{s_1 - s_0}{s - s_0} (D - 1) + 1$$

képlet segítségével számítottam ki, hol s_0 a kondenzátor kapacitásának megfelelő üveglemezeltolást jelenti, ha a kondenzátor levegőben volt, s , illetőleg s_1 , ha oly folyadékba merült, melynek dielektromos állandója D , illetőleg D_1 . A levegő dielektromos állandójának értékét itt egynek vettem.

Tehát a dielektromos állandó meghatározására egy ismert dielektromos állandójú folyadékban kell a kapacitást meghatározni. Ily folyadékul a benzolt használtam, melynek dielektromos állandóját TURNER¹ nagy gondnal meghatározta és mely

¹ B. TURNER: Zeitschr. f. phys. Chem. 35. p. 385. 1900.

azonos minőségben kapható. Mindig úgynevezett tiophenmentes benzol-puriss. MERCK-et használtam, melyet a kísérlet előtt phosphor-pentoxiddal szárítottam és lepároltam.

A benzol dielektromos állandója TURNER szerint: 2.289 18° C-szal légköri nyomásnál. A hőmérséktől való függést TANGL¹ következő négyzetes képlete adja meg:

$$D = 2.322 [1 - 0.000794t - 0.00259t^2].$$

s_0 , s_1 és s oly nagyok voltak — értékük 840 mm-től 3449 mm-ig ingadozott a különböző folyadékoknál —, hogy az üveglemezek segítségével, melyek egész hossza 130 mm volt, nem voltak meghatározhatók.

Ezeket *HK* segédkondenzátor segítségével határoztam meg. Segédkondenzátorul egy forgatható kondenzátort alkalmaztam.

Meghatároztam, hogy hány skálarésszel kellett a kondenzátort elforgatni, ha *MK* kondenzátort hozzákapcsoltam vagy lekapcsoltam. W_1 és W_2 ellenállások egyenlőségének kiküszöbölése céljából az ellenállásokat felcserélésük után ismét meghatároztam és a két értékből középértéket vettem. *HK* kondenzátor is kalibrálva volt és meg volt határozva, hogy a kondenzátor egy skála-része az üveglemezek hány skálarészével æquivalenst.

A NERNST-féle készülék üveglemezei gondosan kalibrálva voltak.

A nyomást SCHÄFFER és BUDENBEG buckauai cégnek 3490559 számú manometerével mértem, mely egész 1000 kgcm²-ig terjedő nyomásokat mutatott. Egy skálarész 10 kgcm²-nek felelt meg és elég nagy volt, hogy egy huszadot, azaz egy fél kgcm² nyomást megbecsülhessek.

A kísérletek eredményei.

I. *Aethyluether.*

A kísérletek anyaga, úgynevezett æther purissimum, MERCK-től Darmstadtból való volt. Phosphor-pentoxiddal szárítottam,

¹ TANGL: Ann. d. Phys. 10, p. 748—767. 1903.

azután desztilláltam. Higanynyal összerázva a higany a legcsekélyebb homályosodást sem mutatta.

Az üveglemez eltolásainak értékét a következő táblázat adja, hol a hőmérsékleti correctiók és a hozzávetetés kapacitásváltozása már tekintetbe vannak véve itt, valamint a következőkben mindenütt. A nyomás a légköri nyomás feletti túlnyomást tünteti fel. Középhemérséklet 17.4° C.

<i>P</i>	0	100	200	300	400	500
I. sor	0·00	60·13	116·19	167·29	214·26	258·85
II. "	0·00	60·66	117·71	167·22	214·84	260·02
III. "	0·00	60·13	116·30	165·65	215·10	258·80
IV. "	0·00	59·93	115·68	165·26	212·70	258·90
V. "	0·00	59·44	113·62	164·99	213·10	255·12
Középmérték	0·00	60·06	115·95	166·08	214·00	258·34

A középértéktől való legnagyobb eltérés 3.22 skálarész, ez a dielektromos állandóban 0.005 eltérésnek felel meg. Minden egyes adat 3 észlelés középértéke, melyek 20 percnyi időközökben követték egymást. Mivel 20 perc után a dielektromos állandó érezhetően nem változott, a többi anyagnál csak egyszer mértem, de átlag több sorozatot végeztem.

A dielektromos állandó a következő a legkisebb négyzetek módszere szerint számított quadratikus formulával az alábbi hibaeloszlással állítható elő, hol P a nyomás kgcm^2 -ban, D a mért, D' a számított dielektromos állandó.

A kiindulási érték TURNER értéke $D = 4.367$, 18.0° C-nál, melyet TANGL hőmérsékleti coëfficiensével 0.0043 a kísérletek hőmérsékletére vonatkoztattam.

<i>P</i>	<i>D</i>	<i>D'</i>	<i>D—D'</i>
0	4·378	4·378	0·000
100	4·471	4·471	0·000
200	4·558	4·557	+0·001
300	4·636	4·637	—0·001
400	4·711	4·711	0·000
500	4·779	4·779	0·000

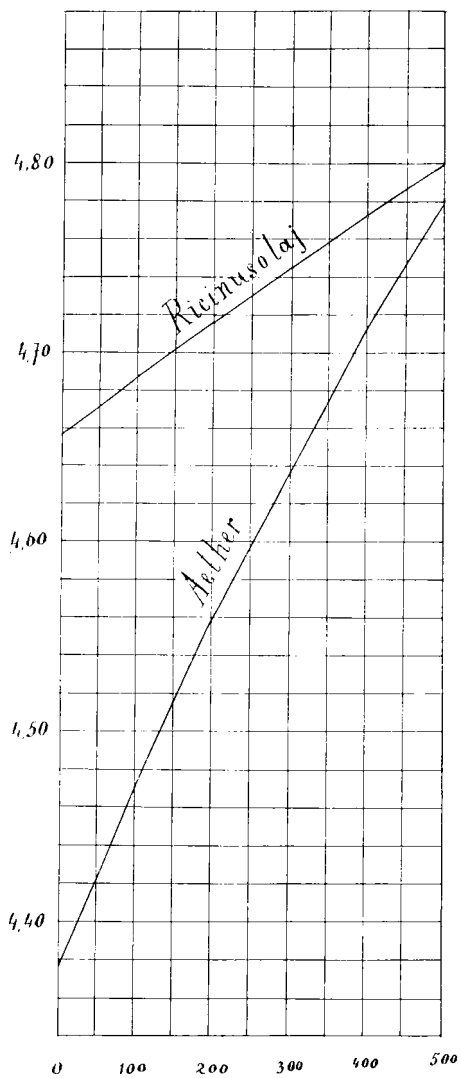
A Clausius-Mossotti kifejezés $v \frac{D-1}{D+2}$ állandóságának megvizsgálására Amagat kompressibilitási koeficienciái segélyével (LANDOLT-BÖRNSTEIN) és kiindulva az æther sűrűsége számára 0·717 értékből, mely 18° C-ra és légköri nyomásra vonatkozik és 0·00163 kiterjedési együttható segélyével (KOHLEBAUSCH: Handbuch der praktischen Physik. 11. Aufl.) kiszámítottam a fajlagos térfogatokat: v .

P	D	$\frac{D-1}{D+2}$	v	$\frac{D-1}{D+2} v$
0	4·378	0·5296	1·3933	0·7379
100	4·471	0·5364	1·3704	0·7351
200	4·557	0·5424	1·3509	0·7327
300	4·637	0·5480	1·3343	0·7312
400	4·711	0·5530	1·3194	0·7296
500	4·779	0·5575	1·3063	0·7283

A mint látható, $\frac{D-1}{D+2} v$ kifejezés fogy, még pedig az eredeti érték 1·3 százalékaival. A CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés ugyanazon értelemben változik, mint a specifikus térfogat, mert növekvő nyomással mindkettő csökkennek. Evvel ellentétben a hőmérséklet emelkedésével a fajlagos térfogat növekszik, de a CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés csökken.¹ Tehát ha a fajlagos térfogat növekszik, akkor a CLAUSIUS-MOSSOTTI-féle kifejezés csökken vagy nő a szerint, a mint a térfogatnövekvést nyomáscsökkenés vagy hőmérsékletemelést idézte elő. A fajlagos térfogat ugyanazon értékeihez a CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés különböző értékei tartozhatnak, a miből kiviláglik, hogy CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés nemcsak a fajlagos térfogat függvénye, hanem még explicite is függ az állapotváltozóktól, a nyomás és hőmérséklet egyikétől.

Hogy eredményeimet RATZ eredményeivel összehasonlítsam, a dielektromos állandó és fajlagos térfogat számára ugyanazon értékekből indultam ki, mint RATZ, csak az összenyomhatósági

¹ TANGL: Ann. d. Phys. 10. p. 748—767. 1903.



4. ábra.

koeficiens számára nem a RATZ-tól használt állandó értéket, hanem a fent említett AMAGAT-féle értékeket használtam.

P	D	v	$\frac{D-1}{D+2} v$	D_{Ratz}	$\frac{D-1}{D+2} v_{\text{Ratz}}$
0	4·239	1·3995	0·7266	4·239	0·7266
100	4·328	1·3765	0·7239	4·333	0·7250
200	4·412	1·3570	0·7221	4·413	0·7244
300	4·487	1·3403	0·7205	—	—
400	4·558	1·3253	0·7190	—	—
500	4·624	1·3122	0·7179	—	—

Tekintetbe véve a lemezeltolódások kicsinységét Ratz-nál, a megegyezés igen jónak mondható. Persze Ratz-nál nem jut kifejezésre, hogy a dielektromos állandó nyomási koeficiense a növekvő nyomással csökken.

Ha

$$\frac{D_{500} - D_0}{500D_0} =: \gamma$$

értéket a dielektromos állandó közep összenyomhatósági koeficiensének nevezzük, akkor æthernél

$$\gamma \cdot 10^4 = 1\cdot8318.$$

RATZ $\gamma \cdot 10^4$ számára 0—150 atm. terjedő körben 2·32-t kapott.

II. Benzol.

A használt anyag benzol purissimum volt MERCK-től. Használat előtt phosphorpentoxyddal szárítottam, azután destilláltam. Két mérési sorozatot végeztem, melyekről a lemezek elgörbülései befolyásának tárgyalásakor szó volt.

Az egyes észlelések maximális eltérésének a középértéktől a dielektromos állandóban 0·003 eltérés felel meg, mindkettőnél a két sor maximális eltérése 0·002, tehát a hibahatáron belül esik.

Azonban a két sorozatot mégsem tartom egyenlő értékűnek. Az egyik 12 egyes sorból álló sorozat előnyökkel bír a másik

felett. Ha a maximális eltérés nem is kisebb, de kevesebb a nagyobb eltérés, a mit részint nagyobb gyakorlottságonak tulajdonítok. Ezért e sorozatot előnyben részesítem a másik felett, habár az eredmények csak lényegtelen változást szenvednek, ha a másik sort is tekintetbe vesszük.

Középhőmérséklet: $20\cdot0^{\circ}$ C.

A lemezeltolások a következők:

<i>P</i>	0	100	200	300	400	500
I. sor	0·00	8·33	16·39	24·20	31·65	38·96
II. "	0·00	10·09	18·83	26·70	32·67	39·54
III. "	0·00	8·56	17·00	25·45	33·01	39·51
IV. "	0·00	7·95	17·43	24·24	31·85	39·25
V. "	0·00	8·53	17·72	24·91	33·07	38·32
VI. "	0·00	8·44	16·12	23·13	30·91	38·02
VII. "	0·00	8·38	15·80	23·43	30·49	37·41
VIII. "	0·00	9·22	15·52	25·37	31·98	39·49
IX. "	0·00	10·21	16·59	24·61	31·22	39·46
X. "	0·00	8·78	16·93	23·94	31·63	38·24
XI. "	0·00	9·20	15·83	23·95	30·37	38·73
XII. "	0·00	10·16	18·49	24·59	31·04	39·53
Középérték	0·00	8·99	16·89	24·54	31·65	39·36

A dielektromos állandó kiszámításánál kiindulási értékül TURNER értéke szolgált, melyet TANGL következő formulája

$$D = 2\cdot322 [1 - 0\cdot000794t - 0\cdot0_6259t^2]$$

segélyével $20\cdot0''$ hőmérsékletre vonatkoztattam.

A dielektromos állandót a következő képlet

$$D_{20\cdot0^{\circ}\text{C}} = 2\cdot285 [1 + 0\cdot0_4603p - 0\cdot0_7164p^2].$$

Következő hibaeloszlással állítja elő:

<i>P</i>	<i>D</i>	<i>D'</i>	<i>D-D'</i>
0	2·285	2·285	0·000
100	2·299	2·998	+0·001
200	2·311	2·311	0·000
300	2·323	2·323	0·000
400	2·334	2·334	0·000
500	2·345	2·345	0·000

A CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés kiszámítására kiindulva 0·881 értékből a sűrűsége 18° C-nál és 0·00124 kiterjedési koefficiienst felhatnak¹ és CARNAZZI² összenyomhatósági koefficienseiből kiszámítottam a fajlagos térfogatokat.

P	D	$\frac{D-1}{D+2}$	v	$\frac{D-1}{D+2} v$
0	2·285	0·2999	1·1379	0·3412
100	2·299	0·3022	1·1271	0·3406
200	2·311	0·3041	1·1167	0·3396
300	2·323	0·3060	1·1069	0·3387
400	2·334	0·3078	1·0978	0·3379
500	2·345	0·3095	1·0893	0·3372

A CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés szintén csökken 1·17 százalékkal. Ha a fajlagos térfogatot a hőmérséklet változtatásával csökkentjük, a CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés akkor is csökken, a bensol tehát másképp viselkedik, mint az æther.

RATZ a dielektromos állandó százalékos változására 100 atmoszféránként +0·139% talál, a fenti értékekből +0·554% találtam. E nagy eltérés a RATZ által használt kondenzátorok kis kapacitásában találja magyarázatát, ugyanis 300 atm. nyomásváltozásnak RATZ-nál csak 1 mm-nél valamivel nagyobb lemezeltolás felelt meg.

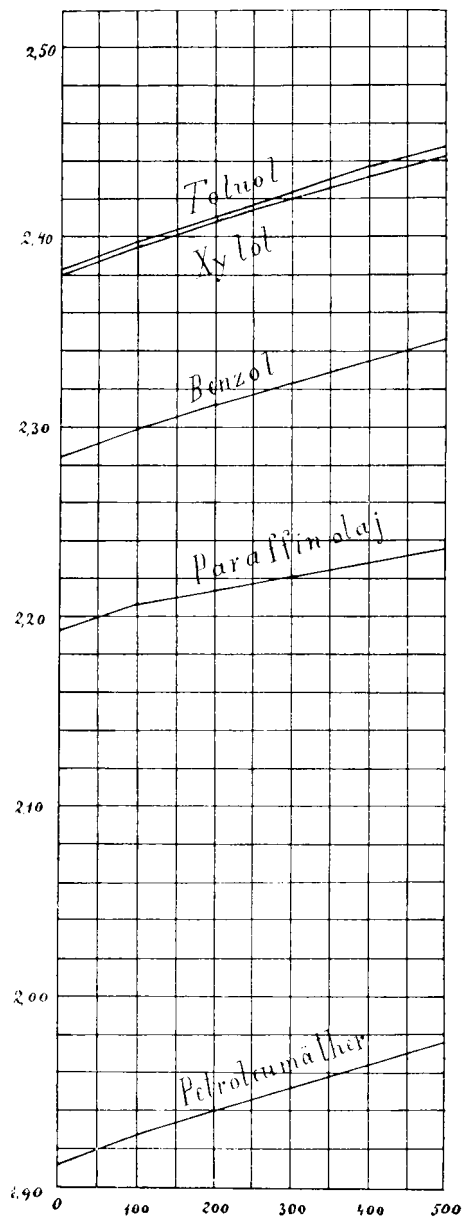
$$\gamma \cdot 10^4 = 0\cdot525.$$

III. Xylol.

m-xylol puriss. MERCK-től foszforpentoxyddal szárítva és desztillálva.

¹ LANDVEL BÖRNSTEIN.

² CARNARRI: Nuovo Cimento V. 9. 1905. p. 171.



A DUNAI FLÓRAKERÜLET ÉS KÖRNYEZETE.





<i>P</i>	0	100	200	300	400	500
I. sor	0·00	9·16	16·24	24·40	31·02	37·46
II. „	0·00	9·10	17·90	24·43	31·30	37·57
III. „	0·00	8·56	16·52	23·49	31·50	37·87
IV. „	0·00	9·16	17·76	24·66	31·48	37·70
V. „	0·00	10·50	18·77	26·54	32·90	40·43
VI. „	0·00	10·13	18·44	24·45	32·46	38·88
VII. „	0·00	8·77	16·52	22·39	28·94	36·34
VIII. „	0·00	8·57	17·76	25·17	33·07	40·96
IX. „	0·00	10·28	17·15	24·72	31·38	38·22
X. „	0·00	10·65	18·84	27·17	33·89	40·70
Középérték	0·00	9·48	17·59	24·74	31·79	38·61

Középhőmérsék: 18·76° C.

A dielektromos állandó benzolra vonatkoztatva következő:

$$D_{1876^\circ \text{C}} = 2\cdot380 [1 + 0\cdot0463p - 0\cdot07224p^2].$$

<i>P</i>	<i>D</i>	<i>D'</i>	<i>D-D'</i>
0	2·380	2·380	0·000
100	2·395	2·395	0·000
200	2·408	2·408	0·000
300	2·420	2·420	0·000
400	2·431	2·431	0·000
500	2·442	2·442	0·000

A középértéktől való legnagyobb eltérés 2·85 skálarésznek a dielektromos állandóban +0·005 eltérés felel meg.

Az összenyomhatósági együtthatóra csak alacsony nyomásoknál találtam értékeket. Tekintetbe véve, hogy az összenyomhatósági együttható benzolnál és æthernél növekvő nyomással erősen csökken, — így æthernél az összenyomhatósági koefficiens 0°-nál 1 100 atm. közben $140\cdot10^{-6}$ 400 500 közben $59\cdot10^{-6}$ — a fajlagos térfogatok kiszámítására kevés alap van, és így a CAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés állandóságának megvizsgálásától eltekintettem. Ez sajnos, az összes vizsgált anyagokra az æther és benzol kivételével vonatkozik.

A dielektromos állandó középnyomási koefficiense:

$$\gamma \cdot 10^4 = 0.521.$$

IV. Tomol.

Tomol purum MERCK-től. Épügy kezeltem, mint a benzolt és xylolt.

<i>P</i>	0	100	200	300	400	500
I. sor	0.00	11.02	19.44	28.22	34.89	42.71
II. "	0.00	8.95	16.38	25.29	32.54	40.32
III. "	0.00	8.69	18.31	26.69	34.18	41.29
IV. "	0.00	9.86	17.53	26.26	35.66	43.03
V. "	0.00	9.56	18.54	25.31	35.14	43.20
VI. "	0.00	8.29	16.68	25.11	31.63	40.46
VII. "	0.00	7.17	15.31	22.44	32.76	38.98
VIII. "	0.00	9.31	17.51	24.89	34.58	39.36
IX. "	0.00	11.06	20.23	27.46	36.98	43.27
X. "	0.00	8.40	15.75	24.20	29.93	37.10
Közéérték	0.00	9.23	17.57	25.49	33.73	40.87

Közéfhőmérsék 19.18° C.

A dielektromos állandó benzolra vonatkoztatva:

$$D_{19.18^\circ \text{C}} = 2.383 [1 + 0.04594p - 0.0898p^2].$$

Max. eltérés 3.80, skálareész megfelel 0.006 eltérés a dielektromos állandóban.

<i>P</i>	<i>D</i>	<i>D'</i>	<i>D - D'</i>
0	2.383	2.383	0.000
100	2.397	2.397	0.000
200	2.410	2.410	0.000
300	2.423	2.423	0.000
400	2.436	2.435	0.001
500	2.447	2.448	0.001

$$\gamma \cdot 10^4 = 0.537.$$

V. Szénkéneq.

Aether sulfuricus puriss. МЕРКК-től phosphor pentoxyddal szárítva és destillálva, higanynyal rázva homályosodás nem mutatkozott.

<i>P</i>	0	100	200	300	400	500
I. sor	0·00	12·82	24·38	35·21	45·99	56·48
II. «	0·00	11·78	24·17	35·75	46·67	57·49
III. «	0·00	11·44	23·07	34·10	44·57	54·91
IV. «	0·00	12·60	24·36	36·22	47·29	58·81
V. «	0·00	11·04	22·49	32·57	42·90	52·85
VI. «	0·00	11·64	23·23	34·41	44·89	55·24
VII. «	0·00	11·39	23·18	34·65	45·75	56·66
VIII. «	0·00	11·62	22·71	33·78	44·41	54·64
IX. «	0·00	10·79	21·83	32·07	42·07	51·75
X. «	0·00	11·75	24·58	35·68	46·53	56·03
Középérték	0·00	11·69	23·40	34·44	45·11	55·49

Közéghőmérsék 18·91.

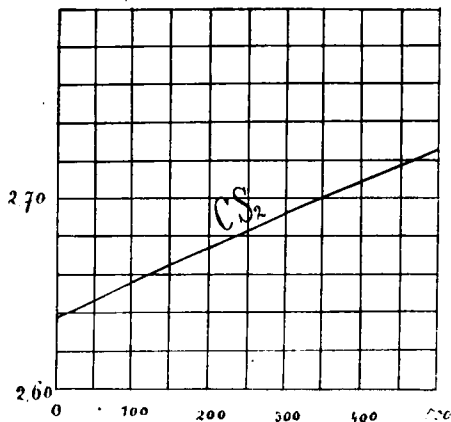
$$D_{18.91} = 2.638 [1 + 0.0726p - 0.07133p^2]$$

benzolra vonatkoztatva:

<i>P</i>	<i>D</i>	<i>D'</i>	<i>D-D'</i>
0	2·638	2·638	0·000
100	2·657	2·657	0·000
200	2·675	2·675	0·000
300	2·692	2·692	0·000
400	2·709	2·709	0·000
500	2·725	2·725	0·000

Maximális eltérésnek 3·74 skálarésznek 0·006 eltérés felel meg a dielektromos állandóban.

$$\gamma \cdot 10^4 = 0.659.$$



6. ábra.

VI. Chloroform.

Chloroform puriss. MERCK-től. Chlorcalcium felett destillálva. Higanynyal összerázva az a homályosodás legkisebb jelét sem mutatta.

<i>P</i>	0	100	200	300	400	500
I. sor	0·00	32·72	66·40	96·63	129·54	155·21
II. "	0·00	33·06	67·87	96·87	124·39	154·58
III. "	0·00	35·81	67·69	97·52	128·17	155·58
IV. "	0·00	33·10	67·43	96·62	125·07	155·54
V. "	0·00	33·15	66·84	96·29	125·60	153·25
VI. "	0·00	34·28	67·41	96·99	126·99	152·95
VII. "	0·00	35·73	68·44	99·30	127·76	157·70
VIII. "	0·00	33·87	69·97	99·69	123·17	159·60
IX. "	0·00	35·14	69·21	99·58	125·66	156·85
Középérték	0·00	34·10	67·92	97·72	126·93	155·70

Középhőmérséklet 17·79° C.

A dielektromos állandó benzolra vonatkoztatva.

$$D_{17.79^\circ \text{C}} = 5.042 [1 + 0.031083\eta - 0.07244\eta^2].$$

P	D	D'	$D-D'$
0	5·042	5·042	0·000
100	5·095	5·095	0·000
200	5·148	5·146	0·002
300	5·194	2·195	0·001
400	5·240	5·241	0·001
500	5·285	5·284	+ 0·001

A maximális eltérésnek 3·9 megfelel 0·006 eltérés a dielektromos állandóban.

$$\gamma \cdot 10^4 = 0·964.$$

VII. Paraffinolaj.

Paraffin liquidum MERCK-től. Használat előtt nem tisztítottam és mivel nem tekinthető elég jól definiált anyagnak, csak három sorozatot végeztem vele.

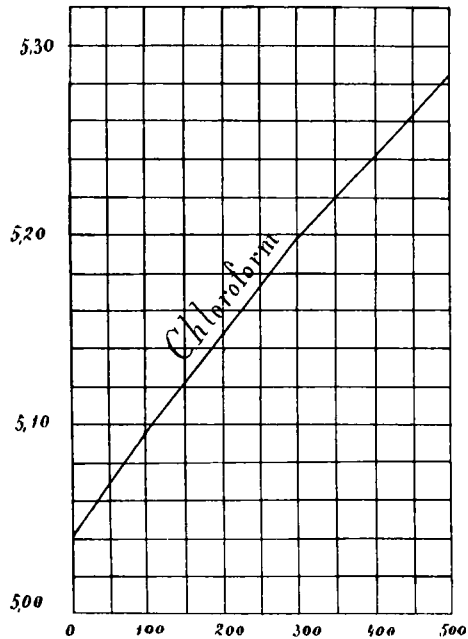
P	0	100	200	300	400	500
I. sor	0·00	6·30	11·48	13·72	20·69	25·01
II. "	0·00	6·11	11·91	15·61	21·49	24·50
III. "	0·00	6·79	12·08	16·40	20·85	25·18
Középérték	0·00	6·40	11·81	15·91	21·01	24·89

Közéghőmérsék 18·67° C.

Dielektromos állandó benzolra vonatkoztatva:

$$D_{18·67} = 2·193 [1 + 0·0_4538p - 0·0_7324p^2].$$

P	D	D'	$D-D'$
0	2·193	2·193	0·000
100	2·206	2·204	+ 0·002
200	2·214	2·214	0·000
300	2·221	2·222	- 0·001
400	2·228	2·229	- 0·001
500	2·235	2·234	+ 0·001



7. ábra.

A maximális eltérésnek, 0,09-nak megfelel a dielektromos állandóban 0,007 eltérés.

$$\gamma \cdot 10^4 = 0,383.$$

VIII. *Petroleumaether.*

Aether petrolei MERCK-től. Szintén nem tisztítottam.

<i>P</i>	0	100	200	300	400	500
I. sor	0,00	9,14	17,75	24,96	33,16	40,83
II. "	0,00	10,79	19,02	26,40	33,60	42,21
III. "	0,00	8,85	16,24	23,53	31,50	38,46
Középérték	0,00	9,59	17,67	24,96	32,75	40,49

Középhőmérsék 17·07° C.

$$D_{17.07^\circ \text{C}} = 1.912 [1 + 0.04778p - 0.07227p^2]$$

benzolra vonatkoztatva.

P	D	D'	$D-D'$
0	1.912	1.912	0.000
100	1.928	1.926	+ 0.002
200	1.940	1.940	0.000
300	1.952	1.952	0.000
400	1.964	1.965	- 0.001
500	1.976	1.975	+ 0.001

A középtől való max. eltérésnek, 2·03 skálarésznek, a dielektromos állandóban 0·003 eltérés felel meg.

$$\gamma \cdot 10^4 = 0.669.$$

IX. Riczinusolaj.

MERCK-től, nem tisztítottam

P	0	100	200	300	400	500
I. sor	0.00	20.68	38.89	57.76	73.56	91.69
II. "	0.00	20.70	36.50	58.06	75.42	91.45
III. "	0.00	16.74	34.95	51.96	68.59	85.53
IV. "	0.00	20.79	38.69	54.73	72.01	89.43
V. "	0.00	20.70	39.01	57.44	74.49	90.12
Középtérték	0.00	19.92	37.61	55.99	72.81	89.64

Középhőmérsék 19·05° C.

Dielektromos állandó benzolra vonatkoztatva:

$$D_{19.05^\circ \text{C}} = 4.656 [1 + 0.04674p - 0.07122p^2].$$

P	D	D'	$D-D'$
0	4·656	4·656	0·000
100	4·688	4·687	0·001
200	4·716	4·716 ₅	0·000 ₅
300	4·745	4·745	0·000
400	4·772	4·772 ₅	0·000 ₅
500	4·799	4·799	0·000

4·22 skálárész maximális eltérésnek 0·007 eltérés a dielektromos állandóban felel meg.

$$\gamma \cdot 10^4 = 0·614.$$

Az eredmények összefoglalása.

1. A következő folyadékok dielektromos állandóját határoztam meg 1--501 kgcm² nyomásközben: æthylæther, benzol, xylol, toluol, szénkéneg, chloroform, petroleumæther, paraffin liqu. és riczinusolaj.

2. A dielektromos állandó a nyomással növekszik, de a növekvés maga kisebb-nagyobb nyomásnál, megfelelően annak, hogy a dielektromos állandó oly quadratikus formulával fejezhető ki.

$$D_p = D_1 (1 + \alpha p + \beta p^2)$$

hol α pozitív és β negatív.

A következő táblázat α , β és a középnyomási együtthatók

$$\gamma = \frac{D_{500} - D_0}{500D_0}$$
 értékeit adja.

	t	D	$\alpha \cdot 10^4$	$\beta \cdot 10^7$	$\gamma \cdot 10^4$
Æther	17·40	4·378	2·187	0·714	1·832
Benzol	20·00	2·285	0·603	0·164	0·525
Xylol	18·76	2·380	0·630	0·224	0·521
Toluol	19·18	2·383	0·594	0·098	0·537
Szénkéneg	18·91	2·638	0·726	0·133	0·659
Chloroform	17·79	5·042	1·0·3	0·244	0·964
Paraffin-olaj	18·67	2·193	0·538	0·324	0·383
Petroleumæther	17·07	1·912	0·778	0·227	0·669
Ricinusolaj	19·05	4·656	0·674	0·122	0·614

Hasonlóan a 4, 5, 6. és 7. ábra a dielektromos állandók változását szemlélteti.

Megjegyzésre méltó, hogy a chemiailag közel álló benzol, xylol, toluol dielektromos állandója mily hasonlóan változik.

3. A CLAUSIUS-MOSSOTTI-féle kifejezés állandóságát csak benzolnál és æthernél vizsgáltam meg, mindkettőnél csökken a nyomással, a csökkenés a benzolnál az eredeti érték 1·17 százaléka, az æthernél 1·3 százaléka.

A CLAUSIUS-MOSSOTTI kifejezés nemcsak nem állandó, de a fajlagos térfogaton kívül meg a hőmérséklet explicit függvénye.

Ezen dolgozat a kolozsvári egyetem természettani intézetében készült. Kellemes kötelességem az intézet igazgatójának, dr. TANGL KÁROLY egyetemi tanár úrnak, ki e dolgozatot javaslatba hozta és kivitelét nagy mértékben elősegítette, mély hálámat kifejezni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 június 19.-én tartott üléséből.)

ALAPVETÉS AZ ELEKTROMOSSÁG ÉS MÁGNESSÉG FOLYTONOSSÁGI ELMÉLETÉHEZ.

FARKAS GYULA I. tagtól.

(Második közlemény.)¹

MINKOWSKI nyomán BORN is publikált folytonossági elméletet (Math. Ann. 68). Azonban az övé kevésbé egyszerű s a mellett kevésbé általános és a kifejtésében a physikai tartalom nagyon elburkolódik. Fenntartom tehát a magamét és most továbbfejleszttem.

A VII. cikk a szükséges transformáló kifejezések gyűjteménye és a tárgy természetéből folyólag nagy részét teszi a dolgozatnak. A közönséges hárommértű vectorjelvényeket használom benne, mert a kifejezései így is elég egyszerűek és alkalmazásaikban így jobban érvényre jut a physikai fölfogás. SOMMERFELD ugyan időközben közelebb vitte a képzelethez a négymértű vectorok tanát (Ann. d. Phys. 1910. Nr. 9, Nr. 14), de még nála is sokat szenved a physikai fölfoghatóság.

A VIII. cikk az elektromos és mágneses momentum transformációját még egyszer kifejti, mert most a VII. cikk alapján sokkal egyszerűbb módon intézhető el, mint a hogyan az V. cikk teszi.

A IX. cikkben a relativitás elvén (mindig a LORENTZ-féle

¹ Első közleményemben (XXVIII. kötet, 1-25. lap) felejtett hibák: A 4. lap végén a Σ alól kimaradt az \vec{r}_i szorzó. — A 16. lapon $(42)_0$ alatt $[n] \vec{M}'$ van $[n \vec{M}']$ helyett. — A 20. lap első sorában az utolsó tagban $(n\vec{r}_i) \vec{r}_i$ van $(n\vec{r}_i) \vec{r}_i$ helyett. — Ugyanezen lap végén $(42)_1$ alatt $(n_0 u)$ van $(n u_0)$ helyett.

relativitás értetvén) mozgó izotrop testekben az elektromosságok mozgásának kétféle igen általános egyenlet-típusát határozom meg. Kétfélet az inertiaerő kétféle (közönséges és MINKOWSKI-féle) definitiója szerint.

A X. cikkben a relativitás elvén elektromágneses ponderomotoros erőt határozok meg. Abból indulok ki, hogy a MINKOWSKI-féle inertiaerő értelmében NEWTON reactio-törvénye nyugvó izotrop testekben megilleti az elektromosságok és a matéria viszonyát; de arra az esetre szoritkozom, hogy az elektromosságok inertiaereje elhanyagolható. Ily módon a LORENTZ-féle elemi erőhöz jutok vissza. Azután mozgó testekben a LORENTZ-féle transformatio a relativitás elvével egyezően juttat el az elektromágneses tér ponderomotoros erejéhez. Ez nem szenved a MINKOWSKI-félének a hibájában.

A XI. cikkben a közönséges mechanikából a virtuális munka törvényét a relativitás (elektromágneses, azaz LORENTZ-féle relativitás) elvéhez alkalmazom a virtuális elmozdulások megfelelő definitiója által.

A XII. cikkben a relativitás elvén merev testet definiálok. Végtelen sokféle olyan definitiója lehetséges, a mely a legszükségesebb föltételeket kielégíti. Ilyen például az újabb BORN-féle definitio (Gött. Nachr. 1910. Heft 2). Én abból indulok ki, hogy a «merev test» valamely téridőrendszerben a közönséges mechanika értelmében való merev test legyen.

A XIII. cikkben ideális folyós testnek (belső surlódás nélkül való légnak, compressibilis folyadéknak) a belső kényszerét, a XIV. cikkben ideális (belső surlódás nélkül való) rugalmas testnek a belső kényszerét, a XV. cikkben surlódástalan érintkezésnek a kényszerét definiálok a relativitás elvén, mindezt úgy, hogy az alkalmazások másodrendű kis eltérésekkel a régi mechanikai egyenletekhez vezetnek; ennek a kimutatását azonban mellőztem, mert a XI. cikk végének az alapján könnyen fölismerhető az.

VII. Transformáló képletek.

1. A «speciális» LORENTZ-féle transformatiót általános vektorjelvényekkel egyszerű alakban tartalmazza (32). Az r vektort és t időt mint az r' vektor és t' idő függvényét pedig és viszont, az utóbbiakat mint az előbbieket függvényét, a következő vonatkoztatások egybefoglalva fejezik ki:

$$\begin{aligned} r - r' &= wt_0, & t + t' &= \frac{x + 1}{x} t_0, \\ t_0 &= x(t - nr) = x(t' + nr'), & (66) \\ x &\equiv \frac{1}{\sqrt{1 - w^2}}, & n &\equiv \frac{xw}{x + 1}. \end{aligned}$$

2. Ha g_1 és g_1 transformatiója olyan mint r és t transformatiója s g_2 és g_2 transformatiója is olyan, azaz, ha a IV. szakaszban alkalmazott jelölésmód értelmében

$$(g_1, g_1) \sim (g_2, g_2) \sim (r, t), \quad (67)^0$$

akkor $g_1 g_2 - g_1 g_2 = g'_1 g'_2 - g'_1 g'_2$, vagyis $g_1 g_2 - g_1 g_2$ invariants alak a LORENTZ-féle transformatióban, a mit egyszerűen úgy írok, mint (67)⁰ következményét, hogy

$$g_1 g_2 - g_1 g_2 = \text{Inv.} \quad (67)$$

Ha továbbá

$$N_1 = \text{Inv.}, \quad N_2 = \text{Inv.}, \quad (67)_1^0$$

akkor (67)-ből

$$(N_1 g_1 + N_2 g_2, N_1 g_1 + N_2 g_2) \sim (r, t). \quad (67)_1$$

3. Ha

$$\begin{aligned} (a, a) &\sim (g_1, g_1) \sim (g_2, g_2) \sim (r, t), \\ (a g_1 - a g_1) g_2 - (a g_2 - a g_2) g_1 &\equiv g_0, \end{aligned} \quad (68)^0$$

akkor (67) és (67)₁ következtében

$$\left(g_0, \frac{a}{a} g_0 \right) \sim (r, t). \quad (68)$$

4. Ha

$$(a_1, a_1) \sim (a_2, a_2) \sim \left(a_1, \frac{a_1}{a_1} a_1 \right) \sim \left(a_2, \frac{a_2}{a_2} a_2 \right) \sim (r, t), \quad (69)^0$$

akkor

$$(a_1 g_2 - a_2 g_1) \left(\frac{a_2}{a_2} - \frac{a_1}{a_1} \right) = \text{Inv.}, \quad (69)$$

mert azt írván, hogy

$$\frac{a_1}{a_1} g_1 \equiv g_1, \quad \frac{a_2}{a_2} g_2 \equiv g_2,$$

a (69)-nek a baloldala \equiv

$$(a_1 g_2 - a_1 g_2) + (a_2 g_1 - a_2 g_1),$$

a hol (67) szerint mindkét tag = Inv.

5. Ha azt írjuk, hogy

$$\frac{r}{t} \equiv \mathfrak{Z}, \quad (70)^o$$

akkor $(t\mathfrak{Z}, t) \sim (r, t)$, $t \sqrt{1 - \mathfrak{Z}^2} = \text{Inv.}$, tehát

$$\left(\frac{\mathfrak{Z}}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}^2}}, \frac{1}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}^2}} \right) \sim (r, t) \quad (70)$$

és következõleg

$$\begin{aligned} \frac{\mathfrak{Z}}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}^2}} - \frac{\mathfrak{Z}'}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}'^2}} &= \frac{1 - n\mathfrak{Z}}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}^2}} x w = \frac{1 + n\mathfrak{Z}'}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}'^2}} x w = \\ &= \frac{n}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}^2}} + \frac{n}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}'^2}}, \\ \frac{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}'^2}}{\sqrt{1 - \mathfrak{Z}^2}} &= \frac{1 + n\mathfrak{Z}'}{1 - n\mathfrak{Z}} = x(1 + w\mathfrak{Z}') = \frac{1}{x(1 - w\mathfrak{Z})}. \end{aligned} \quad (70)_r$$

6. Ha

$$\begin{aligned} (g_1, g_1) \sim (g_2, g_2) \sim (r, t), \quad (v) \sim \left(\frac{r}{t} \right), \\ \frac{1}{\sqrt{1 - v^2}} \equiv k, \quad \frac{kv}{k+1} \equiv m, \end{aligned} \quad (71)^o$$

akkor

$$\{g_2 + (m g_2 - g_2) kv\} \{g_1 + (m g_1 - g_1) kv\} = \text{Inv.}, \quad (71)$$

mert a baloldal \equiv

$$g_1 g_2 - g_1 g_2 + k(v g_1 - g_1) k(v g_2 - g_2),$$

a minnek az első tagja pedig (67) szerint s a második tagjában mindegyik zárjeles kifejezés k -szorosra (67) és (70) értelmében = Inv.

7. Ha

$$(\mathfrak{A}) \sim \left(\frac{r}{t} \right), \quad r - \mathfrak{A}t \equiv \mathfrak{B}, \quad (72)^0$$

akkor a \mathfrak{B} vector olyan viszonyban van a \mathfrak{A} vectorral, hogy

$$\mathfrak{B}' - \mathfrak{B} = (w\mathfrak{B}) \frac{\mathfrak{A} - n}{1 - w\mathfrak{A}} = (w\mathfrak{B}') \frac{\mathfrak{A}' + n}{1 + w\mathfrak{A}'} = (n\mathfrak{B}) \frac{\mathfrak{A}}{1 - n\mathfrak{A}} + (n\mathfrak{B}') \frac{\mathfrak{A}'}{1 + n\mathfrak{A}'}. \quad (72)$$

Kitűnik ez, ha r és t transformatiójában

$$r = \mathfrak{B} + t\mathfrak{A}, \quad r' = \mathfrak{B}' + t'\mathfrak{A}'$$

írjuk s azután az időket elimináljuk.

Ha

$$(\mathfrak{A}) \sim \left(\frac{r}{t} \right), \quad (g, g') \sim (r, t), \quad (73)^0$$

akkor $g - \mathfrak{A}g$ transformatiója olyan, mint $r - \mathfrak{A}t$ transformatiója:

$$(g - \mathfrak{A}g) \sim (r - \mathfrak{A}t). \quad (73)$$

8. Ha

$$(v) = \left(\frac{r}{t} \right), \quad (f) \sim (r - vt), \quad (74)^0$$

$$f + Gv \equiv \mathfrak{G},$$

akkor mindig van olyan \mathfrak{G} és G , hogy

$$(\mathfrak{G}, G) \sim (r, t). \quad (74)$$

Ugyanis, bármely zérustól különböző értéket tulajdonítunk a G scalarisnak, ha úgy szabjuk meg a transformatióját, hogy

$$G' = x(1 - wv) G - x(wf)$$

legyen, akkor már (74) teljesül. Egyszerűen következik ez v és f transformatiójából az 5. és 7. alapján.

9. Ha

$$(a, \alpha) \sim (a_0, \alpha_0) \sim (r, t), \quad (f) \sim \left(r - \frac{a}{a} t\right), \quad (75)^o$$

$$(a_0 a - a_0 \alpha) f + (a_0 f) a \equiv g,$$

akkor

$$\left(g, \frac{a_0}{a_0} g\right) \sim (r, t). \quad (75)$$

Ugyanis azt irván g kifejezésében (75)^o alatt, hogy

$$f = \mathfrak{G} - \frac{a}{a} G$$

és az előbbi pont engedelmeivel kizárván, hogy $(\mathfrak{G}, G) \sim (r, t)$ legyen, azt kapjuk, hogy

$$g = (a_0 a - a_0 \alpha) \mathfrak{G} - (a_0 f - a_0 \mathfrak{G}) a,$$

tehát a 3. pont értelmében a (75) csakugyan teljesül.

Specziálisan

$$\frac{a}{a} = \frac{a_0}{a_0} = v$$

téve (75)^o és (75) alatt, kitűnik, hogy: ha

$$(v) \sim \left(\frac{r}{t}\right), \quad (f) \sim (r - vt), \quad f + \frac{(vf)v}{1-v^2} \equiv u, \quad (76)^o$$

akkor

$$(u, vu) \sim (r, t), \quad (76)$$

a minek egy következménye, hogy

$$f^2 + \frac{(vf)^2}{1-v^2} = \text{Inv.} \quad (76)_1$$

10. Ha

$$(v) \sim \left(\frac{r}{t}\right), \quad (g, vg) \sim (r, t), \quad (f) \sim (r - vt), \quad (77)^o$$

akkor

$$fg = \text{Inv.}, \quad (77)$$

mert azt irván, hogy

$$f = \mathfrak{G} - vG$$

és a 8. pont alapján kiróván, hogy $(\mathfrak{G}, G) \sim (r, t)$ legyen, (67) szerint

$$g\mathfrak{G} - (v\mathfrak{G})G = \text{Inv.},$$

a mi pedig nem más, mint (77), mert $=(\mathfrak{G} - vG)g$.

11. Ha

$$\begin{aligned} (r_1, t_1) &\sim (r_2, t_2) \sim (r, t), \\ [r_1 r_2] &\equiv r_{12}, \quad t_1 r_2 - t_2 r_1 = t_{12}, \end{aligned} \quad (78)^0$$

akkor

$$\begin{aligned} r'_{12} + [nt'_{12}] &= r_{12} - [nt_{12}], \\ t'_{12} - [nr'_{12}] &= t_{12} + [nr_{12}], \end{aligned} \quad (78)$$

a honnan

$$\begin{aligned} r'_{12} &= \varkappa \{ r_{12} - [wt_{12}] - (wr_{12})n \}, \\ t'_{12} &= \varkappa \{ t_{12} + [wr_{12}] - (wt_{12})n \}, \end{aligned} \quad (78)_1$$

$$\begin{aligned} r_{12} &= \varkappa \{ r'_{12} + [wt'_{12}] - (wr'_{12})n \}, \\ t_{12} &= \varkappa \{ t'_{12} - [wr'_{12}] - (wt'_{12})n \}. \end{aligned} \quad (78)_2$$

A (41)-ből látható, hogy

$$(\mathfrak{B}, \mathfrak{C}) \sim (r_{12}, t_{12}). \quad (78)_3$$

Ha

$$(g_1, g_1) \sim (g_2, g_2) \sim (r, t), \quad (79)^0$$

akkor

$$([g_1 g_2], g_1 g_2 - g_2 g_1) \sim (r_{12}, t_{12}). \quad (79)$$

12. Ha

$$(\mathfrak{N}, \mathfrak{U}) \sim (r_{12}, t_{12}), \quad (80)^0$$

akkor

$$(\mathfrak{U}, -\mathfrak{N}) \sim (-\mathfrak{U}, \mathfrak{N}) \sim (-\mathfrak{N}, -\mathfrak{U}) \sim (r_{12}, t_{12}), \quad (80)$$

$$\mathfrak{N}\mathfrak{U} = \text{Inv.} \quad (80)_1$$

13. Ha

$$(\mathfrak{N}_1, \mathfrak{U}_1) \sim (\mathfrak{N}_2, \mathfrak{U}_2) \sim (r_{12}, t_{12}), \quad (81)^0$$

akkor

$$\mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_2 - \mathfrak{U}_1 \mathfrak{U}_2 = \text{Inv.}, \quad \mathfrak{N}_1 \mathfrak{U}_2 + \mathfrak{N}_2 \mathfrak{U}_1 = \text{Inv.}, \quad (81)$$

$$(\mathfrak{N}_1 + \mathfrak{N}_2, \mathfrak{U}_1 + \mathfrak{U}_2) \sim (\mathfrak{N}_2 + \mathfrak{U}_1, \mathfrak{U}_2 - \mathfrak{N}_1) \sim (r_{12}, t_{12}). \quad (81)_1$$

14. Ha

$$(\mathfrak{N}, \mathfrak{U}) \sim (r_{12}, t_{12}), \quad (a, a) \sim (r, t), \quad (82)^0$$

$$a\mathfrak{U} + [a\mathfrak{N}] \equiv \mathfrak{X},$$

akkor

$$\left(\mathfrak{X}, \begin{smallmatrix} a \\ a \end{smallmatrix} \mathfrak{X} \right) \equiv (a\mathfrak{U} + [a\mathfrak{N}], a\mathfrak{U}) \sim (r, t). \quad (82)$$

15. Ha

$$(a, a) \sim (r, t), \quad (f) \sim \left(r - \frac{a}{a} t \right). \quad (83)^0$$

akkor

$$([af], af) \sim (r_{12}, t_{12}), \quad (83)$$

mert, ha azt írjuk, hogy

$$f = \mathcal{G} - \frac{a}{a} G,$$

akkor

$$[af] = [a\mathcal{G}], \quad af = a\mathcal{G} - Ga.$$

Mivel tehát a 8. pont szerint

$$(\mathcal{G}, G) \sim (r, t)$$

lehet, a (79) következtében csakugyan helyes a (83).

16. A (83) alatt írt következmény (80) szerint így is írható :

$$\left(af, \left[af \cdot \frac{a}{a} \right] \right) \sim (r_{12}, t_{12}).$$

Mihelyt pedig olyan vector a v és a \mathfrak{X} , hogy

$$(v) \sim \left(\frac{r}{t} \right), \quad (\mathfrak{X}, [\mathfrak{X}v]) \sim (r_{12}, t_{12}), \quad (84)^0$$

akkor

$$([f\mathfrak{X}], v [f\mathfrak{X}]) \sim (r, t), \quad (84)$$

mert, ha azt írjuk, hogy

$$f = \mathcal{G} - vG,$$

akkor

$$[f\mathfrak{X}] = G[\mathfrak{X}v] + [\mathcal{G}\mathfrak{X}], \quad v[f\mathfrak{X}] = f[\mathfrak{X}v] = \mathcal{G}[\mathfrak{X}v].$$

tehát azon kikötéssel, hogy a 8. pont engedelmeivel $(\mathcal{G}, G) \sim (r, t)$ legyen, a 14. pont alapján csakugyan következik (84) a (84)⁰-ból.17. A t pillanatban r helyen egy materiális vagy elektromos pont sebessége \dot{r} legyen a t időszámítás értelmében. Ha tehát dt időelemben dr a pont elemi elmozdulása, akkor $\dot{r} = dr : dt$. A (32) vagy (66) differenciálásán pedig $(dr, dt) \sim (r, t)$. Ha tehát

$$\frac{1}{\sqrt{1-\dot{r}^2}} \equiv k \quad (85)^0$$

teszszük, akkor $dt : k = \text{Inv.}$ és következöleg

$$(k\dot{r}, k) \sim (r, t), \quad (85)$$

a melyből pedig (70)₁ hasonlatára

$$k\dot{r} - k'\dot{r}' = k(1 - n\dot{r})xw = k'(1 + n\dot{r}')xw = kn + k'n,$$

$$\frac{k}{k'} = \frac{1 + n\dot{r}'}{1 - n\dot{r}} = x(1 + w\dot{r}') = \frac{1}{x(1 - w\dot{r})}. \quad (85)_1$$

A (85) további következménye, hogy $dt : k$ invariáns voltánál fogva

$$\left(k \frac{d\dot{r}}{dt}, k \frac{dk}{dt}\right) \equiv \left(k \frac{d\dot{r}}{dt}, k\dot{r} \frac{dk}{dt}\right) \sim (r, t). \quad (85)_2$$

Ebből pedig (73) értelmében

$$\left(k \frac{d\dot{r}}{dt} - \dot{r}k \frac{dk}{dt}\right) \equiv (k^2\dot{r}) \sim (r - \dot{r}t) \quad (85)_3$$

következik.

18. Ha

$$(\mathfrak{L}) \sim \left(\frac{r}{t}\right), \quad (86)_0$$

akkor (85) és (73) nyomán

$$k(\dot{r} - \mathfrak{L}) \sim (r - \mathfrak{L}t). \quad (86)$$

Bármely pontnak bármikori sebessége \dot{r}_0 és \dot{r} , azt irván, hogy

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \dot{r}_0^2}} \equiv k_0, \quad \frac{1}{\sqrt{1 - \dot{r}^2}} \equiv k,$$

$$g_0 \equiv k_0 k (1 - \dot{r}_0 \dot{r}) k \dot{r} - k_0 \dot{r}_0, \quad (87)_0$$

az következik (85) és a 3. pont értelmében, hogy

$$(g_0, \dot{r}g_0) \sim (r, t), \quad (87)$$

következik pedig ez olyképen, hogy (68)⁰-ban

$$a = g_2 = k\dot{r}, \quad a = g_2 = k; \quad g_1 = k_0\dot{r}_0, \quad g_1 = k_0$$

teszszük.

19. Ha egy materialis vagy elektromos continuum két végtelen közeli pontja P^0 és P ugyanazon t pillanatban r^0 , illetőleg r helyen van, akkor t pillanatban a P^0P vector $D\mathbf{r}$ ($\equiv r - r^0$) transzformációja olyan mint $r - \dot{r}t$ transzformációja, odaértve, hogy a P pont sebessége \dot{r} .

Ha ugyanis a P pont t pillanati r helyének t' pillanati r' hely felel meg a vesszős rendszerben és ha ezen rendszerben a P^0 pont a t' pillanatban $r^{0'}$ helyen van, akkor a Dr ($\equiv r - r^0$) távolsági vectornak a vesszős rendszerben megfelelő Dr' távolsági vector $\equiv r' - r^{0'}$, t. i. mint a t' időszámítás szerint egyidejű helyek távolsági vectora. Az $r^{0'}$ hely és t' idő r_0 helynek és t_0 időnek feleljen meg, mihez képest

$$(r - r_0, t - t_0) \sim (r, t).$$

Azonban \dot{t} lévén a P pont sebessége:

$$r - r_0 (\equiv r - r^0 + r^0 - r_0) = Dr + (t - t_0) \dot{t},$$

tehát

$$(Dr + (t - t_0) \dot{t}, t - t_0) \sim (r, t).$$

Ebből pedig (73) módjára

$$(Dr) \sim (r - \dot{t}t) \quad (88)$$

következik.

20. Ha T valamely invariáns időt jelent és ha egy continuum P_0 és P pontjának ugyanazon T pillanati helye r_0 , illetőleg r s a vesszős rendszerben r'_0 , illetőleg r' , akkor az $r - r_0 \equiv Dr_T$ távolsági vectornak a T időszámítás értelmében $r' - r'_0 \equiv Dr'_T$ távolsági vector felel meg.

Ezen T időszámítás T időpontjához, r_0 helyen t_0 , r helyen t s a vesszős rendszerben r'_0 helyen t_0 , r' helyen t' tartoznak mint LORENTZ-féle idő. Ha P_0 és P végtelen közel van egymáshoz és t differenciálható függvénye r és T -nek, akkor

$$\begin{aligned} t - t_0 &\equiv Dt_T = D r_T \overset{T}{\text{grad}} t, \\ t' - t'_0 &\equiv Dt'_T = D r'_T \overset{T}{\text{grad}} t', \end{aligned}$$

a hol a gradiensek képzésében t mint T és r függvénye, t' mint T és r' függvénye szerepel. E szerint

$$(D r_T, D r_T \overset{T}{\text{grad}} t) \sim (r, t) \quad (89)$$

az invariáns T időszámítás szerint való elemi vectoregységnek transformatio-szabálya.

21. A t időszámítás szerint gondolt Dr elemi vectoregység transformációját az (r', t') rendszerbe (88) szabja meg, tehát (72) értelmében

$$Dr' = Dr + (wDr) \frac{\dot{r} - u}{1 - w\dot{r}}.$$

Innen a Dr componensei mellől való determinans \equiv

$$\frac{1}{x(1 - w\dot{r})},$$

tehát $(85)_1$ szerint $\equiv k:k'$. Ha tehát az r hely környezetét alkotó egyéni elemi rész pontjai közös t pillanatban elfoglalt helyeikkel a DV térelemet töltik be és az elemi rész sebessége \dot{r} , akkor ezen pontok a vesszős rendszerben az r' hely körül a közös t' pillanatban a $DV' = kDV:k'$ térelemet töltik be. Következésképp $k'DV' =$

$$kDV = \text{Inv.} \quad (90)$$

Úgy róván ki pedig az elemi rész ρ sűrűségének a transformációját, hogy

$$\rho DV = \text{Inv.} \quad (91)_0$$

legyen, (90)-ből folyólag

$$\frac{\rho}{k} = \text{Inv.} \quad (91)$$

és azért (85) , $(85)_2$, $(85)_3$ szerint

$$(\rho\dot{r}, \rho) \sim (r, t), \quad (91)_1$$

$$\left(\rho \frac{d\dot{r}}{dt}, \rho \frac{dk}{dt} \right) \equiv \left(\rho \frac{d\dot{r}}{dt}, \rho\dot{r} \frac{dk}{dt} \right) \sim (r, t), \quad (91)_2$$

$$(\rho k\dot{r}) \sim (r - \dot{r}t). \quad (91)_3$$

Továbbá, ha csak

$$(\mathfrak{B}) \sim \left(\frac{r}{t} \right), \quad (92)_0$$

akkor (86) értelmében

$$\rho(\dot{r} - \mathfrak{B}) \sim (r - \mathfrak{B}t). \quad (92)$$

22. Az invariáns T időszámítás szerint gondolt Dr_T elemi vector-egység transformációját az (r', t') rendszerbe (89) szabja meg, tehát (66) értelmében

$$Dx'_T = Dx_T + ((n - \text{grad } t) Dx_T) xw.$$

Innen a Dx_T vector componensei mellől való determinans \equiv

$$x(1 - w \text{ grad } t) \equiv x \left(\frac{\partial T}{\partial t} + w \text{ grad } T \right) : \frac{\partial T}{\partial t}.$$

Azonban, mihelyt az r -nek és t -nek valamely invariáns scalaris függvénye a ϕ , ha csak deriválható függvényük, akkor

$$\left(-\text{grad } \phi, \frac{\partial \phi}{\partial t} \right) \sim (r, t). \quad (93)$$

Ebből folyólag (66) szerint

$$\frac{x+1}{x} x \left(\frac{\partial T}{\partial t} + n \text{ grad } T \right) - \frac{\partial T}{\partial t} \equiv x \left(\frac{\partial T}{\partial t} + w \text{ grad } T \right) = \frac{\partial T}{\partial t'},$$

a hol a szélső oldalon T mint r' és t' függvénye van.

Ha tehát az r hely környezetét alkotó elemi rész pontjai közös T pillanatban elfoglalt helyeikkel a DV_T térelemet töltik be, akkor a vesszős rendszerben ezen pontok az r' hely körül a közös T pillanatban elfoglalt helyeikkel a $DV'_T = \frac{\partial T}{\partial t'} DV_T : \frac{\partial T}{\partial t}$ térelemet töltik be. Következésképpen $DV'_T : \frac{\partial T}{\partial t'} =$

$$DV_T : \frac{\partial T}{\partial t} \equiv \frac{\partial t}{\partial T} DV_T = \text{Inv.}, \quad (94)$$

odaértve, hogy t és T egymás növekvő függvényeinek tételezvék föl.

Úgy róván pedig ki most az elemi rész ρ_T sűrűségének a transformációját, hogy

$$\rho_T DV_T = \text{Inv.} \quad (95)_0$$

legyen,

$$\rho_T : \frac{\partial t}{\partial T} = \text{Inv.} \quad (95)$$

Ha (91)₀ és (95)₀ ugyanazon elemi részre vonatkozik, akkor egyező értelemben jelenthetik az elemi rész tömegét, t. i. invariáns tulajdonságuknál fogva.

23. Figyelembe kell vennünk, hogy ha különböző együttlevő continuumokban (különbözően viselkedő elektromosságok,

különböző materiális continuumjai közös térben) ugyanazon r helyen a különböző continuumok elemi részeit ugyanazon t pillanatban tekintjük, akkor általában különböző T pillanatok tartoznak hozzájuk, mint például a MINKOWSKI-féle egyéni idő (Eigenzeit $\equiv \tau$) esetében olyankor, a mikor a különböző continuumok különbözően mozognak. Viszont ugyanazon T pillanatnak ugyanazon r helyen általában a különböző continuumok szerint különböző t pillanatok felelnek meg.

Hogyha azonban minden continuumhoz ugyanazon függvényt rendeljük valami módon az invariáns T idő meghatározására, akkor ugyanazon r helyen közös t pillanatban való állapotaik egyszersmind közös T pillanatban való állapotaik. Így van ez például, ha a MINKOWSKI-féle egyéni idő gyanánt a

$$\tau = \int_0^t \sqrt{1 - \left(\frac{dr}{dt}\right)^2} dt \quad (96)_0$$

időt egyetemlegesen azon kikötéssel használjuk, hogy $dr:dt$ az r hely körül t közös pillanatban agyanazon térelemben foglalt materiális elemi részek tömegcentrumának a sebességét jelentse (tömegben MINKOWSKI-féle értelemben állandó tömeget gondolva) és t^0 ezen elemi részek tömegcentrumának a $\tau = 0$ pillanati w^0 sebességéből és r^0 origoi vectorából képezett $r^0 w^0$ scalariszorzat legyen, úgy hogy

$$t^0 = r^0 w^0 + \int_0^t \sqrt{1 + \left(\frac{dr}{d\tau}\right)^2} d\tau. \quad (96)$$

Hogy pedig a $t^0 = r^0 w^0$ speciális választás megfelel azon követelésnek, hogy τ invariáns idő legyen, ez kitűnik abból, hogy (85) és (67) szerint

$$\begin{aligned} t^0 &= r^0 w^0 \\ &= \sqrt{1 - w^{02}} \quad \text{Inv.} \end{aligned}$$

minélfogva a $t^0 = r^0 w^0$ vonatkozás invariáns.

24. Egy pontcontinuumban a P_0 és P végtelen közeli pontegyéneket egyszer a t időszámítás szerint, közös t pillanatban, egyszer az invariáns T időszámítás szerint, közös T pillanatban tekintve, a $P_0 P$ vectoregyént az első időszámításban Dr ,

a másodikban Dr_T jelölte (19., 20.). Meg akarjuk most ösmerni e két távolsági vectornak egymásba való transformatióját.

A P pont t pillanati r helye egyszersmind az δ T pillanati helye legyen. A P_0 pont t pillanati helyét r^0 , T pillanati helyét r_0 jelölje s ezen r_0 helyen T -nek t_0 feleljen meg; T mindig a T időszámítás szerint, t és t_0 pedig a t időszámítás szerint értetvén. Ezeknél fogva

$$Dr \equiv r - r^0, \quad Dr_T \equiv r - r_0, \quad r^0 - r_0 = (t - t_0) \dot{t},$$

a hol \dot{t} a P pont sebességét jelenti. Innen

$$Dr_T - Dr = (t - t_0) \dot{t}.$$

Minthogy az r helyhez t pillanat és az r_0 helyhez t_0 pillanat tartozik a t időszámításban s mindkét helyhez T pillanat tartozik a T időszámításban,

$$t - t_0 = Dr_T \overset{T}{\text{grad}} t,$$

a hol a jobboldalon a t mint r és T függvénye van. Következően

$$\begin{aligned} Dr &= Dr_T - (Dr_T \overset{T}{\text{grad}} t) \dot{t}, \\ Dr_T &= Dr + \frac{Dr \overset{T}{\text{grad}} t}{1 - \dot{t} \text{grad } t}. \end{aligned} \quad (97)$$

25. Ha az (r', t') rendszerben képezett rotatiót, divergentiát rot' , div' jelöli, akkor

$$\text{rot}' \mathfrak{U} - \frac{\partial [\mathfrak{n}\mathfrak{U}]}{\partial t'} = \text{rot} \mathfrak{U} + \frac{\partial [\mathfrak{n}\mathfrak{U}]}{\partial t}, \quad (98)$$

$$\text{div}' \mathfrak{U} - \frac{\partial (\mathfrak{n}\mathfrak{U})}{\partial t'} = \text{div} \mathfrak{U} + \frac{\partial (\mathfrak{n}\mathfrak{U})}{\partial t}, \quad (99)$$

úgy hogy

$$\text{rot}' \mathfrak{U} = \text{rot} \times \{ \mathfrak{U} - (\mathfrak{n}\mathfrak{U}) w \} + w \text{div} \times [\mathfrak{n}\mathfrak{U}] + \frac{\partial \times [\mathfrak{n}\mathfrak{U}]}{\partial t}, \quad (98)_1$$

$$\text{div}' \mathfrak{U} = \text{div} \{ \mathfrak{U} + \times (\mathfrak{n}\mathfrak{U}) w \} + \frac{\partial \times (\mathfrak{n}\mathfrak{U})}{\partial t} \quad (99)_1$$

és a fordított kifejezések w és n helyett $-w$ és $-n$ szerint. Továbbá

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t'} = \frac{\partial \mathbf{x} \mathbf{u}}{\partial t} - \text{rot } \mathbf{x} [\mathbf{w} \mathbf{u}] + \mathbf{w} \text{ div } \mathbf{x} \mathbf{u}, \quad (100)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t'} = \frac{\partial \mathbf{x} h}{\partial t} + \text{div } \mathbf{x} h \mathbf{w} \quad ; \quad (101)$$

és a fordított kifejezések \mathbf{w} helyett $-\mathbf{w}$ szerint.

26. Ha a ϕ scalaris invariáns deriválható függvénye r -nek és t -nek, vagy ha nem invariáns ugyan, de őt magát nem transformáljuk, hanem csak a deriválását transformáljuk, akkor $-\text{grad } \phi$ és $\partial \phi : \partial t$ úgy transformálódik mint r és t . Ezt általánosan

$$\left(-\text{grad } \phi, \frac{\partial \phi}{\partial t} \right)_{\psi} \sim (r, t) \quad (102)$$

jelentse. Következik például, hogy ha az (r', t') rendszerben a gradienst grad' jelöli, akkor

$$\text{grad } \phi \text{ grad } \phi - \frac{\partial \phi}{\partial t} \frac{\partial \phi}{\partial t} = \text{grad}' \phi \text{ grad}' \phi - \frac{\partial \phi}{\partial t'} \frac{\partial \phi}{\partial t'} \quad (102)_1$$

és ha

$$(g, g) \sim (r, t), \quad (103)_0$$

akkor

$$g \text{ grad } \phi + g \frac{\partial \phi}{\partial t} = g' \text{ grad}' \phi + g' \frac{\partial \phi}{\partial t'} \quad (103)$$

Ha továbbá u és u deriválható függvénye a helynek és időnek és

$$(g, g) \sim (u, u) \sim (r, t), \quad (g \text{ grad } u_x, g \text{ grad } u_y, g \text{ grad } u_z)_{\text{vector}} \equiv g \text{ grad } u, \quad (104)_0$$

akkor (103)-ból folyólag

$$\left(g \text{ grad } u + g \frac{\partial u}{\partial t}, g \text{ grad } u + g \frac{\partial u}{\partial t} \right) \sim (r, t). \quad (104)$$

27. Ha a p scalaris invariáns, vagy nem invariáns ugyan, de nem transformáljuk, akkor a p szerint való deriváltak úgy transformálódnak, mint a deriválandó függvények. Ha tehát g_i és g_i deriválható függvénye a p -nek és vagy invariáns a p , vagy nem transformáljuk azt és

$$(g_i, g_i) \sim (r, t), \quad (105)_0$$

akkor $r\partial g_i : \partial p$ és $\partial g_i : \partial p$ is úgy transformálódik, mint r és t :

$$\left(\frac{\partial g_i}{\partial p}, \frac{\partial g_i}{\partial p} \right)_p \sim (r, t). \quad (105)$$

Következik például, hogy ha g_2 és g_2 deriválható függvénye q -nak:

$$\frac{\partial g_1}{\partial p} \frac{\partial g_2}{\partial q} - \frac{\partial g_1}{\partial p} \frac{\partial g_2}{\partial q} = \frac{\partial g_1'}{\partial p} \frac{\partial g_2'}{\partial q} - \frac{\partial g_1'}{\partial p} \frac{\partial g_2'}{\partial q}. \quad (105)_1$$

28. Ha g_i és g_i deriválható függvénye a helynek és időnek és g_i componenseit $g_{i\alpha}$ stb. jelöli, akkor (103) szerint

$$\begin{aligned} & \sum_p^{x, y, z} \left(\text{grad } g_{1p} \cdot \text{grad } g_{2p} - \frac{\partial g_{1p}}{\partial t} \frac{\partial g_{2p}}{\partial t} \right) - \\ & \quad - \left(\text{grad } g_1 \cdot \text{grad } g_2 - \frac{\partial g_1}{\partial t} \frac{\partial g_2}{\partial t} \right) = \\ & = \sum_p^{x, y, z} \left(\text{grad}' g_{1p} \cdot \text{grad}' g_{2p} - \frac{\partial g_{1p}}{\partial t'} \frac{\partial g_{2p}}{\partial t'} \right) - \\ & \quad - \left(\text{grad}' g_1 \cdot \text{grad}' g_2 - \frac{\partial g_1}{\partial t'} \frac{\partial g_2}{\partial t'} \right). \end{aligned}$$

Kissé más alakban írva:

$$\begin{aligned} & \sum_p^{x, y, z} \left(\frac{\partial g_1}{\partial p} \frac{\partial g_2}{\partial p} - \frac{\partial g_1}{\partial p} \frac{\partial g_2}{\partial p} \right) - \left(\frac{\partial g_1}{\partial t} \frac{\partial g_2}{\partial t} - \frac{\partial g_1}{\partial t} \frac{\partial g_2}{\partial t} \right) = \\ & = \sum_{p'}^{x', y', z'} \left(\frac{\partial g_1}{\partial p'} \frac{\partial g_2}{\partial p'} - \frac{\partial g_1}{\partial p'} \frac{\partial g_2}{\partial p'} \right) - \left(\frac{\partial g_1}{\partial t'} \frac{\partial g_2}{\partial t'} - \frac{\partial g_1}{\partial t'} \frac{\partial g_2}{\partial t'} \right). \end{aligned}$$

Ha már most

$$(g_1, g_1) \sim (g_2, g_2) \sim (r, t), \quad (106)_0$$

akkor (105)₁ értelmében egyenlőségünk jobboldalában a deriválható függvények helyett beírhatjuk a vesszős rendszerbe tartozó g_1' , g_1' , g_1' , g_2' függvényeket, tehát

$$\sum_p^{x, y, z} \left(\frac{\partial g_1}{\partial p} \frac{\partial g_2}{\partial p} - \frac{\partial g_1}{\partial p} \frac{\partial g_2}{\partial p} \right) - \left(\frac{\partial g_1}{\partial t} \frac{\partial g_2}{\partial t} - \frac{\partial g_1}{\partial t} \frac{\partial g_2}{\partial t} \right) = \text{Inv.} \quad (106)$$

29. Ha \mathfrak{R} és \mathfrak{U} a hely és idő olyan deriválható függvénye, hogy (78) értelmében

akkor
$$(\mathfrak{N}, \mathfrak{U}) \sim (r_{12}, t_{12}), \quad (107)_0$$

$$\left(\text{rot } \mathfrak{N} - \frac{\partial \mathfrak{U}}{\partial t}, \text{div } \mathfrak{U} \right) \sim (r, t) \quad (107)$$

és következıleg

$$\left(\text{rot } \mathfrak{N} - \frac{\partial \mathfrak{U}}{\partial t} \right)^2 - (\text{div } \mathfrak{U})^2 = \text{Inv.} \quad (107)_1$$

30. Ha $\mathfrak{N}_1, \mathfrak{U}_1, \mathfrak{N}_2, \mathfrak{U}_2$ a hely és idı deriválható függvénye és

$$\begin{aligned} & (\mathfrak{N}_1, \mathfrak{U}_1) \sim (\mathfrak{N}_2, \mathfrak{U}_2) \sim (r_{12}, t_{12}), \\ & \left(\mathfrak{N}_1 \frac{\partial \mathfrak{N}_2}{\partial x} - \mathfrak{U}_1 \frac{\partial \mathfrak{U}_2}{\partial x}, \mathfrak{N}_1 \frac{\partial \mathfrak{N}_2}{\partial y} - \mathfrak{U}_1 \frac{\partial \mathfrak{U}_2}{\partial y}, \mathfrak{N}_1 \frac{\partial \mathfrak{N}_2}{\partial z} - \mathfrak{U}_1 \frac{\partial \mathfrak{U}_2}{\partial z} \right)_{\text{vector}} \equiv \mathfrak{G}. \\ & \mathfrak{N}_1 \frac{\partial \mathfrak{N}_2}{\partial t} - \mathfrak{U}_1 \frac{\partial \mathfrak{U}_2}{\partial t} \equiv G, \end{aligned} \quad (108)_0$$

akkor

$$(\mathfrak{G}, G) \sim (r, t). \quad (108)$$

31. Ha \mathfrak{g} és g olyan deriválható függvénye a helynek és idınek, hogy

$$(\mathfrak{g}, g) \sim (r, t), \quad (109)_0$$

akkor

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \text{div } \mathfrak{g} = \text{Inv.} \quad (109)$$

32. Ha \mathfrak{g}, g, u, u a hely és idı deriválható függvénye és

$$(\mathfrak{g}, g) \sim (u, u) \sim (r, t), \quad (110)_0$$

akkor

$$\left(\sum_p \frac{\partial u \mathfrak{g}_p}{\partial p} + \frac{\partial u g}{\partial t}, \sum_p \frac{\partial u \mathfrak{g}_p}{\partial p} + \frac{\partial u g}{\partial t} \right) \sim (r, t). \quad (110)$$

Kitünik ez abból, hogy ha \mathfrak{g} grad u azt jelenti, a mit (104)₀ alatt, akkor (110) baloldalán a vector \equiv

$$\left(\text{div } \mathfrak{g} + \frac{\partial g}{\partial t} \right) u + \mathfrak{g} \text{ grad } u + g \frac{\partial u}{\partial t}$$

és a scalaris \equiv

$$\left(\text{div } \mathfrak{g} + \frac{\partial g}{\partial t} \right) u + \mathfrak{g} \text{ grad } u + g \frac{\partial u}{\partial t},$$

tehát (109), (104) és (67)₁ nyomán (110) csakugyan következik.

VIII. Az elektromos momentum s a mágneses momentum Lorentz-féle transzformációja azok kinematikai jelentményén.

Most formásabban végezhetem ezt a transzformációt, mint előbbi közleményem V. cikkében.

1. Az \bar{r}_i elektromos eltolódás az I. szakasz elején adott definiója szerint oly vector, a mely egy testem t pillanati r_i^0 helyéből egy végtelen közeli testem t pillanati r_i helyébe nyúlik (abból, a melyből eltolódott, abba, a melybe eltolódott valamely ρ_i sűrűségű elektromos quantumelem). Ha tehát az r_i helyű testem sebessége v_0 , akkor (88) mintája szerint

$$(r_i - r_i^0) \equiv \bar{r}_i \sim (r - v_0 t). \quad (111)$$

Ha továbbá az \bar{r}_i eltolódással eltolódott ρ_i sűrűségű elektromos quantumelem sebessége a t pillanatban \dot{r}_i , akkor $\dot{\bar{r}}_i = d(r_i - r_i^0) : dt$, a hol $dr_i^0 : dt$ az r_i^0 helyű testem sebessége, tehát végtelen nagy pontossággal írható, hogy

$$\dot{\bar{r}}_i = \dot{r}_i - v_0, \quad (112)_0$$

tehát (92) értelmében

$$\rho_i (\dot{r}_i - v_0) = (\rho_i \dot{\bar{r}}_i) \sim (r - v_0 t). \quad (112)$$

2. Írjuk most, hogy

$$\frac{1}{\sqrt{1 - v_0^2}} \equiv k_0, \quad (113)_0$$

$$\bar{r}_i + k_0^2 (v_0 \bar{r}_i) v_0 \equiv g_i, \quad k_0^2 (v_0 \bar{r}_i) = (v_0 g_i) \equiv g_i,$$

$$\rho_i \dot{\bar{r}}_i + k_0^2 (v_0 \rho_i \dot{\bar{r}}_i) v_0 \equiv a_i, \quad k_0^2 (v_0 \rho_i \dot{\bar{r}}_i) = (v_0 a_i) \equiv a_i.$$

Akkor (76) értelmében (111) és (112) alapján

$$(g_i, g_i) \sim (a_i, a_i) \sim (r, t). \quad (113)$$

De azon föltevésünkben, hogy a (11) alattiak végtelen kicsinyek,

$$\sum_i \rho_i \{ (v_0 \bar{r}_i) \dot{\bar{r}}_i + (v_0 \dot{\bar{r}}_i) \bar{r}_i \}$$

végtelen kicsiny, tehát a \mathfrak{P} és \mathfrak{M} definitiója, ú. m. :

$$\mathfrak{P} \equiv \sum_i \rho_i \bar{r}_i, \quad \mathfrak{M} \equiv \frac{1}{2} \sum_i \rho_i [\bar{r}_i \dot{\bar{r}}_i] + \sum_i \rho_i [\bar{r}_i v_0],$$

így is írható:

$$\mathfrak{P} = \sum_i (\rho_i \mathfrak{g}_i - g_i \rho_i \dot{\mathfrak{r}}_i) + \frac{1}{2} \sum_i (g_i a_i - a_i g_i),$$

$$\mathfrak{M} = \sum_i [\mathfrak{g}_i \rho_i \dot{\mathfrak{r}}_i] + \frac{1}{2} \sum_i [a_i g_i].$$

Azonban (113), (91)₁, (79), (80) alapján:

$$(\rho_i \mathfrak{g}_i - g_i \rho_i \dot{\mathfrak{r}}_i, [\mathfrak{g}_i \rho_i \dot{\mathfrak{r}}_i]) \sim \left(\frac{g_i a_i - a_i g_i}{2}, \frac{[a_i g_i]}{2} \right) \sim (r_{12}, t_{12}),$$

tehát (81)₁ szerint

$$(\mathfrak{P}, \mathfrak{M}) \sim (r_{12}, t_{12}) \quad (114)$$

a \mathfrak{P} elektromos momentum és a (MINKOWSKI-féle) \mathfrak{M} mágneses momentum transformatio-szabálya.

3. Könnyű szerrel részletesen kimutatható most az is, hogy azon föltevésünkben, hogy a (11) alatt foglalt kifejezések végtelen kicsinyek, az (r', t') rendszerben hasonlóan képezett

$$\sum_i \rho_i' \frac{d\vec{x}_i'}{dt'}, \text{ stb.} \quad (115)$$

kifejezések szintén végtelen kicsinyek (tehát az elektromos áramlásnak az I. cikkben végzett tagolása az (r', t') rendszerben is érvényes).

Ugyanis a (115), ú. m. szétbontva

$$\sum_i \vec{r}_i' \cdot \rho_i' \frac{d\vec{x}_i'}{dt'} + \sum_i \vec{x}_i' \cdot \rho_i' \frac{d\vec{r}_i'}{dt'}, \text{ stb.}$$

a (111) és (112) alapján (72) alkalmazásával =

$$\sum_i \left(\vec{r}_i + (w\vec{r}_i) \frac{v_0 - n}{1 - wv_0} \right) \left(\rho_i \dot{\vec{x}}_i + (w\rho_i \dot{\vec{r}}_i) \frac{v_{0x} - n_x}{1 - wv_0} \right) +$$

$$+ \sum_i \left(\vec{x}_i + (w\vec{r}_i) \frac{v_{0x} - n_x}{1 - wv_0} \right) \left(\rho \dot{\vec{r}}_i + (w\rho_i \dot{\vec{r}}_i) \frac{v_0 - n}{1 - wv_0} \right), \text{ stb.}$$

Másodrendű végtelen kicsinyeket mellőzve =

$$\sum_i \rho_i \frac{d}{dt} \left\{ \left(\vec{r}_i + (w\vec{r}_i) \frac{v_0 - n}{1 - wv_0} \right) \left(\vec{x}_i + (w\vec{r}_i) \frac{v_{0x} - n_x}{1 - wv_0} \right) \right\}, \text{ stb.}$$

Ezen összegek pedig a (11) alattiak végtelen kicsiségénél fogva végtelen kicsinyek.

IX. Elektromosságok mozgása mozgó matériában.

1. *Elektromosságok mozgása nyugvó testben.* Az (r', t') téridőrendszerben nyugvó izotrop testben számos elektromos és mágneses jelenség magyarázatát tartalmazza a

$$P'_i \ddot{x}'_i + A'_i \text{rot}' a'_i \dot{x}'_i + B'_i \dot{x}'_i + C'_i x'_i = - \frac{\rho'_i}{k'_i} \{ \mathfrak{C}'_{0i} + \mathfrak{C}'_{i0} + [\dot{x}'_i \mathfrak{B}] - (\dot{x}'_i \mathfrak{C}') x'_i \} \quad (i=1, 2, \dots), \quad (116)$$

$$k'_i = 1 : \sqrt{1 - \dot{x}'_i{}^2}$$

egyenletrendszer, a melyben r' helyen t' pillanatban egy elektromos quantumelem tömötsége (materiális sűrűsége) P'_i , elektromos sűrűsége ρ'_i , sebessége \dot{x}'_i , gyorsulása \ddot{x}'_i , eltolódása x'_i és az A'_i , a'_i , B'_i , C'_i , \mathfrak{C}'_{0i} együtthatók a materiális minőségnek és állapotnak (az utolsó ezen minőség és állapot egyenletlenségének) s ezeken kívül a ρ'_i sűrűségeknek s az \dot{x}'_i sebességek és x'_i eltolódások nagyságainak a függvényei. Valamivel általánosabb rendelkezések ezek mint a VI. cikkben lévők.

A (116) alatti egyenletek együtthatóinak alkalmasan választott függvényalakjai s az egyenletek alkalmas összekapcsolásai juttatnak el számos jelenség leírásához az (r', t') rendszerben nyugvó izotrop testben; azután az egyenletek összekapcsolásaiából származó vonatkozások LORENTZ-féle transzformációjával előkerülnek a mozgó matériába tartozó vonatkozások. Ezek megállapítása járt úton halad. Azonban most módunkban van magukon a (116) alatti egyenleteken hajtani végre a transzformációt. Az eredménye pedig oly alakra vezethető, a mely bármiként mozgó matériában teljesíti a viszonyosság (relativitás) törvényét.

A matéria «elektromótoros erejének», ú. m. az \mathfrak{C}'_{0i} vectoroknak a transzformációjára természetesen külön hypothesisre szorulunk. Ilyenül kínálkozik például, hogy $(\mathfrak{C}'_{0i}) \sim (\dot{x}'_i)$. Egyelőre azonban olyan testről legyen csak a szó, a melyben $\mathfrak{C}'_{0i} = 0$ tehető.

Élve a következő jelölésekkel:

$$P'_i = P, \quad \rho'_i = \rho, \quad \dot{x}'_i = \dot{x}', \quad \ddot{x}'_i = \ddot{x}', \quad k'_i = k',$$

$$A'_i = \frac{A}{k'}, \quad a'_i = k' a, \quad B'_i = \frac{B}{k'}, \quad C'_i = \frac{C}{k'}, \quad (117)_o$$

a (116) alatti egyenletrendszer ($\mathfrak{C}'_i = 0$ esetére)

$$P'k\ddot{\mathbf{r}} + A \operatorname{rot}' a k'\dot{\mathbf{r}} + B\ddot{\mathbf{r}}' + C\dot{\mathbf{r}}' = \rho' \{ \mathfrak{C}' + [\dot{\mathbf{r}}'\mathfrak{B}'] - (\dot{\mathbf{r}}'\mathfrak{C}') \dot{\mathbf{r}}' \} \quad (117)$$

képviseleti, a melyben az A , a , B , C együtthatók a materiális minőségnek és állapotnak, a ρ' -féle sűrűségeknek és az $\dot{\mathbf{r}}'$ és $\ddot{\mathbf{r}}'$ -féle vectorok nagyságainak a függvényei.

2. *A transformatio.* Számítsuk át a vesszős mennyiségeket a VII. ezikkből (91)₃, (98)₁, (85)₁, (78)₃, (91)₁, (82), (73), (66), (72) alatt rendelkezésünkre lévő formulák és (111) segítségével az (\mathbf{r}, t) rendszerbe, a melyre nézve a test és egyszersmind az (\mathbf{r}', t') rendszer v_0 állandó sebességgel haladó mozgásban legyen. Jelölje az átszámítás után (117) baloldalát röviden \mathfrak{f}_b , a jobb- oldalát \mathfrak{f}_j , úgy hogy az átszámítás után röviden $\mathfrak{f}_b = \mathfrak{f}_j$ képviseli egyenletrendszerünket. Nyilvánvaló, hogy a $\mathfrak{f}_b = \mathfrak{f}_j$ egyenlettel æquivalens egyenlet a következő:

$$\mathfrak{f}_b - k_0(v_0\mathfrak{f}_b) \left(\dot{\mathbf{r}} - \frac{k_0}{k_0+1} v_0 \right) = \mathfrak{f}_j - k_0(v_0\mathfrak{f}_j) \left(\dot{\mathbf{r}} - \frac{k_0}{k_0+1} v_0 \right),$$

$$k_0 \equiv 1 : \sqrt{1-v_0^2}.$$

Részletesen írva pedig ezen egyenletet, azt kapjuk (117) transzformáltja gyanánt, hogy

$$P k \ddot{\mathbf{r}} + A \left\{ \operatorname{rot} a k_0 \dot{\mathbf{r}} (\dot{\mathbf{r}} - v_0) - \frac{\partial a k_0 k [\dot{\mathbf{r}} v_0]}{\partial t} - \dot{\mathbf{r}} \operatorname{div} a k_0 k [\dot{\mathbf{r}} v_0] \right\} +$$

$$+ B k_0 (\dot{\mathbf{r}} - v_0) + C \left\{ \ddot{\mathbf{r}} - k_0^2 (v_0 \ddot{\mathbf{r}}) (\dot{\mathbf{r}} - v_0) \right\} = \rho' \{ \mathfrak{C} + [\dot{\mathbf{r}}\mathfrak{B}] - (\dot{\mathbf{r}}\mathfrak{C}) \dot{\mathbf{r}} \}, \quad (118)$$

$$(k_0 \equiv 1 : \sqrt{1-v_0^2})$$

az A , a , B , C együtthatók bármelyikét jelölje Φ , ha ennek az elektromosságoktól függését (t. i. a ρ' -féle sűrűségektől s az $\dot{\mathbf{r}}'$ -féle sebességek és $\ddot{\mathbf{r}}'$ -féle eltolódások nagyságaitól való függését) a (117)-ben

$$\Phi = \Phi(\rho, k', \dot{\mathbf{r}}'^2) \quad (119)_0$$

szemlélteti, akkor (91)₁, (85), (111), (66) és (72) szerint

$$\Phi = \Phi(k_0 \rho - k_0 v_0 \rho \dot{\mathbf{r}}, k_0 k - k_0 v_0 k \dot{\mathbf{r}}, \dot{\mathbf{r}}'^2 + k_0^2 (v_0 \dot{\mathbf{r}})^2). \quad (119)$$

3. *Elektromosságok mozgása mozgó matériában a viszonyosság elvén.* A viszonyosság törvénye megengedi, hogy az (\mathbf{r}, t)

rendszerben v_0 sebesség szerint mozgó materiában (117)₀ értelmében az A, a, B, C együtthatóknak (119) alatt gondolt függvényalakjával a (118) által képviselt egyenleteket tekintjük az egyszerűbb elektromágneses jelenségek alapegyenleteinek, és pedig még akkor is, ha a materiában a v_0 sebesség hely és idő szerint változó vector, de egyedül jellemzi a matéria mozgását. Ennek a kimutatása következik itt.

Az A, a, B, C együtthatók az elektromágneses állapot invariáns függvényei, mert a Φ -ben (119) alatt kiírt argumentumok invariánsok, és pedig az első a (91)₁ és (67), a második a (85) és (67), a harmadik a (111) és (76)₁ tanúsága szerint. A (118) egyéb tartalmát illetőleg vegyük figyelembe, hogy (118) baloldalának az első tagja (91)₃ szerint, a jobboldala pedig (78)₃, (91)₁, (82) és (73) szerint $\sim (r-it)$. Ha tehát A, B, C szorzóját rendre a_1, a_2, a_3 jelöli a (118)-ban, akkor azt kívánja a viszonyosság törvénye, hogy

$$(a_1) \sim (a_2) \sim (a_3) \sim (r-it)$$

legyen. Sorjában ki fog tűnni most, hogy valóban így van.

(a₁). Minthogy (85) szerint

$$(ak\dot{r}, ak) \sim (k\dot{r}, k) \sim (k_0v_0, k_0) \sim (r, t),$$

ennélfogva A szorzójában, a_1 -ban (79) és (80) szerint

$$(ak_0k[\dot{r}v_0], ak_0k(\dot{r}-v_0)) \sim (t_{12}, r_{12}).$$

Következőleg (107) szerint

$$\left(\text{rot } ak_0k(\dot{r}-v_0) - \frac{\partial ak_0k[\dot{r}v_0]}{\partial t}, \text{div } ak_0k[\dot{r}v_0] \right) \sim (r, t),$$

a miből már (73) nyomán $(a_1) \sim (r-it)$ látható.

(a₂). Abból, hogy $(k_0v_0, k_0) \sim (r, t)$, a (73) rendén egyenesen következik, hogy B szorzója, vagyis $(a_2) \sim (r-it)$.

(a₃). A (111) és (76) értelmében

$$(\bar{r} + k_0^2(v_0\bar{r})v_0, k_0^2(v_0\bar{r})) \sim (r, t),$$

tehát (73) következtében $(a_3) \sim (r-it)$.

Ha a matéria «elektromótoros ereje» \mathfrak{E}'_0 nem hanyagolható el és föltesszük, hogy

$$(\mathfrak{E}'_0) \sim (\mathfrak{r} - v_0 t), \quad (120)_0$$

akkor (118) jobboldalához a viszonyosság elvén

$$k_0 \rho (1 - v_0 \dot{\mathfrak{r}}) \{ \mathfrak{E}'_0 - k_0^2 (v_0 \mathfrak{E}'_0) (\dot{\mathfrak{r}} - v_0) \} \quad (120)$$

járuul $\sim (\mathfrak{r} - \dot{\mathfrak{r}} t)$.

4. *Mozgó matériában elektromosságok más mozgása a viszonyosság elvén.* Ha azt a változtatást tesszük a (117) alatti egyenleten, hogy a baloldalának első tagja helyett térfogategységre számított inertiaerő gyanánt a MINKOWSKI-félét $\left(P' \frac{d\mathfrak{k}' \dot{\mathfrak{r}}'}{dt'} \right)$ írjuk és a jobb oldalának utolsó tagját, ú. m. $-\rho' (\dot{\mathfrak{r}}' \mathfrak{E}') \dot{\mathfrak{r}}'$ elhagyjuk, azután az (\mathfrak{r}, t) rendszerbe transformálván az egyenletet, a bal- és jobboldalát azon művelet alá fogjuk, a melyet a következő kifejezés az α vectoron mutat:

$$\alpha - \begin{pmatrix} k_0 v_0 & - \dot{\mathfrak{r}} \\ 1 + k_0 & \\ & 1 - v_0 \dot{\mathfrak{r}} \end{pmatrix} \alpha - \alpha_0,$$

akkor a következő egyenletünk lesz:

$$P \frac{d\mathfrak{k} \dot{\mathfrak{r}}}{dt} + A \left(\mathfrak{G} + \frac{\dot{\mathfrak{r}} \mathfrak{G} - G}{\nu} - k_0 k v_0 \right) + B \frac{\nu \mathfrak{k} \dot{\mathfrak{r}} - k_0 v_0}{\nu^2} + \\ + C \left(\bar{\mathfrak{r}} + \frac{\bar{\mathfrak{r}} \dot{\mathfrak{r}}}{\nu} - k_0 k v_0 \right) = \rho (\mathfrak{E} + [\dot{\mathfrak{r}} \mathfrak{B}]), \quad (121)$$

a melyben

$$\begin{aligned} \nu &\equiv k_0 k (1 - v_0 \dot{\mathfrak{r}}), \\ G &\equiv \text{div } a k_0 k [\dot{\mathfrak{r}} v_0], \\ \mathfrak{G} &\equiv \text{rot } a k_0 k (\dot{\mathfrak{r}} - v_0) - \frac{\partial a k_0 k [\dot{\mathfrak{r}} v_0]}{\partial t}. \end{aligned} \quad (121)_0$$

Akár A , akár B , akár C szorzóját jelölje (121)-ben g , áll, hogy $(g, \dot{\mathfrak{r}} g) \sim (\mathfrak{r}, t)$ és épen ez most a viszonyosság föltétele, mert (121) jobboldala és baloldalának első tagja így transformálódik. Ezek felismerésére szolgáló képletek: (85), (67), (85)₂, (68), (87), (75), (78)_s, (82), (111).

X Ponderomótoros erő.

1. Pusztán rövidség kedvéért folyvást azon esetre szorítokozom, hogy a materiális rendszerek mozgását egyetlen sebesség jellemzi mint a hely és idő függvénye. Még pedig egyelőre csak oly testet gondolok, a mely az (r', t') téridőrendszerben állandó nyugalomban van.

Ezen test egy elemi részének a helyét r' , a térfogatát (a t' időszámítás értelmében a VII. 21. szerint) DV' jelölje a t' pillanatban s a testelemben e pillanatban a valóságos elektromos töltés sűrűsége $\rho'_{(v)}$, a conductiós áramlásban lévő elektromosságok sűrűsége $\rho'_{(1)}, \rho'_{(2)}, \dots$, sebessége $v'_{(1)}, v'_{(2)}, \dots$ legyen. A testelembe tolódtott dielektromos töltéseknek az eltolódása $\vec{r}'_1, \vec{r}'_2, \dots$, sűrűsége ρ'_1, ρ'_2, \dots , sebessége v'_1, v'_2, \dots legyen t' pillanatban. Mindezeknek az elektromosságoknak a testelemben foglalt elemi részei DV' térfogatúak mint maga a testelem. Ellenben a testelemből eltolódott dielektromos töltéseknek a térfogata általában más; e töltéseknek a sűrűsége, sebessége, térfogata:

$$\begin{aligned} \rho_i^* &= \rho'_i + \vec{r}'_i \text{grad}' \rho'_i, \\ v_i^* &= v'_i + \vec{r}'_i \text{grad}' v'_i, \quad (i=1, 2, \dots) \\ DV_i^* &= (1 + \text{div}' \vec{r}'_i) DV' \end{aligned} \quad (122)$$

a t' pillanatban, a hol a középső kifejezés jobboldalán a második tag a $(104)_0$ második sorában föltüntetett értelemben gondolandó. Az elektromos térerősséget \mathfrak{E}' , a mágneses gerjesztést \mathfrak{B}' az r' helyen jelölvén, az $r' + \vec{r}'_i$ -féle helyeken, $(104)_0$ második sorának jelölésmódja szerint:

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_i^* &= \mathfrak{E}' + \vec{r}'_i \text{grad}' \mathfrak{E}' \\ \mathfrak{B}_i^* &= \mathfrak{B}' + \vec{r}'_i \text{grad}' \mathfrak{B}' \end{aligned} \quad (123)$$

az elektromos térerősség, illetőleg a mágneses gerjesztés.

2. Abból indulok ki, hogy egy testelem ponderomótoros hatást az épen benne lévő valóságos töltés, a conductiós áramoknak épen benne lévő elemei és a belőle eltolódott dielektromos töltések révén visel az elektromágneses tertől. E mellett izotrop testekre szorítkozva fölteszem, hogy ha egy nyugvó izotrop testben az elektromosságok mozgásának az egyenleteit

(milyenek a (116) alatt gondoltak) a MINKOWSKI-féle inertia-erőkre vonatkoztatjuk, akkor a matériához való viszonyuk megfelel NEWTON reactio-törvényének. Általánosan

$$\rho' \frac{dk' \dot{r}'}{dt'} = \rho' (\mathfrak{E}' + [\dot{r}' \mathfrak{B}']) + \mathfrak{F}'_M$$

irván, MINKOWSKI-féle inertia-erő értelmében \mathfrak{F}'_M jelenti térfogat-egységre számítva a matériának a mozgató hatását a ρ' sűrűségű elektromosságon. Következőleg a NEWTON-féle lex tertia szerint, térfogategységre számítva

$$- \mathfrak{F}'_M = \rho' (\mathfrak{E}' + [\dot{r}' \mathfrak{B}']) - \rho' \frac{dk' \dot{r}'}{dt'}$$

az elektromágneses tér ponderomótoros hatása a ρ' sűrűségű elektromosság révén. Azonban csak azt az eshetőséget tekintem itt, hogy az elektromosságok inertia-ereje oly kicsiny, hogy figyelmen kívül maradhat.

Abból indulok ki tehát, hogy az (r', t') rendszerben nyugvó testnek a DV' térelemben lévő elemi része az elektromágneses tértől a

$$\begin{aligned} \rho'_{(v)} \mathfrak{E}' DV' + \sum_i \rho'_{(i)} (\mathfrak{E}' + [v'_{(i)} \mathfrak{B}']) DV' + \\ + \sum_i \rho'_i (\mathfrak{E}^*_i + [v^*_i \mathfrak{B}^*_i]) DV^*_i \equiv \mathfrak{K}' DV' \end{aligned} \quad (124)$$

ponderomótoros hatást viseli. Minthogy a test nyugalomban van az (r', t') rendszerben, közömbös, hogy közönséges mechanikai értelemben vagy MINKOWSKI-félében gondoljuk-e ezen erőt.

Ha \dot{r}'_i componenseit \dot{x}'_i , \dot{y}'_i , \dot{z}'_i jelöli, akkor (122) és (123) rendén térfogategységre számítva

$$\begin{aligned} \mathfrak{K}' = \rho'_{(v)} \mathfrak{E}' + \sum_i \rho'_{(i)} (\mathfrak{E}' + [v'_{(i)} \mathfrak{B}']) + \sum_i \rho'_i (\mathfrak{E}' + [v'_i \mathfrak{B}']) + \\ + \frac{\partial}{\partial x'} \sum_i \rho'_i (\mathfrak{E}' + [v'_i \mathfrak{B}']) \dot{x}'_i + \frac{\partial}{\partial y'} \sum_i \rho'_i (\mathfrak{E}' + [v'_i \mathfrak{B}']) \dot{y}'_i + \\ + \frac{\partial}{\partial z'} \sum_i \rho'_i (\mathfrak{E}' + [v'_i \mathfrak{B}']) \dot{z}'_i \end{aligned} \quad (125)$$

ezen erő ($i=1, 2, \dots$).

3. Transzformáljuk ezt most az (r, t) rendszerbe, a melyben

a testet és egyben az (r', t') rendszert $v_0 (=w)$ állandó sebességgel haladó mozgásban lévőknek gondoljuk. A jobboldalon a VII. cikkben található formulák és (111) segítségével végrehajtva az átalakitást és élve a következő jelölésekkel:

$$\begin{aligned} \bar{r}_i + k_0^2 (v_0 \bar{r}_i) v_0 &\equiv \delta r_i, & k_0^2 (w_0 \bar{r}_i) &\equiv \delta t_i, & k_0 &\equiv 1 : \sqrt{1 - v_0^2}, & (126) \\ \rho_{(v)}(\mathfrak{C} + [v_0 \mathfrak{B}]) + \sum_i \rho_{(i)}(\mathfrak{C} + [v_{(i)} \mathfrak{B}]) + \sum_i \rho_i(\mathfrak{C} + [v_i \mathfrak{B}]) + \\ + \frac{\partial}{\partial t} \sum_i \rho_i(\mathfrak{C} + [v_i \mathfrak{B}]) \delta t_i + \frac{\partial}{\partial x_i} \sum_i \rho_i(\mathfrak{C} + [v_i \mathfrak{B}]) \delta x_i + \cdot + \cdot &\equiv \bar{f}, \\ \rho_{(v)}(v_0 \mathfrak{C}) + \sum_i \rho_{(i)}(v_{(i)} \mathfrak{C}) + \sum_i \rho_i(v_i \mathfrak{C}) + \\ + \frac{\partial}{\partial t} \sum \rho_i(v_i \mathfrak{C}) \delta t_i + \frac{\partial}{\partial x} \sum \rho_i(v_i \mathfrak{C}) \delta x_i + \cdot + \cdot &\equiv f, & (128) \end{aligned}$$

azt kapjuk, hogy az (r, t) rendszerben az elektromágneses térből a testelemre ható ponderomótoros erő térfogategységre számítva, közönséges mechanikai értelemben =

$$\mathfrak{R} = -\frac{\bar{f} - f v_0}{k_0} \quad (129)$$

és a MINKOWSKI-féle inertia-erő értelmében

$$\mathfrak{R}_0 = \bar{f} + k_0^2 (v_0 \bar{f} - f) v_0 \quad (130)$$

föltéve, hogy az elektromosságok inertia-ereje nem tesz számot.

4. Most kimutatom, hogy a viszonyosság törvénye megengedi, hogy még oly matériában is a (129) (illetőleg a 130) alatt gondolt vector lehessen, térfogategységre számítva, az elektromágneses tér ponderomótoros hatása, a melyben az elemi részek v_0 sebessége hely és idő szerint változik, ha csak az elektromosságok inertia-ereje elhanyagolható.

A $(78)_g$, $(91)_1$, (82) és $(67)_1$ tanúsága szerint látható, hogy ha (127) első sorát g és (128) első sorát g jelöli, akkor $(g, g) \sim (r, t)$. A második sorokat (127 és 128 második sorát) illetőleg vegyük tekintetbe, hogy (126) értelmében (111) és (76) alapján $(\delta r_i, \delta t_i) \sim (r, t)$. Ilyen lévén a $(78)_g$ -nak, $(91)_1$ -nek és (82) -nek a foglalata szerint $(\rho_i \mathfrak{C} + \rho_i [v_i \mathfrak{B}], v_i \mathfrak{C})$ is, (110) alól az következik, hogy ha (127) második sorát a és (128) második sorát a jelöli, nem-

különben $(a, a) \sim (r, t)$. Minthogy $(g, g) \sim (a, a) \sim (r, t)$, ennél fogva $(67)_1$ nyomán

$$(\bar{f}, f) \sim (r, t). \quad (131)_0$$

Ebből pedig (129)-re (73) alapján

$$(k_0 \mathfrak{K}) \sim (r - v_0 t) \quad (131)_1$$

és (130)-ra (85) és (68) alapján

$$(\mathfrak{K}_0, v_0 \cdot \mathfrak{K}_0) \sim (r, t) \quad (131)_2$$

következik. Amaz a közönséges mechanika értelmében, emez a MINKOWSKI-féle mechanika értelmében valóban a viszonyosság föltétele a LORENTZ-féle transzformáció, mert a kétféle mechanika szerint térfogategységre számítva

$$\rho_0 \frac{dv_0}{dt}, \quad \text{illetőleg} \quad \rho_0 \frac{dk_0 v_0}{dt}$$

az inertia-erő, már pedig $(91)_3$, illetőleg $(19)_2$ alapján

$$\left(k_0 \rho_0 \frac{dv_0}{dt} \right) \sim (r - v_0 t), \quad \left(\rho_0 \frac{dk_0 v_0}{dt}, v_0 \rho_0 \frac{dk_0 v_0}{dt} \right) \sim (r, t).$$

Megjegyzendő, hogy a térelemek és következésképpen a sűrűségek, tömötségek is, itt mindig a t időszámítás szerint gondolandók a VII. cikk 21. pontjának értelmében, úgy hogy egy testelem pontjai az (r, t) rendszerben a t időszámítás szerint egyidejű pontok, az (r', t') rendszerben a t' időszámítás szerint egyidejű pontok.

5. Hátra van még az \bar{f} vector és f scalaris kifejezésének (127 és 128) az I. cikk módjára kellő kifejtése. Az I. cikk értelmében, most használt jelöléseink fenntartásával:

$$\sum \rho_i \bar{v}_i \equiv \mathfrak{P}, \quad \sum \rho_i \equiv \rho^{(l)}, \quad \sum \rho_i v_i \equiv \mathfrak{Q}, \quad \frac{1}{2} \sum \rho_i [\bar{v}_i v_i] \equiv \mathfrak{M},$$

$$\sum \rho_i \frac{dv_i \bar{x}_i}{dt}, \quad \sum \rho_i \frac{dv_i \bar{y}_i}{dt}, \quad \sum \rho_i \frac{dv_i \bar{z}_i}{dt} \quad \text{végtelen kicsinyek,} \quad (132)_1$$

$$\sum \rho_{(i)} v_{(i)} \equiv \mathfrak{S}, \quad \sum \rho_{(i)} \equiv 0, \quad \rho_v v_0 \equiv \mathfrak{R},$$

a hol \mathfrak{P} az elektromos momentum; $\rho^{(l)}$ a dielektromos töltések sűrűsége («látszatos» sűrűség); \mathfrak{Q} a dielektromos töltések áram-

lása; \mathfrak{M} a mágneses momentum (LOBENTZ-féle értelemben); \mathfrak{S} a conductió elektromos áramlás; ρ_v a «valóságos» sűrűség, illetőleg \mathfrak{S} a convectió elektromos áramlás (v_0 lévén a matéria sebessége); mindez az r helyen t pillanatban. A III. czikkből pedig

$$\begin{aligned} \mathfrak{C} + \mathfrak{P} &\equiv \mathfrak{D}, & \mathfrak{B} - \mathfrak{M} &\equiv \mathfrak{H}, \\ \mathfrak{M} + [\mathfrak{P}v_0] &\equiv \mathfrak{M}, & \mathfrak{H} + [v_0\mathfrak{P}] &\equiv \mathfrak{H}, \end{aligned} \quad (132)_2$$

a hol \mathfrak{C} az elektromos térerősség, \mathfrak{D} az elektromos gerjesztés, \mathfrak{B} a mágneses gerjesztés, \mathfrak{H} a mágneses térerősség (LOBENTZ-féle értelemben), \mathfrak{M} a mágneses momentum MINKOWSKI-féle értelemben és \mathfrak{H} a mágneses térerősség MINKOWSKI-féle értelemben. Még a

$$\mathfrak{P} + [\mathfrak{M}v_0] \equiv \mathfrak{P} \quad (132)_3$$

jelöléssel is élve, írjuk, hogy

$$\begin{aligned} E &\equiv \operatorname{div} \{k_0^2 (\mathfrak{P}\mathfrak{C}) v_0 + [\mathfrak{H}\mathfrak{C}]\} + \\ &+ \frac{\partial}{\partial t} \left\{ k_0^2 (\mathfrak{P}\mathfrak{C}) - \frac{\mathfrak{C}\mathfrak{D} + \mathfrak{H}\mathfrak{B}}{2} - \frac{\mathfrak{P}\mathfrak{C} + \mathfrak{M}\mathfrak{B}}{2} \right\}, \end{aligned} \quad (133)_1$$

$$\begin{aligned} X_x &\equiv k_0^2 \{ (v_0\mathfrak{P}) \mathfrak{C}_x + [\mathfrak{P}\mathfrak{B}]_x \} v_{0x} + \mathfrak{C}_x \mathfrak{D}_x + \mathfrak{H}_x \mathfrak{B}_x - \\ &\quad - \frac{\mathfrak{C}\mathfrak{D} + \mathfrak{H}\mathfrak{B}}{2} + \frac{\mathfrak{P}\mathfrak{C} + \mathfrak{M}\mathfrak{B}}{2}, \end{aligned}$$

$$X_y \equiv k_0^2 \{ (v_0\mathfrak{P}) \mathfrak{C}_x + [\mathfrak{P}\mathfrak{B}]_x \} v_{0y} + \mathfrak{C}_x \mathfrak{D}_y + \mathfrak{H}_x \mathfrak{B}_y, \quad (133)_2$$

$$X_z \equiv k_0^2 \{ (v_0\mathfrak{P}) \mathfrak{C}_x + [\mathfrak{P}\mathfrak{B}]_x \} v_{0z} + \mathfrak{C}_x \mathfrak{D}_z + \mathfrak{H}_x \mathfrak{B}_z,$$

$$X_t \equiv k_0^2 \{ (v_0\mathfrak{P}) \mathfrak{C}_x + [\mathfrak{P}\mathfrak{B}]_x \} + \mathfrak{B}_y \mathfrak{D}_z - \mathfrak{B}_z \mathfrak{D}_y$$

és (133)₂-höz gondoljunk hasonló kifejezéseket Y_x stb., Z_x stb. számára az indexek megfelelő változtatásával.

Az I. czikknek a módjára az következik (128)-ból és (127)-ből, hogy

$$\begin{aligned} f &= E, \\ \hat{f}_x &= \frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z} + \frac{\partial X_t}{\partial t}, \\ \hat{f}_y &= \frac{\partial Y_x}{\partial x} + \frac{\partial Y_y}{\partial y} + \frac{\partial Y_z}{\partial z} + \frac{\partial Y_t}{\partial t}, \\ \hat{f}_z &= \frac{\partial Z_x}{\partial x} + \frac{\partial Z_y}{\partial y} + \frac{\partial Z_z}{\partial z} + \frac{\partial Z_t}{\partial t}. \end{aligned} \quad (134)$$

A VII. cikk némely képletének a segítségével ezeken a kifejezéseken is könnyű szerrel mutatható ki $(131)_0$, a miből pedig a viszonyosság követelményeinek megfelelően $(131)_1$ és $(132)_2$ következik.

A (130) -ban meghatározott \mathfrak{K}_0 vector (134) -nek $(133)_1$ és $(133)_2$ szerint való jelentményénél fogva különbözik a MINKOWSKI-féle $K+(w\bar{K})w$ vectortól, de előnyösen különbözik annyiban, hogy a dielektromos áramlások révén is tartalmaz ponderomotoros hatást. A MINKOWSKI-féle vector ugyanis az \mathfrak{K}_0 vectorból úgy kerül elő, hogy $(133)_1$ és $(133)_2$ alól a k_0^2 szorzós tagokat és a $\mathfrak{B}\mathfrak{C}+\mathfrak{M}\mathfrak{B}$ tartalmúakat elhagyjuk.

XI. A virtualis munka törvénye.

A tárgyalás alakjának az egyszerűsítése végett fölteszem, hogy a testek belsejében egyetlen sebesség jellemzi mint hely és idő függvénye a matéria minden lehetséges mozgását, úgy hogy legfeljebb a különböző testek érintkezési rétegeiben jellemzi két sebesség, a melyek egyike az érintkező testek egyikéhez, másika az érintkező testek másikához tartozik.

1. Ha T a LORENTZ-féle transformatióban invariáns időt jelent, akkor egy testelem T szerint való gyorsulásának a transformatióját meghatározza

$$\left(\frac{d^2\mathbf{r}}{dT^2}, \frac{d^2t}{dT^2} \right) \sim (\mathbf{r}, t), \quad (135)$$

MINKOWSKINÁL

$$T = \tau = \int_{t^0}^t \frac{dt}{k}, \quad \left(k \equiv 1 : \sqrt{1 - \dot{\mathbf{r}}^2}, \quad \dot{\mathbf{r}} \equiv \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right), \quad (135)_1$$

a hol t^0 különböző testelemekhez általában különböző kezdeti idő és t is különböző, ha a testelemek egyidejűségét τ szerint gondoljuk. Jelölje (135) -ben \mathbf{r}^0 , w^0 a testelem kezdeti helyét, illetőleg sebességét. A végből, hogy t^0 legalább az origótól nem nagy $|\mathbf{r}^0|$ távolokban közönségesen igen kicsiny legyen, $t^0 = \mathbf{r}^0 w^0$ teszem. Ezzel τ invariáns volta nem csorbul meg (VII. 23.). Szerinte

$$t = w^0 r^0 + \int_0^{\tau} k d\tau, \quad \left(k = \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{d\tau} \right)^2} \right). \quad (136)_2$$

Mint ahogy pedig

$$\frac{d^2 t}{d\tau^2} = \frac{dk}{d\tau} = \frac{1}{k} \frac{dx}{d\tau} \frac{d^2 r}{d\tau^2} = \dot{i} \frac{d^2 r}{d\tau^2},$$

ennélfogva (135) értelmében

$$\left(\frac{d^2 r}{d\tau^2}, \dot{i} \frac{d^2 r}{d\tau^2} \right) \sim (r, t). \quad (137)$$

2. Másfelől, ha a testelemnek a ∂t időelemben valamely lehetséges elmozdulása ∂r , akkor a virtuális elmozdulását

$$\delta r \equiv \partial r - \dot{i} \partial t \quad (138)$$

kifejezéssel definiálom. Mint ahogy

$$(\partial r, \partial t) \sim (r, t), \quad (138)_0$$

ennélfogva (73) szerint

$$(\delta r) \sim (r - \dot{i} t). \quad (138)_1$$

3. A (137) és (138) következtében (77) szerint

$$\frac{d^2 r}{d\tau^2} \delta r = \text{Inv.} \quad (139)$$

Ha pedig a testelem tömegét $Dm (= \text{Inv.})$ jelöli s a reá ható szabad erő $\mathfrak{R}Dm$, akkor abban a föltevésben, hogy \mathfrak{R} transformatiója olyan, mint $d^2 r$ transformatiója, azaz, hogy

$$(\mathfrak{R}, \dot{i}\mathfrak{R}) \sim (r, t), \quad (140)_0$$

a (139) módjára ugyancsak

$$\mathfrak{R} \delta r = \text{Inv.} \quad (140)$$

Már most egy materiális rendszerben az S összegelést egy test elemi részeire s a \sum összegelést a különböző testekre vonatkoztatva

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \left[\sum S \left(\frac{d^2 r}{d\tau^2} - \mathfrak{R} \right) \delta r \cdot Dm \right] d\tau \geq 0 \quad (141)$$



kinálkozik (a közönséges mechanika útmutatása szerint) a virtuális munka törvénye gyanánt, azzal a hozzáadással, hogy az S és \sum összegezésben minden tag ugyanazon τ pillanatban gondolandó. E mellett a virtuális kényszer oly tág értelemben gondolandó, hogy a surlódási kényszert is magában foglalja.

4. A következőkben mindig az oly $\partial t (=k\partial\tau)$ időelemekben lehetséges ∂r elemi elmozdulásokat hasonlítom össze, a mely ∂t időelemek rendén

$$k(\partial t - \dot{r}\partial r) = d\tau. \quad (142)$$

Ez az összehasonlítás lehetséges, mert (142) baloldala invariáns (mint $d\tau$) (85), (138)_o, (67) és egyezésben van a $dt = k d\tau$ vonatkozással, mert

$$k(dt - \dot{r}dr) \equiv \frac{dt}{k} = d\tau. \quad (143)$$

Azt írván pedig, hogy

$$\partial t - dt \equiv \delta t,$$

a (142)-ből és (143)-ból

$$\delta t = \dot{r}(\partial r - dr) \equiv \dot{r} \{ \partial r - \dot{r}\partial t + \dot{r}(\partial t - dt) \},$$

tehát (138)-at is figyelembe véve:

$$\delta t \equiv \partial t - dt = k^2(\dot{r}\partial r). \quad (144)$$

Másfelől, (138)-ból

$$\partial r \equiv \partial r - dr - \dot{r}(\partial t - dt)$$

lévén:

$$\begin{aligned} \partial r &\equiv \partial r - \dot{r}\partial t = \partial r - dr - (\dot{r}(\partial r - dr))\dot{r}, \\ \partial r - dr &= \partial r + k^2(\dot{r}\partial r)\dot{r}. \end{aligned} \quad (145)$$

5. Midőn a virtuális kényszerek kifejezéseiben (egyenletek, egyenlőtlenségek a virtuális elmozdulások között) a virtuális elmozdulások componenseinek deriváltjai fordulnak elő, akkor azon kifejezések multiplicatoros összefoglalása után partiális időbeli és térbeli integrációkat kell végezni. E végből figyelembe veendő, hogy a virtuális munka egyenletében (141)-ben meghatározásunk rendén a materiális pontok helyeinek egyidejűsége a τ időszámítás szerint való. Ennélfogva a kényszerkifejezések-

ben is a τ szerint számítandó az egyidejűség és a VII. szakasz 22. pontjának értelmében térelem gyanánt DV_{τ} használandó.

A következők a relativitás elvén a legegyszerűbb kényszererek definitióját tartalmazzák, ú. m. a merevség, surlódástalan izotrop folyékonyság, surlódástalan izotrop rugalmasság, surlódástalan érintkezés kényszerének a definitióját.

XII. Merev test.

1. Merevnek mondok egy testet, ha van olyan téridőrendszer (\tilde{r}, \tilde{t}) , a melyben a τ időszámítás szerint a közönséges mechanika értelmében való merev test az, úgy hogy ha a test két pontja τ pillanatban \tilde{r}_1, \tilde{r}_2 helyen van, akkor

$$(\tilde{r}_2 - \tilde{r}_1)^2 \text{ változhatatlan.} \quad (146)$$

Mindjárt ki fog tűnni, hogy ez a meghatározás egyezésben van a viszonosság törvényével. Ha ugyanis olyan az (r, t) tér-időrendszer, hogy benne az (\tilde{r}, \tilde{t}) teridőrendszer a τ időszámítás értelmében

$$\frac{w_0}{\sqrt{1-w_0^2}} \equiv x_0 w_0 \quad (147)$$

állandó sebességgel haladó mozgásban van és az origója $t=0$ pillanatban egybeesett az (\tilde{r}, \tilde{t}) rendszer origójával, akkor (136)₂ és (66) szerint

$$\begin{aligned} \tilde{r} &= r - (n_0 r - t) x_0 w_0, & \left(n_0 \equiv \frac{x_0 w_0}{x_0 + 1} \right) \\ \tilde{t} &= x_0 (t - w_0 r). \end{aligned} \quad (148)$$

Ezek elsejéből

$$\tilde{r}_2 - \tilde{r}_1 = r_2 - r_1 - (n_0 r_2 - n_0 r_1 - t_2 + t_1) x_0 w_0. \quad (149)$$

Azonban $(r_2 r_1, t_2 - t_1) \sim (r, t)$, tehát (149) jobboldalának a négyzete (71)-ből láthatóan invariáns a LORENTZ-féle transzformációban:

$$\{r_2 - r_1 - (n_0 r_2 - n_0 r_1 - t_2 + t_1) x_0 w_0\}^2 = \text{Inv.} \quad (150)$$

Az a követelés tehát, hogy (150) az (r, t) rendszerben változhatatlan legyen, a viszonosság törvényével összefér. Ha pedig az előforduló sebességek (a melyek mindig a fénysebességhez

viszonyítvák) kicsinyek, akkor (136)₂-ből folyólag a (149) másodrendű kicsinyben különbözik $r_2 - r_1$ négyzetétől, tehát a merevségnek (150)-hoz fűződő definíciója másodrendű kicsinyenyl tér el a közönséges mechanika definíciójától.

2. Ha ∂t_2 időelemben az r_2 pont lehetséges elmozdulása (142) értelmében ∂r_2 és ∂t_1 időelemben az r_1 pont lehetséges elmozdulása (142) értelmében ∂r_1 , akkor a $d\tau$ időelemre szóló differenciálással, (150) változhatatlanságánál fogva

$$\begin{cases} r_2 - r_1 - (n_0 r_2 - n_0 r_1 - t_2 + t_1) x_0 w_0 \\ \partial r_2 - \partial r_1 - (n_0 \partial r_2 - n_0 \partial r_1 - \partial t_2 + \partial t_1) x_0 w_0 \end{cases} = 0. \quad (151)$$

Származásánál fogva ennek a baloldala is invariáns a LORENTZ-féle transzformációban, de (71)-ből is látható, hogy invariáns. A (149) alapján rövidebben írva:

$$(\tilde{r}_2 - \tilde{r}_1) (\partial \tilde{r}_2 - \partial \tilde{r}_1) = 0. \quad (151)_1$$

Ezen egyenlet paramétrumos megoldása pedig

$$\partial \tilde{r} = \partial \tilde{u} + [\tilde{r} \partial \tilde{u}], \quad (151)_2$$

a hol $\partial \tilde{u}$ és $\partial \tilde{u}$ csupán a τ időtől függő parametrumok, különben a test belsejében tetszésszerű vectorok, és ha szabad a test, akkor a határán is. Hogy a τ idő függvényei gyanánt jelentkeznek, az szükségképen következik abból, hogy már (146)-ban a test pontjainak a helyei a τ időszámítás értelmében egyidejűek.

Azonban (148)-ból

$$\begin{aligned} \partial \tilde{r} - (n_0 \partial \tilde{r}) w_0 &= \partial r - w_0 \partial t, \\ [\tilde{r} \partial \tilde{u}] - (n_0 [\tilde{r} \partial \tilde{u}]) w_0 &= \left[(r - l x_0 w_0) \frac{\partial \tilde{u} + (n_0 \partial \tilde{u}) x_0 w_0}{x_0} \right]. \end{aligned}$$

Ha tehát azt írjuk, hogy

$$\begin{aligned} \partial \tilde{u} - (n_0 \partial \tilde{u}) w_0 &\equiv \partial u, \\ \partial \tilde{u} + (n_0 \partial \tilde{u}) x_0 w_0 &\equiv x_0 \partial u, \end{aligned}$$

akkor (151)₂ kifejtett alakja gyanánt ezt kapjuk:

$$\partial r - w_0 \partial t = \partial u + [(r - l x_0 w_0) \partial u], \quad (152)$$

a hol (148) és (136)₂, illetőleg (142) értelmében:

$$\begin{aligned} \bar{t} &= x_0(t - w_0 r) = x_0 \left(\int_0^{\tau} k dt + w_0 r^0 - w_0 r \right) (= \text{Inv.}), \\ \partial t &= (\dot{r} \partial r) + \frac{d\tau}{k}. \end{aligned} \quad (152)_1$$

3. Minthogy (73) szerint $(\partial r - w_0 \partial t) \sim (r - w_0 t)$ és a \bar{t} kifejezése (85) meg (67) szerint invariáns, (73) és (67)₁ szerint

$$(r - \bar{t} x_0 w_0, t - \bar{t} x_0) \equiv (r - \bar{t} x_0 w_0, w_0 (r - \bar{t} x_0 w_0)) \sim (r, t).$$

Ebből és abból, hogy $(\partial r - w_0 \partial t) \sim (r - w_0 t)$, könnyen megállapítható már a (152) alatt ∂a és ∂u transformatiója. Még pedig az következik, hogy

$$(\partial a) \sim (r - w_0 t), \quad (x_0 \partial u, x_0 w_0 \partial u) \sim (r, t). \quad (152)_3$$

4. A tényleges mozgásra az következik (152) alól, hogy

$$dr - w_0 dt \equiv (\dot{r} - w_0) dt \equiv \left(\frac{dr}{d\tau} - k w_0 \right) d\tau = da + [r - \bar{t} x_0 w_0] du, \quad (153)$$

a hol a da és du vectorok a τ időtől függő paraméterumok.

A virtuális elmozdulásokra pedig (152) és (153) különbségén (144) és (145) alkalmazásával azt kapjuk, hogy ha

$$\partial a - da \equiv \delta a, \quad \partial u - du = \delta u$$

írjuk, akkor

$$\partial r + \left(\frac{dr}{d\tau} - k w_0 \right) \left(\frac{d\tau}{d\tau} \partial r \right) = \delta a + [(r - \bar{t} x_0 w_0) \delta u], \quad (154)$$

a hol a δa és δu vectorok τ függvényei. Minthogy pedig (153)-ban a da és du szükségképen úgy transformálódik, mint (152)-ben a ∂a és ∂u , vagyis (152)₃ módjára transformálódik, ennél fogva $\partial a - da$ és $\partial u - du$, azaz δa és δu szintén úgy transformálódik, mert a (152)₃ lineáris homogén transformatiókat jelent.

XIII. Esményi folyós test.

Minthogy

$$(\partial r, \partial t) \sim (r, t),$$

következőleg (109) nyomán

$$\frac{\partial}{\partial t}(\partial t) + \operatorname{div}(\partial r) = \operatorname{Inv}. \quad (153)$$

Fölteszem, hogy a (142) alatt

$$k(\partial t - \dot{r}\partial r) = d\tau \quad (154)$$

rendén gondolandó $d\tau$ időelemben mint a helytől független időelemben minden olyan kizavarások lehetségesek a testben, hogy a (153) alatt írt invariáns, ú. m.:

$$\frac{1}{k} \frac{d}{d\tau}(\partial t) - \dot{r} \operatorname{grad}(\partial t) + \operatorname{div}(\partial r) \quad (155)$$

azzal, hogy $\partial t = dt$, $\partial r = dr$ teszszük, nem változik meg. Írjuk fel a tényleges mozgásra is, azután vonjuk ki (155)-ből a tényleges mozgásra szóló kifejezést. A (144) és (145) alkalmazásával azt kapjuk, hogy

$$\frac{d(k^2 \dot{r} \partial r)}{k d\tau} + k^2(\dot{r} \partial r) \operatorname{div} \dot{r} + \operatorname{div} \partial r = 0. \quad (156)$$

Eszményi folyós testen olyan testet értek, a melynek a belseje alávethető a (156)-tól megengedett virtuális kizavarásoknak.

XIV. Eszményi rugalmas test.

1. Ugyanazon τ egyéni időben tekintve egy «rugalmas» test elemi részeit is, (136)₂ alól

$$t = r^0 w^0 + \int_0^\tau k d\tau.$$

Másfelől képzeljünk egy merev pontrendszert (XII. értelmében), a melyet a rugalmas test törzsének nevezzünk és ennek az összes pontjait szintén a τ pillanatban tekintve, egy pontjának a helye r_m legyen a megfelelő t_m pillanatban, úgy hogy

$$t_m = r_m^0 w_m^0 + \int_0^\tau k_m d\tau.$$

A rugalmas test egy pontjának a helyét r jelentvén, írjuk, hogy

$$r = r_m + \check{r}. \quad (157)$$

Fölteszem, hogy minden r -hez tartozik olyan r_m , hogy

$$r^0 = r_m^0, \quad w^0 = w_m^0 \quad (157)_1$$

és hogy \check{r} , valamint $d\check{r} : d\tau$ is végtelen kicsiny.

A (157)₁-nél fogva

$$t - t_m = \int_0^{\check{r}} (k - k_m) d\tau.$$

Ámde

$$k - k_m \equiv \frac{k^2 - k_m^2}{k + k_m} = 2 \frac{dx_m}{d\tau} \frac{d\check{r}}{d\tau} : 2k_m = \frac{dx_m}{dt_m} \frac{d\check{r}}{d\tau}.$$

Arra az esetre szorítkozom, hogy a merev törzs csak haladó mozgást végezhet az (r, t) téridőrendszerben, és pedig csak állandó sebességgel valót végezhet valamely kényszerviszonyok következtében, mihez képest

$$\frac{dx_m}{dt_m} \equiv w_0 = \text{const.} \quad (157)_2$$

és más nem is lehet. E szerint és az előbbi meghatározás szerint

$$t - t_m = w_0 \check{r}. \quad (157)_3$$

Ebből kifejlik \check{r} transzformációja: minthogy $(x_m, t_m) \sim (r, t)$, akkor $(r - r_m, t - t_m) \sim (r, t)$, tehát

$$(\check{r}, w_0 \check{r}) \sim (r, t). \quad (158)$$

A mi \check{r} lehetséges elemi megváltozásának, $\partial\check{r}$ -nek a transzformációját illeti, kitűnik (158)-ből, hogy ugyancsak

$$(\partial\check{r}, w_0 \partial\check{r}) \sim (r, t). \quad (159)$$

De $\partial\check{r}$ kifejezhető úgy is, mint r virtuális megváltozásának, ∂r -nek a vonalas homogén függvénye. Ugyanis

$$\partial\check{r} \equiv \partial r - \partial r_m \equiv (\partial r - \check{r} \partial t) + (\check{r} \partial t - \partial r_m).$$

Azonban a merev törzsben ∂r_m csak $= dx_m = w_0 dt$ lehet, tehát

$$\partial\check{r} \equiv (\partial r - \check{r} \partial t) + w_0 (\partial t - dt) + \check{r} \partial t.$$

A (144) és (145) alkalmazásával és másodrendű végtelen kicsinyek elhanyagolásával

$$\begin{aligned} \partial\check{r} &= \partial r + k_0^2 (w_0 \partial r) w_0, & (k_0 \equiv 1 : \sqrt{1-w_0^2}) \\ \partial r &= \partial\check{r} - (w_0 \partial\check{r}) w_0. \end{aligned} \quad (160)$$

Ha pedig

$$\check{r} - (w_0 \check{r}) w_0 \equiv \check{r} \quad (161)$$

írjuk, akkor (158)-ból folyólag (73) szerint

$$(\check{r}) \sim (r - w_0 t), \quad (162)$$

valamint (160) nyomán (161) és (162) rendén

$$(\partial r) = (\partial\check{r} - (w_0 \partial\check{r}) w_0) \sim (r - w_0 t), \quad (163)$$

amikor különben (138)-ból is következik a miatt, hogy $\check{r} - w_0 = \check{r}$ a föltevés szerint végtelen kicsiny. Vegyük még figyelembe, hogy (162)-ből, illetőleg (163)-ból (85) és (83) értelmében

$$(k_0 [w_0 \check{r}], k_0 \check{r}) \sim (k_0 [w_0 \partial r], k_0 \partial r) \sim (r_{12}, t_{12}) \quad (164)$$

következik.

2. Ezek előrebocsátása után vegyük számba, hogy (164) és (107) meg (80) folytán

$$\left(\text{rot } k_0 \check{r} - \frac{\partial k_0 [\check{r} w_0]}{\partial t}, \text{div } k_0 [\check{r} w_0] \right) \sim (r, t),$$

tehát (67) szerint

$$I_1 \equiv \left(\text{rot } k_0 \check{r} - \frac{\partial k_0 [\check{r} w_0]}{\partial t} \right)^2 - (\text{div } k_0 [\check{r} w_0])^2 = \text{Inv.} \quad (165)_1$$

Másfelől (158) és (106), illetőleg (109) értelmében

$$\begin{aligned} I_2 \equiv \sum_p^{x, y, z} \left\{ \left(\frac{\partial \check{r}}{\partial p} \right)^2 - \left(\frac{\partial (w_0 \check{r})}{\partial p} \right)^2 \right\} - \\ - \left\{ \left(\frac{\partial \check{r}}{\partial t} \right)^2 - \left(\frac{\partial (w_0 \check{r})}{\partial t} \right)^2 \right\} = \text{Inv.}, \end{aligned} \quad (165)_2$$

$$I_3 \equiv \left\{ \frac{\partial (w_0 \check{r})}{\partial t} + \text{div } \check{r} \right\}^2 = \text{Inv.} \quad (165)_3$$

Olyan kényszert rovak ki a test belső pontjaira, hogy invariáns H és K constansok szerint a test belsejében

$$\int_{-\infty}^{\infty} \{S(HI_1 - 2HI_2 + KI_3) Dm\} d\tau = \text{const},$$

legyen, azaz minden lehetséges \check{r} -hez ugyanaz legyen az értéke. Akkor

$$\int_{-\infty}^{\infty} \{S(H\partial I_1 - 2H\partial I_2 + K\partial I_3) Dm\} d\tau = 0 \quad (166)$$

oly módon határozza meg az ideális rugalmas test kényszerét, hogy, ha csak igen kis sebességek fordulnak elő (t. i. a fénysebességhez mérten), akkor másodrendű kis eltérésekkel a közönséges mechanika klasszikus rugalmassági egyenletei kerülnek elő (166) alapján, illetőleg (160) segítségével (166) mint virtuális kényszer alapján.

XV. Érintkezési kényszer.

1. Két test érintkezési rétegében a τ invariáns időszámítás szerint egyidejű pontokkal gondolt materiális fölületen O pontból két szomszédos pontba nyuló materiális elemi vectorok legyenek Dr_I és Dr_{II} s az O ponthoz τ pillanatban a t időszámítás szerint t pillanat tartozzék. A Dr_I és Dr_{II} vector tangentiális irányú. Azt irván pedig a VII. czikk 20. pontjának értelmében, hogy

$$Dr_I \text{ grad } t \equiv Dt_I, \quad Dr_{II} \text{ grad } t \equiv Dt_{II}, \quad (167)$$

a két elemi vector transformatióját (89) módjára

$$(Dr_I, Dt_I) \sim (Dr_{II}, Dt_{II}) \sim (r, t) \quad (168)$$

határozza meg. Következöleg (79) és (80) alapján

$$[Dr_{II} Dr_I], \quad Dt_I Dr_{II} - Dt_{II} Dr_I \sim (t_{12}, r_{12}). \quad (169)$$

Ha továbbá az O pontnak mint az egyik testhez tartozónak a sebessége \check{r}_1 és mint a másikkhoz tartozónak \check{r}_2 a sebessége a t időszámítás szerint és

$$1 : \sqrt{1 - \dot{r}_1^2} \equiv k_1, \quad 1 : \sqrt{1 - \dot{r}_2^2} \equiv k_2, \quad (170)$$

akkor a τ közös időszámítás szerint $k_1 \dot{r}_1$ és $k_2 \dot{r}_2$ jelenti az O helyen a sebességeket. A virtuális elmozdulásokat pedig O helyen az egyik testben δr_1 a másikban δr_2 jelentvén, (138), (85), (83), (80) és (81) alapján

$$(k_2 \delta r_2 - k_1 \delta r_1, k_2 [\dot{r}_2 \delta r_2] - k_1 [\dot{r}_1 \delta r_1]) \sim (t_{12}, r_{12}). \quad (171)$$

2. Azt követelvén már most, hogy

$$[Dr_{II} Dr_I] (k_2 \delta r_2 - k_1 \delta r_1) - (Dt_I Dr_{II} - Dt_{II} Dr_I) (k_2 [\dot{r}_2 \delta r_2] - k_1 [\dot{r}_1 \delta r_1]) \geq 0 \quad (172)$$

legyen, ezen egyenlőtlenség baloldala (169), (171) és (81) értelmében invariáns a LORENTZ-féle transformatióban.

Abban a föltevésben tehát, hogy a két érintkező test nem hatolhat egymásba, de nem is surlódik, és azon rendelkezéssel, hogy a normális irányú $[Dr_{II} Dr_I]$ vector az 1 indexes testből a 2 indexesbe mutasson, ezen egyenlőtlenség a viszonyosság törvényével egyezően tekinthető az érintkezés virtuális kényszerének. Ha pedig az 1 indexes test merev és virtuálisan nem mozgatható (úgy hogy reá alkalmazván a (154)-et, $\delta a = 0$, $\delta u = 0$), akkor a másik test vele való érintkezésének a virtuális kényszerét a viszonyosság törvényével megférően

$$[Dr_{II} Dr_I] k_2 \delta r_2 - (Dt_I Dr_{II} - Dt_{II} Dr_I) k_2 [\dot{r}_2 \delta r_2] \geq 0 \quad (173)$$

fejezi ki.

Átosztván egyenlőtlenségeinket a (81) szerint invariáns

$$[Dr_{II} Dr_I]^2 - (Dt_I Dr_{II} - Dt_{II} Dr_I)^2$$

scaláris pozitív négyzetgyökével, baloldalaik invariánsok maradnak és együtthatóik véges nagygyá válnak.

A MAGASABBFOKÚ KONGRUENCIÁK ELMÉLETÉBŐL.

RADOS GUSZTÁV r. tagtól.

Jelen értekezésemben néhány tételt óhajtok közölni, mely a magasabbfokú kongruenciák elméletében felmerülő oly kérdésekre hozza meg a választ, a melyek — azt hiszem — némi érdeklődésre tarthatnak számot. E tételeknek egy részét már ismételtén tárgyaltam a kir. József-műegyetemen tartott számelméleti előadásaimban, de ez a körülmény talán nem teszi feleslegessé közzétételüket.

Az a kérdés, hogy két algebrai egyenletnek vajjon van-e közös gyöke, a két egyenlet többtagújának resultansa segítségével mindenkor elintézhető. Nem úgy áll a dolog, ha kongruenciák közös gyökeinek létezését kutatjuk. Így például arra, hogy az

$$\begin{aligned} f(x) &\equiv a_0x^m + a_1x^{m-1} + \dots + a_{m-1}x + a_m \equiv 0 \\ g(x) &\equiv b_0x^n + b_1x^{n-1} + \dots + b_{n-1}x + b_n \equiv 0 \end{aligned} \pmod{p}$$

p törzsszám-modulusra vonatkozó kongruenciáknak közös gyökük legyen, szükséges ugyan, hogy $f(x)$ és $g(x)$ resultansa $(\text{mod. } p)$ zérussal kongruens legyen, de ez magában véve még nem elegendő. Ugy hogy ezideig még ismeretlenek oly feltételek, melyek két kongruenciára vonatkozóan közös gyöknek létezésére szükségesek és egyszersmind elegendők volnának. Ilyen természetű feltételeknek felállítása képezi a jelen dolgozat egyik tárgyát. Ezekből mint mellékeredmény ki fognak adódni a szükséges és elegendő feltételei annak is, hogy a törzsszám-modulusra vonatkozó kongruenciának többszörös gyöke legyen.

A kifejtendő tételek másik csoportja oly kongruenciákra vonatkozik, melyeknek modulusa törzsszám hatványa.

Tudjuk, hogy tetszésszerint összetett modulusra vonatkozó magasabbfokú kongruencia tárgyalása mindig visszavezethető oly kongruenciák tárgyalására, melyeknek modulusa törzsszám hatványa. Ha például megoldandó az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{m}$$

és m törzstényezős előállítás

$$m = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots p_r^{\alpha_r},$$

akkor ez adott kongruencia teljes megoldása visszavezethető az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p_i^{\alpha_i}} \\ (i=1, 2, \dots, r).$$

r számú kongruencia teljes megoldására. Ha ugyanis az utóbbi kongruenciák megoldásai

$$a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, \dots, a_{j_i}^{(i)}, \dots, a_{v_i}^{(i)} \\ (i=1, 2, \dots, r)$$

és ξ_i -t úgy választjuk, hogy

$$\frac{m}{p_i^{\alpha_i}} \xi_i \equiv 1 \pmod{p_i^{\alpha_i}} \\ (i=1, 2, \dots, r)$$

legyen, akkor — mint ismeretes — a megadott és az m összetett modulusra vonatkozó kongruencia összes inkongruens gyökei az

$$x \equiv \frac{m}{p_1^{\alpha_1}} \xi_1 a_{j_1}^{v_1} \dots \frac{m}{p_2^{\alpha_2}} \xi_2 a_{j_2}^{v_2} \dots \dots \frac{m}{p_r^{\alpha_r}} \xi_r a_{j_r}^{v_r} \pmod{m} \\ (j_1=1, 2, \dots, v_1; j_2=1, 2, \dots, v_2; \dots; j_r=1, 2, \dots, v_r)$$

képletből folynak, a mely tehát $v_1 v_2 \dots v_r$ számú különböző gyököt szolgáltat.

A jelen értekezés folyamán még részletesen ki fogom mutatni, hogy törzsszámhatványú modulusra vonatkozó kongruencia

megoldása mindenkor oly kongruencia megoldására vezethető vissza, melynek modulusa törzsszám első hatványa. De már e helyen akarok oly különbségre utalni, a mely törzsszámhatványú modulusra vonatkozó kongruenciák és oly kongruenciák között mutatkozik, melyeknek modulusa törzsszám első hatványa. A míg ugyanis az utóbbi osztályba tartozó kongruenciák különböző gyökeiknek száma fokszámukat sohasem multhatja felül, addig oly modulus esetében, mely törzsszámnak elsónél magasabb hatványa, lehetséges, hogy a gyökök száma a kongruencia fokszámánál nagyobb lesz. De dolgozatom egyik eredménye épen annak a kimutatásában áll, hogy ez kiveteles jelenség, mely adott kongruencia-polynom mellett (általánosságban) csak néhány singularis törzsszám hatványaiból alakult modulusok esetében fog bekövetkezhetni.

Befejezésül még egy oly tételt mutatok be, mely bizonyos algebrai egyenlet es egy segítségével képezett kongruencia megoldása közötti kapcsolatot mutatja.

I. Közös kongruenciagyök létezésének feltételei.

Ha az

$$\begin{aligned} f(x) &\equiv a_0x^m + a_1x^{m-1} + \dots + a_m \equiv 0 \\ g(x) &\equiv b_0x^n + b_1x^{n-1} + \dots + b_n \equiv 0 \end{aligned} \pmod{p}$$

kongruenciáknak van közös gyökük és ez $x \equiv a$, akkor épen úgy, mint az algebrai egyenletek elméletében a SYLVESTER-féle dialytikus eljárásnál, itt is az

$$\begin{aligned} a^{n-1} &\equiv f(a) \equiv 0, \quad a^{n-2}f(a) \equiv 0, \dots, \quad a^0f(a) \equiv 0 \\ a^{m-1} &\equiv g(a) \equiv 0, \quad a^{m-2}g(a) \equiv 0, \dots, \quad a^0g(a) \equiv 0 \end{aligned} \pmod{p}$$

kongruenciákból, melyek az

$$a^{m+n-1}, a^{m+n-2}, \dots, a^1, a^0$$

hatványokra nézve homogén lineár kongruencia-rendszert szolgáltatnak, következik, hogy az

$$R = \text{Res.}(f(x), g(x)) = \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & \dots & a_m & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & a_0 & \cdot & \cdot & \dots & a_m \\ b_0 & b_1 & \dots & b_n & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & b_0 & b_1 & \dots & b_n \end{vmatrix}$$

resultáns mod. p zérussal kongruens. Ha tehát a két kongruenciának van közös gyöke, a resultáns osztható p -vel, úgy hogy az

$$R = \text{Res.}(f(x), g(x)) \equiv 0 \pmod{p}$$

feltétel a közös gyök létezésének szükséges feltétele. De közvetlenül belátható, hogy ez a feltétel magában véve még nem elegendő arra, hogy a két kongruenciának valóban közös gyöke legyen. Mindazonáltal már magából ebből a szükséges feltételből is fontos következtetést vonhatunk le. Ha ugyanis az $f(x)$ és $g(x)$ függvények resultansa nem azonosan zérus, azaz az $f(x)$ és $g(x)$ a szó algebrai értelmében relatív primfüggvények, az

$$R \equiv 0 \pmod{p}$$

feltételt csak végeszámú p törzsszám elégítheti ki, a miből a következő tétel foly:

1. Tétel. *Ha $f(x)$ és $g(x)$ egymáshoz képest relatív primek, akkor csak végeszámú modulus van, a melyre nézve az*

$$\begin{aligned} f(x) &\equiv 0 \\ g(x) &\equiv 0 \end{aligned} \pmod{p}$$

kongruenciák közös gyökkel kielégíthetők.

Ha $g(x)$ -et úgy választjuk, hogy $f(x)$ első differenciálhányadosával, $f(x)$ -szel azonos legyen, folyományként még ezt a tételt is kimondhatjuk:

2. Tétel. *Ha $f(x)$ és $f'(x)$ relatív primfüggvények, akkor az*

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciának csak végeszámú törzs-modulusra nézve lehet többszörös gyöke.

Ezek után most már áttérünk arra, hogy kifejtsük azokat a feltételeket, melyek szükségesek és egyszersmind elegendők is arra, hogy két megadott kongruenciának közös gyöke legyen.

Mivel az $x \equiv 0$ mint közös gyök közvetlenül felismerhető, csak a p törzsszám-modulusra vonatkozóan a zérustól különböző közös gyököket kutatjuk. De ekkor a kongruenciákat a következő alakban vehetjük fel:¹

$$\begin{aligned} f(x) &\equiv a_0 x^{p-2} + a_1 x^{p-3} + \dots + a_{p-2} \equiv 0 \\ g(x) &\equiv b_0 x^{p-2} + b_1 x^{p-3} + \dots + b_{p-2} \equiv 0 \end{aligned} \pmod{p}. \quad (1)$$

Felteszszük, hogy e kongruenciáknak van közös gyökük és kérdezzük, hogy ez a körülmény milyen feltételeket szab meg e kongruenciák együtthatóira nézve. Mindenesetre közvetlenül világos, hogy e közös gyök (mely feltevésünk szerint \pmod{p} a zérustól különbözik) ki fogja elégíteni az összes

$$uf(x) + g(x) \equiv 0 \pmod{p} \\ (u=0, 1, 2, \dots, p-1)$$

kongruenciákat is. De az

$$uf(x) + g(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciának — a mint ezt a fent idézett K. dolgozatomban részletesen kimutattam — a zérustól különböző gyöke akkor és csak akkor lesz, ha

$$\begin{aligned} \Phi(u) &\equiv \begin{vmatrix} a_0 u + b_0 & a_1 u + b_1 & \dots & a_{p-2} u + b_{p-2} \\ a_1 u + b_1 & a_2 u + b_2 & \dots & a_0 u + b_0 \\ \vdots & & & \\ a_{p-2} u + b_{p-2} & a_0 u + b_0 & \dots & a_{p-3} u + b_{p-3} \end{vmatrix} \equiv \\ &\equiv R_0 u^{p-1} + R_1 u^{p-2} + \dots + R_{p-2} u + R_{p-1} \equiv 0 \pmod{p}. \end{aligned}$$

Ha tehát az (1) alatti kongruenciáknak van közös gyökük, akkor a

$$\Phi(u) \equiv R_0 u^{p-1} + R_1 u^{p-2} + \dots + R_{p-2} u + R_{p-1} \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciát, melynek együtthatói az a és b együtthatóknak racionális egész kifejezései, az

¹ Lásd «A felsőbbfokú kongruenciák elméletéhez» című dolgozatomban, Math. és Természett. Értesítő I. k. 296. l. (1883), továbbá «Zur Theorie der Congruenzen höheren Grades» című dolgozatomban, Journal für die reine und angewandte Mathematik, 99. k. 258. l. E dolgozatokat röviden K. betűvel fogom idézni.

$$u \equiv 0, 1, 2, \dots, p-1 \pmod{p}$$

értékek mindannyian kielégítik s mivel ezeknek száma p e kongruencia fokszámát felülmulja, kell, hogy

$$R_0 \equiv 0, R_1 \equiv 0, \dots, R_{p-1} \equiv 0 \pmod{p} \quad (\text{I})$$

legyen. E feltételek tehát a közös gyök létezésének *szükséges feltételei*.

Hogy ez (I) feltételek a közös gyök létezésére egyszersmind *elegendők* is, a következő egyszerű megfontolásokból derül ki. Tegyük fel, hogy az (I) feltételek mindannyian teljesülnek. Ekkor a $\Phi(u)$ -val jelölt determináns az u -nak

$$u \equiv 0, 1, 2, \dots, p-1 \pmod{p}$$

értékei mindegyikére nézve zérussal lévén kongruens, az

$$u'f(x) + g(x) \equiv 0 \pmod{p} \quad (\text{2})$$

($u=0, 1, 2, \dots, p-1$)

kongruenciák mindegyikének lesz a zérustól különböző gyöke. De mivel a (2) alatti kongruenciák száma p , a zérustól különböző számok számát, a $(p-1)$ -et, felülmulja, a (2) alatti kongruenciák között legalább két olyannak kell lennie, melyet egy és ugyanaz a zérustól különböző ξ szám kielégít. Ha ezek

$$\begin{aligned} u'f(x) + g(x) &\equiv 0 \\ u''f(x) + g(x) &\equiv 0 \end{aligned} \pmod{p},$$

akkor az

$$\begin{aligned} u'f(\xi) + g(\xi) &\equiv 0 \\ u''f(\xi) + g(\xi) &\equiv 0 \end{aligned} \pmod{p}$$

azonos kongruenciákból, mivel

$$\begin{vmatrix} u' & 1 \\ u'' & 1 \end{vmatrix} \not\equiv 0 \pmod{p},$$

tüstént következik, hogy

$$f(\xi) \equiv 0, \quad g(\xi) \equiv 0 \pmod{p},$$

azaz, hogy ξ az (1) alatti kongruenciáknak közös gyöke.

És így a következő tételt nyertük:

3. Tétel. Arra, hogy az

$$f(x) \equiv 0, \quad g(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciáknak közös gyökük legyen, szükséges és elegendő, hogy az

$$R_0 \equiv 0, R_1 \equiv 0, \dots, R_{p-1} \equiv 0 \pmod{p}$$

feltételek teljesüljenek.

Az (I) feltételeket explicite is könnyen kiirhatjuk. Ha az

$$\begin{vmatrix} a_0 & a_1 & \dots & a_{p-2} \\ a_1 & a_2 & \dots & a_0 \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{p-2} & a_0 & \dots & a_{p-3} \end{vmatrix} \quad \text{és} \quad \begin{vmatrix} b_0 & b_1 & \dots & b_{p-2} \\ b_1 & b_2 & \dots & b_0 \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ b_{p-2} & b_0 & \dots & b_{p-3} \end{vmatrix}$$

matrixok oszlopainak jelölésére mindenkor az illető oszlop első elemét használjuk fel (hiszen ez ezt az oszlopot már teljesen meghatározza), akkor

$$\begin{aligned} R_0 &= |a_0, a_1, \dots, a_{p-2}| \\ R_1 &= \sum_{(i_1)} |a_0, a_1, \dots, a_{i_1-1}, b_{i_1}, a_{i_1+1}, \dots, a_{p-2}| \\ R_2 &= \sum_{(i_1, i_2)} |a_0, a_1, \dots, a_{i_1-1}, b_{i_1}, a_{i_1+1}, \dots, a_{i_2-1}, b_{i_2}, a_{i_2+1}, \dots, a_{p-2}| \\ &\dots \\ R_k &= \sum_{(i_1, i_2, \dots, i_k)} |a_0, a_1, \dots, a_{i_1-1}, b_{i_1}, a_{i_1+1}, \dots, a_{i_k-1}, b_{i_k}, a_{i_k+1}, \dots, a_{p-2}| \\ &\dots \\ R_{p-1} &= |b_0, b_1, \dots, b_{p-1}|, \end{aligned}$$

a hol az R_k összeg tagjai úgy adódnak, hogy

$$i_1, i_2, \dots, i_k$$

helyébe rendre a

$$0, 1, 2, \dots, p-2$$

elemeknek ismétlés nélkül való k -adosztályú kombinációit helyettesítjük,

$$a_0, a_1, \dots, a_{i_1-1}, b_{i_1}, a_{i_1+1}, \dots, a_{i_k-1}, b_{i_k}, a_{i_k+1}, \dots, a_{p-2}|$$

pedig azt a $(p-1)$ -edfokú determinánst jelenti, mely az

$$a_0, a_1, \dots, a_{i_1-1}, b_{i_1}, a_{i_1+1}, \dots, a_{i_k-1}, b_{i_k}, a_{i_k+1}, \dots, a_{p-2}$$

első elemeikből meghatározott oszlopokat tartalmazza.

Így például a szükséges és elegendő feltételei annak, hogy az

$$\begin{aligned} f(x) &\equiv a_0x^3 + a_1x^2 + a_2 + a_3 \equiv 0 \pmod{5} \\ g(x) &\equiv b_0x^3 + b_1x^2 + b_2 + b_3 \equiv 0 \pmod{5} \end{aligned}$$

kongruenciáknak közös gyökük legyen, a következők:

$$\begin{aligned} R_0 &\equiv \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_0 \\ a_2 & a_3 & a_0 & a_1 \\ a_3 & a_0 & a_1 & a_2 \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{5}, \\ R_1 &\equiv \begin{vmatrix} b_0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & a_2 & a_3 & a_0 \\ b_2 & a_3 & a_0 & a_1 \\ b_3 & a_0 & a_1 & a_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_0 & b_1 & a_2 & a_3 \\ a_1 & b_2 & a_3 & a_0 \\ a_2 & b_3 & a_0 & a_1 \\ a_3 & b_0 & a_1 & a_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & b_2 & a_3 \\ a_1 & a_2 & b_3 & a_0 \\ a_2 & a_3 & b_0 & a_1 \\ a_3 & a_0 & b_1 & a_2 \end{vmatrix} + \\ &\quad + \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & a_2 & b_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 & b_0 \\ a_2 & a_3 & a_0 & b_1 \\ a_3 & a_0 & a_1 & b_2 \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{p}, \\ R_2 &\equiv \begin{vmatrix} b_0 & b_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & a_3 & a_0 \\ b_2 & b_3 & a_0 & a_1 \\ b_3 & b_0 & a_1 & a_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} b_0 & a_1 & b_2 & a_3 \\ b_1 & a_2 & b_3 & a_0 \\ b_2 & a_3 & b_0 & a_1 \\ b_3 & a_0 & b_1 & a_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} b_0 & a_1 & a_2 & b_3 \\ b_1 & a_2 & a_3 & b_0 \\ b_2 & a_3 & a_0 & b_1 \\ b_3 & a_0 & a_1 & b_2 \end{vmatrix} + \\ &\quad + \begin{vmatrix} a_0 & b_1 & b_2 & a_3 \\ a_1 & b_2 & b_3 & a_0 \\ a_2 & b_3 & b_0 & a_1 \\ a_3 & b_0 & b_1 & a_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_0 & b_1 & a_2 & b_3 \\ a_1 & b_2 & a_3 & b_0 \\ a_2 & b_3 & a_0 & b_1 \\ a_3 & b_0 & a_1 & b_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & b_2 & b_3 \\ a_1 & a_2 & b_3 & b_0 \\ a_2 & a_3 & b_0 & b_1 \\ a_3 & a_0 & b_1 & b_2 \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{p}, \\ R_3 &\equiv \begin{vmatrix} b_0 & b_1 & b_2 & b_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_0 \\ b_2 & b_3 & b_0 & b_1 \\ b_3 & b_0 & b_1 & b_2 \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{5}. \end{aligned}$$

Ha a 3. tételben a $g(x)$ helyébe a

$$g(x) \equiv \frac{df(x)}{dx}$$

függvényt írjuk, akkor az e tétel bebizonyításában szerepelt $\Phi(u)$ helyébe a következő függvény lép:

$$\begin{aligned} & \Phi_1(u) \equiv \\ & \left| \begin{array}{cccc} a_0 u & a_1 u + (p-1) a_0 & a_2 u + (p-2) a_1 & \dots & a_{p-2} u + a_{p-3} \\ a_1 u + (p-1) a_0 & a_2 u + (p-2) a_1 & a_3 u + (p-3) a_2 & \dots & a_0 u \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{p-1} u + a_{p-3} & a_0 u & a_1 u + (p-1) a_0 & \dots & a_{p-3} u + 2a_{p-4} \end{array} \right| \equiv \\ & \equiv D_0 u^{p-2} + D_1 u^{p-3} + \dots + D_{p-2}, \end{aligned}$$

úgy hogy a következő tétel adódik:

4. Tétel. *Arra, hogy az*

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciának többszörös gyöke legyen, szükséges és elegendő, hogy a

$$D_0 \equiv 0, D_1 \equiv 0, \dots, D_{p-2} \equiv 0 \pmod{p} \quad (\text{II})$$

feltételek teljesüljenek.

Világos, hogy a (II) feltételek ép oly könnyen írhatók ki explicite, mint az (I) alattiak.

Végül még megjegyezzük, hogy ugyanazzal a módszerrel, a melylyel a 3. tételt kaptuk, kifejtethetjük még annak is a szükséges és elegendő feltételeit, hogy bárhány kongruenciának közös gyöke legyen.

Részint azért, hogy tárgyalásaimat konkrét esethez fűzzem, részint pedig írásbeli hosszadalmasságok elkerülése végett, tárgyalásaimat arra az esetre mutatom be, midőn a kongruenciák száma *három*, bár kiemelem, hogy bárhány kongruencia esetében szakasztott ugyanezen a módon juthatunk célhoz. Legyen az adott három kongruencia a következő:

$$\begin{aligned} f(x) & \equiv a_0 x^{p-2} + a_1 x^{p-3} + \dots + a_{p-2} \equiv 0 \\ g(x) & \equiv b_0 x^{p-2} + b_1 x^{p-3} + \dots + b_{p-2} \equiv 0 \pmod{p}. \quad (\text{I}^*) \\ h(x) & \equiv c_0 x^{p-2} + c_1 x^{p-3} + \dots + c_{p-2} \equiv 0 \end{aligned}$$

Ha ismét felteszszük, hogy ezeknek van a zérustól különböző gyökük, akkor bizonyos, hogy ez ki fogja elégíteni az

$$uf(x) + vg(x) + h(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

($u, v=0, 1, 2, \dots, p-1$)

p^2 számú kongruenciák mindegyikét. De akkor megint a (K) alatt idézett dolgozatomban bebizonyított tételnél fogva kell, hogy a

$$\Phi(u, v) \equiv \begin{vmatrix} a_0u + b_0v + c_0 & \dots & a_{p-2}u + b_{p-2}v + c_{p-2} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{p-2}u + b_{p-2}v + c_{p-2} & \dots & a_{p-3}u + b_{p-3}v + c_{p-3} \end{vmatrix} \equiv$$

$$\equiv \sum_{k=0}^{p-1} (R_{k0}u^k + R_{k1}u^{k-1}v + \dots + R_{kk}v^k) \equiv 0 \pmod{p}$$

legyen, még pedig az összes

$$(u = k, v = l)$$

($k=0, 1, 2, \dots, p-1; v=0, 1, 2, \dots, p-1$)

értékrendszerek mellett. De mivel a

$$\Phi(u, v) \equiv 0 \pmod{p}$$

fokszáma $p-1$, ez — mint könnyen kimutatható — a p^2 számú (k, l) értékrendszerrel csak akkor elégíthető ki, ha az összes

$$R_{k0} \equiv 0, R_{k1} \equiv 0, \dots, R_{kk} \equiv 0 \pmod{p} \quad (\text{I}^*)$$

($k=0, 1, 2, \dots, p-1$)

feltételek teljesülnek. Ezek tehát a közös gyök létezésének *szükséges feltételei*.

Hogy arra elegendők is, így mutatható ki. Tegyük fel, hogy az összes (I*) feltételek ki vannak elégítve. Mivel ekkor a $\Phi(u, v)$ -vel jelölt determináns az u, v határozatlanok minden értékrendszere mellett zérussal kongruens, a 3. tételhez fűzött tárgyalásaink értelmében az

$$f(x) \equiv 0, vh(x) + g(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciák v minden értéke mellett a zérustól különböző közös gyökkel kielégíthetők. Mivel pedig az

$$f(x) \equiv 0, vh(x) + g(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

($v=0, 1, \dots, p-1$)

kongruenzia-párok száma p a $(\text{mod. } p)$ zérustól különböző számok számát, $(p-1)$ -et felülmulja, kell hogy e p számú kon-

gruenczia-pár közül legalább két párjára ugyanaz a ξ közös gyök essék, úgy hogy

$$f(\xi) \equiv 0, v' g(\xi) + h(\xi) \equiv 0 \pmod{p}$$

és egyszersmind

$$f(\xi) \equiv 0, v'' g(\xi) + h(\xi) \equiv 0 \pmod{p},$$

$(v'' \neq v')$

de ebből már következik, hogy

$$f(\xi) \equiv 0, g(\xi) \equiv 0, h(\xi) \equiv 0 \pmod{p},$$

azaz az (1*) kongruenciáknak csakugyan van közös gyökük.

A talált tétel a következő:

5. Tétel. *Arra, hogy az*

$$f(x) \equiv 0, g(x) \equiv 0, h(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciáknak a zérustól különböző közös gyökük legyen, szükséges és elegendő, hogy a

$$R_{k0} \equiv 0, R_{k1} \equiv 0, \dots, R_{kk} \equiv 0 \pmod{p}$$

$(k=0, 1, \dots, p-1)$

feltételek teljesüljenek.

Ha ismét a $g(x)$ -et és $h(x)$ -et specziálisan úgy választjuk, hogy

$$g(x) \equiv \frac{df(x)}{dx}, \quad h(x) \equiv \frac{d^2f(x)}{dx^2}$$

legyen, akkor az (I*) feltételek olyanokba mennek át, melyek szükségesek és elegendők arra, hogy az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciának olyan gyöke legyen, melynek multiplicitása legalább hárommal egyenlő.

II. Törzsszám-hatvány modulusra vonatkozó kongruenciák.

Legyen adva az

$$f(x) \equiv a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_n \equiv 0 \pmod{p^k} \quad (1)$$

$(k \geq 2)$

kongruencia. Közvetlenül világos, hogy ennek minden gyöke kielégíti egyszermind az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p^{k-1}} \quad (2)$$

kongruenciát is. Ha tehát a (2) alatti kongruenciának nincsen gyöke, az (1) alattinak sincsen megoldása. Ha ellenben (2)-nek vannak gyökei és ezek

$$a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_r,$$

akkor (1)-nek gyökei, ha ilyenek egyáltalában vannak, az

$$a_1 + p^{k-1}y, a_2 + p^{k-1}y, \dots, a_r + p^{k-1}y \\ (y=0, 1, 2, \dots)$$

számtani haladványok tagjai között fordulnak elő. Azt kérdezzük most, hogy miként kell y -t meghatározni, hogy

$$a_i + p^{k-1}y$$

az (1) alatti kongruenciát kielégítse. Erre elegendő, hogy y az

$$f(a_i + p^{k-1}y) \equiv f(a_i) + p^{k-1} \frac{f'(a_i)}{1!} y + p^{2k-2} \frac{f''(a_i)}{2!} y^2 + \dots + \\ + p^{nk-n} \frac{f^{(n)}(a_i)}{n!} y^n \equiv 0 \pmod{p^k}$$

kongruenciát kielégítse, a mely, mivel

$$k \geq 2,$$

így is írható

$$f(a_i + p^{k-1}y) \equiv f(a_i) + p^{k-1} y f'(a_i) \equiv 0 \pmod{p^k},$$

mert a TAYLOR-kifejtésből minden a második tagot követő tag elhagyható.

A kérdés tehát a

$$p^{k-1} f'(a_i) y \equiv -f(a_i) \pmod{p^k} \quad (3)$$

elsőfokú kongruencia megoldására van visszavezetve, melyben y az ismeretlen.

A tárgyalás e ponton ketté ágazik, a szerint, a mint $p^{k-1} f'(a_i)$ és p^k legnagyobb közös osztója

$$(p^{k-1} f'(a_i), p^k) = p^{k-1} \quad (I)$$

vagy

$$(p^{k-1}f'(a_i), p^k) = p^k. \quad (\text{II})$$

Az (I) esetben a (3) kongruencia megoldásai ki fogják elégíteni a

$$f'(a_i)v \equiv -\frac{f(a_i)}{p^{k-1}} \pmod{p} \quad (4)$$

elsőfokú kongruenciát, melynek egy és csak egy megoldása van

$$v \equiv -\frac{f(a_i)}{p^{k-1}} (f'(a_i))^{p-2} \pmod{p},$$

úgy hogy ebben az esetben (3)-nak összes különböző megoldásai az

$$y = -\frac{f(a_i)}{p^{k-1}} (f'(a_i))^{p-2} + pu$$

($u=0, 1, 2, \dots$)

sorozatban foglaltatnak, de e sorozatnak megfelelő

$$x = a_i + p^{k-1}y = a_i - f(a_i) (f'(a_i))^{p-2} + p^k u$$

értékek $\pmod{p^k}$ mindannyian kongruensek az

$$x \equiv a_i - f(a_i) (f'(a_i))^{p-2}$$

értékkel, úgy hogy a tárgyalt (I) esetben a (2) kongruencia a_i gyökéhez (1)-nek egyetlen egy gyöke fog tartozni, t. i.:

$$x \equiv a_i - f(a_i) (f'(a_i))^{p-2} \pmod{p^k}.$$

Ha (2)-nek minden gyökére nézve az (I) eset forog fenn, azaz

$$f'(a_i) \not\equiv 0 \pmod{p},$$

($i=1, 2, \dots, r$)

akkor (1)-nek pontosan ugyanannyi gyöke lesz, mint (2)-nek és könnyen belátható, hogy ugyanannyi gyöke lesz, mint az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciának, tehát gyökeinek száma a fokszámát nem fogja felülmulhatni.

A (II) esettel akkor van dolgunk, ha

$$f'(a_i) \equiv 0 \pmod{p};$$

ekkor két aleset lehetséges.

(IIa) aleset akkor következik be, ha

$$-\frac{f(a_i)}{p^{k-1}} \not\equiv 0 \pmod{p},$$

ekkor (3)-nak egyáltalában nincsen megoldása és az

$$\begin{aligned} a_i + p^{k-1}y \\ (y=0, 1, 2, \dots) \end{aligned}$$

sorozat az (1) alatti kongruenciának egyetlen egy megoldását sem szolgáltatja. Ha ez a (IIa) aleset az

$$a_1, a_2, \dots, a_r$$

gyökök mindegyikére nézve fennforog, akkor — ámbár (2) megoldható — (1)-nek egyetlen egy gyöke sem lesz.

Vagy bekövetkezik a (IIb) aleset, midőn

$$-\frac{f(a_i)}{p^{k-1}} \equiv 0 \pmod{p},$$

(azaz a_i az $f(x) \equiv 0 \pmod{p^{k-1}}$ és $f(x) \equiv 0 \pmod{p^k}$ kongruenciáknak közös gyöke); ekkor a (4) alatti kongruenciát a

$$v \equiv 0, 1, 2, \dots, p-1 \pmod{p}$$

p számok mindegyike kielégítvén, az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p^{k-1}}$$

kongruencia a_i gyökéből az (1) kongruenciának következő gyökei adódnak:

$$x \equiv a_i, a_i + p^{k-1}, a_i + 2p^{k-1}, \dots, a_i + (p-1)p^{k-1} \pmod{p^k}.$$

Ha a (2) kongruencia minden gyöke a (IIb) aleset alá tartozik, akkor (1) gyökeinek száma pr .

A gyökök száma a kongruencia fokszámát tehát csak a (II) esetben multhatja felül, azaz akkor, midőn az

$$f(x) \equiv 0, \quad \frac{df(x)}{dx} \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciáknak közös gyökük és így az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciának többszörös gyöke van. De az előző fejezet 2. tételének értelmében az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruenciának, akkor midőn $f(x)$ és $f'(x)$ relativ prim függvények, csak néhány singularis modulusra nézve lehet többszörös gyöke, a miből a következő tétel foly:

1. Tétel. *Ha $f(x)$ és $f'(x)$ relativ prim függvények, akkor csak végezzámú oly singularis törzsszám p létezik, a melyre nézve az*

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p}$$

kongruencia gyökeinek száma annak fokszámát felülmulja.

A rendes eset tehát az, hogy törzsszám-hatványú modulus-hoz tartozó kongruenciák gyökeinek száma a fokszámot nem haladja meg.

Nem lesz talán felesleges e viszonyokat számbeli példán is áttekinteni. Legyen adva a következő kongruencia:

$$f(x) \equiv x^5 - 7x^4 + 16x^3 - 8x^2 - 16x - 327 \equiv 0 \pmod{7^3}.$$

Akkor először megoldjuk e kongruenciát mod. 7. Erre a modulusra e kongruencia így írható:

$$f(x) \equiv x^5 + 2x^3 - x^2 - 2x + 2 \equiv 0 \pmod{7}.$$

Ennek a következő gyökei vannak:

$$a \equiv -1, \beta \equiv 2 \pmod{7};$$

mivel

$$f'(a) \equiv 5a^4 - 28a^3 + 48a^2 - 16a - 16 \equiv 80 \not\equiv 0 \pmod{7},$$

$$f'(\beta) \equiv 5\beta^4 - 28\beta^3 + 48\beta^2 - 16\beta - 16 \equiv 0 \pmod{7},$$

azért az a gyökre nézve az (I) eset β -ra nézve a (II) eset forog fenn. Mivel továbbá

$$f(\beta) \equiv \beta^5 - 7\beta^4 + 16\beta^3 - 8\beta^2 - 16\beta - 327 \equiv 0 \pmod{7^2},$$

a β gyöke a (IIb) aleset alá tartozik. Ennek következtében az

$$f(x) \equiv x^5 - 7x^4 + 16x^3 - 8x^2 - 16x - 327 \equiv 0 \pmod{7^2}$$

összes gyökei a fentebb részletezett eljárás alapján kiszámíthatók. Az α -nak ismét csak egy gyök, a β -nak hét különböző gyök fog megfelelni. Ezek lesznek

$$\alpha' \equiv -1, \beta'_{k_1} \equiv 2 + 7k_1 \pmod{7^2}$$

($k_1 = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$)

Innen áttérünk végül a megadott

$$f(x) \equiv x^5 - 7x^4 + 16x^3 - 8x^2 - 16x - 327 \pmod{7^3}$$

kongruenciára. Ismét találjuk

$$f'(\alpha') \not\equiv 0, f'(\beta'_{k_1}) \equiv 0 \pmod{7}$$

($k_1 = 0, 1, 2, \dots, 6$)

továbbá

$$f(\beta'_{k_1}) \equiv 0 \pmod{7^3}.$$

Ennek következtében α' az (I) eset alá, az összes β'_{k_1} gyökök pedig a (IIb) aleset alá tartoznak. A megadott kongruencia összes gyökei tehát lesznek

$$\alpha'' \equiv -1, \beta''_{k_1 k_2} \equiv 2 + 7k_1 + 7^2 k_2 \pmod{7^3}$$

($k_1, k_2 = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$)

Adott 5-ödfokú kongruenciánknak tehát 50 különböző gyöke van.

Ha azonban az

$$f(x) \equiv x^5 - 7x^4 + 16x^3 - 8x^2 - 16x - 327 \equiv 0 \pmod{7^4}$$

kongruenciát adjuk meg, ennek már csak egyetlen egy gyöke lesz. Ugyanis, mivel

$$f'(\alpha'') \equiv 0, f'(\beta''_{k_1 k_2}) \equiv 0 \pmod{7},$$

$$f(\beta''_{k_1 k_2}) \not\equiv 0 \pmod{7^4}$$

($k_1, k_2 = 1, 2, \dots, 6$)

az α'' az (I) eset alá, az összes $\beta_{k_1 k_2}$ gyökök a (IIa) aleset alá lévén sorolandók, α'' -nek egy gyök fog megfelelni, a $\beta''_{k_1 k_2}$ -knak egyetlen egy sem. Tehát most a megadott 7^4 modulusra vonatkozó 5-ödfokú kongruenciának csak *egy* gyöke van.

E tárgyalások érdekes folyamánként még felemlítjük a következő tételt:

2. Tétel. Ha az

$$f(x) = 0$$

algebrai egyenletnek összes racionális gyökei

$$\frac{g_1}{h_1}, \frac{g_2}{h_2}, \dots, \frac{g_m}{h_m}$$

és ezeknek multiplizitásai rendre

$$k_1, k_2, \dots, k_m,$$

akkor bármilyen törzsszám legyen μ , az

$$f(x) \equiv 0 \pmod{\mu^k}$$

kongruenciának, valahányszor $k \geq$

$$k_1, k_2, \dots, k_m$$

multiplizítások egyikénél sem nagyobb, $m\mu^{k-1}$ számú gyökét tüstént odairhatjuk, még pedig ebben az alakban:

$$x \equiv g_i h_i^{\mu-2} + c_1^{(i)} \mu + c_2^{(i)} \mu^2 + \dots + c_{k-1}^{(i)} \mu^{k-1} \pmod{\mu^k},$$

$(c_1^{(i)}, c_2^{(i)}, \dots, c_{k-1}^{(i)} = 0, 1, 2, \dots, \mu-1; i=1, 2, \dots, m)$

Tehát a talált gyökök nem egyebek, mint a μ alapszámmal bíró számrendszer összes k -jegyű egész számai, a melyekben az első számjegy $g_i h_i^{\mu-2}$ -vel $\pmod{\mu}$ kongruens.

A ZSILVÖLGY EGY ÚJ HARMADKORI NÖVÉNYE.

TUZSON JÁNOS I. tagtól.

Nelumbo hungarica n. typ.

Foliis amplis, 40 60 cm latis, peltato orbiculatis ad basim sinuatis, nervis primariis circiter 22, nervi ad nervum medium dextrorsum et sinistrorsum jacentes in parte superiore folii ante marginem convergentes, sed in parte inferiore formam lyrae ostentantes. divergentes, Petalis nervis numerosis, parallelis longitudinaliter striatis. Rhizomatibus nodis tuberoso-globosis. Inventa in formatione olygocænica superiore, in valle Zsil prope Petrozsény, Hungaria meridionalis. Folia, rhizomata et petalum uno loco, sed separatim inventa.

A Zsilvölgy kövületekben gazdag felső oligocænkori rétegeinek flóráját legelőször STUR (1863), később HEER (1872), majd GEYLER (1878) és legbehatóbban STAUB (1887) írta le. Legutóbb pedig PAX (1908) foglalkozott e flórával kritikailag; összesen 91-féle növénymaradványt írtak le, melyek közül PAX 31-et nevez meg olyan gyanánt, a melynek meghatározása megbízható.

Tavaly SCHAFARZIK F. műegyet. tanárhoz egyéb zsilvölgyi kövületek között egy eddig innen ismeretlen növénymaradvány részlete jutott, mely újnak bizonyult. Felismerve ezt, a lelőhelyen folytattam vizsgálataimat és sikerült e növény számos részletét megtalálom és annak a fenti diagnosisiban megadott sajátságait pontosan megállapítanom; ezek szerint a *Nelumbo hungarica* az eddig leírt fossilis *Nelumbo*-maradványok¹ egyiké-

¹ *Nelumbo arctica* HEER., *N. provincialis* SAP., *N. protospeciosum* SAP., *N. Buchii* ETTINGSH., *N. nymphaeoides* ETTINGSH., *N. Lakesii* LESQ., *N. tenuifolium* LESQ.

vel sem azonosítható. Két recens rokona közül a *Nelumbo speciosa* Ázsia déli részén él, legészakibb és egyúttal legnyugatabb előfordulása a Volgának a Kaspi-tengerbe való torkolatánál van. Ezenkívül e genusnak még egy faja, a *Nelumbo lutea*, él Észak-Amerikában és Nyugat-Indiában. A genus a kréta-időszakban a *Nelumbo arctica* bizonyítéka szerint a sarkvidék tájain bontakozott ki, hogy a harmadkorban, mint fajokban gazdagabb genus, terjedjen el az északi félgömb különböző tájain. Ma tehát e rokonsági csoport fejlettségének tetőpontján jóval túl van; a ma élő két faj utolsó hirmondója e régi genusnak.

A *Nelumbo hungarica* először is újabb adatot szolgáltat ama tropusi és subtropusi rokonsági csoportok vándorlásához, a melyek a kréta-időszak végen a sarkvidék tájáról terjedtek el a földön. A harmadkorban a *Nelumbo* fajai Európa mérsékelt övébe is leszorultak, hogy a *homostatikus állapot*¹ előtt vagy alatt innen is kipusztuljanak. Ennek kétségtelen megállapítása támasztó pontokat szolgáltat — más hasonló esetek mellett — a mai flóra fejlődéstörténetének helyes megítélésére is. A leírt viszonyt ugyanis figyelemre kell méltatnunk a homostatikus állapot utáni eseményekre nézve s így a mai flóra elhelyezkedésének megítélésében is, és az olyan növényfajainkat, mint pl. *Ferula Sadleriana*, *Artemisia latifolia* s mások, a melyek Dél-Oroszországgal s Dél-Ázsiával közösek, nincs okunk onnan származóknak tekinteni, nem kelet felől nyugatra előrenyomuló növényeink, hanem ellenkezőleg, utolsó hirnökei ama növényeknek, melyek nálunk kipusztulóban vannak, keleten pedig tenyészettük még erőteljes.

¹ A harmadkor végén tudvalevőleg a hőmérsék sülyedésével és egyúttal a légnedvesség apadásával a subtropusi flóra Középeurópa területéről kipusztult és ennek helyét az északról levándorló növények foglalták el, hogy azután a hőmérsék további sülyedésével fokozatosan a hidegebb klímát elviselő növényzet nyerjen tért. A pleistocæn alatt többszöri ingadozás állott be, hogy utána ismét hőmérsékemelkedés és a növényzetnek észak felé való visszavándorlása következék be. Homostatikus állapot alatt értem azt az időpontot, a mikor a pleistocæn előtt és esetleg alatt is valamely adott területen a növényéletnek ugyanolyan életfeltételei voltak meg, mint ma; ez időpontok növényzete az illető területen egyforma volt, azaz meg voltak az egyformasághoz szükséges összes feltételek.

Végül a *Nelumbo speciosan*ak a Volga torkolatánál való előfordulásából, vagyis a genusnak hazánk területéhez viszonyított aránylag csekély *elhelyezkedési különbszetéből*,¹ a harmadkori típusokra vonatkozólag azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a *Nelumbo*-genus csak a harmadkor végén, a homostatikus állapot kezdetén pusztulhatott ki hazánk területéről. Vagy legalább valószínű, hogy a pálmáknál, a melyek mai elterjedési különbszete nagyobb, s melyek fossilis nyomai nálunk a pliocénben tűnnek el, a *Nelumbo* később hagyta el hazánk területét.

¹ Elhelyezkedési különbszet alatt értem bizonyos terület és valamely növény mai elhelyezkedési területe közötti különbséget. Ez kifejezhető a két terület hőmérsékbeli, légnedvességbeli stb. a növényéletre vonatkozó különbségeivel, főleg pedig az első kapcsán az isothermák, illetőleg bizonyos mértékben a szélességi fokok közötti különbséggel. A mai elhelyezkedési különbszetből általánosságban következtetést lehet vonni arra nézve, hogy az illető növényfaj a homostatikus állapot előtt mikor tűnhetett el valamely területről; mennél nagyobb ugyanis a mai elhelyezkedési különbszet, annál régebb szünhettek meg az illető területen a szóban lévő növény tenyészetét megengedő természeti viszonyok.

ADATOK A FELSŐBÁNYAI REALGÁR KRISTÁLYTANI ISMERETÉHEZ.

LŐW MÁRTON-tól.

(Egy táblával.)

Az 1909. év nyarán tett tanulmánykirándulásom alkalmával Felsőbányán a nyugati bányából származó igen szép realgárstufák birtokába jutottam TÖRÖK FERENCZ főmérnök úr szíveségéből, ki az ottani gyűjteményből kiválasztott anyagot készséggel átengedte, miért neki e helyen is köszönetet mondok.

A felsőbányai realgár kristálytani viszonyaival ezideig csak FLETCHER¹ foglalkozott. Ő csak egy kristályt vizsgált meg, a melyen 12 formát talált. Az irodalomban előforduló többi adat² csak az előfordulásra és paragenezisre vonatkozik. Épen ezért ezt a kiváló szép anyagot beható kristálytani vizsgálatnak vetettem alá.

A kristályok kétfélék, melyek már nagyságukra nézve is eltérnek. A nagyobbak 1 cm-nyi nagyságot is elérnek, de a prizmalapokon kívül más mérhető forma nincs rajtuk. A kisebbek 1—2 mm nagyok és rendkívül fényes lapúak. A nagyobbak szürkésfekete pirittartalmú tömött kvarczon lapulnak; a kisebbek rendszeren kvarczkristálykakkal bevont üregekben vannak finom antimonittükkel együtt. Itt azután a kvarcz is világosabb színű, néha egészen fehér, míg a pirittartalom széles zöldessárga rétegekben tömörül.

¹ FLETCHER: Phil. Mag. 1880. 9. 186. l.

² ZEPHAROVICH: Min. Lexikon. 1859. 1. 374. l.

LÉVY: Description de Min. 1837. Tome 3. 279. l.

C. A. ZIPSER: Versuch eines topogr.-mineralog. Handbuches von Ungarn. 1817. 87—88. l.

J. JÓNÁS: Ungarus Mineralreich. 1820. 198. l.

A megvizsgálandó kristályoknak a kvarcra való leválasztása a realgár ridegsége miatt nehézséggel járt, de három ép kristályt sikerült leszabadítanom. Megkísértem a kvarcot fluorhydrogénnel eltávolítani, csak hogy ez a realgárt is annyira megtámadja, hogy fényes lapjai elhomályosodnak és így mérésre alkalmatlanok. Az ezeken és néhány töredéken végzett megfigyelésekről óhajtok a következőkben röviden beszámolni.

Az 1. számú kristály (1. és 2. ábra) 1 mm hosszú és $\frac{3}{4}$ mm széles. 27 forma kombinációja. A leglapdúsabb öv a prizmaöv, melyben 11 különféle prizmat, az $a(100)$ és a $b(010)$ véglapot figyeltem meg. Daczára a lapok nagy számának, az egyes reflexek élesek és a mért szögértékek a számított értékekkel igen szépen egyeznek. A legszebb kifejlődést a klinodomaöv lapjai mutatják. A kettő között áll a fellépő formák számát tekintve a $[bx] = [010 \cdot \bar{1}01]$ öv, melynek lapjai már kissé rostozottak az övtengely irányában, különösen $x\{\bar{1}01\}$ közelében. Az $[rx] = [011 \cdot \bar{1}01]$ övben $d(\bar{2}11)$ és $l(\bar{1}10)$ lap élét egy keskeny csík tompítja, mely $o\{\bar{3}21\}$, a realgárra nézve új piramisnak bizonyult.

A kombinációt alkotó formák a következők:¹

a {100}	x { $\bar{1}01$ }
b {010}	z { $\bar{2}01$ }
c {001}	r {011}
γ {310}	q {021}
i {210}	y {031}
l {110}	f {111}
β {340}	e { $\bar{1}21$ }
w {230}	n { $\bar{1}11$ }
γ {350}	h { $\bar{1}31$ }
m {120}	D { $\bar{2}12$ }
ζ {250}	C { $\bar{3}13$ }
v {130}	d { $\bar{2}11$ }
μ {140}	* o { $\bar{3}21$ }
δ {150}	

¹ A felállítás GOLDSCHMIDT V. (Krystallographische Winkeltabellen 1897. 292. l.) szerint történt, mert az így nyert indexek a legegyszerűbbek.

* Új forma.

A 2. számú kristály az előbbinél valamivel nagyobb. Fel-
tűnő rajta az $e\{\bar{1}21\}$ negatív piramis túlságos kifejlődése.
A következő 17 forma alkotja:

$a\{100\}$	$\zeta\{250\}$
$b\{010\}$	$v\{130\}$
$c\{001\}$	$f\{111\}$
$i\{210\}$	$r\{011\}$
$l\{110\}$	$*\mu\{065\}$
$\beta\{340\}$	$q\{021\}$
$w\{230\}$	$y\{031\}$
$\gamma\{350\}$	$e\{\bar{1}21\}$
$m\{120\}$	

Az $u\{065\}$ dóma egy nagyon keskeny csíkot alkot $r\{011\}$
és $q\{021\}$ között. Reflexe gyenge és elmosódott, úgy hogy a
forma nem tekinthető biztosnak. A 3. ábra ezt a kristályt a
természetes kifejlődésben állítja elénk.

A következő kristály (4. és 5. ábra) sötétszínű, majdnem
fekete a bezárt antimonittól, de lapjai teljesen kifogástalanul
reflektálnak, még a prizmaövben is, holott annak lapjai rend-
kívül rostozottak. A $z\{\bar{2}01\}$ mint nagy homályos lap jelenik
meg. A következő formák alkotják:

$a\{100\}$	$r\{011\}$
$b\{010\}$	$q\{021\}$
$c\{001\}$	$y\{031\}$
$i\{210\}$	$x\{\bar{1}01\}$
$l\{110\}$	$n\{\bar{1}11\}$
$w\{230\}$	$e\{\bar{1}21\}$
$m\{120\}$	$z\{\bar{2}01\}$

Az egyik csak a prizmaövvel bíró töredéken több más
prizma mellett még az előbbi kristályokon nem észlelt prizmát
 $\alpha\{320\}$ figyeltem meg.

A mérési eredményeket az alábbiakban foglalom össze.

* Új forma.

Számításaim alapjául a MARIGNAC-DES CLOISEAUX¹ megállapította értékeket vettem, mint a melyekkel mérési eredményeim is leginkább megegyeznek.

	kr. ²	mért	számított
$b : \vartheta = (010) : (150)$	1	$17^{\circ} 31\frac{1}{2}'$	$16^{\circ} 54'$
$: \mu = : (140)$	1	$20^{\circ} 50'$	$20^{\circ} 47\frac{1}{2}'$
$: v = : (130)$	2	$26^{\circ} 43'$	$26^{\circ} 51'$
$: \zeta = : (250)$	1	$31^{\circ} 17'$	$31^{\circ} 17'$
$: m = : (120)$	6	$37^{\circ} 12'$	$37^{\circ} 13'$
$: \gamma = : (350)$	2	$42^{\circ} 17'$	$42^{\circ} 21'$
$: w = : (230)$	3	$45^{\circ} 20'$	$45^{\circ} 21'$
$: \beta = : (340)$	1	$48^{\circ} 44'$	$48^{\circ} 43'$
$: l = : (110)$	6	$56^{\circ} 38'$	$56^{\circ} 38'$
$: a = : (320)$	1	$68^{\circ} 28'$	$68^{\circ} 18'$
$: i = : (210)$	3	$71^{\circ} 51'$	$71^{\circ} 47'$
$: \chi = : (310)$	1	$77^{\circ} 38\frac{1}{2}'$	$77^{\circ} 37'$
$: a = : (100)$	1	90°	90°
$a' : z = (\bar{1}00) : (\bar{2}01)$	1	$44^{\circ} 2'$	$44^{\circ} 2'$
$: x = : (\bar{1}01)$	2	$72^{\circ} 30'$	$72^{\circ} 32'$
$a : e = (100) : (001)$	2	$66^{\circ} 9'$	$66^{\circ} 5'$
$c : r = (001) : (011)$	3	$23^{\circ} 58'$	$23^{\circ} 58\frac{1}{2}'$
$: q = : (021)$	3	$41^{\circ} 41'$	$41^{\circ} 39'$
$: y = : (031)$	3	$53^{\circ} 7'$	$53^{\circ} 8\frac{1}{2}'$
$: b = : (010)$	1	$89^{\circ} 59'$	90° —
$: u^* = : (065)$	1	$27\frac{1}{2}^{\circ}$	$28^{\circ} 4'$
$f : b = (111) : (010)$	3	$72^{\circ} 30'$	$72^{\circ} 33\frac{1}{2}'$
$f : f' = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	2	$34^{\circ} 54'$	$34^{\circ} 53'$
$x : e = (\bar{1}01) : (\bar{1}\bar{2}1)$	2	$42^{\circ} 51'$	$43^{\circ} 1'$
$: n = : (\bar{1}11)$	2	$25^{\circ} 1\frac{1}{2}'$	$25^{\circ} \frac{1}{2}'$
$: D = : (\bar{2}12)$	1	$13^{\circ} 8\frac{1}{2}'$	$13^{\circ} 8'$
$: C = : (\bar{3}13)$	1	$8^{\circ} 37'$	$8^{\circ} 50\frac{1}{2}'$
$: k = : (\bar{1}\bar{3}1)$	1	$54^{\circ} 20'$	$54^{\circ} 27'$

¹ Ann. chim. et phys. 1844 (3) 10. 425. l.

² A kristályok száma, melyeken az illető formát megmértem.

$c : l = (001) : (110)$	2	$70^{\circ}21'$	$70^{\circ}12'27''$
$l : f = (110) : (111)$	2	$39^{\circ}32'$	$39^{\circ}20'57''$
$c : f = (001) : (111)$	2	$30^{\circ}50'$	$30^{\circ}51'30''$
$n : l = (\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	2	$63^{\circ}19'$	$63^{\circ}27' 4''$
$c : n = (001) : (\bar{1}11)$	1	$46^{\circ}25'$	$46^{\circ}20'29''$
$a' : d = (\bar{1}00) : (\bar{2}11)$	1	$47^{\circ} 4'$	$47^{\circ} 4\frac{1}{2}'$
$a' : n = (\bar{1}00) : (\bar{1}11)$	1	$75^{\circ} 4'$	$75^{\circ} 8'$
$a : r = (100) : (011)$	1	$68^{\circ}23'$	$68^{\circ}15\frac{1}{2}'$
$a : f = (100) : (111)$	1	$43^{\circ}22'$	$43^{\circ}14\frac{1}{2}'$
$x : d = (\bar{1}01) : (\bar{2}11)$	1	$33^{\circ}42'$	$33^{\circ}27'47''$
$x : r = (\bar{1}01) : (011)$	1	$46^{\circ}35'$	$45^{\circ}53'33''$
$r : d' = (011) : (\bar{2}\bar{1}1)$	1	$80^{\circ}17'$	$80^{\circ}21'20''$
$d : l = (\bar{2}11) : (\bar{1}10)$	1	$41^{\circ}51'$	$41^{\circ}50'30''$
$r : l = (011) : (110)$	1	$57^{\circ}49'$	$57^{\circ}48'10''$
$d : o^* = (\bar{2}11) : (\bar{3}21)$	1	$15^{\circ}26'$	$15^{\circ} 9'30''$
$m : f = (110) : (111)$	1	$47^{\circ}14'$	$47^{\circ}12'51''$
$f : r = (111) : (011)$	1	$48^{\circ}31'$	$48^{\circ}29'33''$
$c : m = (001) : (120)$	1	$75^{\circ}56'$	$75^{\circ}48'$
$c : e = (001) : (\bar{1}21)$	1	$56^{\circ} 2'$	$56^{\circ} 9'$

A következő táblázatban összeállítottam a felsőbányai realgáron észlelt formákat, melyeket a 6. ábrán gömbprojekcióban is feltüntettem.

	FLETCHER	LÖW
Véglapok :	$a \{100\}$	$a \{100\}$
	$b \{010\}$	$b \{010\}$
	$c \{001\}$	$c \{001\}$
Prizmák :		$\chi \{310\}$
	$i \{210\}$	$i \{210\}$
		$a \{320\}$
	$l \{110\}$	$l \{110\}$
	$\beta \{340\}$	$\beta \{340\}$
	$w \{230\}$	$w \{230\}$
		$r \{350\}$

	$m \{120\}$	$m \{120\}$
		$\zeta \{250\}$
		$v \{130\}$
		$\mu \{140\}$
		$\delta \{150\}$
Ortodomák :		$x \{101\}$
		$z \{201\}$
Klinodomák :	$r \{011\}$	$r \{011\}$
		$*u \{065\}$
	$q \{021\}$	$q \{021\}$
		$y \{031\}$
Pozitív piramisok :		$f \{111\}$
Negatív piramisok :	$n \{\bar{1}11\}$	$n \{\bar{1}11\}$
	$e \{\bar{1}21\}$	$e \{\bar{1}21\}$
		$k \{\bar{1}31\}$
		$D \{212\}$
		$C \{\bar{3}13\}$
		$d \{\bar{2}21\}$
		$*o \{\bar{3}21\}$

Ezzel a felsőbányai realgár formáinak száma 12-ről 28-ra emelkedett s a realgár formái 42-ről az $o \{\bar{3}21\}$ új formával 43-ra. Az $u \{065\}$ a kétes formák közé sorolandó.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 június 19.-én tartott üléséből.)

HYDRÁT PUSZTÍTÓ AMOEBA.

Ítj. ENTZ GÉZA 1. tagtól.

(2 táblával és 2 szövegközötti rajzzal.)

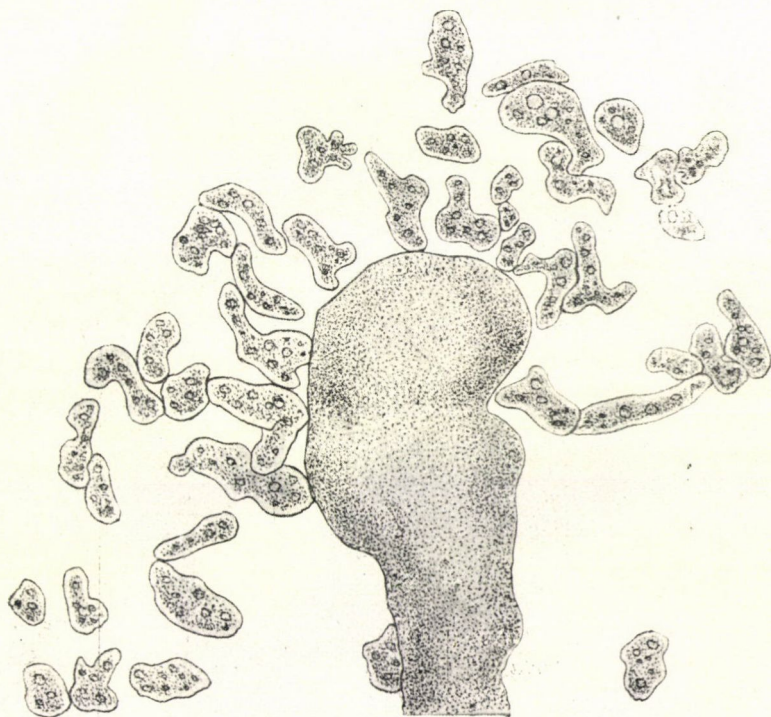
A Budapest környékén tenyésztő *Peridineák* tanulmányozása közben 1910 októberében a városligeti tóban rendkívül sok *Hydrára* találtam, melyek közül többet a műegyetem állattani intézetében, onnan hozott vízben, az ablak közé tett fél méter magas hengerüvegben tenyésztettem. Itt a *Hydrák* látszólag jól érezték magukat és az edény falára tapadva, gyorsan elszaporodtak. A *Hydra*-faj BRAUER (3. p. 193.) szerint a rendkívül hosszúra nyújtható tapogatóival feltűnő, kocsányon ülő, háromféle csalántokos *Hydra olygactis* PALLAS. A friss *Hydrákon* aránylag kevés *Kerona Pediculus* (O. FR. MÜLL.) (= *K. polyporum* EHRENBERG) mászkált. E *Hydrákat* a Lágymányos tócsáiból hozott *Cyclopsokkal* és *Daphniákkal* tápláltam. Jóllehet az üvegedény állandóan ugyanazon helyen volt, tehát a víz hőmérséklete is megközelítőleg azonos maradt, a *Hydrák* a hónap vége felé mégis pusztulni kezdtek.

Színük,¹ mely a hó elején élénk sárga, majdnem narancs-

¹ A *Hydrák* színére vonatkozólag megjegyezhetem, hogy az bizonyos fokig első sorban a táplálék színétől függ. Hogyha ugyanis a *Hydrákat* szennyszürke *Crustaceákkal* tápláltam, színük ilyen szürkéssé vált; ha pedig élénk vörös *Diaptomusokat* adtam nekik (január hóban), narancs-színt öltöttek. Hogy ez esetben a változásra a víz hőfokának nem volt befolyása, az igazolta, hogy éppen úgy megvörösödtek a 4–10 C°-on az ablak között, valamint a 19–23 C°-on a szobában tartottak. Ez a megfigyelés azért érdemel megemlítést, mert egyes búvárok szerint a *Hydra* alpesi vörös színváltozatának színe első sorban a víz alacsony hőfokától függene (v. ö. STEICHE, 31. p. 467.), holott ez esetben csakis a táplálék színe lehetett reá hatással.

sárga volt, elhalványult. Kocsányukat nem nyújtották ki, tapogatóikat összehúzták, majd látszólag erőtlenül, elernyedve az edény fenekére hullottak.

A *Hydrák* tehát az utóbbi időben a HERTWIG-iskolától (v. ö. FRISCHOLZ 11.) behetőan tanulmányozott degeneratio, u. n. depressio állapotában voltak. Közelebről akarva megfigyelni



1. ábra. *Amoeba Hydroxenáktól* megtámadott *Hydra* testének vége. Az eleven állatról készült rajz. REICHERT obj. 3, tubus 0. LEITZ rajzkészülék.

ezt az érdekes jelenséget, mikroskóppal vizsgáltam meg őket s ekkor különös látvány tárult szemem elé. A *Hydrákat* nagy *Amoebák* lepték el, melyek mint bunkós képletek ültek rajtuk. A karokon, a szájkúpon, de a test oldalán is sok *Amoeba* volt, némelyiken 50—70-et számláltam. (1. ábra és VII. tábla, 9. rajz.) És nemcsak a test felületét lepték el az *Amoebák*,

hanem a *Hydrák* gyomorüregében is mászkáltak, sőt a karokba is benyomultak.¹

Ezt az *Amoebát* beható vizsgálat alá vettem és úgy élő állapotban, mint conserváltan metszetsorozatban tanulmányoztam; tanulmányom ismertetését ennek következtében több fejezetre osztom, a mennyiben külön tárgyalom az élőkön, külön a conserváltakon tett megfigyeléseim eredményeit és külön fejezetben foglalom össze ezen amoeba rendszertani helyzetére és biológiájára vonatkozó általános fejtegetéseimet.

I.

A *Hydrákon* élő *Amoebák* nagysága 100 --350 μ , a legtöbb 200 μ körüli volt. Hogy *Amoebánk* nagyságát kellően megbecsülhessük, az összehasonlításért több ismert *Amoeba* méretét a mellékelt táblázatba csoportosítottam.

<i>Amoeba Lima</i>	3 μ	NÄGLER (23)
— <i>Froschi</i>	8—12 μ	“
— <i>lacustris</i>	8—15 μ	“
— <i>spinifera</i>	10—15 μ	“
— <i>lacertae</i>	10—20 μ	“
— <i>diploidea</i>	15—30 μ	“
— <i>horticola</i>	15—25 μ	“
— <i>bimitotica</i>	20—30 μ	ARAGAO (1)
— <i>albida</i>	20—50 μ	NÄGLER (23)
— <i>villosa</i>	200 μ	PENARD (25)
— <i>Hylobates</i>	100—250 μ	“
— <i>quarta</i>	250 μ	GRUBER (15)
— <i>Vespertilio</i>	200—400 μ	DOFLEIN (6)
— <i>granulosa</i>	250—300 μ	PENARD (25)
— <i>prima</i>	300 μ	“
— <i>Proteus</i>	300 μ	“
— <i>nitida</i>	200—1100 μ	“
— <i>nobilis</i>	500—900 μ	“
— <i>terricola</i>	300—350 μ	“
— <i>laureata</i>	500—1400 μ	“

¹ JÄGER G. 1860-ban leírta (20), hogy *Hydrák* *Amoebák*-ká esnek szét; de hogy vajjon ő is a Hydrát pusztító *Amoebát* figyelt-e meg, vagy csak a *Hydra* depressióját, sem leírásából, sem rajzaiból nem dönthető el.

A táblázat adatai szerint a 100—350 μ nagyságú *Amoebák* a nagyobb fajok közé sorozandók.

A *Hydrákon* élő *Amoebák* nagysága tág határok között ingadozik a szerint, hogy kinyúltak, vagy összehuzódottak, ez utóbbiak felét se teszik az előbbieknél.

Az *Amoeba* alakját, mikor a *Hydrára* tapad, nem nagyon gyorsan változtatja, úgy, hogy — mint a mellékelt ábrák (VII. tábla, 1—12. rajz) mutatják — ily helyzetben rajzkészülékkel lerajzolhatók. Ha sok vízben tartva rajzoljuk a *Hydra* testéhez tapadt példányokat, alakjuk gömbölyded, de felületükön nagyszámú kidudorodás, mintegy szemölcs emelkedik, a minek következtében buzogányra emlékeztetnek (VII. tábla, 7., 8., 9. rajz) s ha valamivel hosszabbak a dudorodások, a súlyomhoz hasonlók (VII. tábla, 3. rajz). Ha gazdájukról leválnak, gyorsabban mozognak. Sok vízben az *A. Proteus* módjára számos, meglehetősen hosszú, legömbölyített végű, karélyos állabat bocsátanak (VII. tábla, 1., 4., 5., 6. rajz). ha pedig kevés víz van a lemez alatt, az *A. Limax* módjára egy karélylyal csúsznak tova (VII. tábla, 2. rajz). Az alakváltoztatásnak módja általában véve az *A. Proteus*- és *A. verrucosára* emlékeztet s a protoplasma consistentiája is e két *Amoebáé* között áll; nem olyan higfolyós, mint a *Proteusé*, de korántse olyan tömör, mint a *verrucosáé*.

Hogyha az *A. Limax* módjára csúszik, akkor a mozgás közben hátra tekintő végen jól látható a czafrangképződés (Zottenbildung) (VII. tábla, 2. rajz), a mely czafrangok úgy látszik a visszahúzódó állabak ectoplasmájából alakulnak ki. Azt, hogy e czafrangok a test végén pamatot alkotnak (VII. tábla, 2. rajz), szintén megfigyeltem, de, hogy, mint előbb GREEFF (13.), legújabban pedig GROSSE-ALLERMANN (14. p. 35., 36.) az *A. terricoláról* említi, eme czafrangpamat az állat testéről utóbb lefüződnek, erre nézve semmiféle megfigyelést sem tettem.

Az állat előrehaladása lassúnak mondható, de mérést erre nézve, sajnos, elmulasztottam tenni.

Az eleven *Amoeba* protoplasmájában hyalin ectoplasma figyelhető meg (VII. tábla, 6. rajz *b*), a mely a tovalhaladás alkalmával mindig elől látható (VII. tábla, 12. rajz), ezen belül szemecskés entoplasma van (VII. tábla 6. rajz *g*). Az ecto-

plasma alatt, de az entoplasma legfelületesebb részében igen apró, 3--4 μ hosszúságú, erősen fénytörő testek láthatók, a melyek erősebb nagyítással vizsgálva, rhombusos lemezkék, kristálykák gyanánt tűnnek elő. E testecskék száma igen nagy, egyes *Amoebákon* 800—1000-re becsülöm.

Az apró kristálykákon belül, de szintén inkább csak az entoplasmának kerületi részében, a kristálykák hosszát 2—3-szor felülmúló, tehát 9—12 μ átmérőjű, erősen fénytörő gömbök láthatók (VII. tábla, 6. r. c), a melyek nyilván azonosak az ú. n. fénylőrögökkel (Glanzkörper).

Az entoplasmában helyezkednek el az elnyelt testek is, első sorban a táplálék, mely legnagyobb részét a *Hydra* testállományából származik. Ilyen táplálékrögök a *Hydra* sejtmagvai, színanyaga (VII. tábla, 6. rajz e) és csalántokjai, melyek közül mind a három nagyság megtalálható (VII. tábla, 5. rajz).

A kristálykák, fénylő rögök, elnyelt testek, valamint a mag finomabb szerkezetének ismertetésére a metszetek tárgyalása alkalmával fogok bővebben kiterjeszkedni.

A sok vízben mászkáló *Amoebákon* egy lüktető üregecskét figyeltem meg, ha azonban a víz a fedőlemez alól kezdett elpárologni, 3—4 lüktető üregecske vált láthatóvá (VII. tábla, 6. rajz f).

Az entoplasmában van, vagy vannak a magvak is (VII. tábla, 6. rajz h), a melyek azonban csak akkor válnak láthatóvá, ha az állat ellapul, az összehuzódottak magvai nem figyelhetők meg (VII. tábla, 2., 5., 6., 10., 11. rajz); rendszeren 2- (VII. tábla, 5., 12. rajz), ritkábban 3—5-magvúak, csak elvétve található egymagvú példány is (VII. tábla 6., 10. rajz).

A mag az eleven *Amoebákon* színtelen gömbként jelentkezik. Kívülről a plasma felé hyalin udvar veszi körül, ezen belül élesen határoló vonal, hártya veszi körül, melyhez 18—20 gömbölyded, erősebben fénytörő rög tapad (VII. tábla, 2., 5., 6., 10., 12. rajz). Az eleven *Amoeba* magva legjobban a GRUBER-től (15. p. 206—207.) leírt *Amoeba quinta* magvához hasonlít, csak hogy ennél jóval nagyobb, a száma pedig kisebb.

Az élő *Amoebákon* a mag hosszát 28—30 μ -nak, szélességét pedig 20—24 μ -nak találtam; e két méret arról tanúskodik, hogy alakja nem gömb, hanem ellipszoid. A magvak nagy-

sága azonban ennél is tágabb határok között ingadozik, nevezetesen a kisebb példányok magva a nagyobbakénak csak felét teszi, mintegy 14—15 μ -t. (V. ö. VII. tábla, 5. és 6. rajz.)

Ennyit lehet az eleven *Amoebák* morfológiai sajátágaiból megismerni, most pedig az életjelenségek vázolására térek át.

Az *Amoeba* teste alakváltozásáról már részben megemlékeztem s itt csak néhány pótlást kell még tennem. Említettem, hogy a tapogatóban ülő példányok buzogányformájúak (VII. tábla, 7., 8. rajz). DOFFLIN szerint (6. p. 271.) az *Amoeba Vespertilio* ilyen alakjai (ő gesztenyéhez hasonlítja ezeket) mindig oszlásban vannak, a mi a fölem megfigyeltekre nézve, sajnos, nem áll, a miről a metszetek tanúskodnak. Érdekes formák azok, a melyek mintegy araszolnak oly módon, hogy egyik végükkel a *Hydra* testfelületéhez tapadnak, a másikat pedig kinyújtják, majd ezzel is megtapadnak, egészen úgy, mintegy lépegetve másznak tova, mint az araszoló hernyók, vagy a piócák araszolás közben (VIII. tábla, 15. és 11. rajz).

Ha egy *Hydrát* igen sok *Amoeba* lepett el, akkor ezek sokszor többesével összetapadtak, mint az a vázlatos rajzon (szövegrajz) is látható. Ilyen módon 2—3 egyénből álló lánczolat keletkezett, a mi nyilván a *Sarcodináknál* annyira elterjedt és más *Amoebákról* is ismeretes plasznogamiának felel meg.

Hogy az *Amoebák* a *Hydra* alkotórészeit bekebelezik, már említettem, de nemcsak ezeket falják fel, hanem más kínálkozó táplálékot is. Egy alkalommal élő példányon figyeltem meg, hogy hogyan kebelezett be egy *Ciliatát*, egy igen kis *Balantidium*-fajt.¹

¹ Hogy a *Hydrákban* élösködik egy *Balantidium*, az ismeretlen eddigelé. A *Hydra* ismert parazitái a *Trichodina Pediculus* és *Kerona Pediculus*; id. ENTZ G. szóbeli közlése szerint egy alkalommal egy *Hydra*-tenyészet valamennyi egyénét zsufolva telve találta egy még le nem írt *Ophryoglena*-fajjal. Ezekhez járul az itt leírt *Amoeba* és ez a *Balantidium*. Először 1910 októberében találtam. Alakjában nem tér el a többi *Balantidiumtól*, csupán kicsisége jellemző, hossza 25 μ , szélessége 18 μ ; a mag hossza 9, szélessége 7 μ . Egyelőre *Balantidium Hydrae*-nek nevezem. Ismét megfigyeltem a *Hydrákban* *Balantidiumot* 1911 III. 29.-én a légymányosi tóban gyűjtött *Hydrák* gyomrában és karjaiban.

A *Balantidiumot* az *Amoeba* egészen úgy nyelte el, mint a hogyan GROSSE-ALLERMANN szerint (14. p. 224) az *A. terricola* veszi föl táplálékát ú. n. invaginatio útján, csakhogy míg az *A. terricolán* e folyamat igen lassú, órákig eltart, addig a tölem megfigyelt *Amoebán* 5—6 percz alatt ment végbe. Ez az invaginatiós táplálékfelvétel a következően folyik le. Mikor a kis *Balantidium* az *Amoeba* testéhez ér, azon — nyilván azért, mert az *Amoeba* valamely ragadós anyagot választ el — megtapad. Erre a zsákmány egész környezete gyűrű alakú sáncz módjára kezd kidudorodni, a mi által tölcészerű álláb keletkezik, a melynek legmélyén ül a kis *Balantidium*. A kidudorodott álláb majd lassanként kezd visszahúzódni, distalis vége pedig ráborulva a zsákmányra, sphincter módra összehúzódik és elzárul. Ilyen módon üregbe került a *Balantidium*, a mely üreg eleinte a külvilággal kicsiny csatornával közlekedik, ez egyre szűkül, végre egészen el is tűnik s a plasma felette összefoly. Az *Amoeba* plasmájába elzárt kis *Balantidium* néhány perczig csapkodott még csillangóival, azután mozgása megszűnt s az áramló plasma holt tömegként sodorta tova. De nemcsak a *Balantidiumokat*, hanem a *Hydra* sejtjeit is hasonló módon kebelezi be az *Amoeba*, a miről azonban csak a metszetek győznek meg. (VIII. t. 14. r.)

Az emésztés lefolyását nem kísértem figyelemmel, csupán az emésztetlen maradék kiürítését láttam, mely gyorsan, explosio-szerűen történt akkor, a midőn a lüktető üregecske is ürített.

A lüktető üregecske működésére nézve azt tapasztaltam, a mit GREEFF (13. p. 308) is említ az *A. terricoláról*, t. i. hogy kiürülése után a plasmában apró, gömbölyded, folyadékkal telt terek jelennek meg, a melyek tartalmukat összeömlesztve egy nagy lüktető üregecskévé válnak. (VII. t. 10., 11. r.)

Ha a lüktető üregecske bizonyos maximális nagyságot elért, a mi a tölem megfigyelt *Amoebán* 20—21 C° hőmérséklet mellett 6—14 perczenként történt (DOFLEIN szerint (6. p. 260) az *A. Vespertilio* 10—20 perczenként üríti ki lüktető üregecskéje tartalmát), hirtelen összehúzódik és kiüríti tartalmát. Érdekes, hogy valahányszor a lüktető üregecske kiürült, egyidejűleg a test valamely pontján dudorodásszerű álláb nyo-

mult ki. Lükttető üregecskét úgy a *Hydrák* testfelületén ülök, mint a *Hydrák* gyomrában lévő *Amoebák*-ban egyaránt megfigyeltem.

Gyakran láttam azt, hogy egyes hyalin állabakon a lükttető üregecskékre emlékeztető hyalin hólyag ült. Hogy eme sajátos képződmények milyen feladatot végeznek, hogyan működnek, el nem dönthettem, de talán ugyanolyan természetűek, mint azon képletek, a melyeket DOFLEIN az *A. Vespertilióról* irt le (6. p. 261. Fig. M.); ezeket DOFLEIN vacuolumoknak nevezi és azt írja róluk, hogy «aránylag szilárd állományú tartalmúak, mert sokáig megmaradnak a kéménymódra kiálló pseudopodiumokon, a melyeknek distalis részében úgy ülnek, mint a tojás a tojásphárban.» Működésükről DOFLEIN sem tud semmit sem feljegyezni.

A szaporodási módok közül az *Amoebákon* oly ritkán észlelhető oszlást csak egy alkalommal figyeltem meg és pedig délben 12 óra és 12 óra 20 percz között. SCHULTZE szerint (30. p. 595) az *A. polypodia* 10 percz alatt oszlott, a mely időből 1½ percz a mag, a többi pedig a plasma oszlására esett. SCHAUDINN szerint az *A. crystalligera* 1—2 percz alatt oszlik (SCHUBOTZ 29. p. 2). DOFLEIN úgy találta, hogy az *A. Vespertilio* 15—45 percz alatt oszlott (6. p. 272), NÄGLER pedig azt írja, hogy az *A. lacustris* 25 percz alatt oszlik (24. p. 2). Ebből az összeállításból az tűnik ki, hogy az *Amoebák* oszlása meglehetősen eltérő időt vesz igénybe, a mely 1 percztól 45 perczig terjedhet; ezt tekintetbe véve, az itt leírt *Amoeba* 20 percz alatt végbemenő oszlását közepes sebességűnek kell mondanunk.

Az oszlásra készülő *Amoeba* alig mozgott, csak egy-két karélyos állapotot bocsátott, de helyét nem változtatta, e közben teste közepe táján befűződés keletkezett, mely egyre mélyebbre hatolva, végre két egyenlő részre osztotta. (VII. t., 11. r.) A mag oszlását nem figyeltem meg, de úgy hiszem, hogy jóval előbb, talán éjjel¹ oszlott és délben csak a plasma oszlása ment végbe. Az oszlási felek egymagvúak voltak.

¹ Hogy ezen *Amoeba* magva éjjel oszlik, arra más *Sarcodinákon* tett megfigyelésekből lehet következtetni. KHAINSKY szerint az *Arcella* éjjel oszlik (21. p. 173). NERESHEIMER szerint az *A. Dofleini* valószínűleg min-

Egy alkalommal egy *Amoebát* a mikroszkop tubusának rá-szorításával összeroncsoltam, a mikor is a mag tönkrement. Az így magvától megfosztott plasmadarab azonban nem pusztult el, hanem mint az *A. Proteusról* is ismeretes, azonnal meggömbölyödött; olyanféle forradási jelenség, a milyent GROSSE-ALLERMANN az *A. terricoláról* ismertet (14. p. 44—45), nem volt rajta észlelhető.

E magnélküli rész órákig mozgott a tárgylemezen, végre azonban defæcatio alkalmával mintegy megpukkadt, hirtelen összehúzódva nagyszámú plasma-cseppé explodálva pusztult el.

1910. XII. 6—8.-a táján az utolsó *Amoebától* inficiált *Hydra* is elpusztult. Azt gondolva, hogy talán más *Hydrákat* fertőztethetek ezekkel az *Amoebákkal*, az edénybe egészséges *Hydrákat* tettem. A *Hydrák* elszaporodtak itt és midőn koplaltattam őket, a depressio jelenségei beállottak ugyan, de *Amoebák* nem jelentkeztek, úgy, hogy az eleveneken folytatott vizsgálataimat abba kellett hagynom.

II.

Hogy az ismertetett *Amoeba* szervezetének finomabb részleteit megismerhessem s hogy első sorban magva szerkezetével tisztába jöhessek, valamint azért is, hogy eldönthessem, vajjon régen ismert, vagy új fajjal van-e dolgom, metszetek készítéséhez folyamodtam. E célból forró sublimattal (NaCl 3 gr, HgCl_2 25 gr, H_2O dest. 500 gr) öltem meg a *Hydrákat*, jód-jódkáliumos 70%-os alkohollal kimostam, majd koncentráltabb alkoholokba egészen alkohol absolutusig, ebből 10—10 fokkal lefelé haladva vízbe tettem vissza s végül HEIDENHAIN-féle vashæmatoxylinnel festettem őket. A festett *Hydrákat* fokozatosan koncentrálódo alkoholon és szegfűolaj-alkoholon át szegfűolajba, szegfűolajos 4%-os celloidinbe helyeztem, majd chloroformban megmerevítve

den éjjel oszlik (25. p. 153). Ezt tudva, éjjel 3—4 óra között conserváltam (1910. XII.) egy *Hydrát*, a melyet ugyancsak elleptek az *Amoebák*, de a megvizsgáltak legtöbbszörének magva megegyező szerkezetű volt a nap-pal conserváltakkal s csak néhánynak magván látszott az oszlásra készülés legkorábbi megnyilatkozása.

chloroform-paraffinba, innen tiszta olvasztott 58 C° paraffinba ágyaztam be úgy, mint a hogyan a *Tintinnidákról* irt értekezésemben ezt ismertettem (10. p. 97, 98). A *Heidenhain*-féle festésen kívül festettem metszeteimet a *BIONDI-EHRLICH-HEIDENHAIN*-féle hármásfestéssel, a *GIEMSA*-oldattal, de a legtisztább képet a vashæmatoxylin adta. Összesen 19 *Hydrát* metszettem fel, a melyek közül 16-ban voltak *Amoebák* és pedig

5	egyénben	1—1	<i>Amoeba</i>	összesen	5
2	"	2—2	"	"	4
3	"	4—4	"	"	12
1	"	5	"	"	5
2	"	13—13	"	"	26
1	"	14	"	"	14
1	"	30	"	"	30
1	"	44	"	"	40.

A 16 *Hydrában* tehát összesen 140 *Amoebát* találtam. Megjegyzendő, hogy a *Hydrák* közül csak a két utolsót választottam ki, mint olyat, a melyet sok *Amoeba* lepett el, a többit csak találomra rögzítettem. Minthogy az eleven *Hydrákon* néha 100-nál is több *Amoebát* számláltam, a rögzítettek közül pedig a legtöbbször ellepettek is csak 30, 44 volt, az egyének egy része nyilván præparálás közben veszett el. A 2, 3, 5 μ vastagságú metszetek áttanulmányozása sok érdekes részlettel ismertetett meg, melyekre ezennel rátérek.

Általános alak. A forró sublimáttal való rögzítés alkalmával a test alakja olyan jól megmaradt, hogy a conservált és felmetszett példányokon is megtaláltam mindazokat a példányokat, a melyeket az eleveneken megfigyeltem. Kitént ekkor, hogy a *Hydra* gyomrában mászkáló *Amoebák* leggyakrabban *Limax* alakúak, noha sokszor *Proteus*-szerűek (VIII. t., 12., 17. r.). A test felületére tapadó példányok buzogány- és sulyom-alakúak (VIII. t., 18. r.), vagy tele vannak apró szemölcsökkel. A visszahúzódó állabak helyét czafrangok jelzik (VIII. t., 12. és 13. r.). A metszeten kitünően látható, hogy a czafrangszerű állabak nem csupán ujjalakúak, hanem végük gyakran villásan elágazik. Minthogy a czafrangszerű állabaknak többnyire egész pamata

van egy helyen, az egész az agancs rózsájára emlékeztető képet nyújt. A czafrangszerű állábak csupán a hyalin ectoplasmából állanak és a pelliculát mintegy áttörni látszanak, voltaképen azonban a pellicula a czafrangokon csak rendkívül elvékonyul, mellettük közvetlenül pedig egész vastagságában látható (VIII. t., 18. r.). A czafrangszerű állábak egymás mellett sűrűen keletkeznek és ferde, váltakozó sorokban állanak oly módon, hogy az egyes visszahúzódo állábak alig kiemelkedő töve 30° -nyi szöget zár be szomszédaival, a mi által az id. ENTZ GÉZÁ-tól leírt (8) plastidulák elrendezésével teljesen megegyező kép jő létre. Ez az elrendezés különösen a czafrangszerű állábak tangenciális metszetein tanulmányozható.

Azok a példányok, a melyekben bunkóalakú állábak vannak, olyanok, mintha bimbózva szaporodnának (VIII. t., 18. r.), a mi azonban, minthogy a magon semmiféle változás sem vehető észre, teljesen kizártnak tekinthető. Bunkó- vagy más alakú állábak az *Amoebákon* csak azoknak szabad, azaz a *Hydrával* nem érintkező felületén láthatók, míg a *Hydrához* tapadó felületük mindig egészen sima (VIII. t., 18. r.).

Az invaginációs nyelés (VIII. t., 14. r.) s a lüktető üregecske metszeteken kitűnően látható s kitűnik ezeken, hogy a vacuolumnak külön bélelő hártvája nincsen (VIII. t., 19. r.).

A pellicula a metszeteken különböző vastagságú elkülönült hártva gyanánt jelentkezik; legvastagabb, hogy úgy mondjam, az állábak tövén, magukon az állábakon úgy elvékonyodik (VIII. t., 18. és 19. r.), hogy alig különböztethető meg és a μ -nek minden esetben csak igen kis törtrészt tesz. Felületi, érintőleges metszeteken a pellicula apró köröket mutat, a melyek a már említett ENTZ-féle cytophanok, a melyek megnyúlva a czafrangszerű állábakat alkotják; hogy ezek egymáshoz képest 30° -os szöget bezáró vonalakban rendezkednek el, mint ENTZ a cytophanokról (9) kimutatta, már említettem. A pelliculán látható gömbszerű képletekről különben már GREFF is megemlékezik (13. p. 318. Taf. XIII. Fig. 11) az *A. terricola* ismertetése alkalmával.

A plasmában, a zárványoktól eltekintve, ritkán lehet jól elkülönült ecto- és entoplasmát megkülönböztetni. Egynemű,

zárványok nélküli ectoplasmából állanak a czafrangok és néha egy-egy szemölesszerű álláb, rendszeren azonban közvetlenül a a pellicula alatt már találhatók zárványok, elnyelt alkotórészek, valamint hyalin üregek. Ezek az üregek sok esetben (VIII. t., 11. r.) egészen a pellicula alatt helyezkednek el, sok közülök körülbelül egyenlő nagyságú és nyilván fénylő rögök (Glanz-körper) helyét jelzik.

A fénylő rögök természetét magam nem vizsgáltam, az irodalom adatai pedig nem nyújtanak róla tiszta képet; az *A. Proteus* és *villosa* fénylő rögöi SCHUBOTZ szerint (29. p. 29—34) fehérje-gömbök. A *Pelomyxa* fénylő rögöi, írja DOFLEIN (7. p. 509), glycogenből állanak és a magból származnak (GOLDSCHMIDT). STOLL és BOTT tartalékanyagtartóknak tartja őket, melyek hizlalás alkalmával megnagyobbodnak, koplaláskor pedig megcsappannak (DOFLEIN 7. p. 509).

A protoplasma metszetekben finom, egynemű lépes, «wabig» szerkezetű és az egyes rekeszkék nagysága $\frac{1}{10}$ μ lehet.¹ Az entoplasmában gyakran lehet a lüktető üregecskén kívül is üregeket találni, a melyekben rendszeren a megemésztett táplálék igen kis maradékai találhatók. Ezek nyilván emésztő üregecskék (VIII. t., 11. r.)

Az eleven *Amoebákon* oly jól látható kristálykáknak a metszetekben nyoma sem látható, mert praeparálás közben kioldódtak. A kristálykákkal megegyező rhombicus kristálykákat talált SCHUBOTZ az *A. Proteus* és *A. villosa* testében, melyek 2—5 μ hosszúságúak, szintén az ecto- és entoplasma határán helyezkednek el és phosphorsavas kálium vagy nátrium duplasói (29. p. 34, 36, 39). Minthogy az említett kristálykák alakja, elhelyezkedése és oldódása hasonló a tőlem megfigyelt *Amoeba* kristálykái viselkedéséhez, nagy a valószínűsége annak, hogy azonos összetételűek is.

Feltűnő zárványai a protoplasmának az emésztés legkülönbözőbb stádiumaiban lévő elnyelt testek. Ezek nemcsak az entoplasma közbülső, hanem perifericus részében is láthatók, mint-

¹ A protoplasma lépes szerkezete a rajzokon technikai okokból maradt el.

egy az ectoplasmáig nyomulnak. Mint ilyenek felismerhetők a *Hydra* sejtjei, sejtmagvai (VIII. t., 19. r.) és a legkisebbektől a legnagyobbakig váltakozó nagyságú csalántokjai (VIII. t., 18. r.). Az elnyelt testek mennyisége igen változó, míg egyesekben alig 1—2 csalántok és *Hydra*-sejtmag van, mások zsufoltságig tele vannak velük. A táplálék-részeket, illetőleg elnyelt testeket nem mindig veszi körül emésztő vacuolum, hanem a plasma sokszor közvetlenül megfekszi azokat, úgy, mint SCHUBOTZ szerint az *A. blattae*-nál (29. p. 17), máskor azonban szűkebb vagy tágabb nedvürben találhatók (VIII. t., 19. és 11. r.).

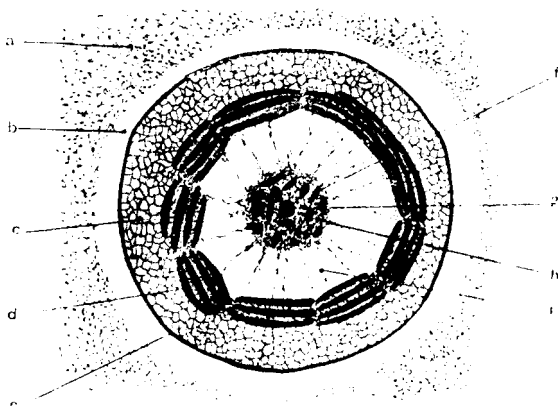
Az elnyelt testek közül legérdekesebbek kétségtelenül a csalántokok. Hogy véglények a *Hydrák* csalántokjait bekebelezik, az nem újság a protistológiában, már STEIN feljegyezte a *Keroná*-ról (32. p. 177. Taf. Fig. 3—6), hogy elnyeli a *Hydra* sejtjeit és magam is megfigyeltem oly *Keronákat*, a melyekben elnyelt csalántokok voltak. Arra nézve, vajjon a csalántokok megemésztetnek-e, vagy pedig e nélkül távoznak az *Amoeba* testéből, megfigyelést nem tettem, de minthogy a csalántokokon az emésztésnek legkisebb nyomát sem láttam, hajlandó vagyok föltenni, hogy ezek változás nélkül távoznak. A csalántokok mindig elzártan, azaz ki nem lövellett fonállal láthatók a protoplasmában, érthető tehát, hogy mérgek sem a *Keronára*, sem az *Amoebára* hatással nincsen.¹

A magvak számáról és alakjáról már fentebb (p. 840.) megemlékeztem. Jól conservált példányokban a magot a plasma szorosán megfekszi (VIII. t., 14., 16. r.), a nem kifogástalanul rögzített példányokban ellenben a mag és a plasma között üreg táng, a mely nyilván a plasma gyors összehúzódása következtében keletkezett (VIII. t., 1—11. r.). Nagyságáról és elhelyezkedéséről már szintén szoltam (l. p. 840).

Kivülről a magot (VIII. t., 1—11. r.) meglehetősen vastag maghártya borítja (2. szövegábra e), mely talán $\frac{1}{10}$ μ -t is meg-

¹ Hogy a csalántokot bekebelező véglények e tekintetben nem egyedüliek az állatok között, azt bizonyítják az *Aeolidiák* közé tartozó meztelen csigák, melyek *Hydrozoákat* falnak, a miért azután testükben csalántokok halmozódnak fel. (V. ö.: BREHM: Az állatok világa. X. k. p. 598.)

haladhat, de azért távol áll az *A. blattae* maghártájának vastagságától, mely SCHUBOTZ szerint (29. p. 18) 1—2 μ vastagságú, a mit azonban JANICKI nem erősít meg (19. p. 381), de MERCIER rajza (Taf. 10. Fig. 8) szerint k. b. 1.5 μ vastagságú (23.). A maghártján belül a magnak alig festődő, meglehetősen szabályos rekeszekből (Waben) álló linin részlete következik (2. szövegábra *c*) úgy, mint SCHUBOTZ szerint az *A. blattae* (29. p. 18), melyet a chromatinból álló gömbhéj (2. szöveg-



2. ábra. Az *Amoeba Hydroxena* magva metszetének vázlatos rajza. A mag közepéről származó metszet. *a* = protoplasma, *b* = mag körüli udvar, *c* = linin-rekeszek, *d* = chromatin-lemezek, *e* = maghártja, *f* = a karyosoma chromatinja, *g* = centriolum, *h* = karyosoma, *i* = a karyosomát a periferiához erősítő linin-fonalak.

ábra *d*) két részre oszt, ú. m. külső keskenyebb és belső szélesebb részre, a melynek közepét ismét erősebben festődő állomány foglalja el úgy, hogy a mag vastagabb metszetben célkorongra emlékeztet (VIII. t., 12., 14., 16., 17. r.), azaz olyan, a milyennek GRUBER az *A. quinta* magvát ábrázolja (15. Taf. XIV. Fig. 27. *a*). Az achromatikus rekeszekben chromatin nem fordul elő, még apró szemecskék alakjában sem.

A külső chromaticus gömbhéj egészen sajátos szerkezetű.

Ha olyan metszetet vizsgálunk, a melyen a magból mintegy süvegszerű részlet van lemetszve (VIII. t., 1. r.), ezen azt láthat-

juk, hogy a chromatin sajátos, szögletes részekből alakul ki, a melyek összessége összefüggő spirema-szerű — de csak egy gömbhéjban elhelyezkedő — gomolyt alkot, mely gomoly azonban talán nem egy szalagból alkottatik, hanem több egymással érintkező szalagból áll. Ha ugyanezen példány magvának közepéről származó metszetet vizsgálunk (VIII. t., 7., 8., 10., 11. és 2. szövegábra), azt tapasztaljuk, hogy a szögletes chromatin-daraboknak ekkor harántul ért metszetei olvasó-szemekként függenek egymással össze és látszólag zárt koszorút alkotnak, tényleg persze a koszorú ízei a spiremaszerű chromatin-szalag fölcsvarása következtében létrejövő csak elmetszett darabjai a chromatin-spiremának. Ha meg akarjuk konstruálni a mag chromatinállományának modelljét, a két képet kombinálnunk kell, vagy olyan metszetet kell vizsgálnunk, a melyen a chromatinnak csak egy része van lemetszve, mint a VIII. tábla 7. rajzon. Az ilyen metszeten kitűnik, hogy a chromatin olyan, az oszló magvak spiremájára emlékeztető gomolyt alkot, mely gomoly az achromaticus állományban gömbhéj módjára helyezkedik el. De a chromatin-ízek harántmetszetéből az is kitűnik, hogy az egyes chromatin-ízek nem egységes gömböket alkotnak, hanem réteges képletek, a melyeknek egyes rétegei a periferiával párhuzamosan haladván, csak a magnak mintegy æquatorát feltüntető metszetekben láthatók (VIII. t., 7., 8., 11. r.). A rétegeknek száma 2—3—4, a melyek az æquatorialis metszeten természetesen pálczikákhoz hasonlóan tűnnek elő (VIII. t., 7., 8. r.).

Az egész spiremát összetevő chromatinlemezeknek számát megközelítőleg megállapíthatjuk, ha egy mag összes metszetein megszámláljuk az ízeket, azt az ízeket alkotó rétegek számával megszorozzuk és az egészet összeadjuk. Egy esetben így a következő számokat nyertem:

a felső gömbsüvegben volt	14 lemez, mindenik 4 rétegű = 56
a középső övben volt	20 " " 4 " = 80
az alsó üvegben volt	12 " " 4 " = 48
	Összesen: 184

Megközelítőleg tehát mintegy 180—200-ra tehetjük a spiremát összetevő chromatin-ízek számát.

A sejtmag közepét egy, a lininnél erősebben, de a periphericus chromatinnál gyengébben festődő, talán plastinból álló (a vashæmatoxylin e tekintetben nem nyújt felvilágosítást, mert mindent egyenlően fest), gömbölyded vagy ellipticus test — magvacska — foglalja el (VIII. t., 7., 10., 11., 12., 14., 16., 17. r. és 2. szövegábra *h*), melyet a periferiához sugaras fonalak erősítenek (VIII. t. 11. r.). Ennek a magvacskának közepén kis gömb helyezkedik el (2. szövegrajz *g*), a mely körül nem egészen szabályosan elhelyezett, egymás mögött váltakozó sorokban álló kisebb gömbök láthatók (VIII. t. 7. és 11. r. és 2. szövegábra *f*). A magvacska közepén lévő kis gömböt a magvacska felületéhez sugaras fonalak erősítik (2. szövegábra *i*).

Nem hallgathatom el azt a sejtésemet, hogy úgy tetszik, mintha a magtestecske chromatin-állománya egészen olyan szerkezetű volna, mint a külső chromatin: szalagszerű állományú s az apró gömböket ez esetben is csak a chromatinlemezek optikai metszetei okoznák.

Ezen sajátosságos magszerkezettel szemben felmerül az a kérdés, vajjon a többi véglény, nevezetesen az *Amoebák* között ismeretes-e hasonló magszerkezet, és ha igen, hogyan értelmezik azt a különböző búvárok. Hogy e kérdésre feleletet adhassak a különböző véglényeknek, első sorban az *Amoebáknak* hasonló szerkezetű magvai fölött kell szemlét tartanom.

Az irodalomban szereplő legrégebbi adat, a mely hasonló magszerkezetet ismertet, GRUBER-től származik (16. p. 382—383), a ki az *Amoeba quinta*¹ magját a következően írja le: ezen *Amoeba* magján «megkülönböztethető a maghártya és a magnedv, a melyben a chromaticus állomány két módon van elhelyezve: ugyanis egy része a periferián helyezkedik el, melyet csak keskeny köz választ el a maghártyától, a mely állományt a szervezet életében egyes szemecskék alkotják, ezek azonban præparálás alkalmával egységes tömeggé olvadnak össze. Középen pedig a mag centrumában a chromatin meglehetősen nagy nucleolus képében foglal helyet. Az utóbbi azonban csak rea-

¹ PRANDTL véleménye szerint a GRUBER-féle *A. quinta* csak egyik formája az *A. Proteusnak* (26. p. 283).

gensek hatására válik élesen láthatóvá, míg élő magvakon csak mint halvány, homályos rész látható a kerületi chromatinon belül. A magvak száma változó, néha igen nagy. «A belső chromatin-rész erősen töri a fényt, szemecskésnek látszik, finomabb szerkezetével és terjedelmével azonban nem lehet tisztába jönni. Így nem vehető ki élesen, hogy vajjon egészen kitölti-e a külső szemcséken (külső chromatinon) belüli részt, vagy pedig hézag van a kettő között, illetőleg egy a fényt másként törő anyag tölti ki.»

GRUBER-nek az *A. quinta* magváról adott eme leírása anynyira ráillik a tőlem megfigyelt *Amoeba* magvára, hogy nem habozhatom vele azonos szerkezetűnek tartani. Sokban meg egyeznek az ismertetett *Amoeba* magva a SCHAUDINN-tól (28. p. 137) leírt *A. bimaculata* magvával is. Ezen *Amoeba* magvának is erős burka van, a melyen belül 4—5 rekeszből (Waben) álló achromatin-, majd chromatin-burok következnek, mely gyakran hosszúranyúlt, szalagszerű és különböző irányban felesavart. Olyan magvak is előfordulnak e fajnál, a melyek közepükön olyanféle sugaras szerkezetűek, mint a leírt Amoebái. E magvak SCHAUDINN szerint oszlásban vannak.

De leghasonlóbb az itt ismertetett *Amoeba* magva a BEAUREPAIRE-ARAGAO-tól (1) leírt *A. diplomitotica* magvához. Eme faj magvát is kívülről erősebb maghártya határolja, a melyen belül chromosomákra tagolódott chromatin-burok következnek. A mag közepét e fajnál is karyosoma foglalja el, a melyben a középén lévő centriolum körül szintén chromosomák helyezkednek el a plastinszerű alapállományban. A két leírás, de még inkább a rajzok összehasonlításából kitűnik, hogy az *A. diplomitotica* nyugalomban lévő és az itt ismertetett *Amoeba* magva olyannyira hasonló szerkezetű, hogy a megfelelő részeket véleményem szerint igen nagy valószínűséggel homologizálhatjuk.¹ E szerint, ha elfogadjuk BEAUREPAIRE-ARAGAO értelmezését és

¹ Minthogy *Amoebánk* s az *A. diplomitotica* magszerkezete ennyire megegyező, valószínűnek tartom, hogy a perifericus chromatin az *A. diplomitoticanál* is spiremában helyezkedik el s csupán az egész mag optikai metszetben tűnik úgy fel, mint ARAGAO írja.

elnevezését, *Amoebánk* magván a következő részeket különböztethetjük meg: kívülről erős maghártya (amphipyrenin) burkolja a magvat, a melyen belül a magtestet lininrekeszek töltik ki. A chromatin spiremaszerű, ízekre tagolt és egy gömbhüvelyben helyezkedik el, s mint alább látni fogjuk, bizonyos esetekben chromosomákra tagolódik. A mag közepét magvacska, HARTMANN (18. p. 6.) értelmében vett karyosoma foglalja el, a melynek közepén gömbölyded centriolum látható s e körül apró chromosomák helyezkednek el.

Hogyha a rögzített mag szerkezetét az eleven mag képével összehasonlítjuk (pl. az VII. tábla 6. és a VIII. tábla 11. rajzát), akkor azt látjuk, hogy az, a mit az eleven Amoebán mint magkörüli hyalín udvart látunk, a metszeten mint magkörüli üreg jelentkezik; a maghártya az eleveneken is jól megfigyelhető s s az ezen belül elhelyezkedő erősen fénytörő félgömbyszerű testek nem egyebek, mint a chromatinszalag optikai metszetei. Az eleven magon azonban a chromatin közvetlenül a maghártyához látszik csatlakozni, a rögzítetteken azonban a kettőzött lininrekeszek láthatók; a karyosomát és centriolumot eleveneken nem figyeltem meg, igaz, hogy figyelmet erre nem is fordítottam, hiszen nem volt tudomásom ilyenféle szerkezetről.

Az ismertetett *Amoeba* legtöbb példányának magszerkezete megegyezett a vázolt typussal; ezeket, minthogy felépítésükben az *Amoeba diplomitolica* nyugalomban lévő magvának szerkezetével azonosak, nyugalomban lévőknak tartom. De ezeken kívül akadt néhány, a mely ezektől elütő szerkezetű, ezekről a magvakról hajlandó vagyok feltenni, hogy oszlasban vannak. Közöttük több fokozat különböztethető meg.

A nyugalomban lévőknak tartott magvaktól legkevésbé azok térnek el, melyeken azt lehet észrevenni, hogy a chromatinizek alapállományában vacuolumszerű, nem festődő terek jelennek meg (VIII. t., 4. r.); e vacuolumok a következő stádiumban összefolynak, mi által mintegy hosszirányban hasítják a chromatint (VIII. t., 5. r.), úgy, hogy a chromatin-spirema egymással párhuzamos szalagokból állónak tűnik fel. Ezután, úgy látszik, a spirema ízei között megszűnik az összefüggés, a minek következtében a chromatinból a magban csupa apró, bacteriumszerű,

kb. 2μ hosszú és 0.4μ széles pálezika — chromosoma — keletkezik (VIII. t., 6. r.) és a lininrekeszek között még mindig határozott gömbhájban helyezkednek el. Ugyanazon præparátumban, a melyben a perifericus chromatin ilyen módon chromosomákra oszlott, a karyosomában lévő chromatin is — előttem ismeretlen módon — chromosomákká alakult (VIII. t. 9., 10. r.), a melyek a perifericusaknál kisebbek, minthogy hosszuk körülbelül 1μ , szélességük $0.3-0.4 \mu$, számuk 40 körüli. Ezen megfigyelés szerint *Amoebánk* magvában kétféle nagyságú chromosomák jönnek létre, ú. m. perifericus nagyobb és centralis, a karyosomából keletkező kisebb chromosomák. A centriolumon változást nem figyeltem meg.¹

Több *Amoeba* magvának metszetén az figyelhető meg, hogy a chromatin spirema egyik része mintegy kinyúlik a magból, a mely kinyúló részt néha a maghártya is követ, a minek következtében a magon csücsökszerű dudorodás látható (VIII. t., 8. r.). Minthogy MERCIER szerint (23. Taf. 10., Fig. 8. N.) az *Entamoeba blattae* magva oszlás után egészen hasonló csücsköt tüntet fel, valószínűleg e magképek is az oszlás utáni, épen szétvált mag állapotát tükrözik vissza.

Az oszlásra készülő mag tehát egészen úgy viselkedik, mint az ARAGAO-tól leírt (2. p. 49—50) *Polytomella agilis* magva, a melynek szintén előbb perifericus chromatinja, majd a karyosoma chromatinja tagolódik chromosomákra. Ha az oszlás további lefolyása is olyan az *Amoebánkon*, mint a *Polytomella agilisnél*, akkor ennek magva is dupla mitosisal oszlik. Erre nézve azonban, sajnos, nincsenek további észleleteim.

III.

Az *Amoeba* alaktani sajátságának ismertetése után áttérhetek rendszertani helyzetének tárgyalására, azaz arra, vajjon új, vagy már ismert faj-e s hogy ez *Amoebák* között milyen

¹ Meg kell azonban jegyezniem, hogy nem lehetetlen az sem, hogy a magon megfigyelt eme változások a karyosoma cyclicus változásai csoportjába tartoznak. (V. ö. HARTMANN. 18. p. 10.)

helyet foglal el, az *Amoebáknak* melyik csoportjába osztható be.

Hogy eme kérdésekre feleletet adhassak, vissza kell térnem arra, hogy magyszerkezete mely *Amoebákkal* mutat megegyezést, össze kell továbbá ezekkel és esetleg más *Amoebákkal* hasonlítanom magyszerkezetén kívül más morfológiai, esetleg biológiai sajátságait is.

Említettem, hogy különösen az *A. quinta* és az *A. diplomitotica*-fajok azok, a melyekkel a *Hydrában* élő *Amoeba* magyszerkezete leginkább megegyezik, első sorban tehát e két fajjal kell összehasonlítanom. Az összehasonlítást talán legpraktikusabban táblázatban végezhetjük, a melyen a megegyezések és eltérések első szempillantásra felismerhetők. (L. a 856. oldalon.)

A három *Amoeba* között, mint a táblázat mutatja, nemcsak megegyezések, de különbségek is vannak.

Megegyezik az *A. quinta* és a *Hydrán* élő *Amoeba* :

1. a mag szerkezetében ;
2. az állábak alakjában ;
3. abban, hogy a plasmában kristálykák és
4. fénylő rögök fordulnak elő.

Különbözik pedig a két *Amoeba* :

1. nagyságában ;
2. a plasma consistentiájában ;
3. a plasma tagolódásában (ecto- és entoplasma) ;
4. a plasma burkoltságában (pellicula) vagy csupaszságában ;
5. a plasmában lévő chromatin jelenlétében vagy hiányában ;
6. a magvak számában ;
7. a magvak nagyságában ;
8. a mozgás módjában ;
9. életmódjában és táplálkozásában.

A *Hydrán* élő *Amoeba* és az *A. diplomitotica* a mag szerkezetén kívül csupán a plasmának ecto- és entoplasma való tagoltságában és abban egyezik meg, hogy mind a két *Amoebának* több lüktető üregecskéje is lehet.

A mi a három *Amoebán* a magszerkezeten kívül megegyező, azt bővebb indokolás nélkül is alárendelt jelentőségűnek mondhatom, olyannak, mely a faj azonosságát nem állapíthatja

Amoeba quinta	Amoeba diplomitica	Amoeba n. sp.
Nagysága: —	20–30 μ	100–368 μ
A plasma hígfolyós	A plasma hígfolyós	A plasma nem nagyon hígfolyós
Az állábak végén nincsen hyalin ectoplasma	—	Az állábak végén hyalin ectoplasma van
Az állábak lebenyszereiek	Az állábak sugarasak	Az állábak lebenyszereiek
A plasma nem különült ecto- és entoplasmára	A plasmaecto- és entoplasmára különült	A plasma ecto- és entoplasmára különült
—	Az entoplasma alveoláris szerkezetű	Az entoplasma nem alveoláris szerkezetű
A plasma szemecskés	A plasma szemecskés	A plasma szemecskétlen
—	A plasmában vannak Bacteriumok	A plasmában nincsenek Bacteriumok
A plasmában kristálykák vannak	—	A plasmában kristálykák vannak
Emésztő vacuolumok vannak	Emésztő vacuolumok vannak	Emésztő vacuolumok vannak
A plasmában vannak fénylő rögök	A plasmában nincsenek fénylő rögök	A plasmában vannak fénylő rögök
—	Lüktető üregecske több van	Lüktető üregecske több van
Táplálék: növényi törmelék	Táplálék: Bacteriumok	Táplálék: A Hydra sejtjei is apró Ciliáták
A plasmában szétszórtan chromatin található	—	A plasmában nem található chromatin
Izszapban él	Szénaönteléken él	A Hydrán és Hydrában él
Folydogálva is mozog	—	Folydogálva nem mozog
A magvak száma igen nagy	Egy mag van	1, 2, 3 legfeljebb 5 mag van
Maghártya van	Maghártya van	Maghártya van
A mag 10 μ átmérőjű	A mag 3–4 μ átmérőjű	A mag 14–30 μ átmérőjű
A perifericus chromatin cseppekből áll	A perifericus chromatin gömbökből áll	A perifericus chromatin gömbökből áll
A magban karyosoma van	Karyosoma van	Karyosoma van
A két chromatin között achromaticus öv van	A két chromatin között achromaticus öv van	A két chromatin között achromaticus öv van
	A karyosoma közepén centriolum van	A karyosoma közepén centriolum van
	A karyosoma plastinjébe chromatin rakódott	A karyosoma plastinjébe chromatin rakódott
		Pellicula van

meg. A mag szerkezetének megegyezése és az, hogy e szerkezet sok tekintetben elüt a többi *Amoebától*, feltűnő ugyan, mind a mellett nem tartható fajdöntő karakternek, mert nemcsak ezen *Amoebának* van ilyen szerkezetű magva, hanem más fajoknak is. Talán némileg az *A. Proteus* magva is hasonló hozzá, mint azt DOFLEIN leírja, a ki szerint erősen festődő karyosomája van, a melyet gyengébben festődő öv vesz körül (7. p. 483. Fig. 427. *A.* és *B.*). Ilyenféle ugyancsak DOFLEIN rajza szerint az *Entamoeba histolytica* magva (7. p. 502. Fig. 444. *B.*). Nagy mértékben emlékeztet reá a HARTMANN-tól leírt *Entamoeba testudinis* magva is (17. Taf. I. Fig. 5.). És nemcsak az *Amoebák* között, de a véglények más csoportjaiban is találunk hasonló magszerkezetet. Így igen hasonló a SCHAUDINN-tól ismertetett *Calciluba polymorpha* Roboz magva a sokszoros oszlás (multiple Kernteilung) állapotában (DOFLEIN 7. p. 148., 151. ábra *C.*), midőn a chromatin a maghártya mentén csoportosul, hogy a magból utóbb kivándoroljon. Ugyancsak hasonló szerkezetű SCHAUDINN szerint a *Haemoproteus noctuae* nyugalomba lévő magva, a melynél a maghártyán belül chromosomák, ezeken belül plastinból álló karyosoma látható, melynek közepén centriolum van; a karyosoma perifericus részébe chromosomák alakjában chromatin rakódik le. Hasonló e típushoz a *Trypanosoma vivax* u. n. női egyéneinek magva, mint DOFLEIN ábrázolja (7. p. 357. Fig. 306. *D.*); GOLDSCHMIDT ilyenek rajzolja a *Mastigella vitrea*-nak az oszlás kezdetén lévő magvát (12. Taf. 7., Fig. 40.). Nagyságától eltekintve mondhatnám mindenben megegyező vele az ARAGAO *Polytomella agilis*-ének magva, szerinte e magtípus még számos más véglényben előfordul (2. p. 47.).

Megfontolva azt, hogy mint láttuk, ilyenféle magszerkezet számos véglényben előfordul, egyedül az azonos magszerkezetnek nem tulajdoníthatunk fajdöntő értéket. Hogy a többi megegyezés szintén nem vehető számba a faj megállapításának kérdésénél, már említettem. És ezekkel a megegyezésekkel szemben egész sereg eltérő sajátság olvasható le a táblázatból. Ha mindezeket tekintetbe vesszük, kimondhatjuk, hogy ez az *Amoeba* nagysága, életmódja, magvai száma és szerkezete alapján jól elkülöníthető faj, melyet gazdája és sajátságos életmódja miatt

Amoeba Hydroxena-nak nevezek el, jellemzését pedig a következőkben foglalom össze:

Az édesvízi *Hydrán* (*Hydra olygactis* PALLAS) és annak gyomrában élősködő faj, mely a *Hydra* sejtjeit és a gyomrában élő véglényeket (*Balantidium Hydrae* ENTZ jun.) falja fel. Nagysága leggyakrabban 100 μ , de 250—380 μ nagyságúak is találhatóak. Alakját az *A. Proteus*nál lassabban, az *A. verrucosánál* gyorsabban változtatja. Állábai karélyosak és — ha kisebb számban emelkednek — az *A. proteuséra* emlékeztetnek, ha több alakul ki egyszerre, akkor gyakran szemölcszerűek és az *A. verrucosáéhoz* hasonlóak. Az az oldaluk, a melylyel a *Hydrához* tapadnak, sima, rajta állábak nem emelkednek. A *Hydra* gyomrában élő és a *Hydra* testéről levált példányok az *A. Limax* és *A. Proteus* formakörében változtatják alakjukat, a testfelületén tapadók pedig az *A. verrucosáéban*. Mozgás közben a hátramaradó testvégükön visszahúzódó állábak helyén czafrang képződik.

Kívülről a testet meglehetősen vastag pellicula borítja. A testnek hyalin ecto- és szemecskés entoplasmára való elkülönülése élesen csak az állábakon figyelhető meg; az entoplasmában erősen fénylő rögök (Glanzkörper) és rhombicus kristálykák vannak, itt láthatók az elnyelt táplálék, a *Hydra* sejtjei, sejtmagvai, csalántokok stb.

Lüktető üregecske normális viszonyok között egy van, mely nagy időközökben (6—14 percz) lüktet, ha azonban a létfeltételek alkalmatlanná válnak (pl. kevés víz marad a fedőlemez alatt), lüktetése meggyorsul és száma perczenként 5—6-ra szaporodik. Egyes tölcsérszerű állábak végén gyakran gömbölyded, hyalin vacuolumszerű képletek láthatók, melyeknek szerepe ismeretlen. A táplálék felvétele tölcsérszerű állábakon át ú. n. invaginációval történik; a defaecatio explosiószerű.

A magvak 14—15, illetőleg 28—30 μ nagyok. Számuk 1—5. Élő állatokon a magban jól látható a perifericus chromatin-állomány, mely optikai metszetben 18—20 gömbből álló koszorút látszik alkotni. A festett magon meglehetősen vastag maghártya látható, a melyen belül linin-rekeszek (Waben) következnek. Utóbbit a chromatin két részre különíti el, ú. m. perifericusra és centralisra. A chromatin spiremaszerű gomolyt alkot,

mely a maghártyával párhuzamosan haladó lemezekből (3-4) áll. A mag közepét magvacska, valódi karyosoma foglalja el, mely túlnyomóan plastinból áll, közepén chromaticus centriolum van, a mely körül apró testek alakjában chromatin rendezkedik el. A karyosomát sugarasan haladó lininszálak tartják kifizésítve.

*

Az *Amoeba Hydroxena* faji meghatározása után arra a kérdésre kell feleletet adnom, hogy az ismert többi *Amoeba* között milyen helyet foglal el? Hogy e kérdést eldönthessem, szemlét kell tartanom az ismert *Amoebák* csoportosítása fölött.

LEIDY volt az első (22. p. 204—205) a ki az *Amoebák* csoportosítását megkísérettette, felosztva őket életmódjuk szerint szabadonélőkre és élősködőkre s e két csoportot morfológiai alapon is meg tudta különböztetni. Az előbbiekre jellemző, hogy sohasem élősködnek és van lüktető üregecskéjük, az utóbbiak paraziták és mint ilyeneknek hiányzik pulsellájuk; ez utóbbi csoportot *Endamoebák* — mint ma írjuk *Entamoebák* — néven különítette el a többi *Amoebától*. Az *Amoeba Hydroxena* e két csoport mindenkéivel megegyezik bizonyos tekintetben. Ugyanis, noha van lüktető üregecskéje, mégis élősködni látszik. Kérdés már most, hogy vajjon, ha élősködő, betegségek okozó szervezetnek kell-e ezt az *Amoebát* tartanunk?

DOFLEIN szerint (7. p. 520) SCHAUDINN annak eldöntését, hogy valamely, feltételesen annak tartott szervezet, betegségek okozó parazita-e vagy sem, a következő feltételekhez köti:

1. eldöntendő, hogy a parazitának tartott szervezet állandóan előfordul a megbetegedetten;
2. ki kell mutatni, hogy a megbetegedés előidézésében *Bacteriumoknak* semmi szerepe sincsen;
3. meg kell állapítani, hogy van valamely kapcsolat a megbetegedett szervezet és a betegségek okozó parazitának tartott lény biológiája között;
4. végre be kell bizonyítanunk, hogy ha a parazitának tartott szervezetet a megtámadottal azonos szervezetbe juttatjuk, azon a kérdéses megbetegedést elő tudjuk idézni.

SCHAUDINN eme négy követelménye a betegségokozó parasitákra vonatkozik. Minthogy az *Amoebáktól* ellepett *Hydrák* mind depressio állapotában voltak, felmerülhet az a kérdés, vajjon az *Amoeba Hydroxena* nem maga okozója a *Hydrák* depressiójának? E kérdés eldöntéséért vizsgáljuk meg, hogy mennyire felel meg az *Amoeba Hydroxena* és a *Hydra* egymáshoz való viszonya a SCHAUDINN-féle követelményeknek.

1. A depressióban lévő — tehát megbetegedett — *Hydrákon* nem fordulnak elő állandóan *Amoebák*; ismételten depressióba juttattam a *Hydrákat*, de azokon a leírt egyetlen eseten, mondhatnám epidemián kívül, nem jelentek meg *Amoebák*.

2. A depressió e szerint physiologiai okokból vagy *Bacteriumok* működése következtében, de semmiesetre sem az *Amoebák* támadása miatt jön létre.

3. Az *Amoeba* és a depressióban lévő *Hydra* biológiája között szorosabb kapcsolat, mint a normalis *Hydra* és *Amoeba* között, nem állapítható meg, mert nemcsak a depressióban lévő *Hydrákon* találtam *Amoebákat*, hanem olyanokon is, a melyek normalisan táplálkoztak, emésztettek, élénken mozogtak és a normalis élettevékenységet kifejtőkkel egyéb tekintetben is mindenben megegyeztek.

4. Megkísértettem az *Amoebákat Hydrákon* átültetni, de a kísérletek nem vezettek eredményre, mert kitünt, hogy ugyanazon *Hydra*-tenyészetben nemcsak a *Hydrákon*, hanem gyomrukban is lehetnek *Amoebák*, a mi a nem inficiáltság eldöntését majdnem lehetetlenné teszi; ha pedig máshonnan hozott *Hydrákat* raktam abba az edénybe, a hol az inficiáltak éltek, azokra nem települtek át az *Amoebák*, noha utóbb ezek is depressióban pusztultak el.

A felsoroltakat tekintetbe véve, úgy hiszem jogosan mondhatom, hogy az *Amoeba Hydroxena* nem lehet a *Hydra* depressióját okozó parazita. *Amoebánk* olyan szervezet, mely felfalja a *Hydra* sejtjeit, úgy él, mint a *Huematococcus Bütschlii* BLOCHMANN pusztító *Amoeba Blochmanni* DOFLEIN, vagy a *Spyrogyrákat* pusztító *Vemmyrellák*. Ezek, mint DOFLEIN írja (7. p. 514—515), megtartják a szabadon élő véglények ragadozó életmódját s tőlük véleményem szerint csak annyiban térnek el, hogy a nagy tömegben lévő táplálék jelenlétében nem kény-

telenek táplálék után elkalandozni, hanem gazdáikból kényelmesen falatoznak. De hasonló életmódot él a tropicus dysenteriát okozó veszedelmes *Entamoeba histolytica* is, mely gazdájába befurakodik s szövetelemeit — vörös és fehér vérsejteket — épen úgy bekebelezi, mint *Amoebánk* a *Hydra* sejtjeit. *Amoebánk* életmódja tekintetéből közepett áll a szövetekben parasitáskodó *Entamoeba histolytica*, a sejtparasita *A. Blochmanni* és a szabadon élő *Amoebák* között s majdnem azt lehetne róla mondani, hogy azon úton halad, mely a szabadon élő szervezeteket a szövetparaziták közé vezeti. Az *Amoeba Hydroxena* ezen életmódját az sem zárja ki, hogy normalis viszonyok között szabadon kalandozva folytasson rabló életmódot s csak a *Hydrába* jutva, a kedvező körülmények következtében elszaporodva pusztítja gazdája és lakása sejtjeit.

Arra nézve, hogy ez így mehet a természetben végbe, útmutatást szolgáltathat némely megfigyelés, mely a táplálkozására és a *Hydrára* való jutására vonatkozik.

Amoebánk ugyanis nemcsak a *Hydra* sejtjeit falja fel, hanem a *Hydrában* élő *Balantidiumok*at is, tehát a *Hydrán* kívül más szervezetekből is élhet. Arra nézve pedig, hogy hogyan juthat be az esetleg szabadon élő *Amoeba* a *Hydra* gyomrába, WILSON ama megfigyelése vet némi fényt, melyet FRISCHHOLZ is feljegyzett (11. p. 289), hogy t. i. a depressióban lévő *Hydrák* az edény felületi részéből annak fenekére vándorolnak — a mit magam is több ízben megfigyeltem — és ott iszapot nyelnek. Ezt tudva, feltehetjük, hogy ilyenkor az iszappal együtt különféle, az iszapban élő szervezeteket, így *Amoebákat* is bekebelezhetnek és így fertőzhetik magukat.

Mínt hogy az ismertetett *Amoeba* úgy alakítani, mint biológiai tekintetből a betegségek okozó paraziták és a szabadon élők között helyezkedik el, rokonságát nemcsak az *Entamoebák*, hanem a szabadonélők között is kereshetjük.

PENARD (26) a szabadon élő *Amoebák* között azon az alapon, hogy van-e pelliculájuk, vagy pedig nincsen, pelliculás és pelliculátlanokat különböztet meg. Az *Amoeba Hydroxena*nak pelliculája lévén, az előbbi csoportba tartozik, a melyek közé PENARD a következőket sorolja:

- Amoeba terricola*, GREEFF (1866); földben élő.
 „ *papyracea*, PENARD (1905); „ „
 „ *similis*, GREEFF (1891); —
 „ *sphaeronucleolus*, GREEFF (1891); földben élő.
 „ *fibrillosa*, GREEFF (1891); földben élő.
 „ *alba*, GREEFF (1891).
 „ *striata*, PENARD (1891); mohában élő.
 „ *vesiculata*, PENARD (1902); „ „

A felsorolt nyolcz *Amoeba*-faj közül hatról ismeretes, hogy a földben, illetőleg mohpárnákban él, a mi némi valószínűséget kölcsönöz azon feltevésnek, hogy feltehezzük, hogy az *A. Hydroxena* eredetileg szintén nedves földben, talán iszapban él, mint a vele némileg megegyező *Polomyxa*-nem fajai is.

Az *Amoeba Hydroxena*-nak morfológiai sajátosságai közül kétségkívül legfeltűnőbb magvainak sajátosságos szerkezete. Kérdés, vajjon ennek alapján nem határozhatjuk-e meg közelebb-ről hovatartozását?

A véglények magvának rendkívül változatos szerkezete az újabb vizsgálatok szerint legáltalánosabban két típusra vezethető vissza, ú. m. az ú. n. tömeges és a hólyagocska alakú magra. *Amoebáknak*, mint a legtöbb véglénynek a *Plasmodromák* között és az összes *Amoebáknak*, hólyagocska alakú magva van s a hólyagocska alakú magvak között azt a típust tünteti fel, a melyet legújabban HARTMANN több dolgozatában (17, 18) oly monoenergida magnak nevez, a melynek centriolumos karyosomája, azaz igazi karyosoma-magva, protokaryonja van.

A valódi karyosomás magvak között HARTMANN szintén több-félét különböztet meg, melyek között az *Entamoeba tetragenis* és *E. testudinis* magvának szerkezetével az *A. Hydroxena* magva sokban megegyezik, nevezetesen abban, hogy ennek is jól fejlett maghártyája és a karyosomán kívül chromatin-öve van, de eltér abban, hogy míg az *A. Hydroxena*-nál a chromatin vagy spiremaszerű gomolyba van egyesülve, vagy körülbelül egyenlő nagyságú chromosomákra tagolódott, addig az *E. tetragenis*-nél a chromatin a lininben apró cseppekbe szétoszolva is megjelenhet.

CHATTON az *Amoebák* magvának szerkezetéről irt mélyre-

ható tanulmányában (5), melyben HARTMANN, a HARTMANN iskolája adatait és a többi irodalmi adatot kritikailag dolgozza fel, finomabb szerkezetük és oszlásuk alapján az *Amoebákat* három csoportba osztja, ú. m. :

1. a *Limax*-félék ;
2. az *Entamoebák* és
3. a szabadon élő és héjjatlakó *Amoebák* egységes csoportjába.

Az első csoportra jellemző, hogy magvukat maghártya burkolja, ezen belül pedig magtestecske van. A magnedvet átjáró linin-hálózat szemeiben chromatin-szemecskék vannak. A mag közepét elfoglaló és főtömegében plastinból álló karyosomában kevés a chromatin, közepén pedig centriolum helyezkedik el; az ilyen típusú magvat CHATTON, HARTMANN és NAGLER nyomán *Protokaryonnak*, oszlását pedig *Protomitosisnak* nevezi.

A második típus magvában a maghártyán belül a magnedvben linin-gerendázat s ezen kevés chromatin található: a chromatin főtömege a magtestet alkotja, a centriolum pedig kivándorolt a magtestből, a minek következtében a magtest nem karyosoma többé, hanem nucleolus vált belőle HARTMANN értelmezése szerint s a centriolum a maghártyán belül a nucleolus mellett foglal helyet. Ilyen az *Entamoebák* magva, a melynek típusát CHATTON *Mesokaryonnak*, oszlását *Mesomitosisnak* nevezi.

A harmadik típusnál a maghártyától határolt magban linin- és chromatin-hálózat látható, középen plastinból álló nucleolussal; centriolum nincsen a magban, de a maghártyán kívül — tehát a protoplasmában — centrosoma foglal helyet, melyet sphaera és sugárzás vesz körül. Az ilyen típusú magvakat *Metakaryonnak* nevezi CHATTON, melyek a *Metazóáktól* jól ismert typicus *mitosissal*, *Metamitosissal* oszlanak. Ilyen az oszlása a *Mastigelláknak* (*Rhizomastigia*), a *Centropyxis aculeatának* és az *Euglypha alveolatának*.

Ha az *Amoeba Hydroxena* magvának szerkezetét az itt ismertetet három típusal összehasonlítjuk, bár bizonyos meg egyezést az *Entamoebák* (*E. tetragena* és *testudinis*) magvával felismerünk — nevezetesen abban, hogy igen erős maghártya van és chromatin a karyosomán kívül is előfordul —, mégis leg-

nagyobb fokú egyezést a *Limax*-csoportba beosztott *Amoeba diplomitica* magvával találunk. A megegyezés oly nagyfokú, hogy nem zárkozhatunk el annak föltevésétől, hogy *Amoebánk* e csoportba tartozik, vagyis magva a CHATTON-tól ismertetett *Protokaryon* típusát tünteti fel, s legközelebb az *A. diplomitica* magvához áll.

Mindezeket tekintetbe véve, az *Amoeba Hydroxenáról* azt mondhatjuk, hogy a *Hydrán* és *Hydrában* élőködő, de rabló-életmódot folytató olyan pelliculás, nagy (100—300 μ), többmagvú és aránylag nagymagvú *Limax*-típusú, *Protokaryonos Amoeba*, melynek 2—3 lüktető üregecskéje van, különböző alakú karélyos állabakat bocsát és habitusa majd az *Amoeba verrucosára*, majd az *Amoeba Proteusra* emlékeztet.

Irodalom.

1. BEAUREPAIRE-ARAGAO H.: Über eine neue *Amoebenart*, *Amoeba diplomitica*. Beitrag zum Studium der Kernteilung bei den *Amoeben*. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Maniguinhos. 1909. Tom. I. b. 33—42. Taf. 2.
2. BEAUREPAIRE-ARAGAO H.: Untersuchungen über *Polytamellos agilis* n. g., n. sp. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Maniguinhos. 1910. Tom. II. p. 42—56. Taf. III.
3. BRAUER: *Hydrozoa*. A BRAUER-féle: Die Süßwasserfauna Deutschlands eine Excursionsfauna. G. FISCHER. Jena. Heft 19. 1909.
4. BREHM: Az állatok világa X. Fordította dr. RÁTZ ISTVÁN és ifj. dr. ENTZ GÉZA. Budapest. 1907.
5. CHATTON E.: Essai sur la structure du noyau et la mitose chez les *Amoebiens*. Faits et théories. Archives de Zoologie Expérimentale et Générale. Vol. XLV. 1910. p. 267—327. Fig. 13.
6. DOFLEIN F.: Studien zur Naturgeschichte der *Protozoen*. V. *Amöbenstudien*. Archiv f. Protistenkunde. Supplement 1. 1907. p. 250—293. mit Taf. XVII—XIX. und 17 Textfiguren.
7. DOFLEIN F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. II. Auflag. Jena. Fischer. 1909.
8. ENTZ G.: Néhány patagoniai véglényről. Matematikai és természettudományi értesítő. XX. k. p. 442—469. V. tábla. 1—7. szövegrajz.
9. ENTZ G.: A *Vorticellinák* rugalmas és összhúzóköny elemei. Értekezések a természettudományok köréből. 21. kötet. 1891. 1—44. lap. I—III. tábla.

10. ENTZ G. íj.: A *Tintinnidák* szervezete. Matematikai és Természettudományi Közlemények. XXIX. k. 1908.

11. FRISCHHOLZ E.: Zur Biologie von *Hydra*. Depressionserscheinungen und geschlechtliche Fortpflanzung. Biologisches Centralblatt Bd. XXIX. 1909. P. 182—192., 206—215., 239—255., 267—290.

12. GOLDSCHMIDT R.: Lebensgeschichte der *Mastigamoeben*, *Mastigella vitrea* n. sp. und *Mastigella setosa* n. sp. Arch. für Protistenkunde. Supplement I. 1907. p. 83—168. Taf. V—IX. textfig. 1—20.

13. GREEFF R.: Über einige in der Erde lebende *Amöben* und andere *Rhizopoden*. Archiv f. Mikroskopische Anatomie, Bd. II. 1866. p. 298—331. Taf. XVII—XVIII.

14. GROSSE-ALLERMANN W.: Studien über *Amoeba terricola* GREEFF. Archiv f. Protistenkunde Bd. XVII. p. 203—255. 1909. mit Taf. 1—2. und A—M Textfiguren. (Diss. inaug.)

15. GRUBER A.: Studien über *Amöben*, 1884. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 41. p. 186—225. Taf. XIII—XV.

16. GRUBER A.: Über Kerntheilungsvorgänge bei einigen *Protozoen*. Zeitschr. f. Wiss. Zoologie. Bd. XXXVIII. 1891. p. 372—391. Tafel XIX.

17. HARTMANN M.: Über eine neue *Darmamoeba*, *Entamoeba testudinis*. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Maniguinhos. 1910. Tom. II. p. 3—10. Taf. I.

18. HARTMANN M.: Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena. Fischer. 1911. p. 1—54 mit 13 Abbildungen in Text.

19. JANICKI C.: Über Kern u. Kernteilung bei *Entamoeba blattae* BÜTSCHLI. Biol. Centralblatt. 1909. Bd. 29. p. 381—393. 7 Fig.

20. JÄGER: Über das spontane Zerfallen der Süßwasserpolypen nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Wien, 39. kötet. 1860. p. 321—340.

21. KHAINSKY A.: Untersuchungen über *Arcellen*. Archiv für Protistenkunde. 1910. 21. kötet. p. 165—185. Taf. 14., 15.

22. LEIDY J.: On *Amoeba blattae*. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. 1879. p. 204., 205.

23. MERCIER L.: Contribution à l'étude de l'Amibe de la Blatte (*Entamoeba blattae* BÜTSCHLI). Archiv f. Protistenkunde. 1910. Bd. 20. p. 143—176. Taf. 10—12. Fig. 6.

24. NÄGLER K.: Entwicklungsgeschichtliche Studien über *Amöben*. Archiv für Protistenkunde. 1909. Bd. XV. p. 1—52. Mit. Taf. I—VI.

25. NERESHEIMER E.: Über vegetative Kernveränderung bei *Amoeba Doflini*. Arch. f. Protistenkunde. 1905. Bd. VI. p. 147—166. Taf. VII. Textfig. 1—13.

26. PENARD E.: Observations sur les *Amibes* à pellicule. Archiv f. Protistenkunde. 1905. Bd. VI. p. 175—206. Fig. 1—20.

27. PRANDTL H.: Die physiologische Degeneration der *Amoeba proteus*. Arch. f. Protistenkunde. 1907. Bd. VIII. p. 281—293. Taf. XI. Textfig. 2.

28. SCHAUDINN F.: Über die Teilung von *Amoeba binucleata*. Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 1895. p. 130—141. Fig. I—IX.

29. SCHUBOTZ H.: Beiträge zur Kenntnis der *Amoeba blattae* (BÜTSCHLI) und *Amoeba Proteus* (PALL.) Archiv f. Protistenkunde. 1905. Bd. VI. p. 1—46. Taf. 1—2.

30. SCHULZE F. E.: Rhizopoden-Studien V. Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1875. Bd. 11. p. 583—596. Taf. 35—36.

31. STECHE O.: Der gegenwärtige Stand unseres Wissens vom Süßwasserpolypen (*Hydra*). Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. 1908. Bd. I. p. 463—480.

32. STEIN F.: Der Organismus der *Infusionsthier*e. I. Abth. Leipzig, 1859. p. 173—174. Taf. X. Fig. 5—8.

33. WASILIEWSKI-HIRSCHFELD: Untersuchungen über *Kulturamoeben*. Abhandl. d. Heidelberger Akademie. 1910.

Ábramagyarázat.

VII. TÁBLA.

Nagyítás: 1—6. és 10—12. ábra REICHERT obj. 7 (tubus 0), LEITZ-rajzkészülék; 7—8. ábra REICHERT obj. 6 (tubus 0), LEITZ-rajzkészülék; 9. ábra REICHERT obj. 4. b) (tubus 0), LEITZ-rajzkészülék. 1—6. és 10—12. ábra eleven *Amoebák* rajza. 7—9. ábra formollal megölt példányok rajza. Valamennyi rajz az *A. Hydroxena*-ra vonatkozik.

1. *A. /roteus*-szerű kis *A. hydroxena*.

2. *A. Limax*-szerű példány a test végén czafrangképéssel.

3—4. *Proteus*-szerű kis alak.

5. *Proteus*-szerű kis alak két maggal.

6. *Proteus*-szerű nagy alak: *a* = pellicula; *b* = ectoplasma; *c* = fénylő rög; *d* = csalántok; *e* = Hydra-festék; *f* = lüktető üregecske; *g* = entoplasma; *h* = mag.

7—8. *Verrucosa*-szerű alak.

9. *Amoebáktól* ellepett *Hydra*.

10. *Verrucosa*-szerű alak egy maggal, 6 lüktető üregecskével.

11. Megosztott példány.

12. *Limax*-szerű alak két maggal, a test végén, visszahúzódó állábakkal

VIII. TÁBLA.

Nagyítás: ZEISS hom. imm. apert. 1·40, tubus 160 mm. LEITZ-rajzkészülék; a 13. ábrán a rajzasztal 14·5 cm, a 7. ábrán 4 cm, a

12., 14—19. ábrán pedig 19·3 cm magas volt. Az összes rajzok metszeteire vonatkoznak. Mind HEIDENHAIN-féle vashæmatoxyliinnal festvék. A mag részletmagyarázátát lásd a szövégközötti 2. rajzon.

1. Összefüggő chromatin-spirémájú mag felületi metszete. Körülötte szorosán záródik a plasma.

2. Oly mag, melynek chromatinja ízekre kezd elkülönülni. Felületi metszet. A mag körül nagy hyalin-üreg.

3. Ízekre tagolt chromatinú mag felületi metszete. A mag körül keskeny üreg.

4. Az ízelt chromatin-mag izeiben vacuolumok jelennek meg. Felületi metszet. A mag körül nagy hyalin-üreg.

5. Az ízelt chromatin hosszában hasad. Felületi metszet. A mag körül nagy hyalin-üreg.

6. A chromatin chromosomákra tagolódott. Felületi metszet. A mag körül nagy üreg.

7. Ízeltnek látszó, réteges chromatinú mag metszete nem egészen a mag közepe tájáról. A plasmát a magtól keskeny hyalin-üreg választja el, ezen belül látható a maghártya, ez után linin-rekeszek következnek, majd az ízeltnek feltünő, rétegzett chromatin-koszorú; minthogy a metszeten a magnak csak egy (az ábrán alsó) része hiányzik, különben az egész mag a metszetbe jutott, jól látható, hogy a középről származó metszetben (9., 10., 11. ábra) pálczikáknak feltünő chromatin csak az egész magon végighaladó chromatin-szalag metszete. A chromatinöv után ismét linin-rekeszek, legbelül karyosoma, melynek közepén centriolum, körülötte gömbölyded chromosomák.

8. Ízeltnek feltünő, rétegzett chromatinú mag metszete nem egészen a mag közepe tájáról, a chromatin egy helyen kihúzódott, oszlás utáni csücsök. A mag körül nagy hyalin-udvar.

9. Olyan mag metszete, melynek karyosomája chromosomákra bomlott. A perifericus chromatin tökéletlenül conserválódott. Keskeny mag-udvar.

10. A mag közepéről való metszet. A perifericus és középponti chromatin is chromosomákra tagolódott.

11. Egész araszoló *Amoeba* metszete. A pellicula alatt jobboldalon a fénylő rögzök gömbölyded üregei, a plasmában vacuolumok, néhányban elnyelt testek. A két mag közül az egyiknek (jobboldalon fent, halványan van színezve) felületi metszete, a másiknak közepe tájáról való metszete. A magvakat nagy hyalin udvar veszi körül (a plasma zsugorodása következtében?), ezen belül maghártya, linin-rekeszek, perifericus ízeknek látszó rétegzett chromatin, karyosoma, melyet linin-fonalak tartanak kifeszítve, centriolum és a karyosoma chromosomái. A *Hydra* felületére tapadó *Amoeba* metszete. Az alsó oldalon pelliculától bélelt hasadék metszete látható, a mi onnan keletkezett, hogy az *Amoeba* araszolva haladt s a két testvérg szorosán egymás mellé került, midőn rögzítettett.

12. *Proteus*-forma két magvú alak, a magvakat szorosan körülveszi a plasma, a plasmában számos elnyelt test, hyalin-üregek (a fénylő rögek helyei), a visszahúzó állabak helyén czafrangképződés. A *Hydra* gyomrából való példány.

13. Czafrang-képződés. Látható, hogy a czafrangszerű állabak tövén a pellicula mintha át volna törve; a felső végen a finom czafrangok ferde soros elhelyezkedése látható. A plasmában — a felső végen — a *Hydra* egy magva, lefelé egyéb elnyelt testek és emésztő vacuolum. A *Hydra* testfelületéről.

14. A *Hydra* egy entoderma-sejtjét elnyelő *Amoeba*, a *Hydra* gyomrából. Az invaginációs évés kezdete. Egy mag, melyet szorosan körülzár a plasma, néhány vacuolum, több elnyelt test, a felső részben egy kis csalántok.

15. A *Hydra* gyomrában araszolva haladó *Amoeba*, benne egy contractilis vacuolum, több apró vacuolum, elnyelt testek és egy *Hydra*-mag. A test közepén áthaladó vonal a pellicula metszete.

16. Súlyomszerű alak metszete a *Hydra* gyomrából, egy maggal, a magot szorosan körülveszi a plasma, több elnyelt testtel és hyalin-terekkel (a fénylő rögek helyei).

17. *Proteus*-szerű alak felületi metszete. A plasmában két mag, a plasma szorosan körülfogja a magvakat, nagyszámú gömbölyű tér, a fénylő rögek ürege. A *Hydra* gyomrából.

18. Bimbózni látszó verrucosyszerű alak a *Hydra* testfelületéről, a sima rész tapad a *Hydra* karjához. A plasma zsufolva van csalántokokkal, a hyalin-üregek is azok helyét jelzik, a plasmában apró elnyelt testek is. A pelliculán jól látható, hogy a pseudopodiumokon mennyire elvékonyul.

19. *Proteus*-szerű alak metszete a *Hydra* gyomrából. A pellicula helyenként elvékonyodik; a plasmában csalántokok, egy különösen jól látható a felső részen, alatta a *Hydra* sejtmagja, ez alatt a contractilis vacuolum metszete, a plasmában ezeken kívül sok apró elnyelt test és hyalin tér.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 márczius 13.-án tartott üléséből.)

A NORMÁLIS, A SERTÉSPESTISES ÉS A SERTÉS- PESTIS ELLEN IMMUNIZÁLT SERTÉSEK SERUMÁNAK PHYSIKALIS-CHEMIAI VIZSGÁLATA.

TOMOR LÁSZLÓ-t61.¹

A vizsgálatok célja volt eldönteni, vajjon a normális, a pestisben szenvedő és a pestis ellen HUTYRA és WETZL. módszere szerint immunizált² sertés savóját physikalís-chemiai módszerek segítségével meg lehet-e különböztetni. Ezen tudományos és gyakorlati szempontból fontos kérdés eldöntése céljából meghatároztam a serumok fajsúlyát, fagyáspontját, viscositását, optikai törésmutatóját, elektromos vezetőképességét és felületi feszültségét.

A használt vizsgálati módszerekről a következőkben számolok be:

1. A *viscositást* az OSTWALD által módosított ARRHENIUS-féle viscosiméterrel határoztam meg.³ A legtöbb meghatározást két készülékkel végeztem s az így nyert adatoknak, melyek a megengedett 2% hiba keretén belül egyeztek, a középértékét fogadtam el. A méréseket 25° C-ra beállított thermostatban végeztem, az időt stopperrel mértem. A vízre mint egységre vonatkozó relativ értékeket közlöm.

2. A *törésmutatót* a PULFRICH-féle total-refractométerrel határoztam meg Na-fény mellett⁴ a leolvasott szobahőmér-

¹ Az állatorvosi főiskola chemiai intézetében készült dolgozat.

² HUTYRA és WETZL: Állatorvosi Lapok, 1909. 8. és 9. sz.

³ OSTWALD-LUTHER: Physiko-chemische Messungen. II. Aufl. S. 260.

⁴ OSTWALD-LUTHER: Physiko-chemische Messungen. S. 226.

sékleten s a talált értéket az ismert módon 25° C-ra számítottam át.

3. A *specificus elektromos vezetőképességet* a közismert KOHLRAUSCH-féle hengerhíd-készülékkel határoztam meg 1 25° C-ra beállított thermostatban.

4. A *fagyáspontcsökkenést* $\frac{1}{1000}^{\circ}$ C-ra beosztott BECKMANN-hőmérő segélyével határoztam meg, az ezredfokokat becsülve.

5. A *fajsúlyt* MOHR-WESTFAL-rendszerű SARTORIUS-mérleggel határoztam meg, 4 tizedesig terjedő pontossággal. A meghatározást $\pm 0.1^{\circ}$ C. ingadozással 25° C. mellett végeztem.

6. Kezdetben a felületi feszültséget is mértem RAYLEIGH módszere szerint,² azonban az értékeknek az egyes serumfélésegeknél talált csekély eltérése miatt e vizsgálatokat később elhagytam.

Az összes meghatározásoknál súlyt helyeztem arra, hogy a vérsavó lehetőleg kristálytiszta legyen, ezt pedig centrifugálással értem el. A savók legtöbbször, különösen a vírusos és a normális serum, rendszerint narancsvörös színű volt. Az anyagot majdnem kivétel nélkül a vérvétel után 12 órán belül feldolgoztam, csak néha tolódtott el a mérések befejezésére szükséges idő 24 órára. Mind a háromfajta serumot a m. kir. állatorvosi főiskola járványtani laboratoriumából kaptam.

A *normális serum* vidékről «át nem vészelt» néven az állatorvosi főiskola járványtani intézetének kőbányai szállásaiba érkezett sertésfalkából vétetett, a megérkezését követő 2—3 napon belül. A vérvétel mindig farksonkítással történt. A vizsgált serum 3—14 sertésből származott minden esetben.

A *virustartalmú* vért természetes fertőzésben megbetegedett sertésekből nyerték, és pedig vagy szűrés útján, t. i. ha az illető sertések oly súlyosan betegedtek meg, hogy nem volt remény a felépülésükhöz, vagy a farkokból. A vírusos serumot szolgáltató sertések betegségének időtartamára és a betegség súlyosságára nem voltam tekintettel; ugyancsak nem vettem figyelembe, hogy a pestisben szenvedő sertések fertőzve voltak-e

¹ KOHLRAUSCH u. HOLBORN: Leitvermögen der Elektrolyte. 1898.

² FREUNDLICH: Kapillarchemie. S. 14.

a bacillus suipestiferrel vagy a bacillus suisepiticussal és mily fokban? Az I—IX. jelzésű vírusos serumok egyenkint más és más falkából valók, de mindegyiket csakis egy falkából való 4—10 sertésből vették. Azonban a X. jelzésű vírusos serum 5 drb. két különböző falkából való sertésből származott. A két falkában különböző időben tört ki a vész. Így az egyik falkában 1910 július 27.-én volt oly súlyos beteg sertés, melynek megmaradásához nem volt remény, a másikban pedig augusztus 10.-én. A vizsgálati anyagot pedig 1910 augusztus 12.-én kaptam. Így tehát az egyik falkában már 16 napja uralkodott a vész, a másikban csak 2 nap óta.

Az *immunos serum* vérszóból kigyógyult és hyperimmunizált sertésekből származott. Az immunizálás dr. KÖVES JÁNOS úrtól nyert szóbeli értesítés szerint így történt: A falkában, melyet a járványtani intézet erősen fertőzött szállásaiba beállítottak, csakhamar kitört a vész. A súlyosan megbetegedett állatokat, melyeknek felépüléséhez nem volt remény, leszúrták, s az így nyert vérsavóval hyperimmunizálták a betegséget kiállott állatokat, és pedig úgy, hogy 39—46 nap alatt három ízben fertőzték virussal; ca. 14 nap múlva vért vettek, 6—7 nap múlva ismét vérvétel következett. 14 nap múlva a falkát újból fertőzték, ezután 21—23 napon belül kétszer vért bocsátottak a sertésekből és végül leölték őket. Ily eljárással termelték az I—VIII. jelzésű immunos serumot. A IX. serum termelése nem így történt, hanem az első két fertőző oltás közt 53 nap, a második és harmadik fertőző oltás közt 28 nap telt el, a három oltás tehát nem, mint az I—VIII. immunos serumoknál, 39—46 nap, hanem 81 nap alatt történt. Azonfölül a falkát, a mely a IX. immunos serumot szolgáltatatta, ötször fertőzték.

Az immunizálás időbeli adatait az alábbi táblázat tünteti föl:¹

¹ E táblázat adatainak összeállításáért e helyen is őszinte köszönetet mondok dr. KÖVES, NÓGHEA és SZÉLYES uraknak, kik részéről vizsgálataim közben a legnagyobb előzőkenységet tapasztaltam.

I. táblázat.

Sorszám	Serum jel- zése	Fertőzés			Vérvétel		Fertőzés	Vérvétel		
		I.	II.	III.	a	b		IV.	c	d
I.	$\frac{10. I. c.}{910}$	III. 19.	IV. 11.	V. 4.	V. 18.	V. 24.	VI. 8.	VI. 21.	—	—
II.	$\frac{10. III. c.}{910}$	III. 29.	IV. 16.	V. 7.	V. 21.	V. 28.	VI. 15.	VI. 27.	—	—
III.	$\frac{10. II. d.}{910}$	III. 21.	IV. 13.	V. 4.	V. 19.	V. 24.	VI. 11.	VI. 22.	VI. 28.	—
IV.	$\frac{10. II. e.}{910}$	III. 21.	IV. 13.	V. 4.	V. 19.	V. 24.	VI. 11.	VI. 22.	VI. 28.	VII. 4.
V.	$\frac{11. II. d.}{910}$	IV. 6.	IV. 21.	V. 13.	V. 27.	VI. 1.	VI. 17.	VII. 1.	VII. 7.	—
VI.	$\frac{12. I. a.}{910}$	IV. 18.	V. 9.	VI. 23.	VII. 8.	—	—	—	—	—
VII.	$\frac{12. I. b.}{910}$	IV. 18.	V. 9.	VI. 23.	VII. 8.	VII. 14.	—	—	—	—
VIII.	$\frac{11. III. e.}{910}$	IV. 8.	IV. 23.	V. 13.	V. 25.	V. 31.	VI. 20.	VII. 7.	VII. 11.	VII. 16.
IX.	$\frac{15. I. d.}{910}$	IV. 28.	VI. 20.	VII. 18.	VIII. 12.	VIII. 17.	VIII. 6. VIII. 30.	IX. 9.	IX. 14.	—
X.	$\frac{15. II. a.}{910}$	IV. 28.	VI. 21.	VII. 18.	VIII. 16.	—	—	—	—	—

A táblázatban a vérvétel időpontját az utolsó dátum adja. Ha tekintetbe vesszük az utolsó fertőzéstől a vérvételig eltelt időt, látjuk, hogy az 12—29 nap közt változik.

A vizsgálatok eredményét a grafikon és a mellékelt táblázatok mutatják.

2. táblázat. Normális serum.

	Fajsúly	Fagyáspont- csökkenés C°	Viscositás	Törésmutató	Spec. elektr. vezetőképesség z reciprok Ohmokban $z \times 10^{-4}$
I.	1·0237	0·570	1·67	---	112·1
II.	1·0276	0·587	1·88	1·35246	110·8
III.	1·0271	0·546	1·92	1·35277	109·7
IV.	1·0265	0·569	1·83	1·35251	111·0
V.	1·0265	0·616	1·86	1·35202	113·2
VI.	1·0257	0·608	1·86	1·35258	107·2
VII.	1·0257	0·616	1·89	1·35278	107·0
VIII.	1·0263	0·569	1·79	1·35180	110·1
Közép- érték	1·0261	0·585	1·84	1·35242	110·14

3. táblázat. Virusos serum.

	Fajsúly	Fagyáspont- csökkenés C°	Viscositás	Törésmutató	Spec. elektr. vezetőképesség z reciprok Ohmokban $z \times 10^{-4}$
I.	1·0258	0·561	1·93	1·35207	112·3
II.	1·0252	0·554	1·91	1·35116	107·8
III.	1·0270	0·550	2·04	1·35234	108·6
IV.	1·0268	0·529	1·90	1·35122	111·2
V.	1·0270	0·553	2·05	1·35284	104·4
VI.	1·0260	0·570	1·96	1·35236	112·9
VII.	1·0253	0·545	1·93	1·35149	108·5
VIII.	1·0275	0·584	2·08	1·35306	108·3
IX.	1·0275	0·579	2·03	1·35306	108·3
X.	1·0296	0·630	2·30	1·35479	105·7
Közép- érték	1·0268	0·566	2·02	1·35244	108·8

4. táblázat. Immunos serum.

	Fajsúly	Fagyáspont csökkenés C°	Viscositás	Törésmutató	Spec. elektr. vezetőképesség x reciprok Ohmokban $\times 10^{-4}$
I.	1·0279	0·568	2·05	1·35366	106·6
II.	1·0292	0·537	2·18	1·35420	104·5
III.	1·0296	0·522	2·20	1·35456	102·6
IV.	1·0285	0·526	2·10	1·35372	107·7
V.	1·0287	0·566	2·10	1·35387	108·8
VI.	1·0292	0·567	2·14	1·35585	107·6
VII.	1·0278	0·571	1·99	1·35367	105·4
VIII.	1·0276	0·617	1·99	1·35334	107·5
IX.	1·0260	0·490	1·92	1·35220	106·9
X. ¹	—	—	—	1·35314	—
Közép- érték	1·0283	0·552	2·07	1·35382	106·4

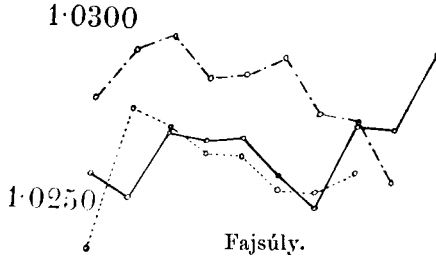
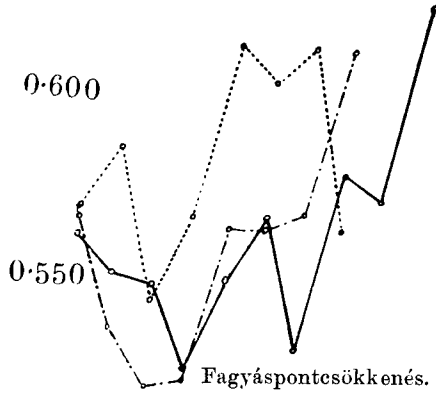
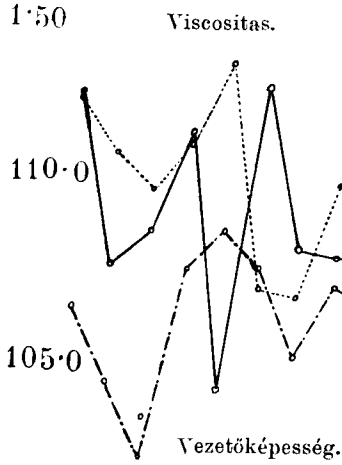
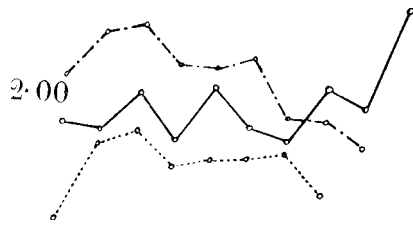
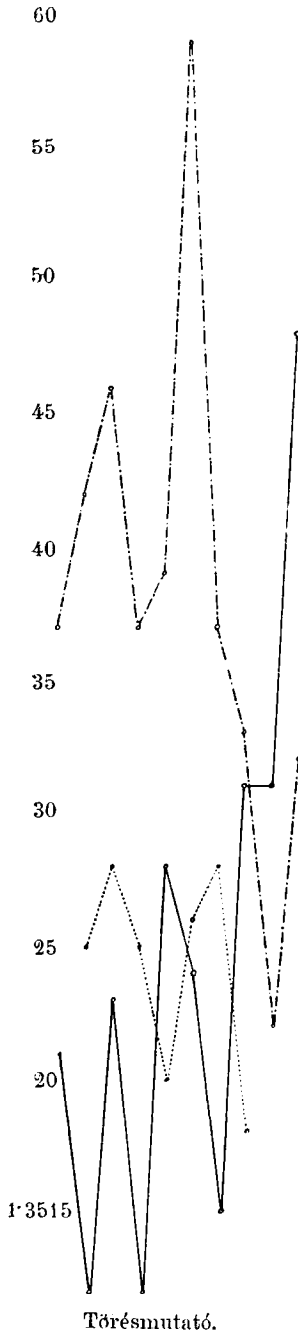
5-ik táblázat. Középertékek.

Serum	Fajsúly	Fagyáspont csökkenés C°	Visco- sítás	Törés- mutató	Spec. elektr. vezető képes- ség reciprok Ohmokban $\times 10^{-4}$	Állatok száma
Normalis	1·0261	0·585	1·84	1·35242	110·14	25drb.
Virusos	1·0268	0·566	2·02	1·35244	108·8	50 "
Immunos	1·0283	0·552	2·07	1·35382	106·4	90 "

A mint a középertékekből látszik, a legfeltünőbb és leg-
állandóbb eltérést a három serumféselés közt a törésmutatónál
és a viscositásnál találjuk, daczára annak, hogy különösen a
viscositásra vonatkozó középertékek nem különböznek valami
feltűnően egymástól, a mi onnét ered, hogy a X. virusos és
IX. immunos serum emelő, illetve csökkentő befolyást gyako-
rolt. (L. a grafikont.) A X. virusos és a IX. immunos serum

¹ Ezen vizsgálati anyag a törésmutató meghatározása után meg-
semmisült.

..... Normalis serum
 - - - - - Virusos serum
 ————— Immunus serum



I. ábra.

eltérő voltát megmagyarázhatnók azzal, hogy a vírusos serumot szolgáltató sertések (5 drb.) nem egy falkából valók, hanem kettőből és azok közül az egyik falka már 30 napja volt a járványtani intézet erősen fertőzött szállásaiban s ez az idő elég lehetett bizonyos fokú immunitás kifejlődésére. A második falka pedig 15 nap óta volt a fertőzött helyen. A vész az előbbi falkában a szállásokba való beszállítás után a 14. napon, az utóbbiban a 13. napon tört ki. A IX. immunos serumra vonatkozó alacsony, a vírusos serumnak megfelelő értékek származhatnak abból, hogy a 9 sertés közül, melyek a serumot szolgáltatták, egyiknek-másiknak vére még virustartalmú volt; különben magyarázhatnók azon körülménnyel, hogy a serum termelése nem azon módon történt, mint a többinél,¹ de magyarázható a WRIGHT-féle negatív fázissal is. Ha ugyanis tekintetbe vesszük az erős és folytonos fertőzés lehetőségét a sertések tartózkodási helyén, az ily negatív fázis fenforgása valószínűnek látszik.

A talált eredményeket a következőkben foglalom össze:

1. Az immunos serum fajsúlya a legmagasabb, a normálisé a legalacsonyabb.

2. A fagyáspontesökkenés a legnagyobb a normális serumnál, legalacsonyabb az immunos serumnál.

3. A normális serum viscositása a legkisebb, az immunos serumé a legnagyobb.

4. Az immunos serum törésmutatójának értéke jelentékenyen felülmulja úgy a normális, mint a virustartalmú serumét. A normális és a vírusos serum törésmutatójának középértéke majdnem egyenlő.

5. Jól kifejezett különbséget látunk az elektromos vezetőképességnél, ennek értéke fokozatosan nő az immunos serumtól a normális felé.

Eredményeim részben összhangzásban állanak az irodalomban talált adatokkal, de vannak az eddigiektől eltérő adataim is.

¹ T. i. öt ízben lettek az ezen serumot szolgáltató sertések fertőzve, míg a többi csoport mind négyszer, azonfölül az egyes fertőző oltások közti idő sem egyezik a többiével. (L. az 1. táblázatot.)

A viszcositás értéke, mint látjuk, legmagasabb az immunos serumnál, a mi azzal magyarázható, hogy SZONTAGH és WELLMANN¹ szerint az immunos vérben a fehérjetartalom megszaporodik, a viszcositás pedig elsősorban a jelenlevő colloidoktól függ. A középértékeket a már említett igen elütő viselkedésű X. vírusos serum olyannyira megváltoztatta, hogy a grafikonon látható elég jelentékeny különbségek úgyszólván elenyésznek.

WALTER FREI a délafrikai lóvészben szenvedő, ez ellen immunizált és normális lovak vérén és vérsavóján végzett hasonló vizsgálatai² egészen más eredményt adtak; ő azt találta, hogy a beteg lovak serumának fajsúlya, vezetőképessége a normális serum középértéke alatt van. Én a vírusos serum elektromos vezetőképességét szintén alacsonyabbnak, de a fajsúlyát magasabbnak találtam. FREI továbbá azt találta, hogy az immunos serum fajsúlya kisebb mint a normálisé. Én az immunos serum fajsúlyát magasabbnak találtam, mint a normálisét. A törésmutatót illetően FREI nem állapított meg határozott különbséget, mely a háromféle serum megkülönböztetésére alkalmas volna.³ BUTJAGIN⁴ szerint a törésmutató értéke az immunos serumnál magasabb, mint a normális serumnál.

Az elektromos vezetőképesség csökkenését a bekövetkezett immunosság alkalmával mindazok konstatálták, kik hasonló vizsgálatokat végeztek, ú. m.: SZONTAGH és WELLMANN, BELJAEFF,⁵ BUTJAGIN.⁶ Ez a csökkenés úgy látszik arányos az immunitás

¹ SZONTAGH és WELLMANN: Vergleichende chemische Untersuchungen über das normale Pferdeserum und das Diphtherieheilserum. Deutsche med. Wochenschrift, 1898. Nr. 27.

² WALTER FREI: Vergleichende physikalisch-chemische Blut- und Serumuntersuchungen an Pferden mit besonderer Berücksichtigung der Pferdesterbe. Zeitschrift für Infektionskrankheiten, parasitäre Krankheiten und Hygiene der Haustiere. VI. Bd. S. 363, 446.

³ WALTER FREI: Experimentelle physikalisch-chemische Beiträge zur Kenntnis der pathologischen Veränderungen des Pferdeserum. Zeitschrift f. Infektionskr. etc. der Haustiere, 1900. S. 264.

⁴ és ⁶ Dr. P. W. BUTJAGIN: Über die Veränderungen des Blutes der gegen Diphtherie immunisierten Pferde. Hyg. Rundschau, 1902. S. 1193.

⁵ BELJAEFF: Über einige Eigenschaften agglutinirender, sowie auch anderweitiger spezifischer Serumarten. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskr. XXXIII. Bd. Originale. S. 293, 369.

fokával. A normális serum elektromos vezetőképessége, a fagyáspont csökkenése, valamint a serum fajsúlya különbözik a BUGARSZKY és TANGL tanárok által talált értékektől,¹ nevezetesen az ő általuk a normális savóra vonatkozólag talált fajsúly és a fagyáspontcsökkenés jóval magasabb, a vezetőképesség pedig alacsonyabb, mint az itt közölt értékek, a minek magyarázata csak a serumot szolgáltató állatok tartásában, conditiójában, korában s más hasonló mellékkörülményekben kereshető.

Végül megemlítem, hogy az immunos serum törésmutatója és az utolsó immunizáló oltás óta eltelt idő közt összefüggést állapítottam meg.

SZONTAGH és WELLMANN, valamint BUTJAGIN vizsgálatai bebizonyították, hogy a physikai constansok függvényei az immunitás fokának, így pl. a két előbbi bűvár adatai szerint négy-szeres immunitási egység esetén az elektromos vezetőképesség ca. 4%-kal csökken. Ebből kiindulva, azt az összefüggést kerestem, mely a legérzékenyebb constans, a törésmutató és az immunitás foka közt fennáll. E végből az első táblázat adataiból megállapítottam a napok számát, mely az utolsó oltástól a vérvételig eltelt. A napok számát felraktam a coordinátarendszer abcissatengelyére, a serum törésmutatóját pedig az ordinátatengelyre. Az ezek által meghatározott pontok — mint a mellékelt grafikonon látható — hirtelen emelkedő, majd fokozatosan csökkenő görbe mentén fekszenek. Hasonló görbét kapott JOERGENSEN és MADSEN a koleraagglutininre,² valamint BRIEGER és EHRLICH³ több antigentől kiváltott antitest koncentrációjára vonatkozólag.

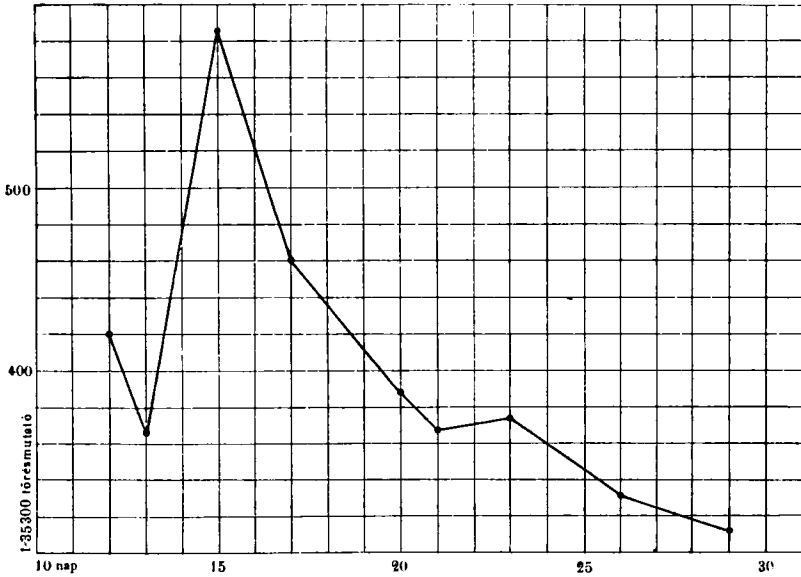
Szerintök a görbe lefolyása minden antigen által kiváltott immuntest koncentrációjára többé-kevésbé ráillik, t. i. rövid incubatio után emelkedik, az emelkedés átlag a 9—12. napon eléri maximumát s attól kezdve hirtelen, majd lassan csökken, végül asymptotikusan közeledik az x tengelyhez. A mellékelt görbe maximuma az utolsó fertőző oltástól számított 15. napra

¹ BUGARSZKY és TANGL: A vérsavó molekuláris koncentrációjáról. Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből. III. k. 39. l. (1898).

² ARRHENIUS: Immuno-Chemie. 1907. S. 3.

³ MÜLLER: Vorlesungen über Infection und Immunität. II. Aufl. Seite 174.

esik. Figyelemre méltó, hogy az immunos serumok, melyeknek adataiból a fenti görbét szerkesztettem, más és más állatsoportból származtak. Fontos körülmény, hogy a IX. immunos serum, melynek állandói teljesen azonosoknak látszanak a vírusos serumok állandoival, ezen görbe menetébe sem illeszkedik be. Ebben is bizonyítékot látok arra nézve, hogy ezen serum a WRIGHT-féle negatív phasisban¹ volt.



2. ábra.

A differenciáknak egy része, melyek a normális és immunos serum constansai közt vannak — a fagyáspontcsökkenés kivételével —, magyarázhatók a megszorodott fehérjetartalommal; de az immunos serum törésmutatójának talált nagy eltérése a normális serum törésmutatójától a föltételezhető maximális

¹ MÜLLER: Vorles. über Infec. etc. S. 175. — AUJESZKY: Immunanyagok és immunossági reakciók. Állatorvosi Lapok 1910. 49. sz. 580. l. — Kimerítően foglalkozik a negatív phasisal, az opsoningörbe különböző alakjaival s az azokat eredményező okokkal NEUBER EDE az «Orvosi Hetilap» 1910. évi 50–51. számában.

fehérjeszaporulattal nem magyarázható meg. Utalok W. FRET vizsgálataira,¹ melyek szerint a normális lóserum physiologiás konyhasóoldattal különböző arányban higitva, a higitás fokával a serum törésmutatója is megváltozott és pedig: ha a fehérje mennyisége az eredeti concentratio 1%-ával emelkedett, a törésmutató csupán 0·00013—0·00015-del emelkedett. Ép így az elektrolytek által a törésmutató értékére gyakorolt befolyás tekintetbe vételével sem magyarázhatjuk meg az immunos serum törésmutatójának magas értékét. Nem marad más hátra, mint az immunos serumban egy oly anyag jelenlétét feltételezni, melynek törésmutatója a normális serum fehérjeinek törésmutatóját jóval felülmulja.

Végül kedves kötelességemnek teszek eleget, midőn hálás köszönetet mondok BUGARSZKY ISTVÁN tanár úrnak, ki szíves volt munkám folyamán tanácsaival támogatni, nemkülönben HUTYRA FERENCZ rektor úrnak, ki az értékes kísérleti anyagot részemre átengedni sziveskedett.

¹ Über den Brechungsindex von Kolloiden. Vorl. Mitt. von WALTER FRET. Zeitschrift f. Chemie u. Industrie d. Kolloide. Bd. VI. S. 192. (1910.)

A NÖVÉNYI SZŐRŐK NITROGÉN-ASSIMILÁLÁSI KÉPESSÉGÉRŐL.

KÖVESSI FERENCZ-től.¹

(Egy táblával.)

I. Történeti áttekintés.

Mai ismereteink alapján a nitrogén-tartalmú tápanyag felvételére a növények előtt két forrás nyilhatik: vagy a talajból jöhet a nitrogén, vagy a levegőből.

A növények nitrogén-forrásául tekintendők:

1. azok a növényi, vagy állati hulladékok, melyek a talajra esve, felbomlásuk után újra a növények rendelkezésére állanak, valamint azok a nitrogén-vegyületek, melyek salétromsav, salétromossav, ammoniak, szénsavas ammonium, stb. alakban a légköri elektromos kisüléseknél, elektromos áramlásoknál, párolgásnál stb. keletkeznek és a légköri csapadékkal a talajba jutnak;

2. azok a nitrogén-vegyületek, melyeket a növények esetleg egyenesen a levegőből vesznek fel, valamint a levegőnek a szabad nitrogénje, melyet vagy a talajsók, vagy az elhalt növényi részek, vagy az élő organismusok életműködésük közben megkötnek.

Ezen különféle alakban előforduló nitrogén közül jelen tanulmányunk tárgya kizárólag a levegő szabad nitrogénjének a növények által való megkötése, mely kérdésre vonatkozó eddigi ismereteink röviden a következőkben foglalhatók össze:

A levegő szabad nitrogénjének a növények által való felhasználására már PRIESTLEY² 1771-ben gondolt, sőt határozottan állította, hogy bizonyos növények képesek a levegő szabad nit-

¹ A selmeczbányai bányászati és erdészeti főiskola növénytani és növényélettani intézetében készült dolgozat.

² Annales Sciences Agron. 1909. 3-me serie T. I - 2-me. fasc. p. 103.

rogénjét absorbeálni és megkötni. Később INGENHOUSZ¹ ezen elméletet az összes növényekre kiterjesztette, míg az 1804. évben TH. DE SAUSSURE² az előző két kutató kísérletét pontosabban megismételve, azt tapasztalta, hogy a kísérleti növényeknél semmiféle nitrogéngáz-absorptio nem volt kimutatható. Ugyanerre az eredményre jutottak SENEBIER és WOODHOUSE³ is és így ezen utóbbi vélemény kezdett ez időtől fogva uralkodóvá válni.

A legelső rendszeres vizsgálatot ezen a téren BOUSSINGAULT⁴ végezte, a ki látván azt, hogy egyes nagyon ritkán trágyázott mezőgazdasági területek, sőt soha nem trágyázott erdők, legelők stb. nem vesztik el termőképességüket, daczára, hogy a növények által lekötött, vagy a gazdasági üzem, sőt az esővíz által elvitt nitrogén-mennyiség miatt tetemes veszteséget szenved a talaj, arra a gondolatra jutott, hogy a növények a szükséges nitrogént a levegőből veszik fel.

BOUSSINGAULT az 1837 - 1838. évben a lóherével, borsóval, búzával és zabbal végzett kísérleteinél azt tapasztalta, hogy a lóherénél és a borsónál kevés nitrogén-nyereség volt, míg a búzánál és zabnál nem tudta ezt megállapítani. Kísérleteit többször megismételvén, arra a végeredményre jutott, hogy a *levegő* nitrogénjét a növények nem tudják felhasználni.

BOUSSINGAULT-éval teljesen ellenkező eredményre jutott G. VILLE,⁵ a ki kísérleteinél nitrogén-nyereséget tudott kimutatni. Ezzel szemben azonban LAWES, GILBERT és PUGH,⁶ MÉNE,⁷ HARTIG,⁸

¹ INGENHOUSZ : *Expériences sur les végétaux*, t. II. p. 146.

² TH. DE SAUSSURE : *Recherches chimiques sur la végétation*, 1804.

³ AN. Sc. Agron. 1909. 3-ème Serie, Tome T. 2-ème fase. p. 104.

⁴ BOUSSINGAULT : *Annal. d. Chim. et de Phys.* 1838. 2-ème serie, vol. LXVII. A tanulmányok egyes részei : *Ann. des Scienc. nat.* 1854. 4-ème serie, vol. I. p. 241 és 1855. 4-ème serie, vol. IV. p. 32. *Agron. Chim. agric. et physiol.* 1860. vol. I. p. I.

⁵ G. VILLE : *Recherches expérimentales sur la végétation*, 1853. *Comptes Rendus*, 1852. vol. XXXV. p. 462—1854. vol. XXXVIII. p. 703 és 723., később 1855-ben is. *Nouvelles recherches sur la végétation*, 1853 és 1857. *La production végétale et les engrais chimiques.*

⁶ LAWES GILBERT ET PUGH : *Philosoph. transact.* 1862. vol. CLI. p. 431.

⁷ MÉNE : *Comptes Rendus.* 1851. vol. XXXII. p. 180.

⁸ HARTIG : *Comptes Rendus.* 1855. vol. XLI. p. 942.

CLOEZ és GRATIOLET,¹ valamint BRETSCHNEIDER² kísérleteikkel BOUSSINGAULT eredményeit erősítették meg, vagyis az volt mindnyájuk elfogadott nézete, hogy a kísérlet tárgyát tevő növények nem tudják a levegő szabad nitrogénjét megkötni és ha G. VILLE kísérletei megbízhatók, akkor a nitrogén-gyarápodás ismeretlen tényezőknek tulajdonítandó.

Ezen nehéz kérdés megoldása körül BERTHELOT-é³ az első érdem, a kinek az 1885. évben sikerült kimutatni, hogy *a talaj nitrogén-tartalmának gazdagodása a talajban élő bacteriumok-kal van összefüggésben*. Kísérletekkel bizonyította, hogy a *bacteriumok* és *algák* együttműködése folytán, néha viszonylag rövid idő alatt is, bizonyos mennyiségű talajnak szerves nitrogén-tartalma pl. 10–25 milligrammal szaporodott.

Ezen felette érdekes és nagy fontosságú kérdésben BERTHELOT után nagyon sokan végeztek újabb és teljesen pontos vizsgálatot, kik közül felemlíthetők:

BRÉAL,⁴ WINOGRADSKY,⁵ SCHLOESING és LAURENT,⁶ BEYERINCK,⁷ DEHÉRAIN és DEMOUSSY,⁸ GAUTHIER,⁹ LUTZ,¹⁰ WARBOLD,¹¹ WIESNER,¹²

¹ CLOEZ ET GRATIOLET: *Annal. de chim. et physic.* 1851. 3-ème serie, vol. XXXII. p. 41.

² BRETSCHNEIDER: *Jahresb. d. Agriculturch.* 1861–62. p. 123.

³ BERTHELOT: *Comptes Rendus.* 1885. vol. CI. p. 175., azonkívül még részletek és idézetek vannak TACKE-nél, *Landw. Jahrb.* 1889. vol. XVIII. p. 453; FRANK: *Ueber die Pflanzsymbiose der Leguminosen* Berlin 189 KOSSOWITSCH: *Bot. Zeit.* 1894. p. 112.

⁴ BRÉAL: *Ann. agron.* t. XIV. p. 490.

⁵ WINOGRADSKY: *Annales de micrographie.* 1896. p. 78.

⁶ SCHLOESING ET LAURENT: *Annales de l'Institut Pasteur.* 1892. vol. VI.

⁷ BEYERINCK: *Ueber oligonitrophile Microben* (Centralblatt f. Bact.) t. VII. p. 561.

⁸ P. DEHÉRAIN és DEMOUSSY: *Ann. Agron* t. XXVI. p. 169; hasonlóan P. DEHÉRAIN: *Traité de chimie agricole*, Paris, Masson, 1902. p. 127–128.

⁹ GAUTHIER: *Comptes Rendus.* 1897. p. 1205.

¹⁰ LUTZ: *Microorganismes fixateurs d'azote* (Coulommiers, Imprimerie P. Brodard, 1904.).

¹¹ WARBOLD: *Untersuchungen über die Biolog. stickstoffbindender Bacterien.* Inaug-Diss. Göttingen, 1905.

¹² J. WIESNER: *Die biologische Bedeutung des Laubfalles.* Ber. d. deutsch. bot. Ges. vol. XXIII. 1905. p. 172.

SUCHTING,¹ MONTEMARTINI,² stb. kutatók, a kik kísérleti eredményeik alapján egyértelműleg bizonyítják, hogy BERTHELOT megfigyelései, vizsgálatai és elmélete helyes alapokon nyugszanak.

Meg kell azonban jegyezni, hogy ezen kísérletek és az ezek alapján levont következtetések kizárólag a talajban élő *mikro-organizmusokra*, t. i. a *bacteriumokra* vonatkoznak, de a magasabb rendű növényekre nem. Ez az oka azután annak, hogy BOUSINGAULT-nak és kartársainak egybehangzó eredményei mégsem nyugtatták meg az elméletet; nem pedig főleg azért, mert a mezőgazdák a lóherét, a luczernát stb., szóval a hüvelyes veteményeket már PLINIUS³ kora óta talajjavítóknak tartották és annyira hittek ebben a tapasztalatukban, hogy a vetésforgóikat már BOUSINGAULT korában ezen tapasztalat szerint rendezték be.

Határozottan látták, hogy pl. a luczerna után következő buzavetés még akkor is sokkal jobban fejlődik, ha a talaj nem volt trágyázva, míg a nem luczerna után következő buzavetést hasonló eredmény elérése céljából jóval erősebben kell trágyázni. Pedig a luczernával a többszöri kaszálás alkalmával sokkal több nitrogént visznek el a talajból, mint a gabona-félékkel.

Ezek a tények sokáig érthetetlenek maradtak, míg 1886-ban a berlini természettudományi kongresszuson HELLRIEGEL⁴ jelentette kutatásainak azon eredményét, hogy a *Leguminosae*-család növényei a *Mimosoidae*, *Cesalpinioideae*, *Papilionareae* al-

¹ H. SUCHTING: *Die Assimilation des freien atmosphärischen Stickstoffs im toten Laub der Waldbäume.* (Amtsbl. d. Landw. Kammer f. Kassel in Hannover.): — *Land- und Forstw. Ztg.* 1905.

² DOTT. LUIGI MONTEMERTINI: *La fissazione dell' azoto atmosferico durante la decomposizione delle foglie cadute dagli alberti* (Estrato dal Periodico: Le Station sperimentali agrarie italiane. 1905. vol. XXXVIII. fasc. 10. 11. 12. pp. 1060—1065.)

³ PLINIUS: *Historia naturalis*, 18. könyv, idézi JOST: *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie* 1908.

⁴ HELLRIEGEL: *Unters. über d. Stickstoffnahrung d. Gramineen u. d. Leguminosen*, 1888. Bericht. d. Bot. Gesellsch. 1889. p. 138. An. agron. t. XIII. p. 330. Ann. agron. t. XV. p. 5.

családok genusai és fajai a máskülönb terméketlen és csakis ásványi anyagokkal trágyázott talajban képesek teljes fejlődésüket elérni és e közben tetemes nitrogént gyűjteni, ha gyökereiken bizonyos szemölcsök vagy gumócskák, ú. n. *nodozítások* fejlődhetnek. Ezeket a *nodozításokat* a szövetek belsejében a *növényvel symbiosisban élő¹ bacillusok okozzák. Ezen bacillusok nélkül a növény nem tudja a levegő szabad nitrogénjét feldolgozni; ezek közreműködésével azonban a levegő szabad nitrogénjét asszimilálja és a megkötött nitrogén-tápanyagot a gazdanövény táplálkozásra felhasználja.*

A szóban forgó mikroorganizmusokat már HELLRIEGEL is tisztán felismerte és leírta, de később BEYERINCK és FRANK tanulmányozta részletesebben, a kik *Bacillus radicola* (BEYERINCK), illetve *Rhizobium leguminosarum* (FRANK) névvel nevezték el.

HELLRIEDEL ezen nagyhorderejű felfedezését később újabb vizsgálatokkal támogatta, sőt később WILFART-tal² együtt működve nagyszabású kutatásuk eredményeit közölték, melyek a kérdést véglegesen tisztázták és bebizonyították, hogy a szóbanforgó *bacillusok* a talajban élőködnek és onnan jutnak a fejlődő növények gyökereire.

HELLRIEDEL és WILFART kísérleteit az 1888. évben BRÉAL³ vette ellenőrzés alá, a ki ezen felfedezéseket megerősítette és újabb tényeket talált, melyek a leghatározottabban bizonyítják, hogy a talaj-bacteriumok a *Leguminosae*-család növényein megtelepednek, *azokon nodozításokat ülésznek elő és képesek a levegő szabad nitrogénjét megkötni, melyet a növényeknek táplálékként álltalanak.*

A következő években több kutató foglalkozott a kérdés pontosabb megállapításával és pedig: PRAZNOWSKI,⁴ SCHLOESING és

¹ DE BARY: *Die Erscheinung der Symbiose*. Strassburg, 1879.

² HELLRIEDEL és WILFART: *Berichte d. Bot. Ges.* 1889. p. 141. *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. I. p. 84.- 350.

³ BRÉAL: *Ann. de la Sc. agron.* t. XIV. p. 490.

⁴ PRAZNOWSKI: *Versuchsstat.* 1891. vol. XXXVIII. p. 5.

LAURENT,¹ NOBBE,² HILTNER,³ BEYERINCK,⁴ PETERMANN,⁵ a kik kísérleteik alkalmával tapasztalták, hogy ha a talajt sterilizálják és belé sterilizált magvakat vetnek el, akkor sem nodozitások nem fejlődnek, sem nitrogén-nyereség nincsen és hogy *ilyen körülmények között a hüvelyes növények éppen úgy nem képesek a levegő szabad nitrogénjét megkötni, mint akármilyen más nem a Leguminosae-családba tartozó növény.*

Az 1892. évben SCHLOESING és LAURENT⁶ alkalmas kísérleti berendezésekkel és mérésekkel bebizonyította, hogy azon hüvelyes növények, melyeket zárt térben tenyésztettek, a levegő szabad nitrogénjéből tetemes mennyiséget absorbeáltak és vegyelemezés segélyével ezt a nitrogén-mennyiséget a növekedő növények szervezetében meg is találták. Ellenben a nem hüvelyes növényekkel végzett kísérletekben nitrogén-absorptiót nem tudtak megfigyelni.

Ezen eredményekkel szemben FRANK⁷ az 1893. évben végzett kísérletei alapján azt állítja, hogy a zab, repeze, stb., általában a nem a *Leguminosae*-családba tartozó növények is képesek némely esetben a nitrogén áthasonítására, a miből azután azt a következtetést vonja, hogy az összes növények képesek a gáznemű nitrogén assimilálására. Minthogy azonban FRANK ezen vizsgálatait nem sterilizált talajban végezte, nem valószínűtlen, hogy a nitrogén-gyűjtést a BERTHELOT⁸ által felfedezett talajbacteriumok végezték. PETERMANN⁹ megismételvén

¹ SCHLOESING ET LAURENT: *Annal. de l'Institut Pasteur*. 1892. vol. VI. 65 és 827.

² NOBBE: *Versuchsstat.* 1893. vol. XLII. p. 467; 1894. vol. XLV. p. 155; 1896. vol. LVII. p. 266.

³ HILTNER: *Versuchsstat.* 1896. vol. XLVI. p. 160.

⁴ BEYERINCK: *Bot. Zeitung*, Leipzig, 46. 725. 1888., 48. 725, 1890.

⁵ PETERMANN: *Bullet. de l. Acad. r. de Belgique*, 1893. 3-ème Serie vol. XXV. p. 67. továbbá *Rech. de chim. et de physiol.* 1894. vol. II. p. 256.

⁶ SCHLOESING és LAURENT: *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1892.

⁷ FRANK: I. *Bot. Zeitg.* 1893. p. 139; II. *Unters über d. Ernährung d. Pflanze mit Stickstoff*, 1888; III. *Pilzsymbiose d. Leguminosen* 1890; IV. *Die Assimilation d. freien Stickstoffes*, 1892. FRANK: *Lehrb. d. Bot.* 1892. p. 563.

⁸ BERTHELOT: *Comptes Rendus*, 1885. vol. CI. p. 175.

⁹ PETERMANN: *Bullet. de l'Acad. r. de Belgique*, 1893. 3-ème serie, vol. XXV. p. 267. *Rech. de chimie et de physiol.* 1894. vol. II. p. 265.

FRANK-nak egyes nem hüvelyes növényekkel végzett kísérleteit, csakugyan bebizonyította, hogy a sterilizált talajban nitrogén-gyarápodást nem lehetett kimutatni. Későbbi kísérletek, melyeket AEBY,¹ PFEIFFER és FRANKE² a mustárral stb. végzett, határozottan azt bizonyítják, hogy a növények nem tudják a szabad nitrogént megkötni.

A megbízható kísérletek tehát valamennyien azon végső következtetésre vezetnek, hogy a *Leguminosae*-növények csak akkor asszimilálják a nitrogént, ha gyökerükön a szóbanforgó *bacteriumok* velük symbiosisban élnek.

Az a kérdés már most, hogy vajjon a nodozításokban élő *bacillusok*, ha különben minden más tápanyag megfelelően rendelkezésükre van adva, képesek-e az önálló nitrogén-gyűjtésre.

Ebben a kérdésben sok érdekes vizsgálatot tettek a buvárok, kik közül 1888-ban BEYERINCK,³ 1891-ben PRAZMOWSKY,⁴ továbbá LAURENT,⁵ 1892-ben FRANK,⁶ 1893-ban BERTHELOT,⁷ 1896-ban STUTZER,⁸ azt tapasztalta, hogy a *Bacillus radiceicola* tisztán tenyésztett állapotban nem, vagy legfeljebb igen gyengén tudja a levegő szabad nitrogénjét lekötni, a miből azt a következtetést vonták le, hogy a *bacillusok* csak a hüvelyes növények belsejében és velök symbiosisban képesek a nitrogén megkötésére.

Később ezen kísérletekkel szemben az 1897. évben MAZÉ⁹ jelentette azon eredményeit, melyek szerint neki sikerült a hüvelyesek gyökereinek nodozításában élő *bacillusok* tiszta tenyésztésénél tetemes nitrogén-assimilációt felfedezni. Czukorral és tojásfehérjével készített bablevesben egy esetben 47.5 milligramm

¹ AEBY: *Versuchsstat.* 1896. vol. XLIV. p. 438.

² PFEIFFER és FRANKE: *Versuchsstat.* 1896. vol. XLIV. p. 117. és 1887. vol. XLVIII. p. 418.

³ BEYERINCK: *Bot. Ztg.* 1888. p. 798.

⁴ PRAZMOWSKY: *Versuchsstat.* XXXVIII. p. 55.

⁵ LAURENT: *Annal. de l'Institut Pasteur*, 1891. vol. V. p. 136.

⁶ FRANK: *Die Assimilation des freien Stickstoffes*, 1892. p. 44.

⁷ BERTHELOT: *Annal. de chim. et de physique*, 1893. 6 serie, vol. XXX. p. 426.

⁸ STUTZER: *Centralblatt f. Bacteriologie*, 1896. 2. Teil, vol. II. p. 669.

⁹ MAZÉ: *Evolution de carbone et de l'azote*, p. 69. *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1897. vol. XI. p. 44 és 1898. vol. XII. p. 1 és 128.

körüli nitrogén-gyapodást is talált és az egyes kísérletekben megkötött nitrogén-mennyiség a *bacillusok* által felemészített cukormennyiséggel volt arányos. MAZÉ ezen kísérletei tehát határozottan bizonyítják, hogy a nitrogén-assimilálás folyamatában főszerepe a *bacillusoknak* van és a szymbiotikus életben a *bacillusok* a hüvelyes növényektől kapják az életműködésükhöz feltétlen szükséges szénhidrátokat, melyért aztán ők cserébe nitrogén-tápanyaggal szolgálnak.

MAZÉ ezen felfedezése, mely szerint a nodozításokban élő *Bacillus radicicola* alkalmas talajon és tiszta tenyészetben nagy nitrogén-assimilálásra is képes, különben sem lephet meg senkit. Hiszen ez eset a *bacteriumok* között nem egyedül álló. Említettük az előzőekben, hogy BERTHELOT¹ már 1885-ben bebizonyította a talaj-*bacteriumok* nitrogén-assimilálási képességét, később az 1893. évben WINOGRADSKY-nak² sikerült a *Clostridium Pasteurianum* nevű anaërob talajbacteriumot kitenyészteni, mely életműködése közben képes a nitrogén-gázt oly bőven assimilálni, hogy semmiféle más eredetű nitrogén-vegyületre sincs szükség. Még később, az 1901. évben pedig BEYERINCK³ fedezett fel néhányat, melyeket az *Azotobacter*-genushoz sorolt. (*Azotobacter chroococcum* stb.) Ezen aërob nitrogén-gyűjtő *bacteriumok* assimilálási képességét utóbb KRUGER és SCHNEIDFELD, majd GERLACH és VOGEL⁴ is beigazolta.

Hasonlóan nitrogén-assimiláló bacteriumokat fedezett fel a talajban HASELHOFF és BREDEMANN⁵ (1906), azután PRINGSHEIM,⁶

¹ BERTHELOT: *Comptes Rendus*, 1885. vol. CI. p. 175.

² WINOGRADSKY: I. *Comptes Rendus*, 1893. vol. CXVI. p. 1385. II. *idem*, 1894. vol. CXVIII. p. 353. III. *Archiv des sciences biol. de l'Institut. de Méd. de Saint-Petersbourg*, 1895. vol. II. p. 297.

³ BEYERINCK: *Ueber oligonitrophile Microben* (Centralblatt f. Bact. t. VII. 1901. p. 561.)

⁴ GERLACH és VOGEL: *Centralblatt für Bacteriologie, Parasitenkunde und Infectiouskrankheiten*, II. Abt. Bd. IX. 1902. p. 817-821. és 882-892.

⁵ HASELHOFF u. BREDEMANN: *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, Berlin. 35. 381. 1906.

⁶ PRINGSHEIM: *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde*. Jena. II. 16. 795. 1906.

(1906), a tenger vizében KENTNER¹ (1904), majd BENECKE² (1907).

Ezen felsorolt tények tehát világosan bizonyítják a *Leguminosae*-növények nodozításában élő *bacillus*oknak, valamint a felsorolt talaj-*bacterium*oknak nitrogén-gyűjtő képességét. Ezen mikroorganizmusoknak e különleges képessége azonban úgy látszik nem egyedül álló az alsóbb rendű szervezetek között, mert találtak egyes kutatók olyan myceliumos gombákat is, melyek egyedül vagy más növénnel symbiosisban élve, szintén képesek a levegő nitrogénjének az áthasonítására.

Még az 1866. évben, tehát jóval HELLRIEGEL felfedezése előtt, a *Leguminosae* gyökerén levő daganatokhoz közel hasonló gumókat talált WORONIN³ az *Alnus*-ok vékony gyökerein. Később WARMING⁴ az *Elaeagnaceae* növényekről írt le hasonlókat, melyek jelenlétét 1885-ben BRUNHORST,⁵ azután MÖLLER,⁶ 1887-ben FRANK⁷ és később mások is megállapították. Az 1896. évben pedig JANSE⁸ jelentette, hogy a *Podocarpus*-gyökereken talált hasonló gyökérgumókat.

Ezen gyökérgumócskák vizsgálata folyamán WORONIN, MOELLER, FRANK és később mások határozottan bebizonyították, hogy azokat bizonyos *mykorrhizának* nevezett, a gyökérrel symbiosisban élő gombák idézik elő, melyek myceliumai a növények szöveteiben élnek. Közülük pl. az *Alnus*-ok gyökerein élő gombát WORONIN *Frankia Alni* névvel nevezte el. Az *Alnus*-ok, *Elaeagnus*-ok, *Hippophae*-k gyökerein élő gombákról az utóbbi

¹ KENTNER: *Wiss. Meeresunters.* (N. F.) 8. Kiel. 1904.

² BENECKE: *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft*, Berlin. 25. I. 197.

³ CFR. WORONIN: *Mém. de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg* 1866 és a következő években.

⁴ V. ö. TUBEUF: *Pflanzenkrankheiten*, 1895. p. 117.

⁵ BRUNHORST: *Ueber die Knöllchen an den Wurzeln von Alnus und Elaeagnaceen*. Botanisches Centralblatt, 1885. XXIV. kötet p. 222—224. *Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft*, Bd. III. 1885. p. 241—257.

⁶ MÖLLER: *Ber. d. Deutschen Bot. Ges.* 1885. és 1890.

⁷ FRANK: *Ber. d. Deutschen bot. Ges.* 1887, 1889 és *Lehrbuch der Botanik*, 1892. I. B. pp. 268 és 561.

⁸ JANSE: *Annal. du Jardin bot. Buitenzorg*. 1896. vol. XIV. p. 66.

időben NOBBE,¹ HILTNER² stb., valamint ezen kutatók közös munkálkodással³ határozottan bebizonyították, hogy a hüvelyesek *bacillusaihoz* és a talaj-*bacteriumokhoz* hasonlóan képesek a levegő szabad nitrogénjének az assimilálására. A növényekkel symbiosisban élnek és a gazda-növényt nitrogén-tápanyaggal táplálják. Ugyanezt állítják kísérleteik alapján NOBBE⁴ és HILTNER⁵ a *Podocarpusok* gyökerein élő *endotroph mykorhizák*-ról is.

Ezenkívül emlitenek *mykorhizák* vagy *bacteriumok* által okozott elváltozásokat, esetleg gumókat az *Orchideáikon*,⁶ a *Cycas*, a *Mirica*, *Rhinanthus*, *Datisca*, *Isopyrum*, *Ceanothus*-növények egyes fajainak a gyökerein, melyeknek a természete azonban ma még egészen közéről nem ismeretes. Legújabban (1910) almafáknak, körtefáknak, cseresznyefáknak, szilvafáknak, barackzfáknak. stb. gyökerein.⁷

A gombák csoportjából több kutató említ önnálló nitrogén-assimilálásra képes fajokat. Az 1895. évben PURIEWITSCH⁸

¹ NOBBE: SCHMIDT, HILTNER és HOTTER: *Ueber die physiologische Bedeutung der Wurzelknöllchen von Elaeagnus angustifolius. Mittheilungen aus der Pflanzenphysiologischen Versuchstation Tarand; - Die Landwirtschaftliche Versuchsstation*, Bd. XLI. 1892. p. 138. NOBBE: *Versuchsstation*. 1894. vol. XLC. p. 155.

² L. HILTNER: *Ueber die Bedeutung der Wurzelknöllchen von Alnus glutinosa für die Stickstoffernährung dieser Pflanze, Landw. Versuchsstation*, Bd. 46. 1895. Heft 2--3. p. 153--161.

³ F. NOBBE und L. HILTNER: *Ueber das Stickstoffsummlungsvermögen der Erlen und Elaeagnaceen, Naturw. Zeitschrift f. Land- und Forstw.* Ig. 2. 1904. p. 366.

⁴ F. NOBBE und L. HILTNER: *Die endotrophe Mykorhiza von Podocarpus und ihre physiologische Bedeutung. Die Landw. Versuchsstation*, Bd. 51. 1899 p. 241. és 244.

⁵ HILTNER: *Beiträge zur Mykorhiza Frage. Naturwissenschaftliche Zeitschr. f. Land- und Forstw.* Bd. I. 1903.

⁶ BERNARD N.: *Comptes rendus des séances de l. académie des sciences.* Paris. 140. 1272. 1905.

BERNARD N.: *Revue gén. bot.* 16. 405. 1904.

⁷ BOULET: *Sur les mycorhizes endotrophes dans quelques arbres finitiers.* C. R. Ac. G. Paris. p. 1190 1192. 1910.

⁸ PURIEWITSCH: *Ber. d. bot. Ges.* 1895. p. 343.

jelentette kísérleteinek azon eredményét, mely szerint a *Penicillium glaucum* és az *Aspergillus niger* a *Clostridium*hoz hasonlóan képes asszimilálni a levegő szabad nitrogénjét. Ugyanezen nézetre jutott ezekkel és néhány más gombával szemben FRANK,¹ BERTHELOT,² SESTINI ET DEL TORRE,³ valamint JODIN.⁴ Ellenben WINOGRADSKY⁵ a szóbanforgó *Aspergillus*-gombánál nitrogén-assimilálást nem talál. Az 1907. évben közzétett eredményei szerint FRÖLICH⁶ szintén azt bizonyítja, hogy a *Penicillium glaucum* és az *Aspergillus niger* nem képes a nitrogén-assimilálásra. Ellenben szerinte az *Alternaria tenuis* NESS, *Macrosporium Commune* RABH., *Homodendron cladosporioides* SECC, valamint a *Cladosporium herbarum* LINK nitrogén-gyűjtők.

Az alsóbb rendű növények között fel kell még említenünk az *algákat*, melyeket FRANK,⁷ SCHLOESING és LAURENT,⁸ MOLISCH,⁹ stb. szintén nitrogén-gyűjtő mikroorganizmusoknak tart. Más kutatók azonban, nevezetesen KOSSOWITSCH,¹⁰ BOUILHAC¹¹ stb. kísérleteik alapján azt állítják, hogy az algák tiszta kulturában nem képesek a nitrogén-assimilálásra, de a *talajbacteriumok* jelenlétében újra visszanyerik ezen sajátságukat, a miből nem valószínűtlen az a következtetés, hogy itt is symbiosis esete van, mikor a chlorophyll-tartalmú zöld algák szénhidrátokat adnak a *bacteriumoknak*, ezek pedig cserébe nitrogén-tápanyagot. A nitrogén-assimilálás terén azonban itt is a *bacteriumok* játszószák a fontosabb szerepet.

¹ FRANK: *Bot. Zeitg.* 1893. p. 146. *Landwirth. Jahrb.* 1892. vol. XXI. p. 6.

² BERTHELOT: *Annal. d. chim. et de phys.* 1893. 6-ème serie, vol. XXX. p. 427.

³ SESTINI et DEL TORRE: *Versuchsstat.* 1876. vol. XIX. p. 8.

⁴ JODIN: *Comptes Rendus*, 1862. vol. LV. p. 612.

⁵ WINOGRADSKY: III. *Archiv. des scienc. biol. de l'Institut de Méd. exp. de St. Petersbourg*, 1895. vol. II. p. 350.

⁶ FRÖLICH: *Stickstoffbindung durch einige auf angestorbenen Pflanzen häufige Hyphomyceten.* *Jahrb. für Wiss. Botanik*, XLV. p. 257-304, 1908.

⁷ FRANK: *Bot. Zeitg.* 1892. p. 146

⁸ SCHLOESING et LAURENT: *Ann. de l'Institut Pasteur.* 1892. vol. VI.

⁹ MOLISCH: *Wiener Akad.* 1895. vol. CIV. I. p. 793.

¹⁰ KOSSOWITSCH: *Bot. Zeitg.* 1894. p. 112.

¹¹ BOUILHAC: *Ann. Agron.* t. XXIV. p. 579.

A *bacteriumok* nitrogén-assimilálásának mechanizmusa ezideig sehoggy sincsen tisztázva, mert ezen felette bonyolultnak látszó chemiai-fiziológiai folyamatba nehéz a betekintés. Ennek fejtegetése különben sem tartozik jelen értekezésünk keretébe. Ide vonatkozólag némi adatokattalálható az érdeklődő WINOGRADSKY,¹ BEYERINCK,² LUTZ,³ WARMBOLD⁴ munkáiban, a hol a részletesebb irodalom is megtalálható.

«Bármiképen van is a dolog — mondja PFEFFER⁵ —, a nitrogén-gyűjtő *bacteriumok*, a hol tenyésznek, nitrogén-trágyázási munkát végeznek, mely előnyére válik azon növényeknek is, melyek nem képesek a szabad nitrogént assimilálni. Ezen utóbbi csoportba tartoznak az eddig megvizsgált magasabbendű növények a *Leguminosae*-val együtt, a mennyiben a nodosításokba nélkül *bacteriumok* symbiosisától el kell tekintenünk. Tehát minden ellenkező eredményt, vagyis a nitrogén-gyűjtést, a talajorganismusok működésének kell tulajdonítanunk.»

Mindezen adatok felsorolása után összefoglalva röviden az irodalom mai állását, azt kell következtetnünk, hogy a kutatások bizonyos szerint *csakis bizonyos talajbacteriumok és a magasabb rendű növények gyökerein élő bacillusok és gombák azok, melyek symbiosisban vagy önállóan élve képesek a levegő szabad nitrogénjét megkötni. Ellenben a magasabb rendű növények a mikroorganismusok közreműködése nélkül a szabad nitrogén assimilálására képtelenek.*

¹ WINOGRADSKY: *Annales de Micrographie*, 1896. p. 78.

² BEYERINCK: *Ueber oligonitrophile Microben. Centralblatt f. Bact. t. VII.* 1901. p. 561.

³ LUTZ: *Microorganismes fixateurs d'azote.* Coulommiers, imprimerie P. Brodard, 1904.

⁴ WARMBOLD: *Untersuchungen über die Biologie stickstoffbindender Bacterien.* Ein Beitrag zur Kenntnis der Veränderungen im Stickstoffgehalte des bebauten Ackerbodens. Inaug. Diss. Göttingen, 1905. Ismertette Bot. Zeitg. 1906. II. 118.

⁵ PFEFFER: *Pflanzenphysiologie.* Leipzig, 1897. I. Bd. p. 386.

II. Jamieson elmélete a növényi szőrők nitrogén assimilálásáról.

A történeti fejezetben kifejtett felfogás uralkodott a növények nitrogén-assimilálásáról akkor, a midőn JAMIESON új és teljesen ellentétes elmélettel lepte meg a világot.

Első idevonatkozó közleményét az 1905. évben hozta nyilvánosságra,¹ melyet az 1906. évben a második követett.² Ezen közleményekben *teljesen* visszautasítja HELLRIGEL-nek és a többi kutatónak azon eredményét, mely szerint a *Leguminosae*-növények a *bacillusokkal* való symbiosis által volnának képesek a nitrogén assimilálására, vagy hogy a *bacteriumok* egyáltalán képesek volnának a levegő szabad nitrogénjének a megkötésére, és azt állítja, hogy itt *a növény közvetlen és egyedül képes működni, erre alkalmas speciálisan kialakult szőrőképleteinek segítségével.*

«Miként a közleményben látható — mondja JAMIESON —, nagyon különböző családokba tartozó növényeket tanulmányoztam és mindenik esetben úgy találtam, hogy voltak speciális szervek, melyek ügylátszik többé-kevésbbé képesítve vannak a levegő nitrogénjének az absorbeálására és annak fehérjévé való átalakítására.»

Ezek a szervek, melyek — JAMIESON szerint — a levegő szabad nitrogénjét megkötik, a növény szőrőképletei és azok között is főleg azok a rendszeren vastagabb végű, úgynevezett «*bunkós szőrők*» «*poils spécialisés*» «*producteurs d'albumine*», melyeket a növénytanban általában *mirigyiszőrőknek* neveznek. A közlemény szerzője több vadon élő vagy művelt növényt sorol fel, melyeket tanulmányozott és pedig:

¹ TH. JAMIESON: *Utilisation of nitrogen in air by plants. Agricultural Research Association* folyóiratban, Glastemberry, Milltimber by Aberdeen, Skótország, 1905. 81. lap. 12. kép. Francia fordításban: *Annales de la soc. des sciences agronomiques française et étrangère*, 3-ème serie, 1906. T. I. fasc. I. p. 61—132.

² Angolul ugyanazon cz. alatt, ugyanazon közlemény-sorozatban, de az 1906. év folyamán, az előző czikk folytatásaként. Francia nyelven *Ann. Sc. Agr. fr. et étr.* 1907. T. I. p. 1—46.

Spergula arvensis, *Stellaria media*, *Urtica dioica*, *Sinapis arvensis*, *Ranunculus repens*, *Rumex acetosella*, *Bellis perennis*, *Prunella vulgaris*, *Vicia faba*, *Vitis sativa*, *repce*, *takarmányrépa*, *árpa*, *zab*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *vörös lóhere*, stb.

Ezek szörképleteit megvizsgálta és az assimilálás criteriumát arra alapította, hogy azok a szörképletek *adják-e a fehérje-reactiót vagy nem*. Ha fiatal szöröknél a fehérje-reactiót nem látta, akkor azt következtette, hogy a nitrogén-assimilálás még nem kezdődött meg; ha középkorú szöröknél a reactiót erősnek látta, akkor erős nitrogén-assimilációt vélt; elöregedett szöröknél, ha a nitrogén-reactiót ismét nem látta, akkor ebből azt következtette, hogy itt a nitrogén-assimilálás már befejeződött.

«Ismérlések kikerülése végett egyszer s mindenkorra kijelentem — mondja a szerző —, hogy a fehérje jelenlétének megállapítására és kimutatására három különböző reagenst használtam:

1. A jódot, mely a fehérjét barnára festi.
2. A réz-szulfátot és káلیلúgot, mely a fehérjét violára festi (biuret).
3. A kéneső-nitrátot és a meleget, mely a fehérjét vörösre szinezi (Millon).

Ennek a három reagensnek alkalmazása által a fehérje jelenlétét mindazon esetekben bizonyosodva láttam, mely esetekben ezek alapján jelezni fogom.»

JAMIESON vizsgálatainak és terjedelmes közleményének részleteit idézni felesleges lenne azért, mert a methodika ugyanaz mindenütt, a megvizsgált növényeket meg már az előzőkben felsoroltam. Éppen azért leghelyesebb lesz, ha tanulmányának *összefoglalását* saját szavai szerint adom:

«Az összes tanulmányozott növényeken azt tapasztaltuk, hogy vannak olyan szerveik, melyek a levegő szabad nitrogénjét absorbeálják és fehérjévé transformálják.»

«A tanulmányozott növények 17 különböző jelleggel bíró családnak tartoznak, melyek között vannak nagyon puhák és nagyon kemények. Tehát ebből azt lehet következtetni, hogy az összes növényeknek vannak analog szerveik.»

«Ezen szervek száma, természete, alkalmas volta szerint felette változik a növény assimilálási képessége az egyik növényről a másikra: különösen az egyszikűek, mint pl. a gramineák és a gabonafélék, nagyon gyengén képesek a nitrogén assimilálására.»

«Hasonlóan ezen szervek alakja is felette változó: kicsiny, tompa kidudorodás, hengeres vagy piramis-alakú, bunkóformájú, elágazó szarv forma, vagy egyszerűen az epidermis megvékonyodása stb., de leggyakrabban hosszú, részekre osztott alakot mutat, mely kívülről mindig el van látva egy szűk csatornával. Ezen csoportba lehet osztani a mirigyszőröket, melyeknek a létét ismerték néhány növény-féleségen, de nem lehetett sejteni azok valóságos funkcióját.»

«Ezek a szervek, melyeket én albumin-képzőknek (producteurs d'albumine) nevezek, nem találhatók rendes körülmények között, csak az egészen fiatal levelek vagy levélgyepek puha részein. *Keletkezésük kezdetén fehérje nincsen bennük* (sic!), ha ezek a szervek teljesen kifejlődtek, a fehérjeképződés megkezdődik, a szőr megtelik, és néha a kicsattanásig telitődik fehérjével; ez az állapot tart egy ideig; a fehérje azután kiürül, eleinte folyékony állapotban az oldalsó csatornán keresztül, később szilárdabb állapotban ezen speciális készülék közepe felé.»

«Ez a szerv ilyenkor többé-kevésbé kiürült; feladatát teljesítvén, többé-kevésbé elpetyhüd, azután elpusztul.»

«Azoknak a növényeknek, melyek sok nitrogént képesek megkötni, nincsen szükségük nitrogén-trágyára, ha fejlődésük kezdetén kedvező viszonyok között vannak arra, hogy *albumin-képzőiket*» pontosan kifejleszthessék.»

Második közleményében — mely egy évvel később, azaz 1906-ban jelent meg angol nyelven és az 1907. évben francia nyelven — JAMIESON céljául tűzte ki, hogy első tanulmányában közrebocsátott elméletét kémiai analysesek alapján nyert documentumokkal erősítse és a növények nitrogén-nyereségét pontos adatok alapján praecizirozza. (Ann. Sc. Agr. 1907. T. I. p. 1.)

Bizonyítékokat iparkodik bemutatni arról, hogy a fehérjeképző szőrök találhatók olyan növényeken, melyeken legkevesébbé várná az ember, így pl. az erdei fákon, és pedig a puha-levelüeken éppen úgy, mint a keménylevelüeken. Bizonyítani

kívánja, hogy a fiatal levelek nitrogén-tartalma nagyobb, mint a növény többi részének nitrogén-tartalma és végül előadja a növényekről végzett kémiai vizsgálódásait és teoriájának ezen alapokon szerzett bizonyítékait.

«A fák közül — mondja JAMIESON — az utóbbi időben az *Acer pseudoplatanus* (sycamore) tanulmányoztam, mely különösen érdekes eredményeket szolgáltatott, mert a leghatározottabban megerősíti egyik előző megfigyelésemet, nevezetesen azt, hogy kezdetben a speciálizálódott szőrökben nincsen fehérje, később a fehérje lassan-lassan kialakul és olyan mennyiségűvé gyarapodik, hogy a szerv kicsattanásig megtelik, végül kiürül és a növény forgalmában eloszlik . . .»

«Érdekes volt teoriám helyességét kémiai analysesek segítségével ellenőrizni. Ha elméletem helyes, akkor a fiatal levelekben tetemesen nagyobb mennyiségű nitrogént kell találni, mint az öregekben. A kémiai analysesek elvégzése után íme az eredmények a következők:

	fiatal levél	öreg levél
<i>Acer pseudoplatanus</i> (sycamore)	5.08 %	3.42 %
<i>Burgonya</i>	6.69 %	4.95 %

Ebből látható, hogy a nitrogén a fiatal levelekben aránylag nagyobb mennyiségben van jelen, mint az idősebbekben, a különbség a burgonyánál 35 %, az *Acernél* 49 % .»

«Hasonlóan érdekes megjegyezni a levelek nagy nitrogén-tartalmának arányát a növény többi részéhez képest . . . Ha a levelet magát vizsgáljuk, azt fogjuk találni, hogy ezek a szervek tartalmazzák a legtöbb nitrogént.»

Ezen állítását a szerző WOLFF analysesivel bizonyítja, melyeket egy táblázatban idéz.

Ezek után JAMIESON előadja egyes bizonyítékait, melyek közül bennünket tenyésztési kísérletei és kémiai analysesei érdekelhetnek.

Tenyésztési kísérleteket végzett:

1. Vizkulturában nitrogén nyers tápanyag adagolása nélkül *Hydrocharis Morsus-ranae*-val és az *Azolla caroliniana*-val.
2. Vizkulturában nitrogén nyers tápanyag adagolásával a *Stellaria media*-val és egy *Mimulus*-fajjal.

3. Talajban sok nitrogén nyers tápanyaggal a *Lepidium sativum*-mal és *repczével*.

A kísérleteknél pontos chemiai módszereket alkalmazott. A magvakat, a tenyésztésre használt vizet, a tápsókat, illetve a talajt és a kísérlet végén a kifejlődött növény nitrogén-tartalmát a szokásos chemiai módon meganalyzálta és az így nyert adatokból következtetett a nitrogén-assimilálás eredményére. Leírásában ezen munkákat, a nyert adatok szerzési módszerét részletesen előadja és ezeken kívül az eredmények összefoglalására egy táblázatot is közöl.

Ezen kísérletek szerint JAMIESON kimutatja, hogy a tenyésztés alatt nitrogén-nyereség volt, *a mely nyereséget a növények «speciálizálódott szőrei» működésének tulajdonítja és ez által elmélete helyességét beigazolttnak véli.*

III. Zemplén és Roth adatai az erdei fák nitrogén-felvételéhez.

Az 1908. év őszén dr. ZEMPLÉN GÉZA és ROTH GYULA kísérleti sorozatot tettek közzé, melyek JAMIESON elméletének helyességét iparkodtak bizonyítani.¹ Tanulmányuk teljesen azonos nyomon halad, mint JAMIESONÉ, a különbség csak az, hogy míg JAMIESON vizsgálatai főleg a gazdasági növényekre és néhány erdei fára vonatkoznak, addig a nevezett szerzők vizsgálataikat a fák nagyobb számára terjesztették ki és pedig: az *Angiospermae* alcsoporthoz tartozó 31 fajra és a *Gymnospermae* alcsoporthoz tartozó 7 fajra.

«Vizsgálatainkban JAMIESON nyomait követtük és ugyanazokat a különben közismert reagenseket (jod, Millon, biuret) használtuk...»

Összefoglalva az eredményeket: «az *Angiosperma*-knál a nitrogént felvevő szervek legtöbb esetben élesen és határozottan reagálnak azokra a kémilő-szerekre, melyeket a fehérjék kimutatására szoktunk használni.»

¹ Dr. ZEMPLÉN GÉZA és ROTH GYULA. Adatok az erdei fák nitrogén-felvételéhez. *Erdészeti kísérletek*. Selmeczbánya. 1908. X. évf. 1. 2. A közlemény mellett 14 tábla kép van.

«A szervek legtöbb esetben különös módon kialakult s egymással analog kifejlődést mutató szörképletek képében jelennek meg. Typikus alakjuk tagolt nyél, melyen többsejtű fej ül. E szervek az alkalmazott reactiók hatására legtöbb esetben jellemzően szineződtek, mi arra enged következtetni, hogy bennök több fehérje van mint az alig szineződő alapszövetben s a fatest többi részében.»

«Összefoglalva a *Gymnosperma*-kon végzett vizsgálatokat — mondják a szerzők — arra az eredményre jutunk, hogy ezek a nitrogént áthasonító szervek megkeresésére és tanulmányozására kevésbé alkalmasak. A szőrök sem alakjuk, sem pedig reactió-képességüknél fogva nem oly szembeötlők, mint az *Angiosperma*-k megfelelő képletei. Rendszeren egyszerű vagy tagolt szőr képében jelennek meg a szervek, csak kevés esetben (*Picea*-, *Pinus*-fajok) találunk bunkóalakot.»

«Hogy a morphologiai és mikrochemiai vizsgálat eredményeit további következtetések alapjául használhassuk — mondják a szerzők —, szükségünk volt lehetőleg pontosan megtudni a megvizsgált fák nitrogéntartalmát.»

«E célra külön a levelekben és külön a friss ágakban, valamint egynéhány termésben meghatároztuk a nitrogénmennyiséget KJELDAHL szerint.»

A nitrogénmeghatározások eredményeit a szerzők táblázatokban mutatják be.

«Az *Angiosperma*-k átlagos nitrogéntartalma ezen adatok alapján 3.09 %-ot tesz ki. E magas érték okozza valószínűleg azt, hogy bunkóalakú szerveik kétségtelenül jobban reagálnak a fehérje-kémlőszerekre, mint a *Gymnosperma*-k szörképletei.»

«Érdekes adatot szolgáltat az *Ilex aquifolium*. Nitrogéntartalma az összes megvizsgált lombfák között a legkisebb. Alkalmassint abban leli ez magyarázatát, hogy nem hullatja le lombját, hanem örökzöld, mint a *Gymnosperma*-k legtöbbje, s talán egész éven át gyűjt lassan nitrogént, miért is kimutatható nitrogéntartalma alacsony. Talán ezzel függ össze az is, hogy eddig nem sikerült áthasonító szerveket rajta észrevenni.»

«A *Gymnosperma*-k leveleinek átlagos nitrogéntartalma a vegyelemzési adatok alapján 1.81 %-nak állapítható meg, tehát

jóval kisebb, mint az *Angiosperma*-ké. Talán ezzel van összefüggésben az a tény, hogy a nitrogént feldolgozó szerveiket is nehezebb megtalálni, mert kevésbé fejlettek és gyöngébben reagálnak.»

«A *Larix europea* és *Gingkyo biloba* tudvalevőleg lombhullatók; érdekes, hogy leveleik nitrogéntartalma is oly magas értéket ér el, mint a milyent csak lombfáknál találtunk.»

«Három fajnál, *Corylus*, *Juglans*, *Robinia*, a hol a nitrogén áthasonító szörképletek aránylag nagyok voltak, azoknak a nitrogéntartalmat külön is meghatároztuk.»

«Ezek az adatok azt mutatják, hogy a bunkószőrökben aránylag sok fehérje van.»

«A mogyorónál a szőröktől megfosztott ágban csak $\frac{2}{3}$ -a van annak a nitrogénnek, a mit a szörképletben találtunk.»

«A dió termésére vonatkozó analitikai adatok még kedvezőbbek. Ezek is azt igazolják, hogy a szőrökben van legtöbb nitrogén, az alattuk levő zöld héjban pedig jóval kevesebb, a bélben valamivel több, de kevesebb, mint a bunkókban és legkevesebb a nyélben.»

«A fentiekben előadott saját kutatásaink és tanulmányaink támogatják az ő - - t. i. JAMIESON - - nézeteit.»

«A nitrogénfelvétel mellett bizonyít a bunkók életműködése, a mit JAMIESON is leírt és a mit magunk is megfigyeltünk.»

«A fiatal, fejletlen bunkó rendszeren nem reagál, vagy csak gyengén. Ebben a fejlődési fokozatban még nem kezdett működni és ezért még nem tartalmazhat szánottevő fehérjét.»

«Fejlettségének javakorában legélesebb a reakció, de rendszeren csak a fejében, illetőleg legfelső részeiben lép fel az, vagy legalább ott legélénkebb.»

«A fejlettség ezen fokán túl a legfelső részek már gyengébben vagy sehogy sem reagálnak, csak a középső és alsó részek festődnek, végül pedig a bunkóképlet már egyáltalán nem reagál.»

«Nem tartjuk a fenti folyamattal összeegyeztethetőnek azt a feltevést, hogy esetleg a szövetekből vándorolna a bunkóba a fehérje, hisz ez esetben a fejlődő bunkó alján kellene a színeződésnek fellépnie, pedig ott azt csak a túlfejlett bunkóban lehet észrevenni; a fejlődőnek pedig a felső végén kezd a reakció fel-

lépni. Valószínűleg a csúcsban képződik a fehérje és onnan húzódik a fa szöveteibe.»

«Az eddigi három adat közül legértékesebb az a tapasztalat, melyet a *Juglans regia* jókora mogyorónagyságú termése adott. A legkülsőbb részek: a bunkós szőrök, legtöbb nitrogént tartalmaznak, a külső zöld burok ennél jóval kevesebbet, a termés belső részei pedig ismét többet, bár kevesebbet, mint a bunkók. Legkevesebb nitrogén volt a nyélben.»

«Nem magyarázható ez az adat másképp, csak úgy, hogy a legkülső képletek — a szőrök — készítik a fehérjét, ott gyűlt össze tehát a fejlődésnek ezen a fokán a legtöbb. Onnan a külső zöld héjon átvándorolva a termés legbelső részeiben halmozódik fel s idővel természetesen oly nagy tömegben fog ott összegyűlni, hogy később túlhaladja a szőrképletek nitrogén százalékát.»

«Összefoglalva a fentieket, valóban arra a meggyőződésre kell jutnunk, hogy bár nem tudunk még tisztán látni minden egyes részletben, mégis valószínű, hogy JAMIESON feltevése igaznak fog bizonyulni és a tárgyalt szőrök vagy bunkók tényleg az erdei fák és növények fehérjekészítő szervei, melyek segítségével a növények a levegő-tenger nitrogénkészletét közvetlenül hasznosítani tudják.»

IV. Észrevételek a Jamieson, Zemplén és Roth-féle nitrogén-assimilálási kutatáshoz.

Midőn a JAMIESON dolgozata nyomán ZEMPLÉN és ROTH közleménye az 1908. év őszén megjelent, azonnal feltűntek előttem ezen elmélet gyengeségei. Szükségesnek láttam azért, hogy idevonatkozó észrevételeimet közzétegyem. Ezek az «Észrevételek . . .» az 1908. év őszén az «*Erdészeti Lapok*» XXII. füzetében a 999. és 1112. lapon jelentek meg. Térszűke miatt lehetetlen fejtegetésemet részletesen ismertetni, itt csak annyit kell kiemelnem, hogy elméleti összefüggések alapján igyekeztem közleményemben bebizonyítani azt, hogy JAMIESON, valamint ZEMPLÉN és ROTH kutatási módszerei, illetve következtetései hibásak.

Ezek a szerzők ugyanis vizsgálatainknak egyik csoportját

mikrochemiai úton végezték, oly módon, hogy a növényi részekben a feltételezett nitrogén-assimilálás előtti és utáni változó fehérjemennyiséget *a reagensek által előidézett szineződésből mikroskoppal igyekeztek megállapítani*. A növényi részek azonban nem egyenlők, hanem különféle korú, különféle nagyságú, különféle vastagságú és különféle számból álló sejtesoportok voltak, melynek következtében a reakcióhoz használt fehérjemennyiség sem volt egyenlő s így a mikroskóp látómezejében sem kaphattak egyenlő erősségű szineződést. Az eljárás természetes következménye tehát, hogy a módszer tévedésre vezette a kutatókat. Azt a nitrogéntöbbletet, a mit ők assimilálás általi gyarapodásnak tekintettek, egyszerűen a sejt korával együttjáró fejlődési különbségre kell visszavezetni.

Másik módszerük e szerzőknek az volt, hogy vegyelemzésnek vetették alá a fák egyes részeit, még pedig külön a levelekben, külön a levélgyekekben és fiatal ágakban, valamint néhány termésben és a növény különféle részeiből szedett szőrökben meghatározták azok nitrogéntartalmát KJELDAHL szerint. Vegyelemzésük nem bizonyítja azt, a mit akarnak vele bizonyítani.

Adataik azt mutatják, hogy a bunkós szőrök súlyegységében aránylag sok fehérje van, míg egyéb szervekben, főleg az ágakban, kevesebb. Legérdekesebbnek tartják ZEMPLÉN és ROTH szerzők a dió termésére vonatkozó eredményeiket, melyeknél úgy nyilatkoznak, hogy itt: *«a szőrökben van a legtöbb nitrogén, az alattuk levő zöld részekben pedig jóval kevesebb, a bélben valamivel több, de kevesebb, mint a bunkóban és legkevesebb a nyélben»*.

Ezek az adatok azonban nem bizonyítják azt, hogy a bunkós szőrök gyűjtötték azt a nitrogént, a mit a vegyelemzés kimutatót, hanem csak azt mutatják, hogy ha a növény különféle részeiből egy-egy súlyegységnyit lemérünk, azokban a részekben a fehérje- és nem fehérje-anyagok súlyszerinti elosztódása nem egyenlő.

Tudjuk, és ezt a mikroskoppal világosan lehet látni, hogy a szőrök sejtjeinek cellulosefala igen vékony, a fiatal szöveteknek, pl. a leveleknek sejtjei már vastagabb és a megfásult hajtások és termésnyelvek sejtjei még vastagabb, minek megfelelően

ha ezen anyagokból egyenlő súlymennyiségeket lemérünk, a szőröknél egy súlyegységre kevesebb cellulose és több protoplasma, a leveleknél több cellulose és kevesebb protoplasma, míg a megfásult hajtásoknál legtöbb cellulose és legkevesebb protoplasma jut.

Hasonló jelenségeket látunk magukon a leveleken is. Azon lombhullató *Gymnosperma*-kban, pl. *Larix*, *Gingko*, melyeknek fiatal levelei a vékony cellulose-sejtfal miatt puha, az egysejnyi súlymennyiségre kevesebb cellulose és több protoplasma jut, mint az örökzöld *Abies*, *Picea*, *Cedrus*, *Tuja*, *Pinus* stb. leveleiben, melyeknél a celluloseben gazdagabb vastag sejtfal teszi ki a súly nagyobb részét.

Teljesen ez az eset van az *Angiosperma*-knál is, hol az örökzöld *Ilex*-ben találtak legkevesebb nitrogént, nyilván, mert ennek durva és mikroskoppal jól látható vastag cellulose-sejtfala tette ki a lemért súly tetemesebb részét, míg mellette a nitrogéntartalmú protoplasma háttérbe szorult.

ZEMPLÉN és ROTH vegyelemzéseit ezeket az összefüggéseket pontosan bizonyítják. Arra nézve azonban, hogy a szövetekben kimutatott nitrogént a levegőből vagy a talajból vette-e fel a növény, felvilágosítást semmiképen sem adhatnak. Ily módon a növényi szőrök nitrogén-assimilálását sem nem bizonyítják, sem a kérdés tisztázásához adatokat nem nyújtanak.

V. Vita a növényi szőrök nitrogéntartalmának eredete felől.

Az «Észrevételek . . .» megjelenése után ZEMPLÉN és ROTH¹ valamint JAMIESON² vitát indítottak. Ez részükről szóharcz természetű volt. Újabb kísérleti adatok és bizonyítékok nincsenek közleményeikben. E vitás fejtegetéseiknek ismertetése nagy nehézségbe ütközik, annival is inkább, mert a cikkeket egész részletesen, nagy terjedelmüknél fogva nem lehet idézni, kivonatokat meg épen nekem a legnehezebb készítenem, mert nem

¹ Dr. ZEMPLÉN GÉZA és ROTH GYULA. Adatok az erdei fák nitrogénfelvételéhez. *Erdészeti Lapok*, 1909. febr. 1. XLVIII. évfolyam. III. füzet. 97-117. lap.

² TH. JAMIESON. Válasz dr. Kövessi Ferencz «Észrevételei»-re». *Erdészeti Lapok*, 1909. febr. 15. IV. füzet. XLVIII. kötet. 200-207. lap.

tudom, hogy az ellenvetésekből melyeket tartják ők a legfontosabbaknak. Ha tehát tárgyilagosság céljából valaki részletesebben óhajta a szerzők ellenvetését olvasni, nincs más mód, mint az eredeti közleményekhez fordulni.

VI. A növények nitrogénfelvevő szerveiről szóló Jamieson-féle elmélet döntő próbája.

A növényi szőrök nitrogéntartalmának eredete fölött JAMIESON, ZEMPLÉN és ROTH és közöttem megindult vitára az «*Erdészeti Lapok*» 1909. évi február hó 15-én megjelent IV. füzetében kísérleti tényekkel válaszoltam. Ezen közleményemben legelső sorban az eldöntendő kérdést kellett pontosan megállapítanom, hogy a kísérleti módszert annak alapján helyesen tudjuk megállapítani.

«*A vizsgálatok kiderítették — írja JAMIESON és idézi ZEMPLÉN a *Spergula arvensis*-ről írott fejezetben —, hogy a szőrképlet képződésének kezdő stádiumában, a míg teljes kifejlődését el nem érte, fehérjét nem tartalmaz. Amint azonban teljesen kész, kezd nitrogént áthasonítani s lassanként egészen megtelik fehérjével.*»¹

Hogy itt tévedés van, az világos, mert olyan élő sejt, melyben fehérjéből álló protoplasma ne volna, nincsen, és nem is lehet. Ez a tétel azonban JAMIESON fejtegetéseiben nem véletlen, hanem *alaptétel*, sőt ez az *elméletének sarkpontja*, mert ezzel *bizonyít folytonosan*. Ezt a tételt emeli ki minden fontosabb és részletesebben leírt növényreactionál, a *Spergula arvensis*,² *Stellaria media*,³ *Vitis sativa*,⁴ *Brassica napus* (*Návet-Turnip*)⁵ *Colza*,⁶ *Urtica dioica*⁷ stb. növényeknél. Természetesen

¹ «*Erdészeti Lapok*» 1908. XIII. füzet. 662. lap. 18—22 sor.

² TH. JAMIESON. Ann. de la science Agr. Act. 1906. Tom. I. pp. 94 et 95. 7—1. sor alulról.

³ Ugyanott: p. 97. 22—29. sor felülről.

⁴ Ugyanott: p. 107. 19—22. sor felülről.

⁵ Ugyanott: p. 108. 3—1. sor alulról és p. 109. 1—4. sor felülről.

⁶ Ugyanott: p. 111. utolsó kikezdés és folytatása.

⁷ Ugyanott: p. 101.

a szavak nem ugyanazok minden esetben, hanem az értelme a tételnek mindig az, hogy t. i. «kialakulásuk kezdetén fehérjét nem tartalmaznak . . .» A fehérje «csak akkor jelenik meg bennük, ha ezek a szőrök a levegővel érintkeznek.» Sőt ezt az állítását azután JAMESON a végeredményben össze is foglalja és az összes vizsgált növényekre kiterjeszti.¹

JAMESON álláspontjára helyezkedett ZEMPLÉN és ROTH is, a kik vizsgálataikban JAMESON nyomait követték. Munkájukban azt mondják, hogy «a fiatal, fejletlen bunkó rendszeren nem reagál vagy csak gyengén. Ebben a fejlődési fokozatban még nem kezdett működni.»² Ez a definitiójuk nem fedezi teljesen JAMESON kiindulását, de a vita folyamán kialakult állásfoglalásuk az, hogy: «az inkriminált esetben arról van szó, hogy fehérjét kell kimutatni, azt a fehérjét, a [mit a sejt maga szerzett. Ilyen értelemben véve a fiatal sejtekben még tényleg nincsen 'ehérje, mert a mi eredetileg a plazmájában van, az nem adja a reakciót, vagy csak alig észrevehetően, újat pedig nem gyűjtött még].»³

Végül fontos előadni azt a tényt, hogy a vita folyamán JAMESON, ZEMPLÉN és ROTH arra a közös megállapodásra jutott, hogy «oly kevés fehérje van a szőrökben működésük előtt, hogy reagensekkel nem lehet kimutatni».⁴

Semmi sem természetesebb: hogyha igaz az, hogy a fehérje a specializálódott szőrökben «csak akkor jelenik meg, ha ezek a szőrök a levegővel érintkeznek, melynek nitrogénjét absorbeálják és átalakítják fehérjévé,»⁵ vagy ha «oly kevés fehérje van a szőrökben működésük előtt, hogy reagensekkel nem lehet kimutatni»,⁶ akkor senkinek sem kell tovább magyarázni azt, hogy ha nitrogéntől mentes gázokban nevelem a szóbanforgó ál-

¹ TH. JAMESON. Ann. de la science Agr. etc. 1906. Tom. I. pp. 123. 6. sor és folytatása, valamint JAMESON tanulmányának jelen értekezésemben való ismertetése folyamán az összefoglalásban a III. fejezet 894—897. lapja.

² «Erdészeti kísérletek» 1908. X. évf. 44. 9—8. sor.

³ «Erdészeti Lapok» 1909. III. füzet 98. lap. 9—5. sor alulról.

⁴ «Erdészeti Lapok» 1909. IV. füzet 207. lap. 19—23. sor.

⁵ Loc. cit.

⁶ Loc. cit.

lítólagos tulajdonságokkal bíró növényeket, ezeken vagy nem fejlődnek ki a szőrök, vagy ha kifejlődnek, a fehérjének azon reactióit — jód, Millon, biuret —, melyeket a szerzők kriteriumként vettek fel, *nem szabad mutatniok*. Ha nitrogénmentes légkörben nevelt növényeken mindennek daczára fejlődnek szőrök és ezek analog fehérjereactiót mutatnak a szabad levegőn nevelt növények szőrképleteivel, akkor mindenki előtt világos, hogy ez a fehérje nem a levegő szabad nitrogénjéből való, hanem a növényből magából került oda. Vagyis az esetben JAMIESON-nak és követőinek a *nitrogént felvevő szervek*-ről feltételezett állítása téves.

Idevonatkozó kísérleteimet még 1908 november havában megindítottam. Kísérletet tettem a JAMIESON vizsgálta s vadon előforduló és termesztett növények azon tipikusabb alakjaival, melyeket ő maga mint fontosakat felsorol, melyek alapján tanulmányát megírta, mint pl. *Spergula arvensis*, *Vitia faba*, *Vitia sativa*, *Brassica Napus*, többféle répával, azonkívül búzával, árpával, rozsszal stb. A fás növények közül: *Robinia pseudo-acacia* L., *Robinia hispida* L., *Carpinus Betulus* L., *Acer Platanoides* L., *Juglans regia* L., *Carya alba* Nutt., *Aesculus Hippocastanum* L., *Castanea vesca*, Gaertn., *Corylus avellana* L. stb. A gazdasági növényeknél magvakat vetettem el, a fáknál magot is vettem, dugványokat is ültettem.

Ezeket a növényeket légmentesen záruló üvegedényekben neveltem.¹ Talajul savakkal, lúgokkal és destillált vízzel kimosott tengeri quarcz-homokot használtam. Ezen homokhoz tápanyagül a CRONE-féle oldatot alkalmaztam. Ezen táptalajból az edény levegőjébe semmiféle nitrogéngáz, ammonia, vagy más nitrogénvegyület nem szabadulhatott ki. Ilyen tenyészeti viszonyok közé helyeztem a felsorolt fák dugványait, illetve azok magvait. Miután az edényeket hermetikusan lezártam, a levegőt kiszivattyúztam az edényekből, s azután elektrolytikus úton fejlesztett oxigénnel töltöttem meg. A légritkítást és a készüléknek oxigénnel való megtöltését háromszor egymás után megismételvén, ezen módon a készülékek levegőjét megtisztítottam a nitrogéntől,

¹ A kísérlet részletesebb leírását l. az *«Erdészeti Lapok»* 1909. év febr. 15-én megjelent IV. füzetében.

oly módon, hogy a nitrogénnek nyoma sem maradhatott. A kísérlet ideje alatt 2—3 ampère által elbontott erősségű oxigénáramról gondoskodtam, melynek az volt a célja, hogyha esetleg véletlenül nitrogéngáz keletkezett volna az edényben, ez az erős oxigénáram azt magával vigye. Midőn a növények kezdettek fejlődni és zöldelni, az assimilálás céljára széndioxydról is gondoskodtam.

Hogy a kísérletet állandóan ellenőrizsem, a készülékből elszálló gázokat olyan mosópalaczkokon vezettem át, melyek destillált vizet, aztán káلیلúgot tartalmaztak, azután ezen folyadékokban az ammoniákat a NESSLER-féle reagensekkel kerestem. A szabad nitrogéngáz jelenlétének, illetve hiányának kiderítése céljából a CHAVENDISCH-féle módszert használtam, azaz megpróbáltam az esetleg jelenlevő oxigénnel kevert nitrogéngázt 15 cm nagyságú elektromos szikra segítségével elégetni. Azután a gázt káلیلúg vizes oldatán, majd kénsavoldaton vezettem át, hogy ezek a nitrogén oxydatiós termékeit absorbeálják. Ezen oldatokban azután a keresett anyagokat a mai korban ismert legérzékenyebb reagensekkel vizsgáltam s úgy találtam, hogy tenyésztő edényeim légköre ezen tisztátalanító nitrogéntermékektől teljesen mentes volt.

Ellenőrzésképen teljesen hasonlóan neveltem a fentebb felsorolt növényeket, csak azon különbséget tettem, hogy a szabad levegő hozzájárulását megengedtem.

A kísérlet végén, midőn az edényeket kinyitottam, a tanulmányozandó növényeket gyorsan leszakítottam és azonnal a készen tartott reagensek alá merítettem, azután mikroszkópi vizsgálat alá vettem.

A kísérlet eredménye a következő volt:

1. *A tanulmányozott növények szőrképletei, valamint a JAMESON, ZEMPLÉN és ROTH-féle specializálódott és bunkós szőrök is egyforma módon kifejlődtek, akár nitrogénmentes oxigénben, akár a szabad levegőn neveltem a növényeket.*

2. *A szabad levegőn vagy nitrogénmentes oxigénben élő növények egyenlő fejlődöttségű szerveiről vett szőrképletek a szóban forgó kémlésekkel mindkét esetben adták a fehérje-reactiót.*

3. *A kísérletek világosan bizonyítják tehát, hogy a reakciókkal kimutatható fehérjeanyagok nem a levegő szabad nitrogénjéből származnak.*¹

*

Ezen kísérletekkel és a kísérletek ezen eredményeivel szemben ZEMPLÉN és ROTH ellenvetéseket tettek.² Azt hozták fel, hogy talán kísérletemben a tenyésztő edény levegője nem volt teljesen nitrogénmentes és azok a specializálódott szőrök nagy assimilálási képességüknél fogva még ezt a kevés nitrogént is assimilálják. Vagy pedig a kísérleti edények szétbontásakor, illetve a reakció elvégzésekor juthattak a nitrogénhez és ezért viselkedik a két rendbeli növényi szőr teljesen egyformán.

Ezen ellenvetéseket azonban csak polemikus jellegűeknek kell tartanom, mert a tárgyra vonatkozó kísérleti adatokat nem tartalmazznak.

*

A JAMIESON, illetve a ZEMPLÉN és ROTH-féle kutatások eredményéhez időközben többen is hozzászóltak, úgy hazánkból, mint külföldről. Így MÁGÓCSY-DIETZ SÁNDOR³ és BERNÁTSKY JENŐ,⁴ majd E. HENRY⁵ és L. KNY,⁶ a kik szintén kételyüket fejezték ki a JAMIESON-féle elmélettel szemben és fenti eredményeimben alapuló felfogásomat megerősítették.

¹ F. KÖVESSI. *Sur la prétendue utilisation de l'azote de l'air par certains poils spéciaux de plants.* Comptes Rendus. 1909. juli 5. T. CXI.IX. p. 52.

² «Erdészeti lapok» 1908. VII. füzet, p. 374.

³ MÁGÓCSY-DIETZ SÁNDOR: *A növények táplálkozása, tekintettel a gazdasági növényekre.* Budapest. Term. tud. társulat kiadása, 1908. 377. lap.

⁴ «Erdészeti lapok» 1909.

⁵ E. HENRY. *Sur une theorie nouvelle de la captation de l'azote atmospherique par les plants.* Ann. Sc. Agr. 1909. 1. és 2. fasc. 128. p.

⁶ I. KNY. *Die physiologische Bedeutung der Haare von Stellaria media.* Ber. deutsch. Bot. Ges. XXVII. 9. p. 532—535. 1909.

VII. Præcisíós készülék a növényeknek nitrogénmentes térben való tenyésztésére és ezzel a növényi szőrökben levő fehérje eredetének végleges eldöntése.

Miként a vitákból kitűnik, JAMIESON, ZEMPLÉN és ROTH a kérdés tisztázása körül a maguk véleménye mellett a legmerevebb álláspontra helyezkedtek és kísérleteim megbízhatóságát tagadásba vették, azért a problémával tovább is foglalkoztam és czélomul tűztem, hogy olyan præcisíós készüléket szerkeszszek, a mely minden kritikát kiálljon.

Feladatomban az volt, hogy olyan pontosan elzárható készüléket szerkeszszek, melynek belsejében nitrogénmentes gázokban fejlődjenek a növények és ha kifejlődésüknek kellő fokát elérték, a szóbanforgó reactiót magában a készülék belsejében — nitrogénmentes légkörben — végezhessem. A készülékben fejlődött növények tehát a nitrogéntartalmú levegőre csak akkor kerülnek ki, midőn azoknak sejtjeit a reagensek megölték és így a feltételezett assimilálásra teljesen képtelenné váltak úgy, hogy a mikroszkópi vizsgálatra ily állapotban kényelmesen használhatók.

Az ezen készülék segélyével eldöntendő kérdés ugyanaz, a melyet már előzőleg a VI. fejezet 904—905. lapján kifejtettem volt.

Semmi sem természetesebb, hogy ha igaz az, hogy a fehérje a speczializálódott szőrökben *«csak akkor jelenik meg, ha ezek a szőrök a levegővel érintkeznek», «melynek nitrogénjét absorbálják és átalakítják fehérjévé»,*¹ vagy ha *«oly kevés fehérje van a szőrökben működésük előtt, hogy reagensekkel nem lehet kimutatni»,*² akkor senkinek sem kell tovább magyarázni azt, hogy ha nitrogéntől absolut mentes gázokban neveltem a szóbanforgó állítólagos tulajdonsággal bíró növényeket, ezeken vagy nem fejlődnek ki a szőrök, vagy ha kifejlődnek, a fehérjének azon reactióit, jod stb., melyeket a szerzők kritériumként vettek fel, *nem szabad mutatniok.* Ha a nitrogénmentes légkörben nevelt növényeken mindannak daczára fejlődnek szőrök és ezek

¹ Loc. cit.

² Loc. cit.

analog fehérje-reactiót mutatnak a szabad levegőn nevelt növények szörképleteivel, akkor mindenki előtt világos, hogy az a fehérje nem a levegő szabad nitrogénjéből való, hanem a növényből magából került oda. Vagyis az esetben JAMIESON-nak és követőinek a «nitrogént felvevő szervek»-ről közzétett véleménye tévedésen alapul.

A szóbanforgó készüléket, úgy vélem, csakugyan sikerült megszerkeszteni és a vele végzett kísérletek azt hiszem a kérdésre a végleges választ is megadták.

A készülék szerkezetének, összeállításának és működésének leírása.

a) A készülék szerkezete.

A készüléket teljesen üvegből szerkesztettem. A növények tenyésztéséhez okvetlen szüksége oxygént destillált vízből elektrolitikus úton fejlesztettem és a növények légkörének nitrogénmentességét állandóan spectrum-analytikai vizsgálatokkal ellenőriztem.

A készülék ennek megfelelően három fő alkotórészből áll, és pedig: a tenyésztendő növények befogadására alkalmas *tenyésző-edényből*, az oxygén előállítására alkalmas *elektrolitikus készülékből* és az ellenőrző vizsgálatokhoz szükséges *spectrumcsőből*. Ezeken kívül több mellék- és segédalkotórész is van a készüléken, melyek a kísérlet folyama alatt, vagy a kísérlet végén a reactió előidézése alkalmával szükségesek. Mindezek a részek vagy forrasztva vannak egymással, vagy köszörült felülettel illenek egymásba. Ott, hol nem forrasztott, hanem köszörült felületekkel érintkeznek a részek, hogy a biztonság kifogástalan legyen, a pontos zárás céljából higanyos tömitést is alkalmaztam.

A kísérletnél ezek után számos segédeszközhöz is van szükség, mint pl. elektromos rheostátokra, RUHMKORFF-féle szikra-inductorra, légszivattyúra, spectrálkészülékre, mikroskupra, stb., melyek bár lényegesek a vizsgálatnál, ezen készüléknél csak segédeszközöknek tekintendők. Leírásomban természetesen csak a készülék

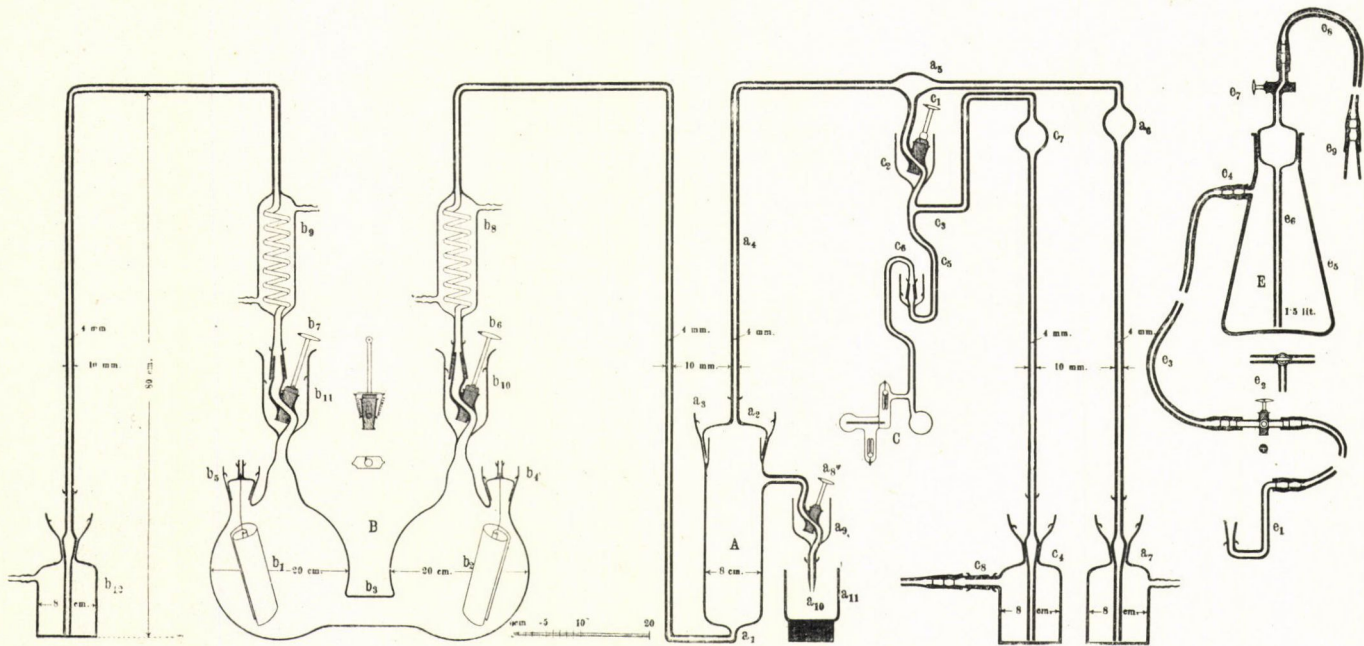
ismertetésére szorítkozom, az utóbbiakban felsorolt eszközök kezelésére vonatkozó ismeretek ügyében a fizikai, a mikroszkopiai és mikrochemiai irodalomra kell az érdeklődőt utalnom.

A készülék általános képét a 2. ábra mutatja. A szerkezeti és pontos méretbeli adatokat pedig az 1. ábrán látható tervrajz tünteti fel ca. $\frac{1}{11}$ természetes nagyságban.

Ezen ábrákon a rajz közepén látható az A -val jelzett növénytenyésztőedény, mely üvegeső segítségével az oxigén fejlesztésére szolgáló B elektrolytikus készülékkel van összefüggésben. E készülékbe b_4 — b_5 helyen beköszörült dugók segítségével a b_1 — b_2 platinából készült elektródok nyulnak be. A B üveg-gömbök felső részükön összeszűkülnek és a b_6 — b_7 csapokat, valamint az ezeket körülvevő b_{10} — b_{11} higanytartó edényeket viselik. A csapok felett a gázok elvezetésére szolgáló csövek vannak, melyek a b_8 — b_9 hűtőket viselik. A baloldali üvegeső, mely a hidrogén elvezetésére szolgál, 80 cm magasságra való emelkedése után először vízszintesen, majd újra függőleges irányban való haladása után a készülék fenék-szintjéig süllyed és a b_{12} jelzésű palaczkban ér véget, oly módon, hogy a palaczkba öntött higany alatt végződik. A higanyréteg a cső elzárására való és az a rendeltetése, hogy a gázok a készülékből kijöhessenek, de a levegő oda be ne juthasson. A higanyréteg vastagságának a cső alsó nyílása fölött, ha a készülék az adott méretben van készítve, épen 4 milliméternek kell lennie, mert a méretek így vannak kiszámítva.¹

A jobboldali elektródon fejlődő oxigén a b_8 hűtőn át az A tenyésztőedénybe jut, melyet elhagyva az a_4 üvegesövön távozik. Ez a cső 80 cm magasságig függőlegesen emelkedik, azután vízszintes irányt vesz, majd ismét függőleges irányban lefelé haladva az a_6 helyen egy kis gömböcskét visel, az alsó vége pedig az a_7 palaczkban higanyréteg alatt végződik. Ez a palaczk és benne a higanyréteg épen úgy, mint a b_{12} jelzésű

¹ A készülék minden része pontos számítások alapján van megszerkesztve. Ezeket a számításokat és a kísérleti berendezkedés apróbb részleteit, valamint a részletes indokolást térszüke miatt itt nem lehet adni. Megtalálja azonban az érdeklődő ezeket a részleteket egy később közreadandó tanulmányomban.



1. ábra. A növényeknek nitrogénmentes oxgyénben való tenyésztésére szolgáló készülék tervrajza.
Az eredetihez képest 11-szer kisebbítve.

palaczk szintén azt szolgálja, hogy a készülékben felgyülemelő gázok kijuthassanak, a levegő azonban be ne mehessen. A higanyréteg vastagsága a cső aljától itt is pontosan 4 milliméterre van kiszámítva.

A szóbanforgó üvegsövön az a_5 helyen egy elágazás van felforrasztva, mely a C spectrumcsövet viseli. Az elágazás kezdeténél egy C_1 jelzésű csap van alkalmazva, mely C_2 higanyos pohárral van körülvéve, hogy a beleöntendő higany a csap zárását biztosítsa, majd a pohár alatt a cső a C_3 jelzésnél két ágra oszlik. A vízszintes ág egy darabon vízszintes irányban halad, majd 78–79 cm magasságig fölfelé emelkedik, azután ismét lehajlik és a C_1 jelzésű üvegben levő higany alatt végződik. A cső alját fedő higanyréteg itt is pontosan 4 milliméter vastagságra van számítva, mely úgy ebben, mint az előző esetben a teljes atmoszféraaváltozás, azaz 760–800 milliméter nyomáskülönbség mellett is megvédi a belső részeket a külső levegő betódulásától.

A C_3 jelzésű helytől lefelé haladó ág a C jelzésű spectrumcsövet viseli. Ezen az ágon a C_6 helyen köszörült felületekkel összeilleszkedő toldás és a toldás pontos zárása céljából higanytartóedény van szerkesztve.

A spectrumcső mintája eltér a régi typustól, ezt az alakot R. GOETZE leipzigi *Instrumentenfabrik C jelzésű típus* néven készíti és ez a régi alaknál sokkal jobb, mert erőteljesebb és fénygazdagabb spectrumképet szolgáltat, mi által a színeképelemzés könnyebb és biztosabb.

A készülék mellék alkotórészét teszi az A jelzésű növényélesztőedény oldalához forrasztott elágazás, mely arra szolgál, hogy a kísérlet végén a reactiót előidéző folyadékot ezen cső segítségével engedjük be a növényekhez. Ez az elágazás az a_8 jelzésű csapot és az a_9 jelzésű higanyos tartópoharat viseli. a_{10} jelzésű alja pedig az a_{11} higanytartópohárba ér, mely azt teljesen zárja.

A rajz jobboldali szélén látható egy másik segédkészülék, a reagenstartóedény, melyre a kísérletek végén van szükség, hogy a reagensanyagot segélyével a készülékbe beengedjük. Ennek e_1 jelzésű pipaalakú része köszörült felülettel illik

az a_{10} jelzésű üvegesóhöz, épen úgy, mint az e_9 jelzésű vég megfelel a C_8 jelzésű edény köszörült nyúlványának, melyek segítségével az E reagenstartóedény gyorsan és pontosan összeilleszthető a készülékkel.

Meg kell itt említenem, hogy az összes csapok a rajzon látható ferde furattal készülnek, melyek, mint ismeretes, sokkal pontosabban zárnak, mint a közönséges egyenes furatuak és minthogy ezen kívül minden csap, minden nyílás, minden köszörült felület higanyos biztosítással van ellátva, a külső levegő bejutása teljesen kizártnak tekinthető.

A készüléket a CALDERONI budapesti mű- és tanszerraktár részvénytársaság útján GREINER németországi üveggyárnál rendeltem meg, mely teljes megelégedésemre készítette el.

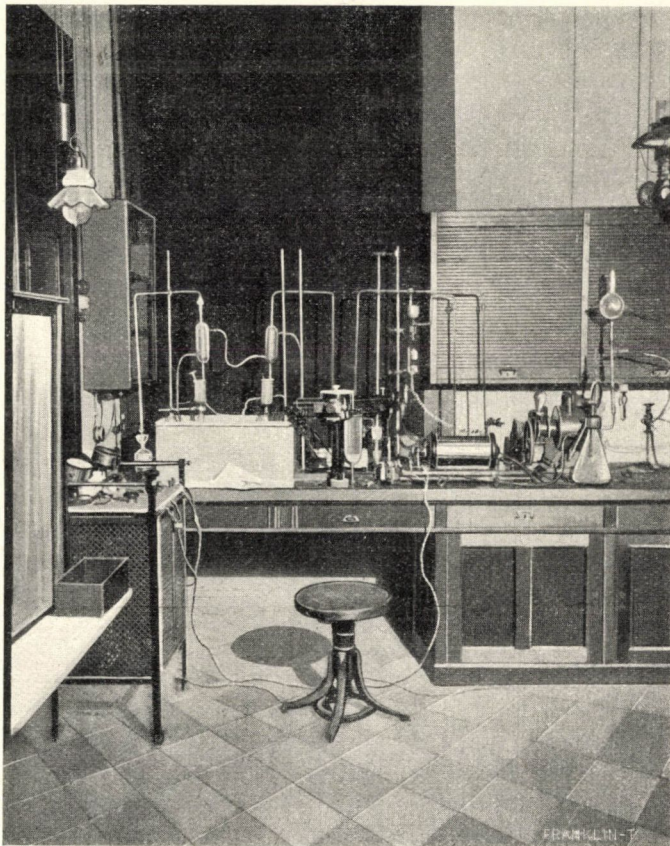
b) A készülék összeállítása.

A készülék felállítására lehetőleg déli fekvésű terem ablakát kell választani, a hol a növényeknek szükség szerint napsugarat is adhatunk. Fontos azután, hogy a terem elsötétíthető legyen, mert a spectroscopos vizsgálathoz sötét szobára van szükségünk.

Hogy az elektrolitikus folyamat alatt erősen felmelegedő B edényt hűteni lehessen, az egész készüléket cizinnezett vasbádógból készített, 60 cm hosszú, 33 cm széles és 26 cm magas medenczébe helyeztem. Ebbe van beállítva a készüléket függőlegesen tartó állvány is olyan módon, hogy a legkisebb mozgások kizárása végett a medence az állványnyal és az elektrolitikus készülék legaljával portlandciment vagy gipsz segítségével van egy darabbá cementezve. Az elektrolitikus készülék gömbölyű aljának a cimentbe csak 1—2 milliméter mélyen szabad süllyedni, a mi különben az oldalra czúszás ellen teljesen elegendő. Függőleges irányú tartását pedig úgy érjük el, hogy a készüléket a b_{11} jelzésű higanyos pohár alatt fogjuk be az állványba.

Ha ezt a felállítást sikerült jól elvégezni, a hydrogén-elvezetőcsövet, valamint az A tenyesztőedényt és az a_4 jelzésű elvezetőcsövet az a_7 és a C_4 palaczkokkal együtt könnyen sikerül alkalmas módon felállítani. Fontos, hogy a készülék teljesen függőleges síkban álljon, mert a higanytartópoharakba öntendő

higany súlya elég tetemes és ha a műszer ferdén volna felállítva, azok súlya a készüléket ferde irányba hozná s könnyen törések származnának. Fogókészüléket minél kevesebbet kell melléje adni, mert a többoldalú feszülés miatt könnyen elpattan-



2. ábra.

A növénytenyésztő készülék segéd-alkotórészeivel együtt munka közben.

hat a készülék. Czélszerű azonban az *A* tenyésztő edényt jól befogni és az *A*₉ és *C*₂ higanytartópoharakat alátámasztani, hogy a higany súlya alatt a csövek le ne törhessenek.

A készülék felállítására nézve hasznos útmutatást nyújt a 2. ábra.

c) *A készülék működésbe helyezése.*

Ha az előzetes összeállításakor a készülék minden részének helyét megállapítottuk, a végleges összeállítás következik. Ez alkalommal legelőször eltávolítjuk a $b_8 - a_1$ A és az ezzel összefüggő jobboldali részeket, úgy hogy csak az elektrolytikus készülék marad az eredeti helyén. Ezután az elektrolytikus készüléket megtöltjük destillált vízzel, melyet legezészerűbb $NaOH$ -val vezetövé tenni. Ha a készülék az itt adott tervrajz méretei szerint készült, akkor erre a célra ca. 4—5 liter vízre van szükségünk. A vízben feloldandó $NaOH$ annyi legyen, hogy a készüléken a szoba hőmérsékletén 1.5—2 Ampère-áram menjen át. Ehhez ca. 50—100 gramm $NaOH$ -ra van szükség.

Ennek megtörténte után a b_7 és b_6 csapokat, a b_4 , b_5 elektródokat tartó dugók csiszolt felületeit csapkenőccsel látjuk el, a dugókat és a b_7 csap feletti toldás-részeket az ott alkalmazott macskakörömalakú horgoknál fogva lekötjük és jól záródás céljából a b_4 , b_5 és b_{11} poharakba higanyt öntünk, valamint annyi higanyt adunk a b_{12} jelzésű palaczkba is, hogy az a cső alja fölött 4 milliméter vastag réteget alkosson.

A most következő teendő az, hogy az elektrolytikus edényben levő vizet magával az elektromos árammal felforraljuk, hogy a forralás által a folyadékban levő nitrogéngázt, valamint a készülék légkörében levő levegőt az edényből teljesen kiűzzük. A folyadék felmelegedését, forralását és lehülését alkalmas *rheostattal* és árammérőkkel igen kényelmesen lehet végezni. Amint a folyadék hőmérséklete emelkedik, vezetőképessége is fokozódik úgy, hogy bár kezdetben csak 1.5—2 Ampère ment át a készüléken, a forrás körüli hőmérsékleten sokkal több. Mindazonáltal 5—6 Ampèrenél erősebbre nem tanácsos emelni, mert a túlságos gyors melegedés a készülék elpattanását okozhatná vagy az erős forrás folytán a készülék olyan erős mozgásba jönne, hogy könnyen veszélyes lehetne a készülék épségben maradására.

A folyadék forrási ideje alatt a hidrogéngáz az a_{12} edényen át távozik, míg a vízgőz a b_9 hűtőn lecsapódva visszafolyik az

elektrolytikus edénybe. Az oxigén és vele együtt a vízgőz pedig b_6 csapon át a szabadba jut.

A levegőnek a vízből és az edényből való kiűzésére 3—5 órai forralás untig elegendő. Ezen művelet után a nitrogén-gáznak csak végtelen csekély nyoma maradhat a vízben, melyet — mint BOHR és BOCK mérései mutatják,¹ de meg éppen a jelen tanulmányban ismertetendő spectroscopos vizsgálatok is bizonyítják — a legérzékenyebb módszerekkel sem lehet kimutatni.

Hogy azonban a levegő a lehütéskor újra be ne jusson a készülékbe, a lehülés kezdete előtt a készüléket biztos módon el kell zárunk. Ez az elzárás a b_6 jelzésű csappal történik, melynek teljes biztosítására még a csapot körül fogó b_{10} higanyos pohárba annyi higanyt kell öntenünk, hogy a csapot befödje. Azonkívül czélszerű még a b_6 csap fölött levő elvezető csőbe 0.5—1 cm³ higanyt önteni, mely a csapra reáfekszik és annak zárását feltétlen biztosítja.

Mivel a többi nyílást már előzőleg pontosan elzártuk, megkezdhetjük a készülék lehütését. Ez nagy gonddal és lassú tempóval végzendő és arra kell igyekezni, hogy a készülékből hiányzó levegő nyomását a fejlődő gázokkal pótoljuk. Ennek a pótlásnak pedig olyan mértékben kell előrehaladni, mint a milyen mértékben hül a készülék és a gőznyomás a hőmérséklet süllyedésének megfelelően csökken. A gőznyomás csökkenésgyorsaságát a b_{12} pohárból az üvegbe felemelkedő higanyoszlop mutatja, mely most barométerként szerepel. Olyan lassan kell haladni a hütésnek, hogy a higanyoszlop ebbe a csőbe 10 cm-nél magasabbra ne emelkedjék. Ezt a szabályozást alkalmas rheostát segítségével nagyon könnyen el lehet érni.

Ha a készülék lehült, a végleges összeállítást úgy folytatjuk, hogy az *A* tenyésztőedényt az előbb kijelölt megfelelő helyére beillesztjük, de előzőleg a közsörült felületeket csapkenőccsel megkenjük, majd az összeillesztés után a b_6 csap felőli részeken levő macskakörmöknél fogva aczélrugóval vagy czérnával

¹ BOHR és BOCK: Wied. Ann. 44. 1891. 318. — LANDOLT-BÖRSTEIN: Physikalisch-chemische Tabellen. 3. Aufl. p. 660.

a csöveket összekötjük és az A tenyésztőedényt a már előzőleg felállított állvány fogójába befogjuk.

Most következik a növényeknek a tenyésztőedénybe való behelyezése. És pedig, ha fás növények *dugványjaival* akarunk kísérleteket végezni, akkor ezeket rakjuk a később előadandó módon (992. lap) az A tenyésztőedénybe. Ha *magokkal* akarunk kísérletezni, az üveg fenekére előbb kevés, ca 4 cm vastag réteg üveggypapot teszünk, azután erre destillált vizet vagy a szükséges tenyészoldatot, esetleg sterilizett talajkivonatot öntünk.

A növények elhelyezése után következik az utolsó rész hozzáillesztése. Ezen célból az a_4 gázvezető cső a_2 sisakalakú részét csapkenőcscsel megkenjük és a tenyésztőedény a_3 jelzésű beköszörült helyére illesztjük, majd a részeket a macskaköröm-alakú függelékeknél fogva összeerősítjük. Ezen összeállításkor természetesen a gázvezető csövek alsó végeinek a C_4 , illetve a_7 palaczkokba kell kerülniök.

Ha még ezek után a C_1 és a_8 jelzésű csapokat és a C_6 jelzésű toldási helyet csapkenőcscsel elláttuk, az a_9 , C_2 és C_6 jelzésű higanyos tartópoharakba annyi higanyt öntünk, hogy a csapokat, illetve az összeillesztett részeket fedje és végül a C_4 és a_7 palaczkokba annyi higanyt adunk, hogy a csövek alsó nyílását 4 cm vastag rétegben borítsa, akkor a készülék összeállítását el is végeztük és a kísérletet ezek után meg is indíthatjuk.

d) A kísérlet megindítása és a készülék kezelése.

A kísérlet megindítása most abból áll, hogy a növény-tenyésztőedénynek és az ezzel összefüggő, egészen a b_6 jelzésű csapig terjedő részeknek a légkörét a nitrogéngáztól megtisztítjuk. Ezt úgy érjük el, ha a levegőt a készülékből többször egymásután kiszivattyúzzuk és tiszta oxigénnel töltjük meg. A kiszivattyúzás történhetik akár az a_{10} jelzésű csőnél, akár a C_4 , akár az a_7 jelzésű palaczknál fogva. Ha ezt a munkát az a_{10} jelzésű csőnél fogva végezzük, az e_1 pipaalakú felköszörült csövet célszerűen alkalmazhatjuk, mely a légszivattyúnak a készülékkel való pontos összeillesztését megkönnyíti. Minthogy az a_7 és C_4 palaczkoknál a légszivattyúnak még 4 milliméternyi

ellennyomással kell megküzdeni, az edény légkörének a nitrogéngáztól való megtisztítása lassúbb és az evacuálást, valamint az újból való megtöltést többször egymásután kell megismételni, mint az a_{10} helyen, a hol ellennyomás nincsen. Mindazonáltal inkább a C_4 helyen való evacuálás a legajánlatosabb, mert a légszivattyút ebben az összeköttetésben a későbbeni vizsgálatoknál is használni fogjuk és ez oknál fogva ez kényelmesebb. Azután meg, ha az a_{10} cső végét higany alá meritjük, kivált ha az első evacuálás alkalmával a higanyt az a_{10} csőbe egészen az a_8 csapig beengedjük, és ezáltal a levegőt innen teljesen kiűztük, akkor a nitrogéngáznak a készülékbe való bejutását itt is teljesen megakadályoztuk.

Ha a levegő a tenyésztőedényből és az előbb megnevezett részekből ki van szivattyúzva, ezt a teret oxgénnel töltjük meg oly módon, hogy a b_6 csapot vigyázva megnyitjuk. Fontos az elővigyázat azért, mert hirtelen való megnyitáskor a csapon fekvő higanyt a nagy oxgéncsatorna a tenyésztőedénybe sodorná, a mi később zavarokat okozna, mert elzárná a nyílást az oxgéné előtt, míg a lassan buborékoló oxgén mellett a higany a csap fölött marad és ha az oxgéncsatorna megszűnik, az elektrolitikus edénybe csepeg és az oxgén útja teljesen szabad lesz.

Ha a tenyésztőedény megtelt oxgénnel, a b_6 jelzésű csapot elzárjuk, nehogy a gázok ozmosisa folytán az elektrolitikus edénybe nitrogéngáz juthasson. Ezután az oxgén tovább fejlesztését folytatjuk és ha kellő mennyiségben újra összegyűlt, a tenyésztőedénynek újból való kiszivattyúzását ismét megkezdjük.

A légszivattyúzás és a készülék újból való megtöltésének 5—10-szer való ismétlése untig elegendő. Már az 5. jól végzett légszivattyúzaskor a spectrumcső segítségével meg lehet bizonyosodni arról, hogy a készülékben a nitrogéngáznak nyoma sincsen.

Nagyon érdekes és meggyőző a kísérletezőre az, ha minden egyes evacuálás után mefigyeli a készülék levegőjének a spectrumát, mert ezzel bizonyossá válik előtte az, hogy a spectrumcső eleinte mutatja a nitrogéngázt, de később már nem és ily módon elhiheti akárki, hogy később is megmutatná, ha lenne benne.

A spectroscopos vizsgálatra vonatkozó részletes ismeretést térszűke miatt adnom nem lehet, de úgy vélem ez felesleges is, mert az érdeklődő megtalálja azt az idevonatkozó szakkönyvekben.

A spectroscopon látható szinképről csak azt kell megjegyezni, hogy a helyesen végzett evacuálások és töltések után az *oxygén*, *hydrogén* és *nátrium* szinképén kívül egyebet nem lehet látni. A nitrogénnek természetesen nyoma sem szabad hogy maradjon. Ha a tenyésztőedény oxigénjének tisztasági fokáról meggyőződöttünk, a kísérletet rendes munkájába hozzuk, az A_6 jelzésű csapot állandóan megnyitjuk és az elektromos áramot úgy szabályozzuk, hogy a készüléken állandóan 1·5–2 Ampère-áram haladjon át, a mely energiafogyasztás mellett annyi oxigén fejlődik, hogy a készülék levegőjét minden 4–5 órában egyszer teljesen felújítja.

Ha a kísérlet tartama alatt bármikor meg akarunk győződni az oxigén tisztasági fokáról, nincsen más tenni valónk, mint a spectrumcső C_1 jelzésű csapját elzárni, a légszivattyút megindítani és ha az evacuálás megvan, vagyis a benn levő gázok elérték a 4–5 milliméter higanynyomásnak megfelelő optimális ritkítást, a mit arról látunk meg, hogy a C_4 palaczk higanyán több buborék már nem távozik, akkor a RUMKORFF-inductort bekapcsoljuk és ha a spectroscopos készülék megfelelően fel van állítva, minden készen van a vizsgálathoz, csak be kell tekinteni a műszerbe.

Ha újabb vizsgálatot akarunk végezni, a C_1 csap lassú megnyitása által újabb gázt engedünk a spectrumcsőbe, melyet megfelelő megritkítés után az újabb vázolt módon ellenőrizhetünk.

A készüléket most akár teljesen magára hagyhatjuk, hetekig vagy hónapokig folyik a kísérlet fennakadás nélkül, csak az elektromos áramnak nem szabad megszakadnia. Az elektrolytikus edény úgy van méretezve, hogy 4–4·5 liter víznek a fele elbomolhatik és ez a munkát nem zavarja, ez pedig 1·5–2 Ampère-áram mellett 4–5 hónapig tartó szakadatlan kísérlethez elegendő.

Télen, ha a szoba hőmérséklete alacsony, az elszálló gázok

hűtése, a vízgőz lecsapolása és az elektrolytikus edények lehűtése el is maradhat, nyáron azonban, különösen napos fekvésű ablakban ezélszerű a hűtésről gondoskodni, mely oly módon történik, hogy a b_8 és b_9 hűtőkön és az elektrolytikus edényt magába foglaló tartályon hűtővizet vezetünk keresztül.

Bármilyen automatikusan megy is ez a folyamat, én kísérleteimet mégis rendszerint legalább naponta négyszer ellenőriztem, a mi a fentebb vázolt spectroskopos vizsgálat mellett kényelmesen, igen gyorsan és nagyon pontosan elvégezhető.

e) A kísérleti növények reakciójának elvégzése és a készülék szétbontása.

Ha a növények a kellő fokra fejlődtek, a reakciót elvégezzük és a növényi részeket mikroskóppal megvizsgáljuk. A reakciónak azonban mindvégig nitrogénmentes légkörben kell végbemennie, nehogy a JAMIESON-fele szőrök éppen fejlődésük legalkalmasabbnak képzelt idejében érintkezzenek a nitrogénnel és azt képzelt igen nagyfokú munkaképességüknél fogva bármily rövid idő alatt is megkössék.

Ennek a célnak az elérése végett egy segédkészüléket szerkesztettem, melyet az ábrán az E jelzésű rajz tüntet fel. Ennek a részei a következők:

Az e_5 jelzésű, 1.5 literes, vastagfalú palaczkba üveg dugóval illik a fenéig érő e_6 üvegcső, melynek felső végén e_7 üvegcsap van. Ehhez csatlakozik a C_5 jelzésű, 50–60 cm hosszú, 5 milliméter falvastagsággal bíró kaucsukcső, melyre az e_9 jelzésű üvegcső van illesztve, mely ismét a C_4 palaczk C_8 csövéhez köszörült felülettel illik, hogy a készülékek összeillesztése könnyebb legyen.

Az e_5 palaczk felső oldalán e_4 jelzésű csőszerű elágazás nyúlik ki, melyhez egy 60 cm hosszú, 5 mm vastag falú kaucsukcső segélyével az e_2 jelzésű, hármás elágazású, T furatú üvegcsap erősítetik. Az üvegcsap mindenik ágához hasonló kaucsukcső tartozik, és pedig a csap egyenes folytatásához egy 20 cm hosszú darabnál fogva az e_1 pipa alakú üvegcsőrész csatlakozik, míg az üvegcsap könyökcsövének a kaucsukcsövéhez a légszivattyú erősítetik.

Ha az előmunkálatok megvannak, az 1.5 literes *E* edény a reagenssel megtöltendő és az egész reagenstartó készülék a főkészülékhez hozzáillesztendő. Ez felette egyszerű, mert az e_1 cső az a_{10} csővel, az e_9 pedig a C_8 résszel köszörült felületek segítségével illik. Most még a τ furatú csap szabad ágát a légszivattyúval összekötjük és azután a készülék légkörének a nitrogéngáztól való kitisztítását végezhetjük.

Ebből a célból az e_2 jelzésű csap τ furatát úgy állítjuk, hogy a csövek minden irányban közlekedhessenek; ha most a légszivattyút megindítjuk, a gázokat a zárva levő a_8 jelzésű csaptól az *E* edény összes részeiből egészen a C_1 jelzésű csapig kiszivattyúzhatjuk. Azután pedig az edény légkörét oxgénnel töltjük meg.

Ebből a célból a légszivattyút a τ furatú csap megfelelő állítása által lekapcsoljuk és a C_1 jelzésű csap megnyitása által oxgént eresztünk be a reagenstartó edénybe. Ezen műveletnek többszöri ismétlése által elérjük, hogy a készülékből a nitrogéngáz kitisztul és csak tiszta oxgén marad benne. Tapasztalataim szerint 5—6 ilyen művelet teljesen elegendő a készülék levegőjének teljes kitisztításához, mely után, ha a reagenstartó edényt oxgénnel megtöltjük, következhetik a folyadéknak az *A* tenyésztőedénybe való beocsátása.

Ezen művelet igen egyszerűen úgy végezhető el, ha van valaki, a ki segítkezik. Ez a második egyén felemeli az *E* reagenstartó edényt ca. 50 cm magasságba, úgy hogy az e_4 oldalnyílás lefelé legyen fordítva, mi által a folyadék ezen a csövön a τ furatú csapon át az a_8 csap felé folyhat. Ha most az a_8 és a C_1 csapokat megnyitjuk, a folyadék az *E* edényből az *A* tenyésztőedénybe, míg az oxgén az *A*-ból az *E*-be fog átömleni.

A reagenst addig engedjük az *A* edénybe, míg a növényeket teljesen ellepi. Ennek bekövetkezése után az a_8 csapot elzárjuk és a spectrumcső segítségével meggyőződhetünk, hogy a munkát jól végeztük-e. Jó munka mellett a spectrumcsőnek most sem szabad a nitrogén színeképét mutatnia.

A reactivnek a növényeken való maradása tetszésüinktől függ. Egy-két óra erre --- ha a reagens elég koncentrált volt ---

teljesen elegendő, melynek eltelte után a készüléket szét lehet szedni. A szétszedéskor czélszerű az A_2 jelzésű köszörült felületet BUNSEN-lánggal óvatosan felmelegíteni, hogy a csapkenőcs megolvadjon és a szétszedés simábban menjen.

Ha a növények a szabadba jutottak, a mikroszkópos vizsgálatot kényelmesen végezhetjük.

VIII. A kísérletek leírása.

Az előzőkben ismertetett készülék segélyével vizsgálat tárgyává tettem néhány fás növény szórképleteiben levő nitrogén eredetét. A vizsgálat kivitelére a fák hajtásaiból készült egy éves vessző-dugványokat használtam azért, mert JAMIESON, ZEMPLÉN és ROTH a fákon végzett kutatásainak ez a kísérleti mód felel meg leginkább. Ezek a szerzők ugyanis vizsgálateikat tavasszal, a rügyfakadás után végezték, midőn a fák levelei és hajtásai egészen fiatalok voltak és ilyen állapotban fedve voltak fejlődésben levő és kifejlődött szórképletekkel. Hogy a vizsgálatok teljesen összehasonlíthatók legyenek, leghelyesebb volt nekem is hasonló fejlettségű szerveket, t. i. rügyeket és fejlődő hajtásokat vennem a tanulmányozásra.

A kísérlet czéljaira a dugványokat a fáról csak télen, a vegetatio pihenése alkalmával szedhettem, mert csak az érett hajtásokban van annyi tartaléktápanyag, hogy assimilálás nélkül hosszabb ideig megélhetnek és fejlődésre képesek. A zöldhajtások a készüléknek előbb leírt módon fejlesztett széndioxydmentes oxigénjében természetesen nem tudnának assimilálni és szénhydrátok és más egyéb kész tápanyagok hiányában gyorsan elpusztulnának.

A dugványok szedésének ideje és ezzel a kísérletek megkezdése csak a levélhullás után történhetik. Ősz végén vagy tél elején sietni a kísérlet megkezdésével nem igen lehet azért, mert mint tudjuk, a növények lombhullásuk után néhány hétig, sőt egy hónapig, esetleg tovább is pihenőt tartanak és ezen pihenési periodusban alig, vagy igen nehezen hajlandók a vegetatio megkezdésére.

Ha a hajtásokat megszedtük, ezekből a dugványok készítése

felette egyszerű. Csakis azokat használjuk fel, melyek erőteljes fejlődésűek, épek és egészségesek. Az olyan fajoknak, melyek egészen a lombhullásig hossznövekedést mutatnak, a csücsrügyük nem eléggé fejlett és a hajtás legvége nem eléggé érett; az ilyenek nem alkalmasak a dugvány készítésére, mert nincsen bennök elég tartaléktápanyag.¹ Az ilyen hajtásokon legjobb a dugványt a vessző közepéről vagy kétharmad magasságáról kivágni. Míg az olyan fajokon, melyek hossznövekedésüket a nyár közepén vagy az őszeleje befjezik, jó eredményt adnak a hajtások csücsáról levágott dugványok is, mert ezeknek a csücsrügyük rendszeren a legfejlettebb az összes rügyek között.

A dugványok 10—15 cm hosszúak lehetnek és ha a legfelső rügy nem csücsrügy, akkor a hajtások úgy vágandók el, hogy a legfelső rügy kifogástalan ép és egészséges legyen, mert ettől várjuk a legerőteljesebb fejlődést. A felső metszészlap a rügy felett 0·5—1 cm távolságban készülhet. Az alsó metszészapon nem fontos, hogy hova esik az ott levő rügyhöz képest. Tüskés ágakon, mint pl. a Robinia, Ribes stb., helynyerés céljából a tüskéket a hajtásról eltávolítjuk.

A tenyésztőedényekbe annyi hajtást lehet betenni, a mennyi belefér. Több fajnak a hajtását egyszerre a készülékbe tenni, ritkán jár sikerrel azért, mert ezeknek a fejlődési folyamata nem teljesen egyenlő, minek következtében az egyik növényfajhoz tartozó dugványok hajtásai esetleg már elérkeznek arra a fejlődési pontra, mikor a reakciót el kell végezni, s ekkor a másik növény még csak kezdi a rügyezést. Ha ilyenkor a gyorsabban fejlődő növény érdekében a reakciót elvégezzük, a tenyésztőedényben lévő összes dugványokat elpusztítja a reagens és így a későbbben fejlődő dugványokkal nem értünk célt. Ha pedig addig várunk a reakcióval, a meddig a későbbben fejlődő dugványok is kifejlesztik a hajtásaikat, akkorra meg az elsők

¹ Kövessi F.: *Biologiai tanulmány a szőlővessző éréséről*. Budapest, 1904. 78 l. (Patria nyomda.) — *Recherches biologiques sur l'aumentement des sarments de vignes. Thèses présentées à la faculté des sciences de Paris*. 1901. *Revue General de Botanique*. Tome XIII, p. 193. 1901.

pusztulnak el, mert ha a tartalék-tápanyag a hajtásból elfogyott, a növények nem tudnak miből tovább élni.

Egyetlen fajból készült dugványokkal azért is előnyösebb a kísérletezés, mert több vesszőt lehet a tenyésztőedénybe betenni. Ez pedig azért ajánlatos, mert igen sok erdei fás növény dugványairól nem könnyen szaporítható, hajtásokat különösen a tiszta oxigénben nehezebben fejlesztenek és esetleg a rügyeknek csak kevés perczenkje fejlődik ki. Viszonylag bőven kell tehát bánni a dugványokkal, hogy elegendő mennyiségű hajtást kaphassunk a mikroskopi vizsgálatához.

Ha a hajtásokat a tenyésztőedénybe elhelyeztük, a fejlődéshez annyi sterilizett destillált vizet adunk, hogy a dugványok alját 1.5—2 mm-re fedje.

Ha mindezeket elvégeztük, a készülék az előzőkben 915—920. lapon leírt módon összeállítandó és a kísérlet a nitrogéngáz eltávolításának folyamatával megindítandó.

Ugyanezen időben kell gondoskodnunk az ellenőrző kísérlet felállításáról is. Az előzőkkel egyidejűleg ugyanazon fáról szedett és teljesen hasonlóan elkészített, minden tekintetben azonosan kezelt dugványokat kell nevelnünk, de a normális levegő hozzájárulása mellett. A hajtásokat én ez alkalommal az A jelzésű tenyésztőedényhez hasonló nagyságú főzőpohárba helyeztem, reájuk ugyanannyi, tehát 1.5—2.5 cm magasságig érő sterilizett destillált vizet öntöttem és hogy a gyors párolgás ellen védjem és hogy a másik kísérlethez hasonlóan ezek is üvegköpennyel legyenek körülveve, egy másik főzőpoharat borítottam reájuk, de úgy, hogy a levegő a pohár alatt szabadon járhasson. Az egyenlő kezelésben annyira mentem, hogy a dugványoknak a száma is ugyanaz volt a két kísérletben. Ezeket az ellenőrző növényeket az A tenyésztőedény mellett helyeztem el, hogy a megvilágítás, hőmérséklet stb., tehát az időben módosuló tényezők, lehetőleg ugyanazok legyenek mind a két kísérletben.

A kísérleti készülék kezelését már az előzőkben a 917—920. lapon részletesen leírtam. Itt főleg az ellenőrzésről van szó, mert ha az elektromos áram meg nem szakad, minden automatikusan magától megy. A növényekhez pedig úgy sem lehet hozzányúlni.

Csak azt óhajtom felemlíteni, hogy az ellenőrzést a kísérlet egész terjedelme alatt átlagban legalább négyszer végeztem naponta és mivel minden egyes ellenőrzéskor nitrogénmentesnek találtam az oxygént, bizvást merek következtetni arra, hogy az analysisek közötti időközben sem volt a készülékben nitrogéngáz.

Nitrogén vagy bármely gázalakú nitrogéntermék különben más helyről nem is juthatott volna a tenyésztőedény levegőjébe, mint ha a növények exhaláltak volna ki azt, vagy a mikroorganizmusok folytán keletkezett volna. Ezt a nagyon kevés nitrogéngázt azonban az a viszonylag erős oxygénáram, mely a tenyészedény levegőjét minden 4—5 órában teljesen felfrissítette, mint ellenőrző kísérleteim adatai mutatják, minden esetre kivitte volna magával, úgy hogy az nem gátolta volna a kísérlet jóságát, még akkor sem, ha ilyen nitrogéngáz-exhalatio lett volna.

Ha az ellenőrző kísérletek mind kielégítettek bennünket és a növények a kellő fejlettséget elérték, elvégezzük a reactiót. Kellő fejlettség alatt azt értem, hogy annyira fejlődtek a növények, hogy a hajtások 2—4—6 centiméter hosszúságot értek el. Ez a nagyság egyes fajok szerint változik, sőt természetesen ugyanazon kísérlet növényeinél sem egyenlő, miért biztos számot adni nem lehet. Fontos az, hogy a hajtások azon állapotban legyenek, mikor a szőrök rajtok a legteljesebb fejlődöttséget mutatják, mert ez a stádium a kritikus állapot. Ha erre az álláspontra ügyelünk, akkor biztosan lesznek dugványok, melyeknek a hajtásai fiatalabbak, tehát kevésbé fejlett szőröket is adnak és így az összehasonlítást ezek között is megtehetjük. Hány nap alatt következik be ez az állapota a növényeknek? Ez 2—6, sőt esetleg több hét alatt lehet. Változik az a fajok, faegyedek szerint, aztán a fejlődés ideje alatt uralkodó hőmérsékleti, világossági és sok más tényező szerint, miért is nem lehet előzetes tájékoztatást adni.

A reactio elvégzéséhez tartozó technikai kérdéseket már az előzőkben a 920—922. lapon előadtam volt. Most csak azt kell még kifejtenem, hogy milyen összetételű reagens-anyagot használtam a kísérletben. Mivel JAMIESON, ZEMPLÉN és ROTH más két reagens mellett a jódot is használta — mely különben

egyik legkitünőbb reagense a fehérjének és az én készülékemhez igen alkalmas a használata —, én is a jódnál maradtam. Nagyon sajnálom azonban, hogy e szerzők egyike sem közli a jóddat pontos receptjét és azért nem tudtam, bármennyire szerettem volna, ugyanazt a koncentrációjú reagenst használni. Így tehát nem maradt más hátra, mint hogy az irodalomban ismeretes adatok alapján járjak el.

Köztudomású dolog, hogy a jód tiszta vízben nagyon gyengén oldódik és ez a gyenge oldat, különösen nagyobb mennyiségű anyagon, a reactio előidézésére nem alkalmas, mert azt a kevés jódot a növények fehérjéje hamar leköti és a többi fehérje jód hiányában a reactiót nem mutatja. Az esetben tehát, ha ilyen jóddatot engednénk a tenyésztőedénybe, azt a választ kapnók a kísérlettől, hogy a szőrökben csakugyan nincsen fehérje.

A reagensfolyadék jódcentrációjának tehát olyannak kell lennie, hogy jusson a jódból nagyobb mennyiségű növénynek is, miért oldószerül vagy alkoholt kell alkalmazni, vagy a vízbe olyan anyagot kell a jód mellé adni, hogy attól a jód jobban oldódjon.

Nagyon előnyösen oldódik a jód az olyan vízben, melyben előzőleg jódkáliumot oldottunk fel. A mikrochemiai reakciók előidézésére használt STRASBURGER-féle¹ reagens olyan jód-jódkáliumoldat, melynek előállításakor 15 cm³ vízben 0.2 gr jódkálium és 5 gr jód oldandó fel. Az ebben az arányban adott jódmennyiség azonban túlságosan nagy erre a kísérletre, azért én úgy készítettem az oldatot, hogy 1000 gr vízre 1.5 gr jódkáliumot és 10 gr jódot vettem.

Ha a reagenst a tenyésztőedénybe a 920—922. lapon előírt módon beengedtük, negyed, fél, egy-két óra vagy tetszésszerinti idő múlva kiszedjük és a mikroszkópi vizsgálatot megejtjük. A növényi anyagot ilyen állapotban már bizvást hagyhatjuk a levegőn.

¹ A különféle fehérje-reagenseket és azok használati módozatait lásd E. STRASBURGER: *Das botanische Practicum*. 4. Aufl. 1902, p. 113—114, azután EULER: *Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie*. I. 1908, pag. 182.

mert ezen assimilálási elmélet megalapítója és hívói is bizonyára elfogadják azt, hogy a mikor a reagens a szőrőket megölte, ezek ilyen állapotban már nem assimilálnak. Leghelyesebb az anyagot vizsgálat közben a reagens alá sülyeszteni. Bár úgy tapasztaltam, hogy a hosszú idő alatt a reactió világosodik, tehát gyengül. Valószínűen azért, mert a keletkezett vegyület egy része a vízben feloldódik. Ilyenkor friss és concentráltabb reagens adásával lehet segíteni.

Mikor a készülék tenyésztőedényében a reactiót elvégeztük, ugyanakkor kell az ellenőrzésre szolgáló összes növényeket is hasonlóan előállított, hasonló mennyiségű, hasonló hőmérsékletű reagensbe tenni és azokat teljesen a folyadék alá meríteni, hogy a reactió ideje, módja, stb. teljesen azonos legyen.

A mikroszkópi vizsgálat végzésére metszeteket kell készíteni. Az ezen vizsgálatokkal kapcsolatos eljárások általánosan ismertek; szükség esetén szakkönyvekben megtalálhatja leírásukat az érdeklődő. Az egyes fajok szőrképletei alakjának, előfordulása helyének a leírását pedig a nevezett szerzők eredeti munkájában megtaláljuk,¹ azért ezekre kiterjeszkednem felesleges.

Vizsgálataimat a tiszta oxigénben nevelt és a levegőn nevelt hajtásokkal mindig parallel végeztem. Az összehasonlítást kiterjesztettem a szőrképletek alakjára, gyakoriságára, de főképpen arra, hogy az oxigénben nevelt növények szőrei adják-e a reactiót vagy sem.

Hogy vizsgálódásaimnak maradandóbb képe is legyen, minden kísérletből egy levegőben nevelt és egy oxigénben nevelt növényről készült preparatumot megörökítettem. És pedig, hogy a részrehajlóság vádjától teljesen mentes lehessenek, a festményeket nem magam készítettem, hanem megkértem arra ZSITVAY János gymnásiumi tanár, festőművész urat, hogy a nélkül, hogy tudta volna miről van szó, fesse le azokat úgy, a mint látja. Nagy súlyt helyezzen a színárnyalatokra. A tanár úr e rajzokat elkészítette, úgy mint azok a sokszorosított másolaton láthatók.

Ezek a képek bizonyítják azt, hogy a *nitrogénmentes oxigénben nevelt növények szőrképletei szintén egészen jól kifejlődtek*

¹ *Erdészeti kísérletek*, 1908. X. 1., 2., p. 1-47.

és éppen úgy adták a reactiót, mint a szabad levegőn nevelt növények szőrképletei. Ezen képek közül egy példányt a csatolt táblán van szerencsém bemutatni.

Az ezideig végzett vizsgálataim kiterjednek a következő fajokra :

Robinia pseudacacia,
 „ *hyssida,*
Ribes grossularia,
Aesculus hippocastanum,
Acer platanoides,
 „ *pseudoplatanus.*

Nincsen helyem, de nem is látom szükségesnek, hogy minden egyes kísérletet és azok összes ellenőrző feljegyzéseit dátum szerint napról- napra vagy a megfigyeléseket és ellenőrző vizsgálatok idejét órák és perczek szerint itt bemutassam. Felesleges volna ez azért is, mert a kísérlet menetét elég részletesen előadtam. Egyéb részletek pedig a dolog lényegére mellékesek.

Az előadottak után tehát ismét ugyanazokra a következtetésekre kell jutnom, melyeket az előző kísérleti sorozatok alapján a 908. lapon előadtam. :

1. A tanulmányozott növények szőrképletei, valamint a JAMIESON, ZEMPLÉN és ROTH-féle specziálizálódott és bunkós szőrök is egyforma módon kifejlődnek, akár nitrogénmentes oxigénben, akár a szabad levegőn neveljük őket.

2. A szabad levegőn vagy nitrogénmentes oxigénben élő növények egyenlőkorú és egyenlő fejlődöttségű szerveiről vett szőrképletek a szóbanforgó kémilőszerrel mindkét esetben adják a fehérje-reactiót.

3. A kísérletek világosan bizonyítják tehát, hogy a reactiókkal kimutatható fehérje-anyagok nem a levegő szabad nitrogénjéből származnak.

★

Az előző leírásokból mindenki meggyőződhetett, hogy a készülék szerkesztésekor, a kísérletek kezelésekor, ellenőrzésekor és a reactió elvégzésekor a legmesszebbmenő pontossággal igye-

keztem eljárni. A csiszolt felületekkel egybeillesztett és higanyos zárással ellátott készülékbe a levegő bejutása teljesen lehetetlen volt. Azután a nagyon pontos spectrálanalýsis tanúsága szerint nitrogén vagy a nitrogénnek gázalakú bomlási terméke nem keletkezett. És ha a nitrogénmentes légkörben elvégzett reactió mégis azt bizonyítja, hogy a növényi szőrökben van fehérje, sőt a hasonló körülmények között, de a szabad levegőn nevelt növények egyenlőkorú, egyenlő fejlettségű szőrképletei a kísérleti hibákon belül egyenlő fokban adják a fehérje-reactiót, akkor nem lehet e tényekből más következtetést levonnunk, mint azt, hogy az a fehérje, mely akár az egyszerű, akár a bunkósalakú növényi szőrök sejtjeiben van, a sejtek közönséges osztódási folyamata, illetve a normális táplálkozás által a már meglevő szövetekből jutott a sejtekbe és nem a levegőből absorbeált nitrogén assimilációs terméke.

Ezen tények a normális viszonyokra vezetnek vissza bennünket, mert a sejtek osztódási folyamata alkalmával mindig úgy történik, hogy az osztódó sejtek protoplasmájának egy része az anyasejtből a leánysejtbe vándorol át.

Ha tehát a sejtek osztódási folyamata következtében minden élő sejtnak tartalmaznia kell protoplasmát és mert az élettannak elemi tétele, hogy protoplasma nélkül sejt nem élhet, akkor nem lehet csodálkozni, hogy a JAMIESON, ZEMPLÉN és ROTH használta és különben közismert és általánosan elfogadott mikrochemiai reactiók fehérje jelenlétét mutatják. Ennek minden élő sejten így kell lennie, ha a reactiót jól végeztük.

Ez esetben azonban ezek a mikrochemiai reactiók oly módon, mint azt JAMIESON akarta, nem vehetők kritérium gyanánt semmiféle nitrogén-assimilálás bizonyítására. Színárnyalatok vagy fokozatbeli különbségek lehetnek a reactionál, melyek JAMIESONT és követőit félrevezették, ezeket a különbségeket azonban, mint azt már a régebben közölt «Észrevételek»-ben és a vita folyamán (I. VI. fejezet, 900—902. lap.) kifejtettem és a mint erre KNY professor is reámutatott, különféle egyszerű okok, nevezetesen a sejtcsoportok vastagsági különbségei, azután a plasmában levő és később előálló szerkezetbeli különbségek vagy változások hozzák létre.

Bármilyen magyarázatot adjon is bárki a tévedés forrásának, az a dolog érdemleges részére most már mellékes. A valóság tisztán áll előttünk:

Az a tétel, mely szerint a szóbanforgó növényi szőrökben a fehérje *«csak akkor jelenik meg, ha ezek a szőrök a levegővel érintkeznek»*, *«melyek nitrogénjét absorbeálják és átalakítják fehérjévé»* nem felel meg a valóságnak, mert a nitrogéntől teljesen mentes légkörben fejlődött szőrök is adják a *fehérjereaktiókat és így ezen jelenséget oly módon, mint azt JAMIESON és követői akarták, nem lehet a nitrogén-assimilálás bizonyítására felhasználni.*

A növényi szőrök nitrogénassimilálási képességének JAMIESON, ZEMPLÉN és ROTH kutatási módszereivel megállapított elmélete tehát teljesen tarthatatlan és a botanikai tudományba fel nem vehető.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 április 24.-én tartott üléséből.)

CSILLAPODÁS NÉLKÜLI ÉS CSILLAPÍTOTT REZGÉSJELENSÉGEK KISÉRLETI VIZSGÁLATA.

WITTMANN FERENCZ I. tagtól.

Jelen dolgozatban oly kísérleti elrendezést tárgyalok, melylyel úgy a csillapodásnélküli, mint a tágas határok között változtatható mértékben csillapított rezgésjelenségek nagy tárgykörét tanulmányozhatjuk és a jelenségeket a legnagyobb auditoriumnak is bemutathatjuk.

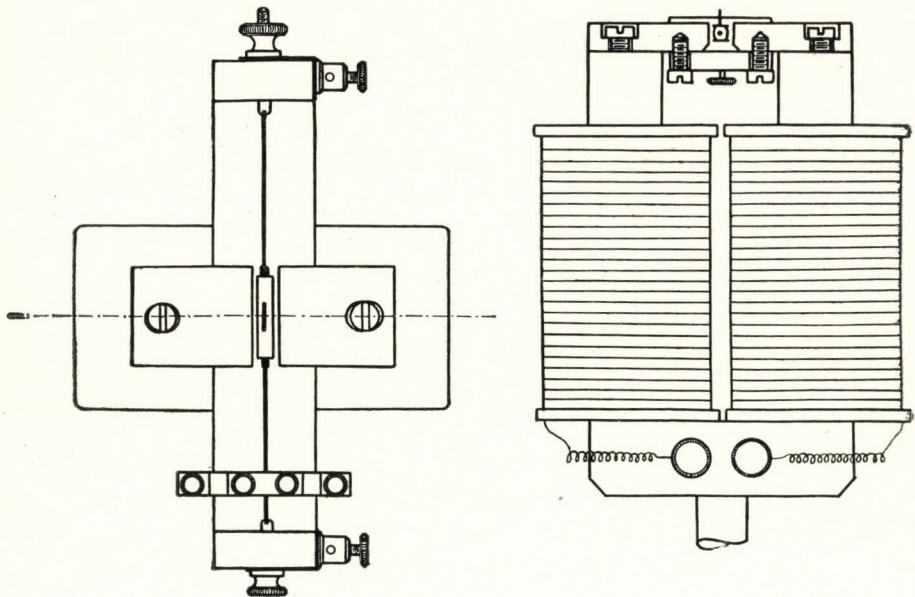
A szóban levő célra szolenoid-galvanometerpárt használok. Mindegyik példányon (1. kép) a rögzített rész sarksarukkal ellátott elektromágnes, a melylyel létesített mágnestér erősségét a meneteket átjáró áram erősségéhez képest tágas határok között megváltoztathatjuk. A sarksaruk alsó lapjára erősített szigetelő tartón van a mozgékony rész; ez könnyű ebonitsávra csavart 0.2 mm-es elszigetelt drótból 30 menettel képzett tekercs (szolenoid), a melybe az áramot vékony újezüst-szalagok útján vezetjük; elektromos ellenállása 0.8 Ω .

A tekercs nyugalmi helyzetében az árammenetek síkja a mágnestér erővonalalaival párvonalas. Ugyancsak az árammenetek síkjával párvonalasan a tekercs falára elszigetelten egy-egy vörösrézkeret van ragasztva. A keret közepe tájára kártyapapírral apró siktükröt erősítünk, mely a mágnes sarksaruinak közéből kiáll. A tekercsnek az áramhozzávető szalag mint tengely körüli saját vagyis szabad teljes rezgési ideje kerek $\frac{1}{20}$ másodperc; ezt a saját rezgésidjét azzal kisebbíthetjük, hogy a tekercset tartó szigetelón járatható hiddal az egyik áramvezető szalagnak rövidebb-hosszabb darabját fogjuk be.

A mozgékony rész saját rezgésidjének változtatását célzó

hasonló berendezést látunk például az EDELMANN-féle és a CAMPBELL-féle vibrációs galvanometereken is.

A tárgyalandó egyik kísérleti összeállításnál, a midőn egy időben három rezgést létesítünk és mutatunk be, a szolenoid-galvanometerpáron kívül még oszcillografot veszek segítségül. Ennél az eszköznél az elektromágnes vasa lamellált; a sarksarui között levő mozgékony rész pedig apró tükörrel felszerelt vékony rugalmas fémszalagból való gyors rezgésű hurokvezeték.



1. ábra.

I. Csillapodásnélküli rezgésjelenségek.

Egy készülékkel, illetőleg készülékpárral, a váltakozó áram alapjelenségeit vizsgálhatjuk.

1. Ha egy készülékkel dolgozunk, a tekercs tengelyét vízszintesre igazítjuk be, a sarksaruk közül kiálló tükör függélyes helyzetű. A tükörrre összeverődő fénynyalábot vetünk, mely visszaverődés után függélyes tengely körül forgó tükörrre —

objektív bemutatásnál sokszögű tükörrre —, innét pedig ernyőre vagy fényérzékeny lemezre jut.

Az elektromágnest gyengén gerjesztjük és a tekercsen váltakozó áramot vezetünk át; ekkor az ernyőn egész két méter amplitudóval bíró sinus-görbét kapunk még az esetben is, ha a periodikus áram lefolyása lényegesen eltér az egyszerű harmonikus mozgástól. Ugyanis a tekercsnek saját rezgésideje, például az oszcillograf hurokéhoz képest, igen lassú és rendje megfelel a váltakozó áram, mint kényszerítő erő, alaprezgése idejének. Így a kényszerítő periodikus erőben meglevő felső harmonikusok oly csekély befolyással vannak a tekercs mozgására, hogy a tekercs a kényszerítő erő alaprezgését követi.

E tárgyra egyébként utóbb a szolenoidgalvanometer kényszerített rezgése tárgyalásánál még visszatérünk.

2. Egy eszközzel a csillapodás nélküli lüktetés jelenségét úgy állíthatjuk elő, hogy a tekercsen két villamforrásból, periodusban kevéssé különböző, váltakozó áramot vezetünk. Az egyik áramot a budapesti centrale 42 teljes periodussal, a másik váltakozó áramot kis konverter szolgáltatja, vagy mindkét váltakozó áramot egy-egy konverterrel termelhetjük.

A konverter velejében egyirányú áramú 110 voltos apró mellékvezetékes elektromotor, melynek percenkénti fordulatszámát az elektromágnese körébe, illetőleg a HEFNER-tekercselésű forgórészbe iktatott rheostattal tágas határok között megváltoztathatjuk. A forgórész tengelye az egyik oldalon a rendes sokszéletű kommutátorral van ellátva, a melyhez illeszkedő kefpár útján az egyirányú áramot a forgórészbe vezetjük. A kis elektromotornak ama része, mely által áramátalakítóvá — konverterré — lesz, a következő. A forgástengelynek másik vége táján, a tengelytől és egymástól elszigetelten, két fémgyűrűt élünk, melyekhez a forgórész drótbevonatának ama két vezetőke van elágaztatva, mely a tulsó oldalon levő sokszéletű kommutatornak két diametralisan szemben fekvő széletéhez tartozik.

Ha e két gyűrűhöz rugós érintőket illesztünk, akkor ezek zárókörében, a motor percenkénti fordulatszámához képest változtatható frekvenciájú váltakozó áramot kapunk.

Az ily módon termelt váltakozó áram az érzékeny szole-

noidgalvanometer működtetésére még akkor is elegendő, ha ennek elektromágnesét csak igen gyöngé árammal gerjesztjük.

3. Ha egyidőben két áramgörbét kívánunk előállítani, a szolenoid-galvanometerpárt olyképen hozzuk egymás fölé, hogy a tekeresek tengelyei vízszintesek és az apró tükrök egymáshoz közel, függélyes síkban ugyanazon oldal felé forduljanak.

A tekereseket és ezzel a tükröket úgy igazítjuk be, hogy a mindkét tükröt érő összeverődő fénynyaláb visszaverődés után függélyes tengely körül forgatható tükrökre, végre az ernyőre jutván, a diafragma megvilágított kis nyílásának egymást fedő két képét kapjuk.

A készülékeket a váltakozó áramkörbe megfelelő módon kapcsolván, az egyik a feszültségi, a másik az áramerősségi görbét jelzi.

Kimutathatjuk, hogy ohmikus vezetékben az áramerősség fázisban megegyezik a feszültséggel; induktív ellentállásnál az áramerősség fázisban elmarad, kondenzátort tartalmazó körben az áramerősség fázisában előresiet a feszültséghez képest.

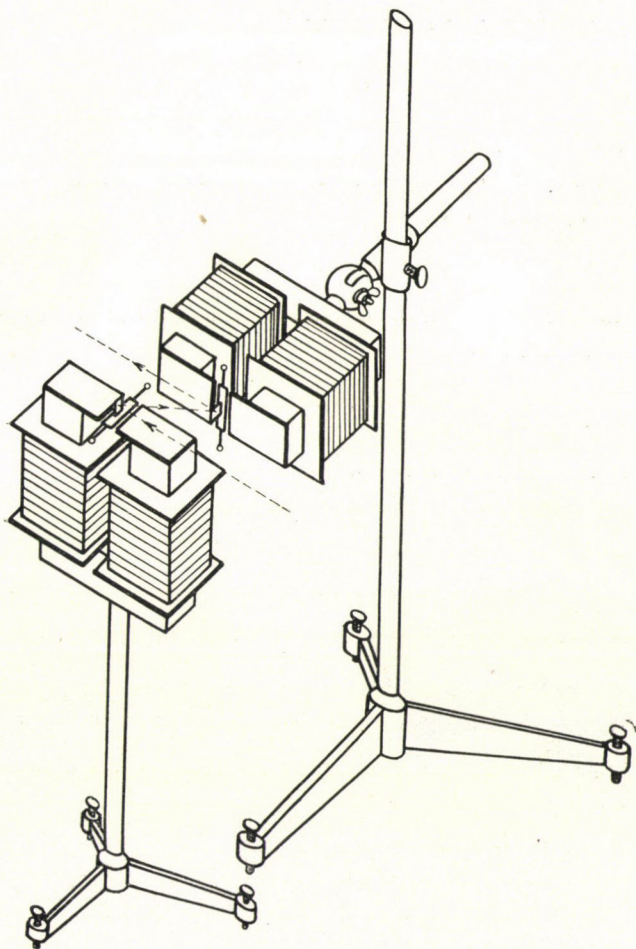
Egyébként más berendezésű készülékpárral végzett idevonatkozó kísérletekről bővebben szól ily című korábbi dolgozatom: «Jelzőkészülékek a váltakozó áram alapjelenségeinek bemutatására».¹

4. Ha LISSAJOUS eljárását követve két kereszteződő készüléket használunk (2. kép) és mindegyiket külön konverter körébe iktatjuk, akkor tisztán és egyedül a konverterek perczenkénti fordulatszámát kellően beigazítva, az 1:1, 1:2, 1:3, 2:3 stb. rezgésszámarányt jellemző LISSAJOUS-görbéket nagy méretekben állíthatjuk elő. Megjegyzendő, hogy a rezgésszámok viszonyának és a fáziskülönbségeknek állandósítására, tehát tetszőleges ideig mozdulatlan, alakváltozás nélküli görbék előállítására, az egyik konverterrel a másodikat a rezgésszámok viszonyainak megfelelő fogaskerékhajtással járathatjuk.

5. Kiemelendőnek tartom a következő jelenséget, melynek kísérleti igazolását adom.

A harmonikus mozgás szerint váltakozó mágnes tér hatása a vele egyenlő periodusu oly váltakozó áramra, mely a mágnes-

¹ Math. és fiz. lapok XV. évfolyam, 49. lap.



2. ábra.

térrel fázisban megegyezik vagy tőle eltér, a mágnes térhez, illetőleg váltakozó áramhoz képest dupla váltakozásszámú harmonikus mozgásban nyilvánul.

A tétel érvényességét előbb számítással igazoljuk.

Az áramerősség t időpillanatban

$$i = i_0 \sin \omega t$$

a hol i_0 az áramerősség maximuma

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

T egy teljes periodus ideje.

Az árammal egyenlő időszakú fázisban például φ -vel elmaradó mágnes tér erőssége

$$M = M_0 \sin(\omega t - \varphi).$$

A mágnes tér és áram egymásra való hatásának megfelelő, az $M \cdot i$ szorzattal arányos P erő

$$P = C \cdot M \cdot i = C \cdot M_0 i_0 \sin \omega t \cdot \sin(\omega t - \varphi)$$

és egyszerű transzformáció után, ha még $\frac{CM_0 i_0}{2} = A$ állandót hozzuk be,

$$P = A [\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi)].$$

A t abszcissának, P ordinátának vétetvén, ez oly harmonikus mozgásnak megfelelő görbe, melyben $2\omega = \frac{4\pi}{T}$ miatt a váltakozási szám kétszerannyi, mint M és i -nél.

Még azt is látjuk az egyenletből, hogy a P görbe abszcissatengelye eltolódott az M és i közös abszcissatengelyéhez, vagyis idővonalához képest, ez eltolódás φ függvénye.

A $\varphi = 0$ vagy $0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$ esetekben a P görbe középvonala emelkedik; $\varphi = \frac{\pi}{2}$ -nél az eltolódás zérus; ha $\pi > \varphi > \frac{\pi}{2}$, a P görbe középvonala süllyed.

A bemutatandó kísérleti kivitelnél ugyanabból a váltakozó áramkörből létesítjük a mágnes teret, mint az áramot, ekkor

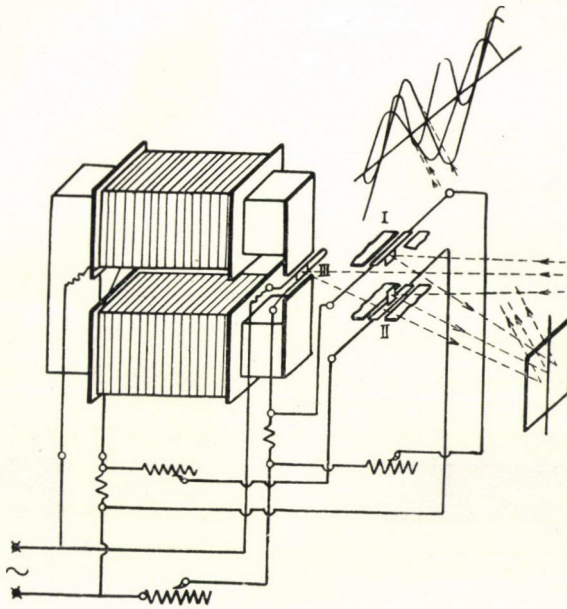
$$0 < \varphi < \frac{\pi}{2}.$$

Ha azonban a váltakozó mágnes térnek a szekunder-vezetékben indukált áramra gyakorolt hatását vizsgáljuk, $\frac{\pi}{2} < \varphi < \pi$.

Kísérletünknel (3. kép) a szolenoid-galvanometerpáron (I, II)

kívül a lamellált vasmaggal bíró fentemlitett oszcillografot (III) használom.

A centrale szolgáltatatta transformált áram gerjeszti a váltakozó mágneseret (III-nál), melylyel fázisban megegyezőnek mondható a II. jelzette áram. E mágnesér fázisban elmarad az indukciómentesnek tekinthető ágat átjáró I. jelzette áramtól és ez utóbbival fázisban megegyező s az oszcillograf hurokvezeté-



3. ábra.

két átjáró áramtól. Az oszcillograf-hurok mozgása a mágnesér és áram egymáshatásából származó erőt követi, ennél fogva az eredő Y kitérés P erővel arányos s így

$$Y = B [\cos \varphi - \cos (2\omega t - \varphi)].$$

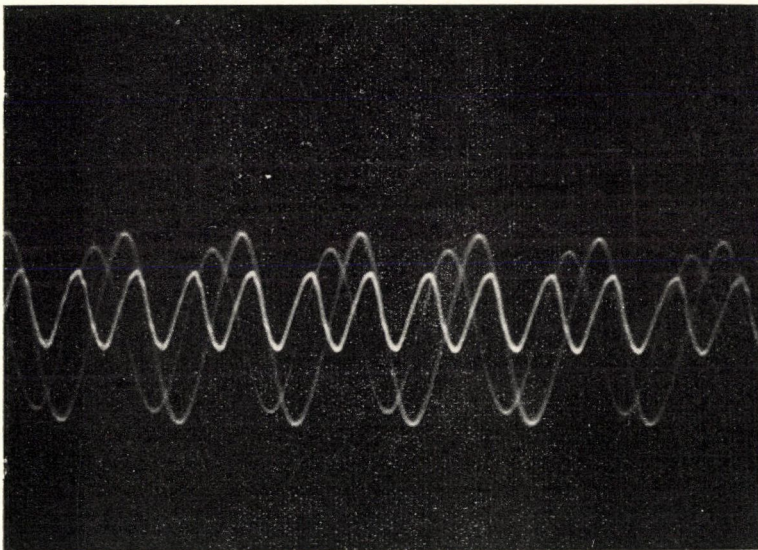
Továbbá felvehetjük a gyengén gerjesztett szolenoid-galvanometerekre nézve is, hogy a tekercsek mozgása fázisban a váltakozó árammal megegyezik.

Tehát az I. készülékkel az áram görbét, a II. készülékkel a váltakozó mágneseret, a III. készülékkel az áram és mágnes-

tér kölcsönös hatásának megfelelő mozgást mutathatjuk be, ha a készülékeket egyidejűleg működtetjük.

Mind a három készülék rezgése vízszintes tengely körül megy végbe, a tükrök függélyesek; közös fénynyaláb jut mind a három tükörrre, mely három nyalábban visszaverődve, függélyes tengely körül forgó tükörrre, végre ernyőre jut.

A fotografiai felvétel e három görbét láttatja (4. kép).



4. ábra.

6. Váltakozó árammal gerjesztett elektromágnes rugóra erősített saját vashorgonyát az áramváltakozási szám duplájának megfelelő rezgésre készíti.

Az egyik szempont, mely alatt az esetet vizsgáljuk, az előbbihez hasonló.

A váltakozó M mágnes tér a közelében levő vasban mindig ellenkező értelmű, tehát a mágnes térrel egyenlő periodusú mágnességet indukál; a mindenkor vonzást gyakorló erő értéke t pillanatban M és $c_2 M$ szorzatával arányos lévén, az erő

$$P = c_1 M_0 \sin \omega t \cdot c_2 M_0 \sin \omega t,$$

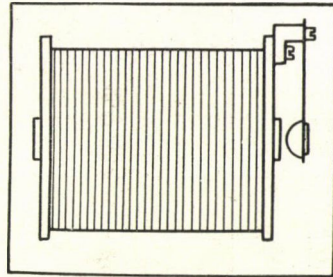
vagyis

$$P = A \cdot M_0^2 (1 - \cos 2\omega t).$$

A rugó ez erőnek megfelelően rezeg, illetőleg a mindig meglevő csillapító hatás következtében a mozgása az erőhöz képest fázisban kevésbé elmarad.

Ez tehát az 5. számúnak speciális esete. Végeredményben a rugó rezgés-száma 2ω -nak megfelelően a mágnes tér váltakozási számának duplája.

A kísérleti igazolásra vasmagvat tartalmazó tekereset veszünk (5. kép, felülnézet), melynek gömbhéjalakú vashorgonya acélrugónak egyik vége tájára van szögecselve; ennek a függélyes tengely körül rezgő s tükörrel felszerelt rugónak rövidebb-hosszabb darabját foghatjuk be. Ez az összeállítás hasonlít a gyakorlatban használt HARTMANN-KEMPF és FRAHM-féle frekvencia-mérők lényeges alkotórészéhez. Ha ezzel a készülékkel LISSAJOUS eljárása szerint szolenoidgalvanometert állítunk keresztbe, akkor ugyanabból a villámforrásból



5. ábra.

váltakozó áramot vezetvén az első készülék elektromágnes menetein és a második készülék szolenoidján, a két egymásra merőleges rezgés eredőjeként $\frac{2}{1}$ rezgésszám-arányt jellemző LISSAJOUS-görbét kapunk. E görbe létesülését vizsgálva, második szempontul vesszük azt, midőn a vizsgálandó x irányú „dupla”gyakoriságú rezgést az y irányúval kombináljuk; az x irányú kitérés a vonzás következtében «C»-vel eltolt új nyugalmi helyzet körül megy végbe; az y irányú rezgés az áramhoz képest Ψ fázisban eltér.

$$x = a \sin 2\omega t + C$$

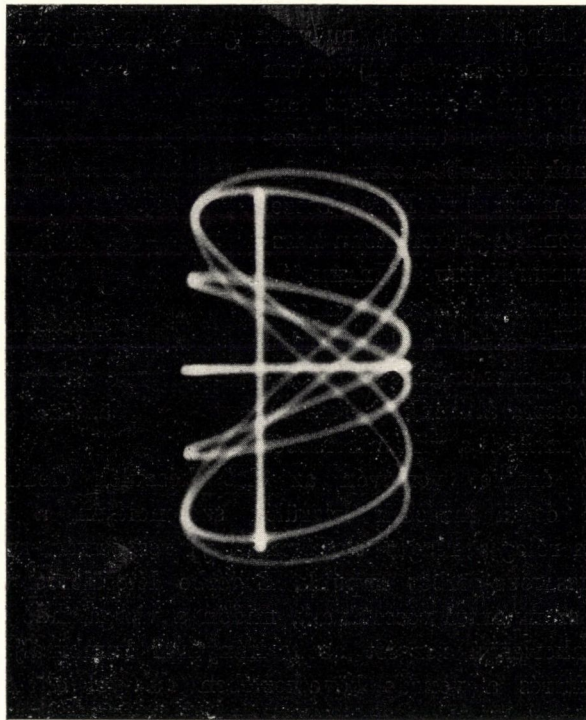
$$y = b \sin (\omega t - \Psi)$$

és e két egyenletből t -t kiküszöbölve

$$y = \frac{b}{2} \cos \phi \left(\sqrt{1 + \frac{x-c}{a}} - \sqrt{1 - \frac{x-c}{a}} \right) - \frac{b}{2} \sin \phi \left(\sqrt{1 + \frac{x-c}{a}} + \sqrt{1 - \frac{x-c}{a}} \right)$$

negyedrendű görbét kapunk.

Hogy a rugó rezgése a mágnes tér és horgony vonzása következtében új kezdőpont körül megy végbe, azt a fotográfia



6. ábra.

felvétel (6. kép) tisztán mutatja. Itt a vízszintes egyenes a dupla rezgésszámú rugónak, a függőleges egyenes a szolenoid-galvanometernek rezgését adja, a midőn a készülékek külön-külön működnek. Az egyidejű rezgés eredője a negyedrendű görbe, melyből

hármát állítottunk elő. Növekedő ϕ értéket úgy létesítünk, hogy a szolenoid-galvanomaternél a mágnes tér erősségét növeljük, a mely utóbbi jelenséggel egyébként a szolenoid-galvanometer kényszerített mozgásánál még részletesebben fogunk foglalkozni. Ha a rugó nyugalomban van, nyugalmi helyzetét a fotografián a vízszintes és függőleges egyenes metszéspontja határozza meg; a rugó rezgése azonban a szélső vízszintes kitérések felező pontja körül megy végbe, mely a képen az elektromágnes és horgonya vonzásának megfelelően jobbra látszik eltolódottnak.

II. Csillapított rezgésjelenségek vizsgálata.

1. *A csillapított rezgésről.*

Az ide tartozó legegyszerűbb esetet szolenoid-galvanometerrel fogjuk bemutatni, melynek előbb mozgásviszonyait vizsgáljuk.

A nyugalmi helyzetben a szolenoid meneteinek síkja továbbá a szolenoidra ragasztott egy vagy két vörösrézkeretnek síkja is a mágnes tér erővonalával párvonalas.

Tegyük fel, hogy a tekercset beigazítható kontaktus útján oly rövid ϑ ideig tartó áramimpulzus járja át, hogy ez impulzus lejártakor a tekercs nyugalmi helyzetéből még csak végtelen kevéssel tért ki. Ez impulzus lejártá után t időpillanatban a tekercs kis α ívvel tért ki nyugalmi helyzetéből.

A dinamika elve szerint a rendszer szöggyorsulásának és inercia-nyomatékának szorzata egyenlő a működő forgatónyomatékok algebrai összegével. A tekercs elfordulása ellen működő forgatónyomatékok számításánál vegyük figyelembe, hogy a H mágnes tér a csillapító keretekben LENZ törvénye szerint áramot indukál, melynek elektromindító ereje $-\frac{d}{dt}(Hs \sin \alpha)$, a hol s a csillapító keretek bezárta terület.

$$-\frac{d}{dt}(Hs \sin \alpha) = -Hs \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt}.$$

A parallel kapcsoltaknak tekinthető keretek eredő ellentállását r -nek véve, a keretben indukált áramerősség

$$- \frac{Hs}{r} \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt};$$

ennek az áramnak és a mágnes térnek egymáshatásából származó forgató-nyomaték

$$- \frac{Hs}{r} \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} \cdot Hs \cos \alpha = - \frac{H^2 s^2}{r} \frac{d\alpha}{dt} \cdot \cos^2 \alpha$$

és kis α értékre

$$- \frac{H^2 s^2}{r} \frac{d\alpha}{dt},$$

tehát a keretekben indukált áram a mágnes tér erősségének négyzetével arányos csillapító hatást fejt ki. A rugalmas áramvezetőszalag torziójából származó forgatónyomaték $-D \cdot \alpha$, ahol D a szál torzió-tényezője. Megjegyzendő még, hogy t időpillanatban a tekeres köre meg lévén szakítva, ebben csillapító forgatónyomaték nem áll elő; végre a levegő ellentállását elhanyagolhatónak vesszük.

Alapegyenletünk ennél fogva így szól:

$$K \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \frac{H^2 s^2}{r} \cdot \frac{d\alpha}{dt} + D\alpha = 0 \dots \quad (1)$$

Feltételünk szerint a $t = 0$ és $t = \vartheta$ rövid időközben a tekeres nyugalmi helyzetéből csak végtelen kevéssel mozdult ki; így érvényes, hogy a rendszer szöggyorsulásának és inerczia-nyomatékának szorzata egyenlő a rövid ideig tartó áram és a mágnes tér egymásra hatásából származó forgató-nyomatékkal, mely utóbbi $H \cdot Si$, ha S a tekeres összes menetei bezárta terület;

$$K \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = H \cdot Si,$$

ebből továbbá

$$K \left| \frac{d\alpha}{dt} \right|_0^{\vartheta} = HS \int_0^{\vartheta} i dt = HSQ,$$

a hol Q a ϑ rövid ideig a tekereset átjárt integrális áram-mennyiség; $\left| \frac{d\alpha}{dt} \right|_0$ az a szögsebesség, melylyel a tekeres zérus helyzetéből kiindul.

Az (1) egyenletbe

$$m = \frac{H^2 s^2}{Kr}, \quad n = \sqrt{\frac{D}{K}}$$

jelzéseket behozva kapjuk, hogy

$$\frac{d^2 a}{dt^2} + 2m \frac{da}{dt} + n^2 a = 0.$$

E differenciálegyenlet általános megoldása

$$a = e^{-mt} (c_1 e^{\sqrt{m^2 - n^2} t} + c_2 e^{-\sqrt{m^2 - n^2} t}).$$

Ha $m > n$, vagyis $\frac{H^2 s^2}{r} > 4DK$, akkor a tekercs mozgása aperiódikus; a kezdeti feltételeket véve figyelembe t. i. $t=0$, $a=0$ és

$$\left. \frac{da}{dt} \right|_0 = \frac{HSQ}{K} \quad a = \frac{HSQ}{2K\sqrt{m^2 - n^2}} e^{-mt} (e^{\sqrt{m^2 - n^2} t} - e^{-\sqrt{m^2 - n^2} t});$$

e kifejezésből látjuk, hogy a értéke hirtelen szélső értékére fel-szökken, azután egyre csökken és elméletileg csak végtelen hosszú idő eltelte után lesz $a = 0$.

Ha $m = n$, ez az aperiódikus határesetnek felel meg.

Minket kiválóan érdeklő eset, ha $m < n$, vagyis

$$\frac{H^2 s^2}{r} < 4DK;$$

ha $\sqrt{n^2 - m^2} = \omega$ jelzést hozunk be, a differenciálegyenlet megoldása $a = e^{-mt} (A \cos \omega t + B \sin \omega t)$ és esetünkben a kezdő fel-tételek figyelembe vételével:

$$a = \frac{2HSQ}{\left(4DK - \frac{H^4 s^4}{r^2}\right)^{\frac{1}{2}}} \cdot e^{\frac{-H^2 s^2 t}{2Kr}} \sin \frac{1}{2K} \left(4DK - \frac{H^4 s^4}{r^2}\right)^{\frac{1}{2}} t;$$

a) ekkor a tekercs a rövid áramimpulzustól a nyugalmi hely-zetből kitér és ezután egyre kisebbedő amplitudókkal csillapított rezgéseket végez, míg végre nyugalomba jön.

Egy teljes rezgés ideje

$$T = 2\pi \frac{2K}{\left(4DK - \frac{H^4 s^4}{r^2}\right)^{\frac{1}{2}}};$$

b) a csillapodás tényezője:

$$m = \frac{H^2 s^2}{2Kr}$$

a mágnes tér erősségének négyzetével arányos és ennél fogva ezzel tágas határok között változtatható; $mT = \lambda$ -val a logaritmikus fogyatkozást jelezve és figyelembe véve, hogy a csillapodás nélküli rezgés ideje

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{D}},$$

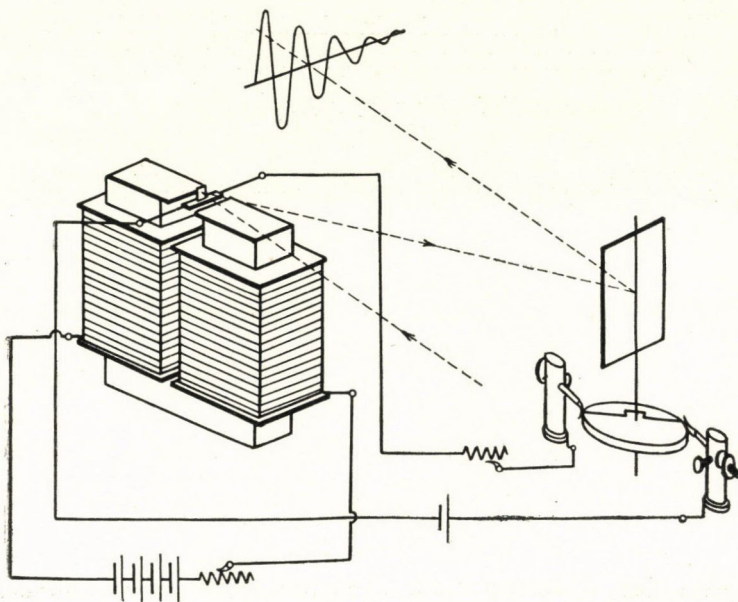
kapjuk, hogy a csillapított rezgés ideje

$$T = T_0 \left(1 + \frac{\lambda^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

vagy

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{D}} \left(1 + \frac{H^4 s^4}{4DKr^2 - H^4 s^4}\right)^{\frac{1}{2}};$$

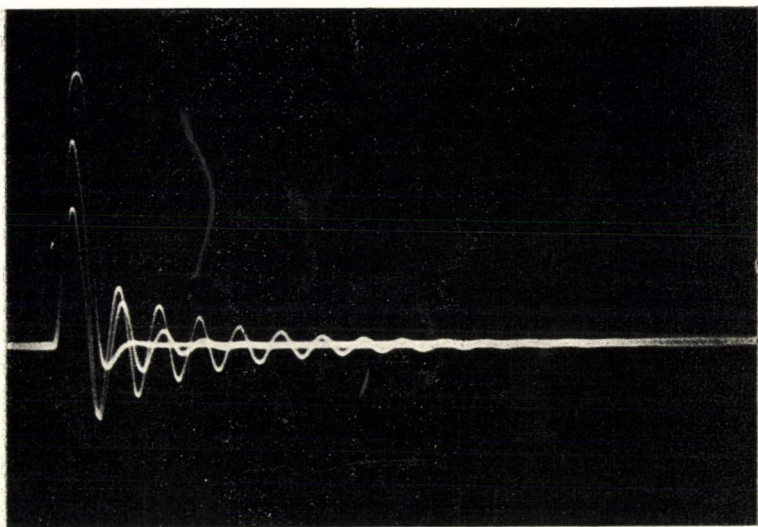
c) tehát a rezgés ideje a csillapodás növekedésével növekedik.



7. ábra.

Kísérleteim az *a) b) c)* eredményeket igazolják, nevezetesen a szolenoid-galvanométerrel létesített csillapított rezgések csillapodását a mágnes tér erősségének növelésével fokozhatjuk, miközben a rezgés ideje növekedik.

A kísérleti berendezésnél (7. kép) a szolenoid-galvanométer tekercsének tengelye vízszintes; függélyes helyzetű apró tükrére összeverődő fénynyalábot vetünk, mely függélyes tengely forgótükörre és innét ernyőre, illetőleg fényérzékeny lemezre jut.

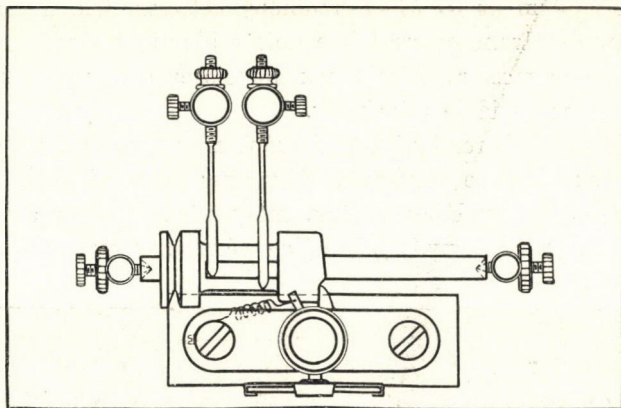


8. ábra.

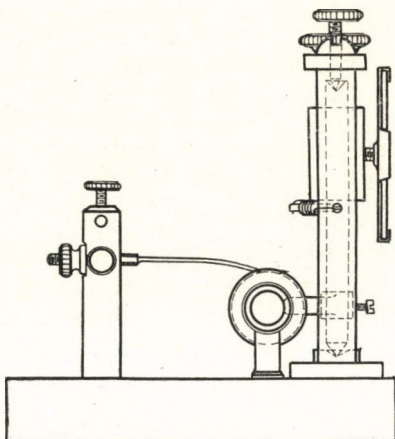
A forgó-tükörrel együttjáró, fémkorongszelethez illeszkedő beigazítható fémrugók útján vezetjük be a rövid idejű áramimpulzust.

Oly fotografiát mutatok be, melyen a mágnes tér erősségéhez képest három rezgésgörbén a csillapítás mértéke különböző; a tükröt állandó fordulatszámmon tartván, a képen látjuk, hogy erősebb csillapításnál a rezgésidő is nagyobb (8. kép).

Objektív bemutatásnál a csillapított rezgésgörbét helyben vesztglőnek állíthatjuk elő, ha a kontaktkészüléket sokszögű tükörrel együtt járattuk.



9. ábra.



9a. ábra.

Egyszerű siktükörrel is mintegy maradandónak állíthatjuk elő a csillapított rezgésgörbét, ha e tükört egyszerű berendezéssel (9. és 9a kép) alternáló mozgásra készítjük.¹ A tükör egyen-

¹ Szerző «Villamos kondenzátorok töltő és kisütési áramának vizsgálata» cz. értekezésében (Mathem. és Phys. Lapok 1903. évf.) hasonló berendezést tárgyal.

letes elforgása kezdő helyén adja a kontaktus a rövid impulzust; az egyenletes elforgás folyamán áll elő a rezgésgörbe; mielőtt még a tükör a csavarrúgó feszítő hatásától kezdő helyére hirtelen visszapattanna, a rezgés már végbement, hogy az ismétlődő egyenletes elfordulásnál újra előálljon. A fénybehatás tartósságánál fogva a görbét csaknem folytonosnak látjuk.

2. *A csillapított lüktetésről.*

Ezt a jelenséget két szolenoid-galvanometerrel állítjuk elő; az egyiket azzal hangoljuk el a másikhoz képest, hogy a tekercset tartó szalagot az áthidaló befogó készülékkel rövidebbre fogjuk s akkor ez gyorsabban rezeg. Mindkét készülék tekercsének tengelye vízszintesre van igazítva; egyidőben ugyanaz a rövid tartamú áramimpulzus járja át a tekercseket, akkor érvényes az egyes kitérésekre:

$$\begin{aligned} a_1 &= A_1 e^{-m_1 t} \sin \omega_1 t, \\ a_2 &= A_2 e^{-m_2 t} \sin \omega_2 t; \end{aligned}$$

az eredő kitérést az egyidejű kitérések egymásfölé helyezkedéséből kapjuk

$$a = a_1 + a_2;$$

a számítás, a melynek folyamán a következő feltételeknek megfelelő B és φ paramétereket hozzuk be

$$\cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t (A_1 e^{-m_1 t} + A_2 e^{-m_2 t}) = B \cos \varphi$$

$$\sin \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t (A_1 e^{-m_1 t} - A_2 e^{-m_2 t}) = B \sin \varphi$$

eredményül adja, hogy

$$a = B \sin \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t + \varphi \right) \dots \quad (2)$$

$$B = A_1^2 e^{-2m_1 t} + A_2^2 e^{-2m_2 t} + 2A_1 A_2 e^{-(m_1 + m_2) t} \cos (\omega_1 - \omega_2) t$$

és

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1 e^{-m_1 t} - A_2 e^{-m_2 t}}{A_1 e^{-m_1 t} + A_2 e^{-m_2 t}} \operatorname{tg} \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t.$$

A 2. egyenlet sokkal áttekinthetőbb alakot vesz fel abban a specialis esetben, ha

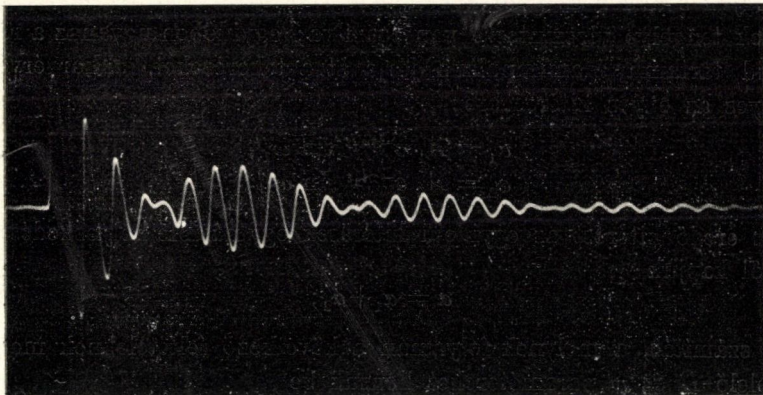
$$\begin{aligned} A_1 &= A_2 = A \\ m_1 &= m_2 = m, \end{aligned}$$

vagyis az alkotó csillapított rezgések maximalis kitérése, továbbá csillapodási viszonyuk egyenlő; t. i. ez esetben

$$a = 2Ae^{-mt} \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \cdot \sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t$$

a csillapított lüktetés esetére adja a kitérést t pillanatban.

A kísérleti kivitelnél a két vízszintes rezgéstengelyű galvano-



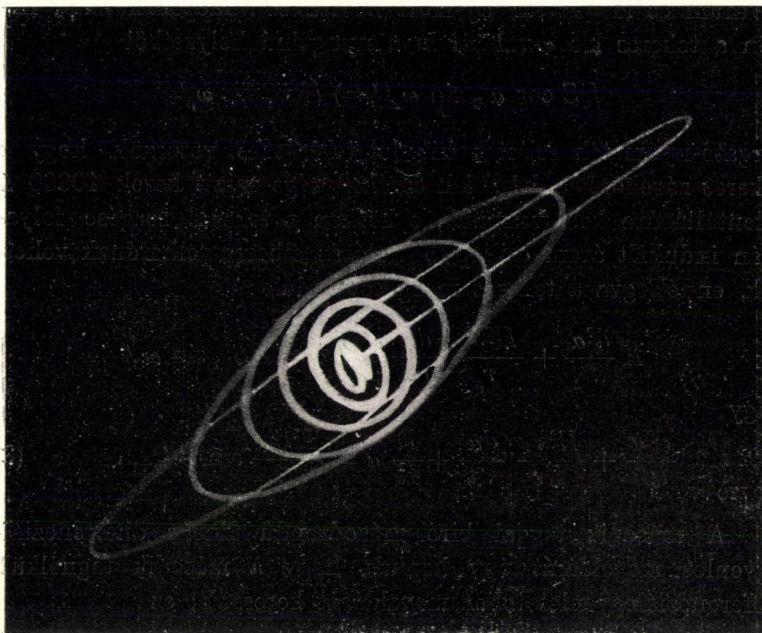
10. abra.

mértet úgy igazítjuk be, hogy tükreik egymással szemben álljanak.

Az elsőre vetett összeverődő fény visszaverődés után a második tükre, innét a függélyes tengely körül forgó tükre, végre az ernyőre jut; a forgótükör járattja a kontaktust, mely a rövid áramimpulzusnak a sorosan kapcsolt készülékek tekercsein való egyidejű átvezetésére szolgál.

A fotografiai felvétel ez esetre vonatkozik (10. kép).

Igen érdekes képet kapunk, ha a két készüléket LISSAJOUS eljárása szerint keresztbe állítjuk és a készülékeken forgó kon-



11. ábra.

takt útján (a tükre felhasználása nélkül) egyidőben rövid áramimpulzust vezetünk át (11. kép).

III. A szolenoid-galvanometer kényszerített rezgésének vizsgálata.¹

Tegyük fel, hogy a csillapító rézkerettel ellátott tekercsen kényszerítő erőként működő, egyszerű harmonikus mozgás szerint változó, T_2 periodusú áramot vezetünk át

$$i = i_0 \sin \omega_2 t,$$

ahol

$$\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2};$$

¹ A mechanikai szempontból hasonló hangvilla kényszerített rezgésének vizsgálatát tárgyalja HELMHOLTZ H.: Die Lehre v. d. Tonempfindungen 1865. évi II. kiadás, 588. lap. L. még: AUERBACH, Akustik, 123. lap.

ez áram és mágnes tér egymáshatásából t időpillanatban, midőn a tekercs kis a -val tér ki a nyugalmi helyzetből

$$HS \cos ai_0 \sin \omega_2 t (=) HSi_0 \sin \omega_2 t$$

forgató-nyomaték fejtetik ki; ha tekintetbe vesszük, hogy a tekercs zárókörét a készülék érzékenysége miatt kerek 10000 Ω ellentállására kell vennünk, e körben a tekercs rezgése folyamán indukált áram csillapító hatását elhanyagolhatónak vehetjük, ennél fogva a tekercs mozgásegyenlete:

$$K \frac{d^2 a}{dt^2} + \frac{H^2 s^2}{r} \frac{da}{dt} + Da = HSi_0 \sin \omega_2 t$$

vagy

$$\frac{d^2 a}{dt^2} + \frac{H^2 s^2}{Kr} \frac{da}{dt} + \frac{D}{K} a = \frac{HSi_0}{K} \sin \omega_2 t \dots \quad (3)$$

A második taggal bíró másodrendű lineár differenciálegyenlet megoldását úgy kapjuk, hogy a második tag nélküli differenciálegyenlet teljes megoldását keressük; ez

$$a_1 = A \cdot e^{-mt} \sin (\omega_1 t - \varphi).$$

Egy partikularis megoldás, mely a (3) egyenletet kielégíti,

$$a_2 = B \sin (\omega_2 t - \delta);$$

a (3) differenciálegyenlet teljes megoldása e szerint $a = a_1 + a_2$.

$$a = Ae^{-mt} \sin (\omega_1 t - \varphi) + B \sin (\omega_2 t - \delta) \dots \quad (4)$$

a B és δ állandókat az a_2 értéknek a (3) egyenletbe való helyettesítéséből kapjuk meg.

$$B = \frac{HSi_0}{K} \frac{1}{[(n^2 - \omega_2^2)^2 + 4m^2 \omega_2^2]^{\frac{1}{2}}}$$

és ha

$$n = \sqrt{\frac{D}{K}} = \frac{2\pi}{T_0} = \omega_0$$

a tekercs csillapodás nélküli saját rezgésidőjére jellemző mennyiséget hozzuk be, kapjuk

$$B = \frac{HSi_0}{K} \frac{1}{\left[(\omega_0^2 - \omega_2^2) + \frac{H^2 S^4}{K^2 r^2} \omega_2^2 \right]^{\frac{1}{2}}},$$

továbbá

$$tg \delta = \frac{2m\omega_2}{\omega_0^2 - \omega_2^2} = \frac{H^2 S^2}{Kr} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_0^2 - \omega_2^2}.$$

Az A és φ állandók meghatározására szolgál α -nak (4) alatti kifejezése, a hol B és δ most már ismeretesek; vegyük tekintetbe a kezdeti feltételeket és legyen $t = t_1$ amaz időpillanat, midőn $\alpha = 0$ és $\frac{d\alpha}{dt} = 0$, akkor két feltételi egyenlet van rendelkezésünkre, melyekből

$$A = - \frac{Bem^{t_1} \sin(\omega_2 t_1 - \delta) [1 + tg^2(\omega_1 t_1 - \varphi)]^2}{tg(\omega_1 t_1 - \varphi)}$$

$$tg(\omega_1 t_1 - \varphi) = \frac{\omega_1 \sin(\omega_2 t_1 - \delta)}{m \sin(\omega_2 t_1 - \delta) + \omega_2 \cos(\omega_2 t_1 - \delta)}.$$

A (4) alatti teljes megoldásnak megfelelőleg a több erő egyidejű működéséből származó mozgás összege lesz az erők által külön-külön okozott mozgásoknak. Az első tag a tekercs szabad saját rezgését, a második tag a kényszerítő erő okozta mozgást adja. A kényszerített mozgás addig tart, míg az erő működik; ellenben a saját rezgés a csillapítás mértékétől függő rövid idő után megszűnik. Lord RAYLEIGH¹ a következő szép képét adja a jelenségnek.

«Kezdetben még megvan a szabad rezgés, melynek nem csekélyebb a jelentősége, mint a vetélytársáé, ámde a csillapító hatás egy idő után ezt a szabad rezgést oly jelentéktelenné teszi, hogy a rezgések közül a kényszerített egyedül marad a küzdő téren.»

Hogyha pedig a kényszerítő erő megszűnik, a rendszer szabad, vagyis csillapított rezgése folyik le. Az esetben, ha a szabad és kényszerített rezgések ideje kevésé különböző, a mozgás kezdő pillanataiban lüktetési jelenséget tapasztalunk.

A szabad rezgés megszűnte után marad

¹ Theorie des Schalles, übersetzt v. Neesen. I. kötet, 59. lap.

$$a_2 = \frac{HSi_0}{K} \frac{1}{\left[(\omega_0^2 - \omega_2^2)^2 + \frac{H^4 S^4}{K^2 \gamma^2} \omega_2^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \sin (\omega_2 t - \delta) \dots \quad (5)$$

ahol

$$\lg \delta = \frac{H^2 S^2}{K \gamma} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_2^2 - \omega_0^2} \dots \quad (6)$$

tehát a kényszerített rezgés egyenlő periodusú a kényszerítő erővel, de amplitúdója más és fázisban tőle elmarad.

A kitérésre illetőleg amplitúdóra és a fáziselmarradásra nézve (5) és (6) kifejezésekből a következő következtetéseket vonhatjuk. A mágnes tér erősségének növelésével egyebekben minden változatlanul megmaradván, az amplitúdó

$$B = \frac{HSi_0}{K} \cdot \frac{1}{\left[(\omega_0^2 - \omega_2^2)^2 + \frac{H^4 S^4}{K^2 \gamma^2} \omega_2^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

kezdetben nő, de van H -nak oly határértéke, melyen túl növelve, B kisebbedik.

Ugyancsak B kifejezéséből látjuk, hogy ha ω_2 nagy ω_0 -hoz képest, akkor minden egyebet változatlanul tételezvé fel, ω_2 növekedésével B fokozott mértékben kisebbedik. Ez a magyarázata annak, hogy a periodikus áramban előforduló felső harmonikusok elhanyagolhatóan csekély befolyást gyakorolnak szolenoid-galvanometereink tekeréseinek mozgására, úgy hogy ezek tisztán az alaprezgést, felső harmonikusok nélkül mutatják; amint ezt a dolgozat bevezető részében a szolenoid-galvanometerek viselkedéséről említettük.

Továbbá a mágnes tér növekedésével a fáziselmarradás nő.

Ezt LISSAJOUS módszere szerint keresztezett két készülékkel kísérletileg igazoltuk; a fotografiai felvételen előbb gyenge gerjesztéssel a két készülék rezgése egyenlő fázisú és a rezgések eredője egyenes. Azután az egyik készüléknél a mágnes tér erősségét növelvén, egyre növekedő fázisdifferenciát létesítettünk (12. kép). Ez az a jelenség, melyről a 6. szám alatt, a váltakozó áramú elektromágnes horgonyának rezgését vizsgálván, mondtuk, hogy szolenoidgalvanometernél a mágnes tér erősségének növelé-

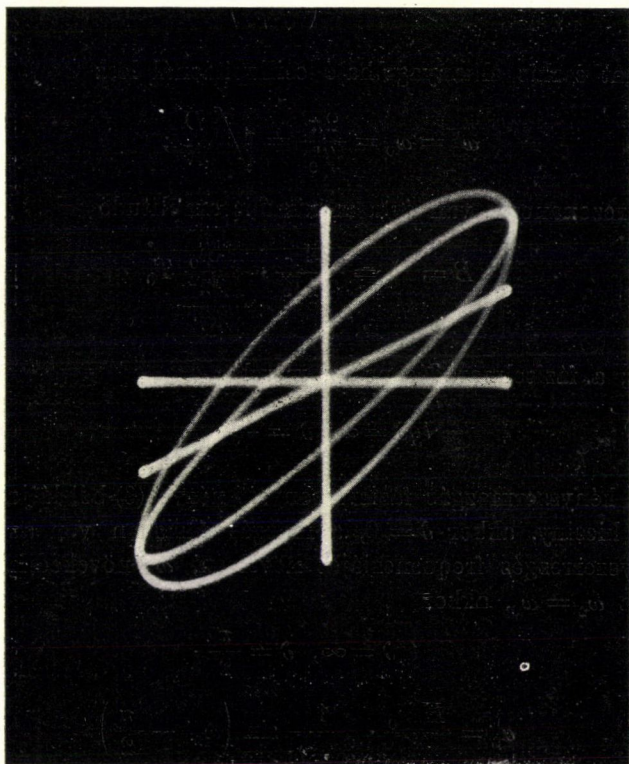
sével a tekercs mozgásának fáziselméletét az áramhoz képest növeltük.

Ha csillapodás nem volna, vagyis

$$m = \frac{H^2 s^2}{2Kr} = 0,$$

az amplitudó

$$B = \frac{HSi_0}{K} \frac{1}{\omega_0^2 - \omega_2^2},$$



12. ábra.

és mivel ekkor

$$\operatorname{tg} \delta = 0 \text{ és } \delta = 0,$$

$$a_2 = \frac{HSi_0}{K} \cdot \frac{1}{\omega_0^2 - \omega_2^2} \sin \omega_2 t.$$

Csillapító hatás esetén a kitérés akkor legnagyobb, ha az (5) kifejezés nevezője legkisebb és ekkor

$$\omega_2 = \left(\omega_0^2 - \frac{H^4 s^4}{2K^2 r^2} \right)^{\frac{1}{2}};$$

és ω_2 értékének figyelembe vételével (6)-ból

$$\operatorname{tg} \delta = \sqrt{\frac{4\omega_0^2}{\left(\frac{H^2 s^2}{Kr}\right)^2} - 2},$$

e szerint csakis elhanyagolható csillapításnál lesz

$$\omega_2 = \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{D}{K}};$$

ekkor rezonancia van és a maximális amplitudó

$$B = B_0 = \frac{1}{4\pi K} \cdot \frac{HSi_0}{\frac{H^2 s^2}{2Kr}} T_0$$

értékű; a fáziselmoradás pedig, mivel

$$\operatorname{tg} \delta = \infty, \quad \delta = \frac{\pi}{2}.$$

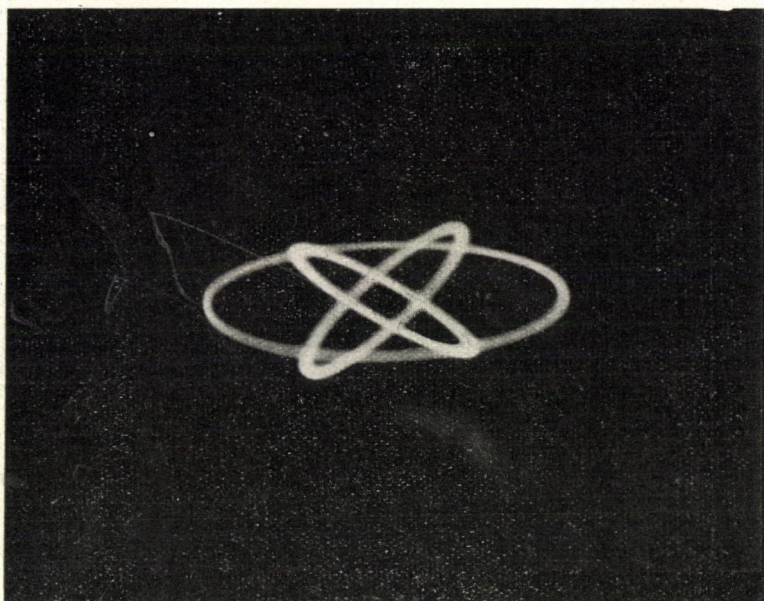
A kényszermozgás fázisviszonyait nézve (6)-ból látjuk, hogy ha ω_2 kicsiny, akkor $\delta = 0$, a mozgás fázisban van az erővel. A kényszerrezgés frekvenciáját növelvén, ω_2 növekedik, $\operatorname{tg} \delta$ is nő. Ha $\omega_2 = \omega_0$, akkor

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta &= \infty, \quad \delta = \frac{\pi}{2} \\ a_2 &= \frac{HSi_0}{K} \cdot \frac{1}{2m\omega_2} \sin \left(\omega_2 t - \frac{\pi}{2} \right) \\ a_2 &= - \frac{HSi_0}{K} \cdot \frac{1}{\frac{H^2 s^2}{Kr} \omega_2} \cos \omega_2 t, \end{aligned}$$

tehát a mozgás az erőhöz képest $\frac{\pi}{2}$ -vel elmarad.

Ha az erő frekvenciája nagyobb, mint a saját rezgése, $\omega_2 > \omega_0$, akkor $tg\delta$ negatív $\delta > \frac{\pi}{2}$ és egészen π -ig nőhet.

E fázisviszonyokat és rezonancia esetén a nagy amplitudót igazolják a kísérletek (13., 14. kép); a két kereszteződő készüléket a konverter árama járja át, melylyel az $\omega_2 < \omega_0$; $\omega_2 = \omega_0$ és $\omega_2 > \omega_0$ viszonyokat a konverter forgó része fordulat-



13. ábra.

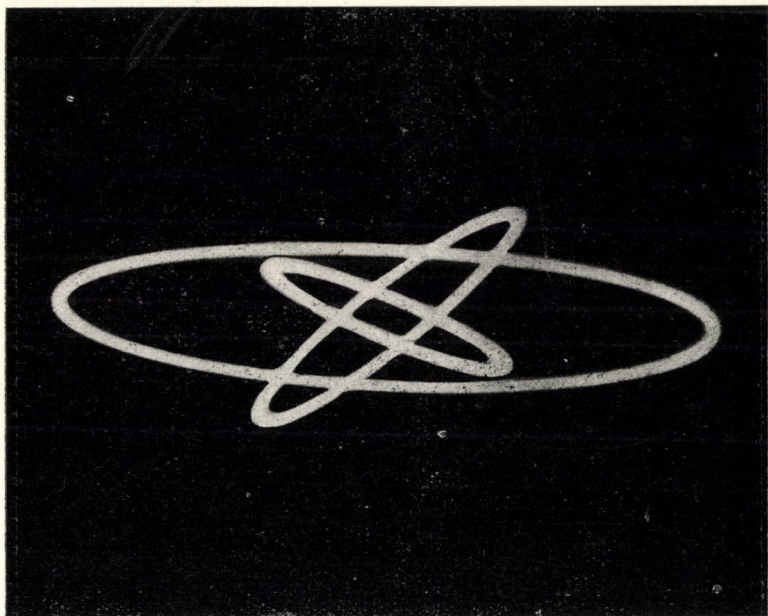
számának fokozatos növelésével állíthatjuk elő, a hol ω_0 az egyik készülék rezgésidejét jellemzi $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$.

Akkor ennek mozgása a

$$\delta < \frac{\pi}{2}, \quad \delta = \frac{\pi}{2} \quad \text{és} \quad \delta > \frac{\pi}{2}$$

szögekkel marad el az áram mögött. A másik készüléktől kíván-

juk, hogy lehető kis fáziseltéréssel mindvégig az áram görbáját mutassa, mely czélből elektromágnesét gyengén gerjesztjük; továbbá e második készülék tekercsének saját rezgésidejét jellemző $\omega'_0 = \frac{2\pi}{T'_0}$ -t a befogó készülékkel úgy igazítjuk be, hogy $\omega'_0 > \omega_2$ legyen még akkor is, ha $\omega_2 > \omega_0$, vagyis a két készülék



14. ábra.

egymáshoz képest úgy van elhangolva, hogy a második készülék jóval gyorsabb sajátrezgésű, mint az első.

A bemutatott ellipsisek a

$$\delta < \frac{\pi}{2}, \quad \delta = \frac{\pi}{2} \quad \text{és} \quad \delta > \frac{\pi}{2}\text{-re}$$

vonatkoznak. A $\delta = \frac{\pi}{2}$ -nél az abszcissa nagy[mértékben] megnövekedett. Az ellipsisek keletkezésének sorrendje az, hogy nö-

vekedő ω_2 -nél először a balra hajló, azután az egyenes állást, végre a jobbra hajló ellipsis mutatkozik.

Gyenge csillapodásnál, mint például hangvillák kényszerített rezgésénél δ változása igen gyors és a jelenségeknek hogy úgy mondjuk labilitása következtében bizonyos fázisviszonyok nem tarthatók fenn állandóan. Ezt dr. SCHULLER ALAJOS műegyetemi tanár szives közléséből tudom, kinek hangvillavizsgálataira a nemzetközi irodalomban találunk utalásokat.

Mivel a kísérleti összeállításunknál az első készülék csillapodásának növelésével módunkban van δ változását lassítani, a fázisviszonyokat igen kényelmesen vizsgálhatjuk és be is mutathatjuk.

— Végleges kísérleteimnél HALMOS IMRE műegyetemi adjunktus, okl. gépészmérnök úr nagy buzgósággal segédkezett.

A RÉPÁSHUTAI BALLA-BARLANGBAN TALÁLT DILUVIÁLIS GYERMEKCSONTOKRÓL.

HILLEBRAND JENŐ-től.

1891-ig Magyarországon a diluviális ember nyomai ismeretlenek voltak. Ebben az évben egy miskolczi ház alapozásánál rábukkantak három kalczedonból készült szakóczára; a lelet szerencsére HERMAN OTTÓ kezébe került, ki annak diluviális jellegét azonnal felismerte. Tudósaink nagy része kétségbe vonta ezt, de HERMAN OTTÓ nem nyugodott addig, míg azoknak diluviális voltát végleg be nem bizonyította s újabb leletekkel azt meg nem erősítette. Az ő ösztönzésére indította meg a m. kir. földtani intézet a miskolczi vidéki barlangok rendszeres kutatását, melynek költségeihez később a miskolczi múzeum is példás áldozatkészséggel hozzájárult, a jövőre nézve is kilátásba helyezve további támogatását; így jutott biztos mederbe a magyarországi diluviális ember rendszeres kutatása.

Miskolcz vidékének geológiai viszonyait PAPP KÁROLY dr. osztálygeológus 1906-ban tisztázta végképen. Az ásások megkezdője és további vezetője KADIÓ OTTOKÁR dr. volt, a ki egymásután kereste fel a miskolczi vidéki barlangokat. Először a Hámor község felett levő Szeleta-barlangban akadt az őseMBER biztos nyomaira: az ú. n. paleolit kőszerszámokra. Később munkatársul e sorok írója csatlakozott hozzá, a ki KADIÓ OTTOKÁR dr.-ral felváltva folytatta a Szeleta-barlang felásatását, közben próba-ásatásokat végezve a még fel nem kutatott barlangokban. Így jutottam el egyebek közt a Szeleta-barlangtól három óra járásnyira, tőle délnyugatra fekvő répáshutai Balla-barlangba.

A Balla-barlang a Ballabércz lejtőjén mészkősziklában van,

53 m-nyire a völgy fölött s 543 m-nyire a tenger színe felett. Szép tágas nyílása északkeleti irányba néz. Körülbelül 30 m hosszú és átlag 8 m széles. Bár két kürtője is van, a barlangot kitöltő rétegekben bemosásnak nyomai nem tapasztalhatók; a bennök előforduló kövek és csontok semmiféle koptatottságot nem mutatnak. A barlang kitöltésének legfelsőbb rétegei sötétbarna humuszból állanak; ez alatt következik egy szürkésbarna réteg, mely szintén alluviális s ez alatt egy laza világos sárgás tufaszerű réteg, mely a diluvium és alluvium határát képviseli. Hasonlóan van ez a Szeleta-barlangban is s így nagyon valószínű, hogy mindkettő ugyanabban a korban, azonos klíma behatása alatt képződött. Ezekben az eddig említett alluviális rétegekben recens csontokon és cserepeken kívül két retouche nélküli kis penge került ki. Az ezután következő sárgás s erősen törmelékes agyagréteg az újabb kutatások alapján diluviálisnak bizonyult. Jellemzi e réteget a benne tömegesen előforduló rágcsálófauna, mely manapság már csak arktikus vidékeken él. Ezek a rágcsálók kisebb-nagyobb fészkekben oly tömegesen fordulnak elő, hogy az agyaggal valóságos esontbreccsiát alkotnak; e csontokat ragadozó madarak vihették be a barlangba. Diluviumra utalnak még az újabban ugyanezen rétegben talált rénszarvas maradványok is.

E rétegben találtam 1909 nyarán teljesen zavartalan situációban, 1 m 30 cm-nyi mélységben a szóban forgó gyermekcsontokat. Mivel kőszerszám, melyből a lelet korát pontosan meg lehetett volna határozni, addig nem került ki, s mivel az említett rágcsálókon kívül más jellemző csont alig akadt s a csontok nem látszottak határozotlan fosszilisoknak: a diluviális kor mellett főleg csak az agyagnak jellemző sárgás színe látszott szólni. A következő évben, 1910-ben KADIÓ OTTOKÁR dr., a ki próbaásatást végzett a Szeletával szemben fekvő Puskaporos odúban, rábukkant ugyanarra a rágcsálófaunára, a mely szintén diluviálisnak látszó sárga agyagban volt s a mely alatt közvetlenül ugyanolyan külsejű agyagban a diluviális solutréi korra utaló babérlevélalakú kőszerszámokra akadt. KORMOS TRVADAR dr., a ki ebben az időben a rágcsálók tanulmányozásával foglalkozott, a Puskaporos említett faunáját diluviálisnak hatá-

rozta meg. A puszkaporosi rágcsálófauna láttára azonnal feltűnt nekem a Balla-barlangival való hasonlóság s ebből a Balla-barlangi gyermekesontok diluviális korára következtettem, annál is inkább, mivel a Puszkaporosban ugyanaz a rágcsálófauna közvetlenül diluviális kőszerszámokat tartalmazó réteg felett fordult elő.

A földtani intézet igazgatósága erre megbizta KADIĆ OTTOKÁR dr. és KORMOS TIVADAR dr. urakat, hogy velem együtt a helyszínére menjenek a lelőhelynek újból való megtekintésére. A lelőhelynek együttes tanulmányozása ugyanazokat a stratigrafiai eredményeket szolgáltatatta, mint az első próbagödör kiásatása.

A gyermekesontoknak diluviális korát tehát a következő körülmények bizonyítják: 1. A csontok teljesen bolygatatlan rétegben feküdtek. 2. Maga a törmelékes sárga agyagréteg is a diluvium mellett szól. 3. A kísérő fauna diluviális kora, mely a jellemző sárga színű agyagban kezd megjelenni s a mely a gyermekesontokat 30 cm-nyi vastagságban borította. 4. Az a körülmény, hogy a KADIĆ dr.-tól talált hasonló puszkaporosi rágcsálófauna diluviális solutréi típusú kőszerszámokkal fordul elő.

A csontváz nem teljes; belőle csak a következő részek maradtak meg: a koponyának legnagyobb része az alsó állkapocs csál, mindkét czombcsont, mindkét felkarsont, az alkarból egy singsont és egy orsócsont, a gerincoszlopból két csigolyatest, az egyik kulcsont, egy lapoczkatöredék és öt bordatöredék. Teljesen hiányzanak azok a csontok, melyek a tulajdonképeni kezet és lábat alkotják és a medence csontjai. Mindenesetre nagyon érdekes, hogy egy ilyen fiatal egyén csontjai kibirták a kövesedési processust s nagyon valószínű, hogy e lelet még sokáig a diluviális ember legfiatalabbja fog maradni. Ez a körülmény csak fokozza a lelet érdekességét. Hogy fiatal egyének csontjai is megkövesedhetnek, azt a Szeleta-barlangból nagyobb számmal kikerült fiatal fossilis medvecsonok is bizonyítják.

Kiemelem, hogy a próbagödört ásó munkások állandóan felügyeletem alatt dolgoztak, hogy a már említett rétegek

egymásutánja a kiásott 2 m²-nyi területnek minden egyes pontján ugyanaz volt s hogy egymásután külön szedtettem le a különböző színű rétegeket. Miután a világosszürke meszes agyagot kiástuk és rábukkantam a sárga diluviális agyagra, még 30 cm-nyire kellett leásnunk, míg a gyermekcsontokra akadtunk. Midőn a munkások a koponya néhány részletét több végtagsonttal együtt kiemelték, én éppen néhány lépésnyire a gödörtől a barlang szájánál ellenőriztem a kihordott agyag kikeresését. A többi előkerült csontot azonban már magam emeltem ki. Így, sajnos, már meg volt zavarva a csontoknak egymáshoz való pontos helyzete, de a csontokon helyenként észlelhető dendriteknek s különösen a koponya belsejében észlelhető fehér patinafoltoknak helyzetéből megállapíthattam, hogy ezeknek a csontoknak természetes helyzetükben kellett feküdniök. A koponya oldalt erősen el van torzítva a rétegek nyomásától, vagy talán a beszáradástól, a halánték- és pofacsontok közül pedig csak a baloldaliak mutatnak erős dendrites képződményeket. Éppen így van ez az állkapocs baloldali ágán, a bal felkaron és czombcsonton. Ebből azt következtetem, hogy a gyermek az egyik oldalán feküdt és pedig valószínűleg a baloldalán. Mivel a gyermek csontjai együtt voltak s mivel rágási nyomok nincsenek rajta s nagyrészüik egészen ép, kizárható, hogy valamely ragadozó állat vitte volna oda; egyben kizárják ezek a körülmények a kannibalizmust is. Temetkezésnek (felállított kövek, ékszer vagy más kőszerszám mellékelése) nyoma nem volt észlelhető, de azért mégsem lehetetlen, hogy a gyermeket eltemették, mivel a diluviumban gyermekekkel valószínűleg nem igen szoktak volt tárgyakat eltemetni. Lehetséges, hogy csak valamilyen terinzetes mélyedésbe kaparták be.

A lelet geológiai korát illetőleg már kiemelttem, hogy ez a felső diluviumba helyezendő, s szem előtt tartva, hogy ugyanaz a fauna a Puskaporosban solutréi típusú kőszerszámokkal fordul elő, nagyon közel járunk, ha a ballai leletet is a solutréi kor közelébe helyezzük. Egészen pontosan erre vonatkozólag csak akkor nyilatkozhatunk majd, ha ugyanabból a szintből kőszerszámok is fognak kikerülni. Erre vonatkozólag különben jogos reményeink vannak, mivel odig a barlangnak alig egy

ötöd része van kiásva. Tűzhelyekre eddig a diluviális rétegekben nem akadtunk s hosszabb tartózkodásra nem is igen lehetett alkalmas e barlang, mivel nyílása északkeletnek néz. A Balla-barlang közvetlen közelében még három kisebb sziklaodú van, a hol ásatás esetén szintén remélhetjük, hogy az ősember nyomaira fogunk akadni.

A következőkben a kiásott gyermekesontok tüzetesebb vizsgálatának eredményeit kívánom nagy vonásokban ismertetni. Vizsgálataimat a budapesti I. számú anatómiai intézetben végeztem s kedves kötelességet teljesíték, midőn e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki az intézet igazgatójának, LENHOSSÉK MIHÁLY professzor úrnak, ki intézetének anyagát a legnagyobb készséggel bocsátotta rendelkezésemre s vizsgálataimat állandó érdeklődéssel kísérve, szíves útbaigazításaival is segített.

Az említett gyermek esontjai kétségkívül mind egy egyénhez tartoznak s körülbelül 1 $\frac{1}{4}$ éves gyermeknek felelnek meg. Foglalkozunk mindenekelőtt az agy- és arczkoponyának saját-ságaival, a négy különféle nézetből tekintve azokat.

Fölről nézve a koponyát, azonnal szembeötlik annak rendkívül keskeny és hosszú formája, a falcsont halántéki részének és a halántékesontnak erős lapossága, valamint a falcsont dudorainak gyenge fejlettsége. Mindezekkel a sajátságokkal lényegesen eltér a mai gyermekeken található jellegektől. Az ősgyermek koponyaindexé 70·4 s így a tipikusan hosszúfejűek sorába tartozik, míg a mai azonos korú gyermekek közepes indexét 85-nek találtam s így ezeket a tipikus rövidfejűekhez kell sorolnunk. Mivel a gyermek koponyája a megfelelő felnőtthöz képest mindig rövidebbfejű szokott lenni, biztosra vehető, hogy az ősgyermek hosszúfejűsége idősebb korában még fokozódott volna s hogy így az ősgyermek által képviselt ember-rassz a szélsőségesen hosszúfejűekhez kellett, hogy tartozott legyen. Rendkívülien feltűnő, hogy míg az ősgyermek legkisebb homlok-szélessége (7·2 cm) és legnagyobb falcsonti szélessége (11·2 cm) egy körülbelül 8 hónapos gyermek méreteinek felel meg, addig koponyájának legnagyobb hossza (melyet az inion mérőpontnak bizonytalan helyzete folytán a glabellalambda pont közt mértem) 15·9 cm, a mely méret sok rövidfejű felnőtthöz sem marad már

nagyon távol. Fölülről nézve feltűnik még a homlokdudoroknak a rendesnél gyengébb fejlettsége, valamint a homlokcsontnak a rendesnél nagyobb hossza, a mi a koszorúvarratnak erős hátrahajlásával jár együtt; ennek következtében a bregmapont a rendesnél hátrább esik.

A még nyitott homlokkutaeska nagysága nem állapítható meg pontosan, mivel a szélei részben letöredezettek, de a megmaradt részekből látjuk, hogy a koponya életkorának megfelelő fejlődésű. A kutacska hátulsó részén a szélek érintetlenek, elől letöredezettnak vagy inkább lemállottnak látszanak; akárhogy történt is ez, mindenesetre régi keletű, mivel az illető csontszélek a többivel azonos szineződést (patinát) mutatnak.

Az arcra vonatkozólag fontos felemlíteni, hogy felülről nézve a járomesontok szemgödri része látható, míg rendszeren a homloktól elrejtett szokott lenni. Ez a körülmény összefügg a homlokdudoroknak kisebb fejlettségével és a járomesontok előrehajlásával.

Ha a koponyát oldalról nézzük, mindenekelőtt feltűnik a homloknak a rendesnél kisebb fejlettsége, hátulsó részében pedig a falsontoknak hátrafelé való erős kifejlődése. Míg rendszeren a faldudorok után hirtelen hajlik le a falsontok körvonala, itt lankásan lejt lefelé. Innen van az, hogy míg rendszeren felső nézetből a lampa pont teljesen rejtett, addig itt jól észlelhető. Érdekes különbséget tapasztalunk ezzel kapcsolatban a mai és az ősgyermek koponyája között, ha a fülnyílás közepéből a fejtetőre merőleges vonalat húzunk. Ez a merőleges vonal a mai gyermekben a bregmapont mögött metszi a fejtetőt és az egész koponyát kb. egyenlő elülső és hátulsó részre osztja, az ősgyermeken pedig a bregmapont elé esik és olyképen osztja ketté a koponyát, hogy a hátulsó rész jóval nagyobb. Ez is mutatja, hogy az ősgyerek homlokcsontja és falsontja rendkívül erősen fejlődött ki hátra felé, a mivel a koponya alapi része és halántékesontja nem tartott lépést. Ezeket az észleleteket a koponyán eszközölt mérések is megerősítik. Míg pl. a glabella-fülnyílás távolság az ősgyermeken s más gyermekben közel azonos (az ősgyermeken valamivel nagyobb), addig a glabella-lambda távolság az ősgyermeken 15·9 cm: majdnem

2 cm-rel nagyobb a rendesnél. A mit tehát vesztett a koponya ürtartalma rendkívüli keskenységével, azt pótolta ismét nagyfokú hosszúságával. Szem előtt tartván pedig, hogy az ősgyermek fejkerülete (4.5 cm) 1—2 cm-rel felülmúlja a rendes méretet s hogy a fejmagassága (melyet az öreglyuk hiánya folytán a fülnyílástól a bregmapontig mértem) beleesik a mai gyermek ingadozási szélességébe, biztosra vehető, hogy ürtartalma nem állott a mai átlagos alatt. A mi a részletekben való eltérést illeti, felemlitem, hogy az ékesont nagy szárnyának legnagyobb szélessége az ősgyermeken valamivel nagyobb a mai átlagnál, hogy a halántécsont csecsnyúlványa valamivel fejlettebb az átlagosnál s hogy ezen nyúlvány és a fülnyílás közt, de valamivel magasabban fekvő kis dudor (*spina supra meatum*) szintén fejlettebb a rendesnél.

Az arczkoponyán feltűnő a járomesontok előrehajlása és az állkapocsnak (melyet a lehető legnagyobb pontossággal állítottam be) kiállása, a miből az egész arcznak prognathismusára kell következtetni. Ez a meglepő prognathismus rendkívül érdekes, mivel tudjuk, hogy ez csak a felnőtteken szokta elérni teljes fejlettségét s hogy a gyermekkorban csak gyengén szokott jelezve lenni. Így van ez a ma élő alsóbrangú prognathemberfajtákon, de még az emberszabású majmokon is. Ezek alapján biztosra vehető, hogy az ősgyermek egy rendkívül prognathemberfajta-hoz tartozott. A járomesonton szembetűnik a processus marginalis hiánya, a mi által az egész homloknyúlvány nagyon megkeskenyedett. Fontos továbbá, hogy a járomesont a rendesnél erősebben hajlik az arcz síkjába.

Elülről nézve a koponyát, mindenekelőtt feltűnik annak keskenysége, a mely a járomesonti és homlokcsonti részre egyaránt kiterjed. Ezeket a viszonyokat a következő számadatok bizonyítják. A legkisebb homlokszélesség rendszeren 8 cm, az ősgyermeken 7.2 cm; a legnagyobb arczélesség a járomesontoknál rendszeren 7.8 cm, itt csak 7.3 cm. A szemüreg rendes fejlettségű, szélessége és magassága is 2.90 cm; rendszeren a szélesség 1—2 mm-rel nagyobb szokott lenni. A szemüreg mélysége megfelel a mai átlagosnak, tehát a szemüregnek ürtartalma is. Az ősgyermek tehát keskeny arczú volt, aránylag kiálló pofacsontokkal.

Valószínű, hogy ezek a jelegek a felnőttön is megmaradnak. A szemüreg alakja a mai typust mutatja. A szengődörszélek felett a szemöldökíveknek (melyek a homo primigeniuson a torus orbitalisok által vannak képviselve) a koponya fiatalsága miatt természetesen még nyomain sincsenek. Az ősgyermek orra a meglevő járomcsonti homloknyúlványok helyzetéből következtetve a rendesnél laposabb lehetett, a mit ősi jellegnek kell tekinteni.

Hátulról nézve a koponyát, ez a falsontok lankás esése következtében nagyon emlékeztet a homo primigeniusnak alakjára.

Alulról figyelve meg a koponyát, szembeötlik az a körülmény, hogy a halántékesontoknak állkapocs-izárokjai (fossæ glenoidales) aránylag nagyon elől fekszenek, valamint a sziklacsonti részletek is. Ebből kifolyólag a hiányzó öreglyuknak is aránylag nagyon elől kellett feküdnie, a mi a homo sapiensre jellemző, igaz, hogy felnőtt korban ez még hátra húzódhatott volna. De mivel ugyanakkor a lamdapont a rendesnél 2 cm-rel hátrább fekszik, a csak kis részben megmaradt nyakszirtesontnak igen fejlettnak kellett lennie. Visszatérve az állkapocs izárokjaira, ki kell emelnem, hogy ezek egészen a járomnyúlványi részre húzódnak (a mely körülmény úgy látszik összefüggésben áll a prognathismussal) és hogy ezek a rendesnél jóval ferdébben állnak a koponya medián síkjára. Alulról nézve feltűnik még a koponyának erős eltorzulása; a baloldali rész gyengén van deformálva, de a jobb oldalnak alsó falsonti és halántéki része oly erősen deformálódott, hogy a levált halántékpikkelyt ráhelyezve a koponyára, a két sziklacsont csúcsa csaknem érintkezik a középvonalon. A részletes eltérésekre vonatkozólag meg kell még említeni az ékesont külső szárnyas lemezének a rendesnél vastkosabb alakját.

A mi a koponyacsontok belső felületének sajátosságait illeti s különösen a rajtuk észlelhető egyenetlenségeket, melyeket az agyvelőtekervények lenyomatainak kell tekintenünk, csak nagyon röviden kívánok e helyen nyilatkozni. Teszem ezt pedig azért, mivel e tekintetben a mai gyermekkoponyák is rendkívül nagy változatosságot mutatnak és csak igen nagy anyag összehasonlítása alapján lehetne a részletes eltéréseket reálisan

értékelni. Beérem tehát annak a ténynek a megemlítésével, hogy az agyvelőgyrusok lenyomatai az ősgyermeken általában gyengén vannak kifejlődve. Itt említem még fel, hogy a koponyacsontok a rendesnél vastagabbnak látszanak, a mi az őskori emberre jellemző. A koponya varratai rendes típusúak; egyszerűbb varratok az ősi jellegekhez tartoznának.

Ezek után az állkapocs sajátságainak tárgyalására térek át. Mindenekelőtt szembetűnik rajta az állésücsnek gyenge ki-formáltsága, a mi karöltve jár az állésücs melletti mélyedéseknek (*fossæ mentales*) sekely kifejlődésével és a *tuberculum mentalé*nak hiányával; a *symphysis* szöge azonban beleesik a mainak ingadozási szélességébe. Az állkapocs magassága a *symphysis*nél 2 cm, tehát a rendesnél 2 mm-rel több, az első állandó zápfog táján való vastagsága 1·3 cm, a rendes átlagos 1·1 cm-rel szemben. Az állkapocs belső felületének kialakulása szintén eltérő vonásokat mutat. Míg rendszeren a *spina mentalis*tól fölfelé és lefelé szögben hajlik el az állkapocs belső felülete, addig ez itt jóformán egy síkban fekszik. Maga a *spina mentalis* pedig alig tapintható érdesség által van képviselve és ez is nagyobb mélyedésben fekszik, míg rendszeren a *spina mentalis* a belső felületnek legkiemelkedőbb részén jól tapintható, sőt jól észlelhető formában van kifejlődve. A *linea mylohyoidea* pedig a rendesnél erősebben fejlett. Mindezek az eltérések az állkapocsnak ősi sajátságaihoz tartoznak, melyek egyenként még ma is előfordulnak egy-egy európai állkapocson, de a melyeket együttesen alig találunk már meg mai nap. De ez nem is lényeges, mivel éppen több ősi jellegnek együttes előfordulása adja meg valamely szervnek primitív típusát. Egyébként kiemelésre méltó még az, hogy a *condylusok* az állkapocs ágával a rendesnél kisebb szöveget képeznek, a mi megfelel az állkapocs izárokjai már említett ferde helyzetének. A mi az állkapocs többi részét illeti, azok teljesen beleilleszkednek a mai állkapocsok anatómiai viszonyaiba; ugyanez áll a részben meglevő fogakra is.

Miután nagy vonásokban megismerkedtünk az ősgyermek koponyájának sajátságaival, néhány szóval ki kell még térnem a csontváznak egyéb részeire is. Ezek közt a lapoczkán (baloldali), a megmaradt két csigolyatesten (a legelső háti vagy

felső ágyéktájáról), az öt bordatöredéken (a mellkas elülső, középső és hátsó részéből), továbbá a singsonton nem figyelhettem meg semmi lényeges eltérést. Az orsócsont és czombcsont a rendesnél kisebb hajlásával tűnik ki; ezt azért fontos kiemelni, mivel az ősemberen ezek a csontok a mainál általában erősebben hajlottak. A felkarcsonton azonban lényeges eltéréseket állapíthattam meg. Itt feltűnik a felső, proximális résznek erős lapitottsága és az, hogy ez a lapitottság a rendestől eltérően van kifejlődve. Míg a mai gyermekeken (de a felnőttön is) oldalról nézve látjuk a felsőrészt legvékonyabbnak, addig az ősgyermek felkarja elülről nézve a legvékonyabb. Csak két nagyon fiatal (néhány hónapos) gyermek felkarja mutatott ehhez átmenetet, de sem kialakulásuk, sem a lapitottságuk fokát illetőleg sem voltak az ősgyerekekkel azonosíthatók. Míg a mai felkaron egy sekély széles barázda (*sulcus intertubercularis*) fut végig a felkar elülső felső részén, addig itt egy él fejlődött ki. A lapitottság fokát a következő számok fejezik ki. A felkar felső részének legnagyobb szélessége az ősgyermeken 1·4 cm, legkisebb szélessége 0·9 cm. Mai gyermekeken e két szám átlagban 1·25—0·9 cm. A legkisebbik méret az ősgyermeken elülről mérve, a mai gyermekeken pedig oldalról mérve adódott. Hogy ezek a viszonyok felnőttön hogy alakulhattak, arra vonatkozólag merészség volna nyilatkozni, annál is inkább, mivel legalább tudtommal hasonló viszonyokat eddig az ősemberen nem észleltek még. Felemlítem még, hogy a *fossa olecrani* a rendesnél jobban van kifejlődve, a mit szintén ősi jellegnek lehet tekinteni. Ez alkalommal nem akarván a csontoknak egész részletes leírását adni, a részletekre vonatkozó megfigyeléseimet ezzel bezárom. Nagyon fontos volna, hogy a megfelelő geológiai korból felnőtt egyén csontjait is kapjuk a további ásatásoknál, mivel sok eddig ismeretett jellegre vonatkozólag csak akkor dőlné el, vajjon csakugyan az illető emberfajra jellemző sajátságokkal állunk e szemben, nem pedig talán csak egy régebbi ősnak az egyéni fejlődésben megismételt jellegeivel, a melyek a felnőtt korban ismét elenyésztek volna. Másrészt pedig egy-egy fontosabb bélégy talán csak a felnőtt korban fejlődött volna ki.

Akárhogy álljon is a dolog, azt hiszem, hogy a megfelelő

helyeken helyesen utaltam azokra a jellegekre, melyeket felnőtteken is elvárhatunk s ezek alapján óhajtók a következőkben arra a kérdésre kitérni, hogy a Balla-barlangi gyermek a diluviumban élt embereknek vajjon melyik fajtájához tartozhatott. Nagyjában talán öt típusba lehet szorítani az eddigi európai diluviális leleteket, melyeknek főbb képviselőit tavalyi tanulmányutamon alkalmam volt közelebbről megvizsgálni. Ezek a következők: 1. Az alsó diluviumbeli homo Heidelbergensis. 2. A középső diluviumban talált homo primigenius. 3. A középső diluviumban talált homo aurnaciensis. 4. A Grimaldi-típus a középső diluviumból. 5. A felső diluviumban talált crö-magnonitípus. A homo Heidelbergensis annyira kezdetleges, hogy ezt talán a tipikus diluviális sorozatból egészen ki lehet hagyni, mint a tertiár embernek egyoldalúan differenciálódott típusát. Ezt anthropoidszerű jellegein kívül az egész fogazatnak s különösen a bölesességfognak erős redukáltsága is bizonyítja. Jobban mondva ezen két tüneménynek együttes előfordulása kizárja öt szerintem abból a sorozatból, a melyben a mai ember közvetlen elődjeit kereshetjük. Hogy a Balla-barlangi gyermek homo primigeniussá nem fejlődhetett volna, azt az aránylag gyengén kiformált, de mégis meglevő állcsúcs, a magas és túlságosan hosszú fej (a homo primigenius nem volt szélsőségesen hosszúfejű, annál kevésbbé, mivel a nyert koponya-indexek a ténylegeseknél kisebbek is a vele mért vaskos homlokerezsek folytán) és az aránylag erős fejlettségű csecsnyúlványok bizonyítják. (A homo primigenius csecsnyúlványai t. i. nagyon fejletlenek voltak.) Ellene szól még az orsócsontnak és czombcsontnak kiskökű hajlottsága is. A koponyaüreg nagy köb-tartalma nem döntő fontosságú, mivel az újabban talált két homo primigenius-koponya, ú. m. a Le Moustier-nél és a La Chapelle aux Saints-nél talált a mai átlagosnál is nagyobb ürtartalmú. Az ősgyerek tehát a homo primigeniushoz sem tartozhatott, habár igaz, hogy több arra emlékeztető sajátossága van, a melyeket már az előzőkben kiemeltem. A crö-magnoni fajtához való tartozása ellen szól a gyenge fejlettségű homlok és állcsúcs, a keskeny és prognath arcz, mivel azt a szép nagy homlok, az erősen fejlett állcsúcs és a széles és egyenes arcz

jellemzi. A Grimaldi-fajta-hoz közelíti a nagyon hosszú fej, a gyenge állcsúcs és a prognathismus, a mely azonban ott főleg csak az orr alatti részre szorítkozik. Másrészt pedig a negroid (Grimaldi-fajtát a homlok előrehajlása, széles állkapocság és az orsó- és singsont aránytalan hosszúsága jellemzi, a mely sajátosságok az ősgyereken hiányzanak. A homo aurignaciensissel közös a hosszú keskeny fej, a gyenge állcsúcs és a fejlett csecenyülvány. Csakhogy ennél a prognathismus kisebbnek látszik. Mégis legközelebb áll a mi gyermekesontvázunk a homo aurignaciensis típusához.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)

A GLUKOVANILLINSAV ÉS A GLUKOPARAOXY- BENZOESAV SYNTHESISÉ.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A glukosidsavak, a melyek az aromás oxycarbonsavaktól származnak le, egyrészt a glukosidok oxydatiojakor lépnek fel, másrészt pedig szabad állapotban is a különböző növényi anyagokban fordulnak elő. Az elsőizben említett glukosidsavakhoz, a melyeket secundær módon a glukosidokból nyerünk, tartozik a glukovanillinsav. E vegyületet TIEMANN F. és REIMER C.² a coniferinnek oxydatiója által nyerték és ezen glukosidsav teljes hydrolysiskor szőlőcukorra és vanillinsavra bomlik fel. KÖRNER³ a *Syringa vulgaris*ből elkülönített glukosidnek, a syringinnek oxydatiójakor a glukosyringasavat különítette el, a mely vegyületből higitott savak behatására glukose és syringasav keletkezik. Szabad állapotban fordul elő SCHNEEGANS és GEROCK⁴ vizsgálatai szerint a *Betula* lentá-ban a gaultherin, mely hydrolysiskor glukosera és salicylsavmethylesterre bomlik. Legutóbbi időben FEIST⁵ a gubacsnak ætherrel való extrahálása által a glukogallussavat állította elő, a mely vegyületet higitott savak glukosera és gallussavra bontanak fel. NIERENSTEIN-nek⁶ a különböző növényekben előforduló ellagencsersavat sikerült kristályos állapotban

¹ A budapesti kir. m. tud. egyetem II. chemiai intézetében készült dolgozat.

² Ber. 8, 515 (1875), Ber. 18, 1595 (1885).

³ Gaz. chim. ital. 18, 210 (1888); Ber, 22. Ref. 106.

⁴ A. ch. 232, 437, Tailleux, C. r. 132, 1235, Bourquelot, C. r. 122., 1002, Kremers u. James, C. 98, 991.

⁵ Chem. Ztg. 32, 918 (1908).

⁶ Ber. 43, 1267 (1910).

leválasztania és hydrolysisikor e termékből luteosavat és két molekula szőlőcukrot nyert. Még más glukosidsavakat is találunk az irodalomban felemlítve, de ezeknek úgy egységes volta, mint szerkezete bizonytalan és ezért a fentebbi összeállításba nincsenek felvéve.

Rövid ideje, hogy a glukosidsavak synthesisét megkezdetem¹ és sikerült a glukosyringasavnak, mint az első aromás oxycarbonsavtól leszármazó glukosidsavnak synthesisét létesítenem. Az itt követett eljárást újabban további esetekben is kipróbáltam és ezen munkám tárgyát a glukovanillinsavnak, mint a glukoparaoxybenzoesavnak synthesisise képezi. A glukovanillinsavnak synthesisise céljából a vanillinsavmethylesterből indultam ki és ezen vegyületet MICHAEL eljárása szerint kondenzáltam a szőlőcukorral. A vanillinsavmethylesternek kondenzációját aképpen eszközöltem, hogy ezen savester lúgos oldatát az acetobromglukose ætheres oldatával hosszabb ideig közönséges hőmérsékleten összeráztam, miáltal az igen szépen kristályosodó tetraacetylglukovanillinsavmethylestert nyertem. Ezen tetraacetyl-származékot akképpen szappanosíthatjuk el, hogy hosszabb ideig közönséges hőmérsékleten híg baryumhydroxyddal rázzuk össze, miáltal nemcsak a négy acetylgyök, hanem a savester methylgyöke is kiválik és glukovanillinsavvá alakul át. A szintetikus termék összes tulajdonságait azonosnak ismertem fel a TIEMANN és REIMER² által a coniferin oxydatiója útján nyert glukovanillinsavéval és így ezen synthesis a fentebbi kutatók által felállított szerkezeti képletet beigazolta. Továbbá a paraoxybenzoesavmethylesternek az acetobromglukoseval való kondenzációja által a tetraacetylglukoparaoxybenzoesavmethylestert nyertem és ez utóbbi vegyület elszappanosítása által a glukoparaoxybenzoesavat állítottam elő. Ezen glukosidsavat még nem észlelték a természetben, de miután most a szintetikus termék tulajdonságai ismeretesek, valamely természetes anyagban való esetleges előfordulása esetén az elkülönítését meg fogja könnyíteni.

¹ Journ. f. prakt. Ch. [2], 872, 271 (1910); Mathematikai és Természettudományi Értesítő, XXIX. k.

² Loc. cit.

KISÉRLETI RÉSZ.

Tetraacetylglukovanillinsavmethylester.

E vegyület előállításához szükséges vanillinsavat vízből való többszöri kristályosítás által tisztítottam meg, majd vízmentes metylalkohollal és sósavgázzal methylesterjévé alakítottam át. Az így nyert estert ezután desztilláltam és végül meleg ligroinból kristályosítottam át. A kondenzációt akképen végezzük, hogy a vanillinsavmethylester lugos oldatát az acetobromglukose ætheres oldatával hosszabb ideig összerázzuk, miközben a tetraacetylglukosid kristályokban kiválik.

A reakziót a következőképpen végezzük: 4 gr egészen tiszta vanillinsavmethylestert 1·2 gr nátriumhydroxydból és 60 cm³ vízből készített nátronlugban oldunk fel és 8 gr kristályos β -acetobromglukoseval -- 60 cm³ ætherben oldva -- 26 óra hosszát a rázógépen erősen összerázzuk. Több óra múlva a kondenzációs termék kezd kiválni és a reakció befejezte után szűrőn az oldattól elkülönítjük. A kristályokat először hígított nátronlúggal, majd vízzel jól kimossuk. A további tisztítás céljából a tetraacetylszármazékot metylalkoholból kristályosítjuk át. Hozadék 1·2 gr. A leszűrt reakziós folyadékot a választótölcsérben az æthertől elkülönítjük és ez utóbbit többször híg nátronlúggal átrázzuk. Az ætheres oldatot szabadon el hagyjuk párologni, miközben még 0·5 gr kevésbé tiszta kondenzációs terméket nyerünk.

0·1670 gr anyag adott: 0·3289 gr CO_2 -t, 0·0847 gr H_2O -t; $C_{23}H_{28}O_{13}$ képlet alapján a számított értékek: $C = 53·90\%$, $H = 5·45\%$.

A kísérletileg talált értékek: $C = 53·70\%$, $H = 6·63\%$.

A tetraacetylglukovanillinsavmethylester metylalkoholból szép szintelen tűkben válik ki, a melyek 144—145 C°-on olvadnak meg. Az acetylszármazék nehezen oldódik hidegen ætherben. E vegyület könnyen oldódik meleg benzolban és alkoholban. Ligroinban és petroleumætherben oldhatatlan.

Glukovanillinsav.

A tetraacetylglukovanillinsavmethylester elszappanosítására ezen acetylszármazékot több óra hosszat híg baryumhydroxyd-oldattal összerázzuk, miközben a carboxylgyök szintén elszappanosodik és a glukosidsav baryumsója alakjában feloldódik. A fölös baryumhydroxydot szénsavval kicsapjuk és a glukosidsav baryumsóját, úgy mint a képződött baryumacetatot, az æquivalens mennyiségű kénsavval semlegesítjük és így a szabad glukosidet az anyalúg lepárlása által nyerjük.

Az elszappanosítást a következőképpen végezzük: 3 gr. finomra porított tetraacetylglukovanillinsavmethylestert 12 gr baryumhydroxydból és 200 gr vízből készített oldattal 24 óra hosszat közönséges hőmérsékleten a rázógépen jól összerázzuk. Az acetylszármazék lassacskán feloldódik és a reakció befejezte után a fölös baryumhydroxydot szénsavval kicsapjuk. A baryumcarbonatot leszűrjük és hideg vízzel jól kimossuk. A szüredékben a baryumsókat az æquivalens mennyiségű kénsavval szétbontjuk és a baryumsulfatot egy PUKALL-féle porcellánhenger segítségével az oldattól elkülönítjük. A szüredéket vacuumban 10 mm nyomás alatt és 40° C-on kis térfogatra pároljuk be, miközben az oldat lehülésekor a glukovanillinsav hosszú tűkben kiválik. Hozadék 1·2 gr. Az anyalúgból még további 0·3 gr kevésbé tiszta terméket nyerhetünk. A vegyületet tisztítása céljából meleg vízből kristályosítjuk át.

0·1950 gr anyag adott: 0·3627 gr CO_2 -t, 0·0954 gr H_2O -t; $C_{14}H_{18}O_9$ képlet alapján a számított értékek: $C = 50·90\%$; $H = 5·42\%$.

A kísérletileg talált értékek: $C = 50·71\%$, $H = 5·38\%$.

A glukovanillinsav 100°-nál szárítva a kristályvizet teljesen elveszíti és 211–212° C-on olvad meg. Összes tulajdonságait azonosnak ismertem fel a TIEMANN és REIMER által a természetes glukovanillinsavon megfigyelttel és így a fentebbi kutatók által felállított szerkezeti képletet a synthesis is beigazolta.

Tetraacetylglukoparaoxybenzoesavmethylester.

Kiindulási test gyanánt szükségünk van a paraoxybenzoesavra, mely vegyületet vízből való többszöri átkristályosítással tisztítunk meg, ezután pedig methylalkohollal és sósvagázzal methylesterjévé alakítunk át. Az estert destilláljuk és végül benzolból átkristályosítjuk. A kondenzációt a glukovanillinsavnál már ismertetett módon eszközöljük; a reakciónál alkalmazott anyagmennyiségek a következők: 4 gr paraoxybenzoesavmethylestert 1·5 gr nátriumhydroxydból és 60 cm³ vízből készített nátronlúgban feloldunk és 8 gr acetobromglukose ætheres (40 cm³) oldatával 24 óra hosszat a rázógépen összerázzuk. A reakció közben a tetraacetylglukoparaoxybenzoesavmethylester kristályokban kiválik, melyeket szűrés által elkülönítünk és előbb híg nátronlúggal, majd vízzel jól kimosunk. További tisztítás céljából methylalkoholból kristályosítjuk át. Hozadék 0·5 gr.

0·1304 gr anyag adott: 0·2612 gr CO₂-t, 0·0645 gr H₂O-t; C₂₂H₂₆O₁₂ képlet alapján a számított értékek: C = 54·76%, H = 5·39%.

A kísérletileg talált értékek: C = 54·69% H = 5·48%.

A tetraacetyl származék methylalkoholból szintelen tűkben kristályosodik, a melyek 159—160° C-on olvadnak meg. E vegyület könnyen oldódik meleg alkoholban és benzolban. Aetherben hidegen nehezen oldódik. Ligroinban és petroleumætherben a termék oldhatatlan.

Glukoparaoxybenzoesav.

A glukoparaoxybenzoesavmethylester elszappanosítására a vegyület 3 gr-ját 200 cm³ 6%-os baryumhydroxydoldattal 26 óra hosszat a rázógépen összerázzuk. A fölös baryumhydroxydot szénsavval kiesapjuk, a baryumcarbonatot leszűrjük és jól kimoszuk. A szüredéket hígított kénsavval hidegen semlegesítjük és a kivált baryumsulfatot leszűrjük. A vacuumban bepárolt szüredékből az oldat lehülésekor a glukoparaoxybenzoesav kiválik, melyet további tisztítása céljából meleg vízből kristályosítunk át. Termelési hányad 82%.

0.1684 gr. anyag adott: 0.3090 gr CO_2 -t, 0.0830 gr H_2O -t. $C_{13}H_{16}O_8$ képlet alapján a számított értékek: $C = 50.20\%$, $H = 5.33\%$.

A kísérletileg talált értékek: $C = 50.04\%$, $H = 5.47\%$.

A glukoparaoxybenzoesav meleg vízből szép hosszú tűkben válik ki, a melyek teljes szárítás után $211-212^\circ C$ -on olvadnak meg. Alkoholban a vegyület könnyen oldódik. A termék oldhatatlan ætherben, benzolban és ligroinben.

Úgy ezen, mint a rövid idővel ezelőtt ismertetett synthetikus glukosidsavaknak optikai vizsgálatát egy későbbi értekezésemben fogom összefoglalva közölni.

Ezen vizsgálataimat különben folytatom.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)

AZ ÉSZAKI SZÉLESSÉG HATÁSA A FAFAJOK TERMÉSZETES ELTERJEDÉSÉNEK MAGASSÁGI HATÁRAIRA MAGYARORSZÁGON.

FEKETE LAJOS 1. tagtól.¹

(Székfoglaló értekezés.)

A hazai fafajok elterjedésének magassági határaitra az északi szélességen kívül még befolyással vannak: a keleti hosszúság, a hegység tömegessége és a szomszéd terület tengerfeletti magassága, de ezen kívül még főképen a napkitettség és még egyéb körülmény is. Mindezek közül ez alkalommal csak az északi szélesség hatásáról szóló tanulmányomat szándékozom ismertetni.

Ezt a tanulmányt azokra az adatokra alapítottam, melyek az erdészeti növény-földrajzi megfigyelések vezetőségének hivatalos helyiségében rendelkezésemre állottak.

A tanulmányom alapjául szolgáló adatokat nagy tömegük-nél fogva itt nem közölhetem; de megjegyzem, hogy az észlelő lapokból kiírt magassági tételek táborkari térképek alapján és többnyire a NAUDET-féle nagyobb szelenczés légsúlymérő segélyével állapítottak meg. Ha a tengerfeletti magasságok meghatározásába itt-ott hibák is csúsztak be, azok oly természetűek, hogy

¹ A midőn a tek. Akadémia erdészeti-botanikai munkálkodásomat méltányolva levelező tagjai sorába választott, őszinte hálára kötelezett, mert elismerte, hogy munkálkodásommal hozzájárultam a hazai természeti viszonyok megismeréséhez és a honi természettudományi irodalom gyarapításához. Levelező taggá való megválasztásomat nagy kitüntetésnek veszem és rajta leszek, hogy a rendelkezésemre álló nagymennyiségű hazai növényföldrajzi adatot feldolgozzam. Mai székfoglalómul is a nagyszámú eredmények egyikét mutatom be.

nagyobb mennyiségű észlelési adat mellett egymást kiegyenlítik, a mit bizonyít az, hogy az egyes tételek az átlagtól lényegesen nem térnek el és az eltéréseket rendszeren a napnak való kitettséggel vagy más helyi befolyással meg lehet okolni. Ezenkívül az egyes, napnak való kitettségek átlagai rendszeren elfogadható folytonos, vagy kevés kiigazítást igénylő görbét szolgáltatnak. Mindezt (a félretett) számítási összeírásaim is bizonyítják.

Az átlagos magassági határok összehasonlítására hazánk három erdőképző főfafaját választottam, t. i. a luczfenyőt (*Picea excelsa* Lk.) mely — ahol elég nagy magasságban fordul elő — az erdő felső határát képezi, hazánkban átlagosan mintegy 1540 méter tengerfeletti magasságban, aztán a bükköt (*Fagus silvatica* L.), mely hasonlóképen sok helyen képezi az erdő felső határát és ilyképen vagy pedig a luczfenyő közé keveredve átlagosan mintegy 1310 méternyi tengerfeletti magasságig hatol fel Magyarországon, s végre a tölgynek legmagasabbra menő és a hegységben leginkább elterjedt faját, a *Quercus sessiliflora*t (Sm), mely szórványosan hazánkban átlag mintegy 800 méter tengerfeletti magasságig található.

A luczfenyőnél az erdőképzés felső határát vettem fel, ott a hol a fák elérik még a 8 m csúcsmagasságot; de jónak láttam ezenkívül a luczfenyő alsó határát is összehasonlítani. A bükknél az általános felső határ, a tölgynél a szórványos előfordulás felső határa mutatkozott az összehasonlításra legalkalmasabbnak, de azok az észleletek, a hol a fák a 8 méter csúcsmagasságot el nem érték, tekintetbe nem vétettek.

Elég gondot adott az összehasonlítandó területek kiválasztása. Itt megjegyzem, hogy az egyes területek beosztását és elnevezését a következő munkából vettem: Magyarország hegyvidékeinek csoportosítása. A magyar földrajzi intézet megbízásából kidolgozta dr. JANKÓ JÁNOS. Budapest, 1891. A Központi Kárpátokat a horvát-szlavon tengerparti hegységekkel több okból nem hasonlíthattam össze. Ugyanis nem esnek ugyanazon hosszúsági fok alá s így a hosszúság hatása is belefoglaltatott volna az összehasonlításba; azonkívül a tömegesség és környezet is más.

Eleinte alkalmasabbnak látszott az Északkeleti Kárpátok

illető részének összehasonlítása a Bihar hegységgel és a Dél-magyarországi Hegyvidéknek es a Déli Kárpátoknak megfelelő részével; de ettől el kellett állanom a miatt az anomalia miatt, a mely szerint a Bihar-hegységben a tölgy felső határa magasabb, mint a Bihar-hegységtől délre eső hazai hegységekben, a mi valószínűleg a tömegesség és a környező terepviszonyok hatására vezethető vissza. Nem maradt tehát más hátra, mint az Északkeleti Kárpátok és a Déli Kárpátok egyenlő hosszúsági fokok alatt elterülő részeinek egymással való összehasonlítása. Ez a két hegyvidék a 40. és 42. hosszúsági fokok közt körülbelől egyenlő tömegességgel bír, mindkettő az Erdélyi Medence befolyása alatt áll és különben is a környezet nem tér el egymástól lényegesen. Azért azt hiszem, minden tekintetben leginkább összehasonlítható egymással az északi szélesség hatására nézve.

Igyekeztem mindkét hegységre vonatkozóan úgy írni össze az adatokat, hogy azok keleti hosszúságának átlaga legfeljebb kevés percczel térjen el egymástól, hogy így a keleti hosszúság befolyása kizárassék. A luczfenyő és a bükk adatai úgy vannak összeírva, hogy átlagos helyzetük Ferrótól mintegy 42. hosszúsági fokra essék, ellenben a tölgy felső határára vonatkozó esetek átlagos keleti hosszúsága Ferrótól csak 41° és néhány percz, mert a Déli Kárpátokban felvett adatok átlagos hosszúsága Ferrótól 41°13'.

Az eredményeket a következő kis táblázatban (l. 979. old.) foglalom össze:

Ebből a táblázatból látjuk, hogy az Északkeleti és a Déli Kárpátokban Ferrótól a 41° és 42° keleti hosszúság táján a főbb erdei fák magassági határában egy szélességi fok átlagosan körülbelől 70 méter magassági különbséget okoz; azaz ennyivel emelkedik az illető tenyészeti határ átlagos tengerfeletti magassága, ha egy szélességi fokkal közeledünk az egyenlítőhöz, de ez a különbség az egyes fafajoknál nagyon különböző. Így legnagyobbnak találtattott a luczfenyő elterjedésének felső határára vonatkozóan, legkisebbnek a bükk felső határvonalában s általában 1400 és 1700 m tengerfeletti magasságban legnagyobbnak; ellenben a bükk felső határánál, 1200 és 1400 m tengerfeletti

Tétele száma	Fa-faj, erdőben, leg'alább 8 méter csúcs- magassággal	Tenyészet terület meg- nevezése dr. Jankó János után	A tenyészeti határ megnevezése	Az észlelt esetek átlagos földrajzi helyzete				Összeg- hányad *	Átlagos tengerfeletti magasság m.	Különbség- hányad **	Esik egy szélességi fokra
				keleti hosszú- ság Ferrótól		szélesség					
				o	'	o	'				
1.	<i>Picea excelsa</i> Lk.	Északkeleti Kárpátok 41° 40'-tól 42° 40'-ig	Átlagos felső erdő- határ	41°	53'	48°	00'	$\frac{679216}{466}$	1458	$\frac{266}{2.42}$	110
2.	" " "	Déli Kárpátok	Átlagos felső erdő- határ	41°	55'	45°	35'	$\frac{310405}{180}$	1724		
3.	" " "	Mint 1.) alatt	Általános alsó határ	42°	03'	48°	03'	$\frac{73549}{105}$	700	$\frac{123}{2.40}$	51
4.	" " "	Déli Kárpátok 41° 30' K. hosz- szúságon felül	" " "	42°	05'	45°	39'	$\frac{24679}{30}$	823		
5.	<i>Fagus silvatica</i> L.	É. K. Kárpátok 41° 40' keleti hosszúságtól 42° 40'-ig	Ált. felső határ bele- értve a szörványos előjötelt is	42°	04'	48°	03'	$\frac{189058}{147}$	1286	$\frac{81}{2.43}$	33
6.	" " "	Déli Kárpátok 41° 15' K. hosz- szúságon felüli esetek	" " "	42°	00'	45°	37'	$\frac{109335}{80}$	1367		
7.	<i>Quercus sessili- flora</i> Suv.	Északkeleti Kárpátok 40° 10' K. hosszúságon felül	" " "	41°	17'	48°	12'	$\frac{108178}{147}$	736	$\frac{222}{2.58}$	86
8.	<i>Quercus sessili- flora</i> Suv.	Déli Kárpátok	" " "	41°	13'	45°	37'	$\frac{22025}{23}$	958		
* Így nevezem azt a hányadost, a melynek számlálója az észlelt tengerfeletti magasságok összege méterekben, nevezője pedig az esetek száma. A következő hasámban van az osztás eredménye mint átlag.							Átlagosan esik tehát		280	70	
** A tengerfeletti magasságok különbsége, törve az északi szélességnek fokokban és a fok tizedes törtjeiben kifejezett különbségével.							egy szélességi fokra				4

magasságok közt legkisebbnek. Hogy ebben mennyi része van a hőmérsék 100 méterenként való csökkenésének a különböző magassági régiókban, mennyi az illető fafaj sajátosságainak, annak kiderítése a jövő feladata. E kérdésekre az eddigi észleletek alapján — úgy hiszem — megbízható feleletet adni nem lehet. Az ugyanazon keleti hosszúság alá eső hegyvidékek összehasonlítása által is igen különböző adatokat kaphatunk, sőt az anomáliák is előfordulhatnak. Igen jó példa erre a Bihar-hegység szöbanforgó viszonyainak összehasonlítása a vele egyenlő keleti hosszúságok alá eső részeivel az Északkeleti Kárpátoknak és hazánk déli hegységeinek.

Így a Bihar-hegység és az Északkeleti Kárpátok közt találok egy szélességi fokra a luczfenyőerdő felső határainak átlagában 49 m különbséget, továbbá egyfelől a Bihar-hegység, másfelől a Délmagyarországi Hegyvidék és a Déli Kárpátok közt 65 métert; a bükkerdő elterjedésének felső határára nézve pedig a Bihar-hegység és az Északkeleti Kárpátok közt 76 métert; egyfelől a Bihar-hegység, másfelől pedig a Délmagyarországi Hegyvidék és a Déli Kárpátok közt 47 métert. Legsajátosabb azonban a kocsánytalan tölgy (*Quercus sessiliflora*, Sm.) viselkedése, melynek felső határa a Bihar-hegységben átlagosan $46^{\circ}35'$ északi szélességnél 840 méter, míg az Északkeleti Kárpátokban átlag $48^{\circ}33'$ szélesség alatt 609 méter. Esik tehát egy szélességi fokra 117 méter. Ellenben egyfelől a Bihar-hegység, másfelől a Délmagyarországi Hegyvidék és a Déli Kárpátok közt ez a határ az egyenlítő felé való közeledéssel 76 méterrel csökken. Ez igen nagy anomalia, mely talán azzal volna magyarázható, hogy a Bihar-hegységet minden oldalon terjedelmes dombvidék és előhegység veszi körül; ellenben a Délmagyarországi Hegyvidék a Nagy Magyar Alföld és a Román Alföld közé eső elég keskeny pásztára szorítkozik.

Az utóbb említett eredményeket jobb áttekintés végett jónak látom az alábbi táblázatban is feltüntetni:

Tétel száma	Fa-faj	Tenyészeti terület	A tenyészeti határ minősége	Általános földrajzi fekvés				Összegek hányadosa	Általános tengereletti magasság m.	Különbségi hányados	Eszik egy szélességi fokra
				keleti hosszúság Ferrótól		északi szélesség					
1.	<i>Picea excelsa</i> Lk.	Északkeleti Kárpátok a hosszúság 39° 40' és 41° 10'-e között	Felső erdőhatár	40°	50'	48°	32'	$\frac{16541}{13}$	1272	$\frac{291}{1.95}$	149
2.	" " "	Bihar hegység	" "	40°	25'	46°	35'	$\frac{140654}{90}$	1563		
3.	" " "	Délmagyarországi hegyvidék és Déli Kárpátok	" "	40°	19'	45°	18'	$\frac{391718}{238}$	1646	$\frac{83}{1.28}$	65
4.	<i>Fagus silvatica</i> L.	Északkeleti Kárpátok a hosszúság 41° 40' és 42° 40'-e közt	" "	40°	38'	48°	42'	$\frac{130059}{109}$	1193	$\frac{167}{2.20}$	76
5.	" " "	Bihar hegység	" "	20°	21'	46°	30'	$\frac{44866}{33}$	1360	$\frac{62}{1.33}$	47
6.	" " "	Délmagyarországi hegyvidék és Déli Kárpátok	" "	40°	06'	45°	10'	$\frac{162146}{114}$	1422		
7.	<i>Quercus sessiliflora</i>	Északkeleti Kárpátok 39° 40' és 40° 10' hosszúságok között	Általános felső határig	40°	31'	48°	33'	$\frac{44460}{73}$	609	$\frac{231}{1.97}$	117
8.	<i>Quercus sessiliflora</i>	Bihar-hegység	Általános felső határig	40°	34'	46°	35'	$\frac{68018}{81}$	840	$\frac{114}{1.50}$	76
9.	<i>Quercus sessiliflora</i>	Délmagyarországi hegyvidék és Déli Kárpátok	Általános felső határig	39°	58'	45°	05'	$\frac{113275}{156}$	726		

A 8. és 9. tétel között tehát más, a tölgy felső határát lenyomó tényezők annyira túlsúlyra emelkednek az egyenlítőhöz való közeledés hatása felett, hogy ennek lefolyását az ellenkezőre változtatják.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 június 19.-én tartott üléséből.)

ÚJ ADATOK A LÚCZ- ÉS VÖRÖSFENYŐ FÁJÁNAK ÖSSZEHASONIÍTÓ SZÖVETTANÁHOZ.

HOLLENDONNER FERENCZ-től.

A tülevelűek fájának összehasonlító histológiájában a lúcz- és vörösfenyő fájának mikroskoppal való megkülönböztetése — tekintve nagy gyakorlati jelentőségét is — egyike a leggyakrabban vitatott kérdéseknek; az erre vonatkozó irodalom szerint alig van faelem, melynek méreteit, számát vagy különböző alakotani tulajdonságait ne vették volna abszolút értékű megkülönböztető tulajdonságnak.

A tülevelűek fájának összehasonlító histológiáját tanulmányozva az irodalmi adatok nagy ellentmondása miatt magam is behatóbban kezdtem foglalkozni e kérdéssel. Különösen a belső morfológiai tulajdonságokat tartottam szem előtt, mert a mérésekből, illetőleg számlálásokból nyert számadatokról már az irodalom alapján is arra az eredményre jutottam, hogy ezen az alapon a két fát biztosan megkülönböztetni nem lehet. A mérések alapján való meghatározás¹ ugyanis, melynek e két fa megkülönböztetésében oly nagy fontosságot tulajdonítanak, nemcsak hogy nehézkes és hosszadalmas (BURGERSTEIN² a bélsugár-coëfficiens meghatározására «legalább» 100 egyenlő magasságú bélsugár megvizsgálását tartja szükségesnek), de ha elvégeztük is, akkor sem megbízható az eredmény, mert a faelemek oly

¹ Az erre vonatkozó irodalmat behatóan ismerteti BURGERSTEIN A.: Vergl. anat. Untersuch. d. Fichten- u. Lärchenholzes. Denkschrift d. k. k. Akad. d. Wissensch. Math.-Nat. Cl. Bd. 60 (1893).

² i. m. 420. old.

tulajdonságán alapszik, mely a tenyészeteti feltételektől függ és így a különböző termőhelyről való anyag más és más eredményeket ad. Igaz ugyan, hogy e számbeli adatoknak megvan az alsó és felső határa, de a kettő között azután oly nagy a köz, hogy abban úgy a *Larix*ra mint a *Picea*ra vonatkozó méretek megtalálhatók. Az ilyen határértékeknek csak akkor volna abszolút diagnostikai értéke, ha az egyiknek felső határa ott, vagy feljebb végződne, mint a hol a másik alsó határa kezdődik. A mérésekből nyert középértékekre támaszkodni, még ha különböző helyről és részből való mérések alapján állították is fel — különösen, ha speciális esetről van szó —, szintén nem lehet, mert igen gyakran olyan középértékeket kapunk, melyek az ellenkező eset leggyakoribb értékeinek határai közé esnek. Különösen áll ez a jelen esetben, a hol a középértékek és határértékek között nincs valami nagy különbség. Így BURGERSTEIN szerint a bélsugár-sejtek magassága a *Picea*ban¹ 0,017—0,020 mm, de a tőle X-el jelzett lúczban² a középérték 0,0212 mm és így a *Larix* bélsugár-sejtjeinek leggyakoribb határértéke 0,020—0,023 mm közé esik. Ugyancsak *Larix*nak kell meghatározni a IX-es lúczfenyőt, mert³ ikergödörkéi vannak, a tavaszi tracheidák radialis átmérőjének középértéke 0,053 mm és a bélsugarak, habár ritkán, a *Picea*ban is elgyantásodhatnak. Legújabb meghatározó táblájával,⁴ mivel még több elemre közöl ilyen számbeli adatokat, még nehezkesebbé válik a meghatározás és a legtöbb esetben nem tudunk dönteni a kérdéses fa fölött; ha pedig a másoktól megállapított értékeket vesszük irányadónak, akkor még az a kis különbség is eltűnik, a mit BURGERSTEIN felállított. Így ESSNER szerint⁵ a *Larix* bélsugár-sejtjeinek magassága csak 0,015—0,025 mm között 0,019 mm középértékkel mozog. BURGERSTEIN táblázata szerint pedig e középérték a *Picea*nak leggyakoribb határértékei

¹ I. m. 432. old.

² I. m. 402—403. old.

³ I. m. 432. old.

⁴ Bestimmungstabelle der Koniferengattungen nach xylotomischen Merkmalen. Wiesner Festschrift 103. old.

⁵ Über d. diagn. Wert d. Anzahl u. Höhe d. Markstrahlen d. Koniferen. 1887. 18. old.

közepére (0,017—0,021 mm)¹ esik, mert szerinte a *Larix* bélsugár-sejtjei magasságának határértéke 0,0198—0,0271 mm, vagyis ESSNER középértéke BURGERSTEIN határértékei között van.

A tenyészeti feltételeken kívül azután befolyásolja még az ilyen számbeli adatokat az is, hogy az illető fa idős vagy fiatal, ág vagy törzs-e, vagy ha idős volt, annak belső, tehát öregebb, vagy külső, tehát fiatalabb részéből való-e. Így a többek között FISCHER H. kimutatta,² hogy «valamely törzs keresztmetszetén (vagyis ugyanabban a magasságban) a bélsugarak közepes magasságának minimuma rendszeren az első (legbelső) évgyűrűkben van, a fiatalabb évgyűrűk felé aránylag lassan nő olyformán, hogy gyakran visszaüt az alacsonyabb értékekre». Tuzson J. pedig a tracheidák keresztmetszeteinek területéről mutatta ki,³ hogy ezek «területe a törzs ugyanazon metszetén a korról emelkedik; ugyanabban az évgyűrűben pedig a magassággal egy darabig emelkedik és ezután a csúcs felé csökken». Hasonlóképpen ingadozik a többi faelem nagysága is, úgy, hogy csupán mérésekre alapított meghatározás nem vezethet feltétlen megbízható eredményre, hanem csak a belső morfológiai tulajdonságok alapján való meghatározást támogathatja. Maga BURGERSTEIN is azt mondja, hogy úgy a tavaszi tracheidák radialis átmérőjének nagyságát,⁴ mint a bélsugár-sejtek⁵ és bélsugarak közepes magasságát⁶ csak más diagnostikai sajátságok tekintetbe vételével használhatjuk, noha az ő táblázatában ezek adják a kulcs forduló pontját; eltekintve az ikergödörkéktől, melyeknek hiánya vagy jelenléte — mint látni fogjuk — szintén nem bir abszolút diagnostikai értékkel.

A histológiai sajátságoknak is csak akkor van abszolút értékük,

¹ I. m. 407. old.

² Ein Beitrag z. vergl. Anat. d. Markstrahlgewebe u. jährl. Zuwachszonen im Holzkörper v. Stamm, Wurzel u. Ästen bei *Pinus abies* L. Flora, 1885, p. 276.

³ Anatomiai és physiol. vizsgálat a vörösfenyő (*Larix europaea* DC.) fáján. 1899. 33. old.

⁴ I. m. 407. old.

⁵ I. m. 413. old.

⁶ I. m. 415. old.

ha azok a faji tulajdonsághoz tartozók. Az iker-, illetve több sorban álló udvaros gödörkékről pedig ZDAREK kimutatta,¹ hogy nemcsak a *Larix*-ban, hanem «a magas hegyvidékekről származó *Picea* törzsében is lehetnek iker, sőt 3—4 soros udvaros gödörkés tracheidák is», viszont az idős *Larix* külső, keskeny évgyűrűiben szintén csak egy sorban állnak az udvaros gödörkék. Igaz ugyan, hogy átlagosan a *Larix*-ban gyakoriabbak a többsoros gödörkés tracheidák, de mivel van eset, mikor a *Larix*-ból hiányzanak, a *Picea*-ban pedig megvannak, azért fameghatározásra «az udvaros gödörkék száma és állása nem használható». Azt általánosítani azonban, hogy magas fekvésű helyről való *Picea*-k, szemben az alacsony vidékiekkel, mindig többsoros tracheidákkal bírnak, szintén nem lehet, mert ZDAREK-kel szemben ROSENTHAL kimutatta,² hogy a tőle vizsgált alpesi *Picea*-k «gödörkében nem voltak gazdagabbak, mint a síkságiak». Itt a fekvésen kívül a különböző klimatologiai és physiologiai viszonyok is tekintetbe jönnek, a melyek a növekedés intenzitásával kapcsolatosan a tracheidák szélességét és így a több sorban álló udvaros gödörkék kifejlődését is lehetővé teszik.

Ugyancsak ilyen relativ értékű diagnostikai bélyeg a bélsugarakat szegélyező haránt-tracheidák külső falának apró foga-zása (*Picea*), illetőleg hiánya (*Larix*). Ezt SCHRÖDER állította fel,³ később ZDAREK,⁴ TASSI,⁵ majd ennek nyomán újabban BURGERSTEIN⁶ is abszolút értékűnek ismeri el, noha már maga SCHRÖDER⁷ is mondja, hogy «habár ritkán», de a *Larix europaea* külső bélsugár (így nevezi ő a külső szegélyző tracheidákat) udvarai körül is megvannak azok a gyenge, keskeny, hegyes vastagodá-

¹ Hoftüpfel d. Fichten- u. Lärchenholzes. Österr. Forst- u. Jagdzeit. 1903. Ref. Bot. Zentbl. 93. köt. 130. old.

² Über die Ausbildung d. Jahresringes an der Grenze des Baumwuchses in den Alpen. 1904. 24. old.

³ Das Holz d. Koniferen. Tharander forst. Jahrb. Bd. 22 (1872) 1. old.

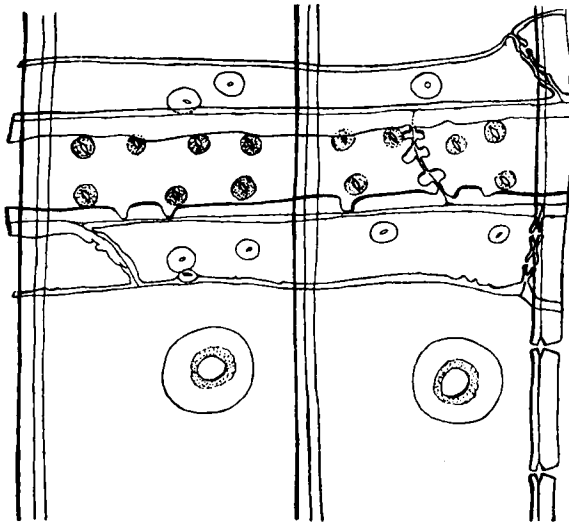
⁴ I. m.

⁵ Bul. Lab. e Orto bot. Siena. VIII. 1906. Ref. Justs Jahresber. 1906. II. 25. old.

⁶ Bestimmungstabelle in Wiesner Festschrift.

⁷ I. m. 65. old.

sok — fogak —, melyek a *Picea*-ban gyakoriabbak. Különböző helyről való anyagon végzett vizsgálataim teljesen megegyeznek SCHRÖDER észleléseivel, de mivel a *Larix* fájában magam is többször megtaláltam (1. rajz), azért ezt szintén nem lehet abszolút értékűnek tartani; sőt szerintem e fogak kifejlődése, éppen úgy, mint az ikergödörkéké, a növekedési feltételektől függ és részben nem egyebek, mint keresztmetszetei a haránt-tracheidákon levő, csavarmenetesen futó vastagodási léczeknek, melyeket



1. rajz. *Larix decidua* MILL. bélsugara; az alsó haránttracheida külső falán apró kis fogak. $\frac{500}{1}$.

némely anyagon igen jól, másikon pedig egyáltalán nem látni. A *Picea*-k e spirálisan vastagodott haránt tracheidáiról már KLEBERG is megemlékezik¹ sőt a *Larix*-szal szemben megkülönböztető tulajdonságnak is tartja. PFURTSCHELLER pedig az *Abies excelsa* DC. (= *Picea excelsa* LK.)-ról le is rajzolja;² a *Larix europaea* DC.-ről pedig azt mondja,³ hogy «a külső bélsugár-sejtek

¹ Die Markstrahlen d. Koniferen. Bot. Zeit. 1885. 682., 683., 726. old.

² Beitr. zur Anat. der Koniferenholzer. Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. in Wien. Bd. 34 (1884). XIV. tábla, 2. rajz.

³ I. m. 538. old.

terjedelemre nézve is ugyanolyan vastagodást mutatnak, mint a *Picea*. Ezt a spiralis vastagodást magam is többször láttam, de sohasem oly élesen, mint a hogy PFURTSCHELLER rajzolja, vagy KLEBERG említi; úgy, hogy ez szerintem az anyag termőhelyétől függ. A csavaros vastagodású tracheidák PFURTSCHELLER anyagában különösen a belső évgyűrűkben voltak láthatók, de azért jobban el voltak terjedve, mint a hasonlóan spiralis vastagodású szűk hossztracheidák, mert megtalálhatók,¹ «ha gyenge kifejlődésben a széles tracheidás övben is, sőt az olyan évgyűrűkben is, melyekben a szűk hossztracheidák csavaros vastagodásának már nyomát se találni». Ezeket figyelembe véve magam is ilyen helyeken kerestem és meg is találtam, habár nem olyan erősen kifejlődve; különösen a haránt-tracheidák végén tűnt elő erősebben, de befelé azután elmosódott. Ilyen apró fogak a külső határfalon létrejöhetnek azonban a metszés következtében is. A szélső, szegélyző tracheida ugyanis háromszögletű lévén, a ferdén álló radialis falakban lévő gödörkék némelyikét véletlenül úgysis keresztül vághatjuk, hogy csak egyik része marad a metszetben és ekkor a volt porus két oldalán az udvar fala két kis fognak tűnik elő; ezért említheti SCHRÖDER is, hogy különösen a külső bélsugár udvarai körül láthatók ilyenek.

Egy másik nem is kétséges, hanem határozottan téves histologiai megkülönböztető sajátosság a bélsugár haránt-tracheidáinak hasitékszerű porusa. WIESNER² szerint «a radialis falban lévő, hasitékszerű, meredek spirálisban elhelyezkedő porusok határozottan megkülönböztetik a *Larix*-ot a *Picea*-tól.» INGVARSON³ pedig ennek éppen az ellenkezőjét állítja, a mennyiben «a *Picea* bélsugár tracheidális elemeinek aránylag hosszú és keskeny porusa van, mely a *Larix* falában csak az udvar perforációjaként tűnik elő». Ez a két, homlokegyenest ellenkező megfigyelés abból magyarázható, hogy ez sem nem generikus, sem nem faji tulajdonság, hanem főként külső okok hatásának következménye.

¹ I. m. 537. old.

² Unters. einiger Treibhölzer aus d. nördl. Eismeere. Sitzb. d. k. k. Akademie d. Wiss. Wien. Bd. 65 (1872). I. Abth. 103. old.

³ Om drifveden i Norra Ishafvet. K. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar Stockholm. Bd. 37. 1903. Ref.: Bot. Zentbl. 96. 498. old.

mely nemcsak a *Larix*, illetőleg *Picea*, hanem az összes Coniferák ágainak és néha a törzsnek is a tulajdonsága. MER,¹ KONONTSCHUK,² CIESLAR,³ HARTIG,⁴ GOTHAN,⁵ SONNTAG,⁶ KRIEG,⁷ JACCARD,⁸ sőt WIESNER⁹ vizsgálataiból és kísérleteiből tudjuk, hogy a legtöbb fenyő ágainak igen gyakori, majdnem általános tulajdonsága, hogy a farész excentrikus növekedésű olyformán, hogy a vízszintesen álló ágak alsó része erősebben növekedik, vagyis előáll a hyponastia, vagy WIESNER szerint hypotrophia. Az ilyen hyponastiás helyek vörös színűek, az évgyűrűi szélesebbek ugyan, mint a szemben lévő «fehér fában», de a rendes viszonyoktól eltérőleg a széles tracheidás öv szűkebb a szűk tracheidás résznél. Ugyanilyen szerkezet található némely törzsben is, ha állandóan egyirányú szél hatásának erősen ki van téve. A fenyők e tulajdonsága már rég ismeretes volt, de csak HARTIG mutatta ki azután, hogy az úgynevezett «Druckholz», SONNTAG szerint «Rothholz», magyarul színe után «vörös fának» lehet nevezni, elemeit tekintve mikroszkopialag is elüt a rendes «fehér fától», mert a hossztracheidák fala különösen a szűk tracheidás részben spirálisan csikolt (nem vastagodott), az udvaros gödörkék porusa keskeny, hosszú, ferdén álló, hasitékszerű és ugyanilyen a bélsugár haránt-tracheidáin levő udvaros gödörkék porusa, valamint a bélsugár-parenchyma egyszerű gödörkéié is:

¹ De la formation du bois rouge dans le Sapin et l'Épicéa. Comp. Rend. 1887. Ref. Justs Bot. Jahresber. 1887. II. 618. old.

² Über örtliche u. einseitige Festigkeit d. Holzes. Jahrb. d. Petersb. Forstinstitut. Ref. Justs Bot. Jahresb. 1888. I. 732. old.

³ Das Rotholz d. Fichte. Zentbl. f. d. gesam. Forstwesen. XII. 1896.

⁴ Das Rotholz der Fichte. Forstl. naturw. Zeitschrift. V. 1896 és Holzuntersuchungen, 1901.

⁵ Anal. lebend. u. fossil. Koniferenhölzer, 1905.

⁶ Über d. mech. Eigenschaft. d. Rot- u. Weißholzes d. Fichte und anderer Nadelhölzer. Pringsheim Jahrb. 39 (1903).

⁷ Streifung d. Tracheidenmembran in Koniferenholz. Bot. Beihefte XXI (1907).

⁸ Étude anatomique de bois comprimés. Mitth. schweiz. Anstalt Forst. Versuchsw. X (1910). I. 53. Ref. Bot. Zentbl. 1911. 116. k. 83. old.

⁹ Paratonische Trophien beim Dickenwachstum d. Fichte. Ber. d. d. Bot. Gesellsch. 1896 és Über d. ungleichseitige Dickenwachstum d. Holzkörpers infolge d. Lage. Ber. d. d. Bot. Gesellsch. 1892.

úgy, hogy ez a sajátság csak annak eldöntésére használható, hogy az illető anyag valamelyik fenyő vörös vagy fehér fájából való-e.

A histológiai tulajdonságok is csak akkor válnak tehát absolut értékű diagnostikai bélyegekké, ha azokat valamelyik faelem teljes hiányára, illetőleg jelenlétére, vagy azok oly tulajdonságára alapítjuk, mely a vele összehasonlítottból hiányzik. Ilyen volna a jelen esetben a hossz- vagy faparenchyma-sejtek jelenléte a *Larix*-ban, illetőleg hiánya a *Picea*-ban.

Ezeket UNGER,¹ valamint GOEPPERT² egyszerű gyantaedényeknek, HARTIG TH.³ pedig «Zellfasern»-nek nevezi és szerinte ugyanolyan nagyságúak, alakúak és helyzetűek, mint a hossz-tracheidák (Holzfaser), de több, vízszintes, gödörkés fallal sejtekre oszlik, néha keményítősek (*Taxodium*), máskor sötétbarna, egynemű, látszólag nyúlós, valószínűleg gyantás anyagokkal rokontartalmúak (*Cupressineae*) és kiemeli,⁴ hogy a *Larix*-ban nemcsak a gyantavezetékek körül, hanem «az összes évgyűrűk legkülső sejtrétegeiben is megvannak, de itt csak egyenként állnak és kicsinyek». Meghatározó táblájában⁵ azután ezen az alapon különbözteti meg a *Larix* fáját a *Picea*-étól.

MAYR H. szerint⁶ a fiatal *Larix* fájában szintén megvan, szemben a *Picea*-val, a hol, ha esetleg megvan, mindig csak pathologikus jelenség. KLEBERG⁷ a *Larix* fájában — habár ritkán — szintén látta. SCHMALHAUSEN⁸ ismét a hosszparenchyma jelenléte (*Larix*), illetőleg hiánya (*Picea*) alapján különbözteti

¹ Chloris protogea, 2-3. füz. 27. old.

² Monographie d. foss. Koniferen mit Berücksicht. der Lebenden. (1850) 47. old.

³ Beitr. z. Geschichte d. Pflanzen und zur Kenntnis d. norddeusch. Braunkohlenflora. Bot. Zeitg. 1848. 126. old.

⁴ I. m. 127. old.

⁵ I. m. 123—124. old.

⁶ Secretionsorgane d. Fichte u. Lärche. Bot. Zentbl. 20 (1884) 283. old.

⁷ I. m. 726. old.

⁸ Tertiäre Pflanzen d. Insel Neu-Sibirien. Mem. de l'Acad. Imp. d. Sc. d. St. Petersburg. VII. Ser. I. 37. 1890. Ref. Englers bot. Jahrb. XII. Bot. Zentbl. 43. Justs bot. Jahresb. 1890. II. 234. GOTTHAN nyomán i. m. 62. old.

meg a két fát. Legújabban pedig GOTHAN¹ használja fel az említett értelemben diagnostikai jellegnek. Ezekkel szemben BURGERSTEIN² hivatkozva számos, gyökéren, ágon és törzsön tett vizsgálatára, kijelenti, hogy a *Larix* fájában a tracheidákkal párhuzamosan futó hosszparenchymát nem talált; ezt WIESNER munkájára³ való hivatkozással STONE is átvette.⁴

Ezek az ellentmondó adatok és az a körülmény, hogy ha a hosszparenchyma a *Larix*-ban valóban megvan, a *Picea*-ból pedig hiányzik, kitünő megkülönböztető sajátosság, késztettek arra, hogy ez irányban is behatóbban foglalkozzam e kérdéssel. Anyagomat részben a kir. József-műegyetem növényteni szertárának fagyűjteménye, a lipitújvári és mezőhádi m. kir. erdőgazdaságból való száraz, részben Lőcséről és a budapesti m. kir. kertészeti tanintézet kertjéből való élő anyag alkotta, melyet még más ismeretlen helyről való *Picea*-darabokkal («hangszerfa») egészítettem ki. E különböző helyekről való anyagon sikerült azután megállapítanom, hogy szemben a *Picea*-val, a *Larix*-nak úgy a törzsében, mint az ágaiban (gyökeret nem vizsgáltam) igen is megvan a hossztracheidákkal párhuzamosan futó fa- vagy hosszparenchyma, úgy hogy ez alapon biztosan meg lehet különböztetni egymástól a két fát.

A parenchyma-sejtsorok főként az évgyűrűhatáron, de néha, a mint már GÖPPERT is lerajzolta,⁵ itt-ott beljebb a szűk tracheidák között, magányosan, ritkán kettesével állnak (2. rajz). A keresztmetszeten szétszórt helyzetük miatt nehezen tűnnek fel, hacsak egyszerű gödörkés, vízszintes faluk nem látszik. Hosszanti faluk keresztmetszete csak valamivel keskenyebb, mint a széles tracheidáké, ruthenium-vörössel megfestve az előzőleg Eau de Javelle-lel kezelt és vízben kifőzött metszetet, jobban előtűnnek, mert a tertiär lamellája erősebben festődik, mint a környezetéé, secundär lamellája pedig gyengébb kifejlődésű lévén, azért ürege

¹ I. m. 62., 98. old.

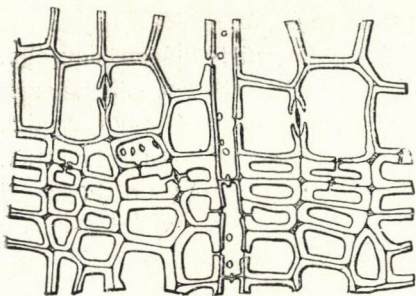
² Zur Holzanatomie d. Tanne, Fichte u. Lärche. Bericht d. d. bot. Gesellsch. 1906. 295. old.

³ Rohstoffe, II. Aufl.

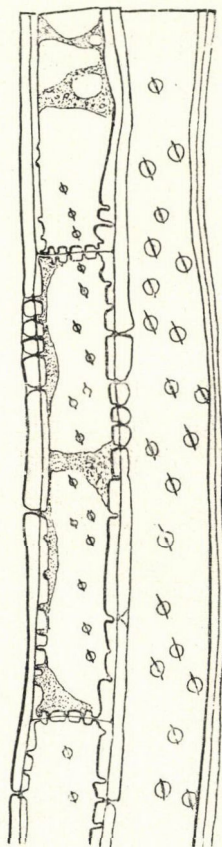
⁴ The Timbers of Commerce, 1904. 269. old.

⁵ I. m. III. tábl. 2.

nagyobb mint a szomszédos szűk tracheidáké, de valamivel kisebb a széles tracheidákénál. Vízszintes falaikban kerekék, kerekdedek, szemréisalakúak az egyszerű gödörkék. Hosszanti falaik közül a tangentialis falban (3. rajz) sűrűbben vannak a gödörkék, mint a radialisban, mert az utóbbi felületre nézve kisebb az előbbinél; sőt a radialis fal szabad felületét gyakran az is csökkenti, hogy ehhez a falhoz két, egy széles és egy szűk tracheida illeszkedik és ezek közös tangentialis fala a parenchyma amúgy is rövid radialis falának nagy részét elfödi, úgy hogy itt gödörke nem képződhetik. Ha azonban kitolódik teljesen a széles tracheidák közé, vagy bennmarad a szűk tracheidák között, akkor ezen is jól láthatók a gödörkék. A tangentialis falban féludvaros gödörkék vannak: a halvány udvart a



2. rajz. *Larix decidua* MILL. fa keresztmetszet; az évgyűrűhatáron egy hosszparenchymasejt egyszerű gödörkés vízszintes fala. $345/1$.

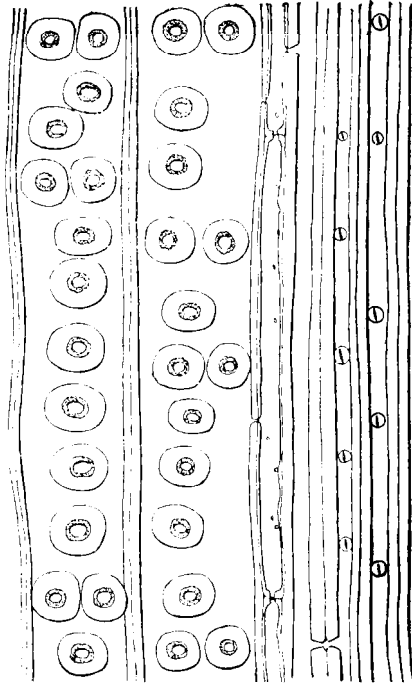


3. rajz. *Larix decidua* MILL. hossz- vagy faparenchyma sejtjei tangentialis metszetben; a hossztracheida tangentialis falában udvaros gödörkék. $345/1$.

parenchyma egyszerű gödörkéje és a szomszédos hossztracheida féludvaros gödörkéinek udvara adja, míg a halvány udvarban látható porus a féludvaros gödörkéhez tartozik. Ha a porus kör vagy kis

ferdén álló ellipsis és nem éri keresztül az udvart, akkor a parenchyma-sejt szomszédja tágüregű, keskenyfalú tracheida, ha ellenben ferdén álló, hasitékszerű és túléri az udvar területét, akkor szűk üregű, vastagfalú tracheidával érintkezik a parenchyma. A radialis fal gödörkéi kisebbek a tangentialis falénál. Felületi nézetben itt csak

igen kis ferdén álló ellipsis, vagy hasitékszerű gödörkéket láttam (4. rajz) és csak a pontos tangentialis metszetből tűnik ki, hogy a parenchyma egyszerű gödörkéjének a tracheidák részéről itt is féludvaros gödörke felel meg, a melynek a porusa felületi nézetben (radialis metszet) többnyire keskeny hasíték, hosszmetsetben (tangentialis metszet) pedig az udvarból kiindulva, a tracheida ürege felé tölcészerűen szélesedik; míg keresztmetsetben kis keskeny csatorna képét mutatja. Ezekről a gödörkékről kicsinységük és a radialis fal gyakori ferdesége miatt úgy radialis, de különösen tangentialis irányban nehéz pontos metsetet készíteni, mert a hossz-



4. rajz. *Larix decidua* MILL. hossz- v. faparenchyma sejtje radialis nézetben az évgyűrű határán. ³⁴⁵/₁.

metsetben igen kis ferdeség elégséges már ahhoz, hogy csak egyik rész, például az egyszerű gödörke vagy a porus tölcészerű hosszmetsete maradjon a metsetben. (3. rajz.)

A hosszparenchyma sejtjeinek hosszanti sora néha hirtelen megszakad és a neki megfelelő sor előbb vékony, majd rendes, a többi hossztracheidához hasonló vastagságú fallal bíró hossztracheidákban folytatódik (5. rajz), a határoló vízszintes falban

ilyenkor a tracheida felől egy-két apró féludvaros gödörke látható. Ha azután nem egy, hanem két sor parenchyma-sejt halad egymás mellett és csak az egyik szakad meg, akkor a hosszanti falban is féludvaros, illetőleg a parenchyma részéről egyszerű gödörkék vannak.



5. rajz. *Larix decidua* MILL. faparenchyma-sejtje választó fallal, tangentialis metszet. 345. 1.

A tangentialis metszetben előfordul elég gyakran az is, hogy némelyik parenchyma-sejtben egy választó fal egy új sejtet különít el a régi belsejében (5. rajz), a nélkül azonban, hogy ez által a régi, eredetileg teljesen oszlopalakú sejt alakjában bármit is változnék. Az ily módon elkülönített fióksejt a választó falon keresztül azután egyszerű gödörkével közlekedik a nagyobbik sejtrel.

A hosszparenchyma nem téveszthető össze a gyantavezetékek parenchymás hüvelyének sejtjeivel, az u. n. vezetékparenchymával sem, mert ezek zömökebbek, vastagabb faluak, sűrűbben vannak egyszerű gödörkével megrakva és hosszmetsetben, legyen az akár tangentialis, akár radialis, mindig több sor látható egymás mellett, melyekben a sejtek nem állnak oly pontosan egymás fölött, mint a hosszparenchyma esetén, hanem a közöttük levő kisebb-nagyobb eltolódások miatt a függélyes sor folytonossága többször meg van zavarva.

Ha a hosszparenchyma-sor bélsugár mellett halad el, akkor a bélsugár a parenchymával apró egyszerű gödörkével közlekedik. Szétszórt helyzete miatt legnehezebb a radialis metszetben megtalálni, könnyebb már a keresztmetsetben, de legbiztosabban a tangentialis metszetben található meg, ha azt a következőképpen készítjük: Nehogy a gyantavezeték parenchymája zavart okozzon, először a vizsgálandó fa sima keresztmetsetén kézinagyítóval oly évgyűrűhatárt keresünk ki, a hol nincs gyantavezeték; a bizonyosság kedvéért most beretvával készítünk

ugyanerről a helyről keresztmetszetet, hogy mikroszóppal is meggyőződhessünk a gyantavezetékek hiányáról, ezután éles kés-sel tangentialis irányban úgy hasítjuk le a gyantavezetéknélküli gyűrűben a fadarabot, hogy az évgyűrűhatáron csak egy szabad szemmel elkülöníthető, keskeny öv maradjon meg a szűk-tracheidás részből. Lesimitva az így nyert felületet, a kikészített darabot 1—2, esetleg több óráig vízben áztatjuk és azután sorozatos tangentialis metszeteket készítünk; ezeket Eau de Javellebe vagy káliclúgba teszszük, majd jól kimosva kémosóban, vízben 5 percig forraljuk, esetleg a kimosás után alkoholba teszszük. Átvizsgálva a metszeteket, különösen azokra kell figyelmet fordítani, melyekben a hossztracheidák tangentialis gödörkéi előtűnnek, mert ezek mutatják, hogy a metszet közvetlenül az évgyűrűhatár szűk-tracheidás részéből való és így a hosszparenchyma előfordulása itt a legvalószínűbb.

Az egyszerűen gödörkés, vízszintes falairól azután a hosszparenchyma minden kétséget kizárólag igen könnyen felismerhető.

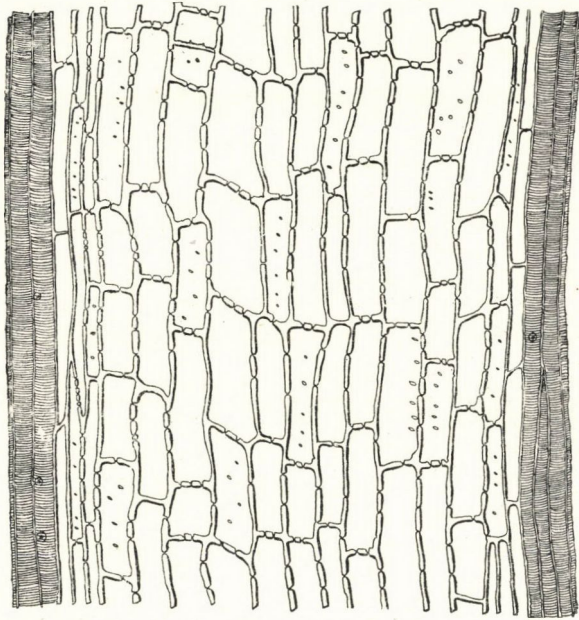
Különös figyelemmel voltam MAYR-nak¹ arra a megfigyelésére, hogy nem betegség okozza-e a hosszparenchyma kifejlődését és valóban csak fiatal *Larix*okban rendes képződésű-e? Vizsgálataim szerint rendellenes évgyűrű képződése esetén csakugyan több a parenchyma-sejt, de ekkor nemcsak izolált sorokban, hanem egész rétegben, és nemcsak az évgyűrűhatáron, hanem beljebb is tömegesen fejlődnek ki. Az ilyen helyeken a tracheidák, bélsugarak, sőt maguknak a parenchyma-sejteknek is a fala girbe-gurba, a faelemek a parenchymával együtt elgyantásodottak, rozsdaszínű tartalmuak, úgy, hogy az ilyen parenchymaképződés könnyen megkülönböztethető a rendes hosszparenchymától; különben is fameghatározáshoz rendellenes, beteges évgyűrűsrészt úgy sem használunk.

Ugyanily módon vizsgáltam az ágakat is, valamint összehasonlítást tettem a törzs fiatal és idős évgyűrűi között, de a parenchymát mindig sikerült megtalálnom, úgy *hogy a Larixban a hosszparenchyma nemcsak fiatal korban, hanem idősebb*

¹ I. m.

korban is megvan és így a *Picea*tól histológiailag is megkülönböztethető.

Egyszerűbbé lesz a két fa megkülönböztetése, ha oly anyaggal rendelkezünk, melyben a bél is megvan, ekkor a bélben keresztül menő, egyetlen hosszmetset elégséges már ahhoz, hogy a kettő közötti különbség rögtön elötünjék. A míg ugyanis

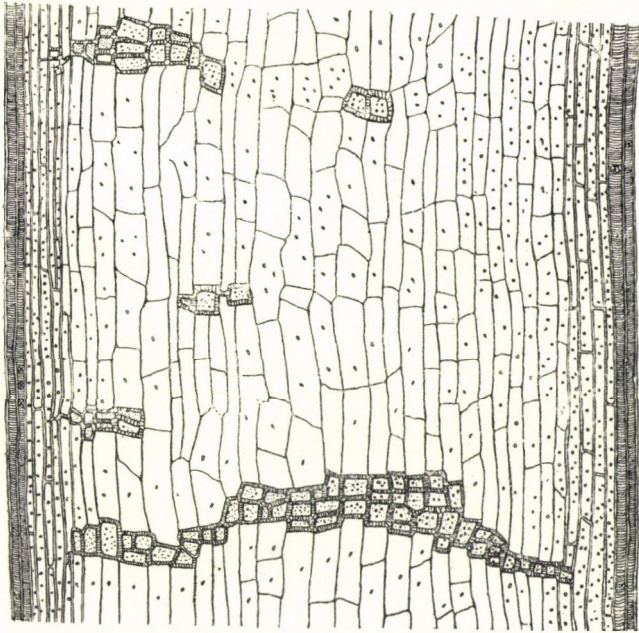


6. rajz. *Larix decidua* MILL. belének hosszmetsete. ²⁰⁰/₁.

a *Larix* bele egynemű, oszlopalakú, vörösbarna tartalmú, apró, szemrészalakú gödörkével bíró, vastagfalú parenchyma-sejtekből áll (6. rajz), melyek a bélöv felé keskenyednek, addig a *Picea* belének legnagyobb részét szintén oszlopalakú parenchyma alkotja, de közöttük rozsdavörös tartalmú, sklerenchyma-sejtek is vannak, melyek a hosszmetsetben (7. rajz) a bélben szét-szórva vagy kisebb-nagyobb csoportokat alkotnak, vagy pedig a bélövttől kiindulólág, vízszintes irányban 1—7 sor közötti magasságban, diaphragmaszerűen sorakoznak egymás mellé, és egyszer

átéri az egész bélsatornát, máskor pedig vakon végződik a bél belsejében.

FRI-TSCH¹ a Coniferák bélüregeivel foglalkozva, megemlíti, hogy a *Larix*-ban minden tenyészeti év végén gömbölyded sejtekből álló választófal képződik, mely az egymásután következő évek belét — hajtás közti bél² = moelle interrameale³ —



7. rajz. *Picea excelsa* (POIR.) LK. belének hosszmet-szete. 87/1.

választja szét. E választófal, noha vastagabb falú sejtekből áll, mint a bél oszlopalakú sejtekből álló része, nem téveszthető össze a *Picea* sklerenchyma-rétegeivel, mert sejtjei gömbölyűek, vékonyabb faluak, gyéren gödörkések, de legjellemzőbb, hogy

¹ Die Marklücken der Koniferen. 59. old.

² MÁGOC-SY-DIETZ S.: Kétszikű fás növények béldiaphragmája. Math. Term.-tud. Értesítő, XVII. 1899.

³ GRIS: Ann. d. sc. nat. V. T. XIV. 43.

a belőlük való választófal alatt mindig, még a törpe hajtásokban is, megvan az egyes év hajtásközi belét elválasztó üreg, míg a csomóközökben a *Larix* bele csak egynemű sejtekből áll és üregek nincsenek benne.

A *Picea* bélsklerenchymája már az egy éves ágakban is megtalálható, a sejtfal kezdetben szintén vékony, de hosszmetsetben négyzetes alakjával, apró, pontszerű, sűrűen álló egyszerű gödörkés falaival elüt az oszlopalakú, gyéribben gödörkés parenchymától. Később fala megvastagszik, az egyszerű gödörkék csatornákká válnak, fala erősen elfásodik, de káliumpermanganát-reactiót ép úgy nem ad, mint a fa többi része. Igen gyakran a vékony oszlopalakú parenchyma elszakad tőle, úgy hogy a sklerenchyma-rétegek diaphragmaszerűen kisebb-nagyobb szabálytalan üregre osztják az egész bélsatornát, s ezért a *Larix* belének hosszmetsetétől egészen eltérő képet kapunk.

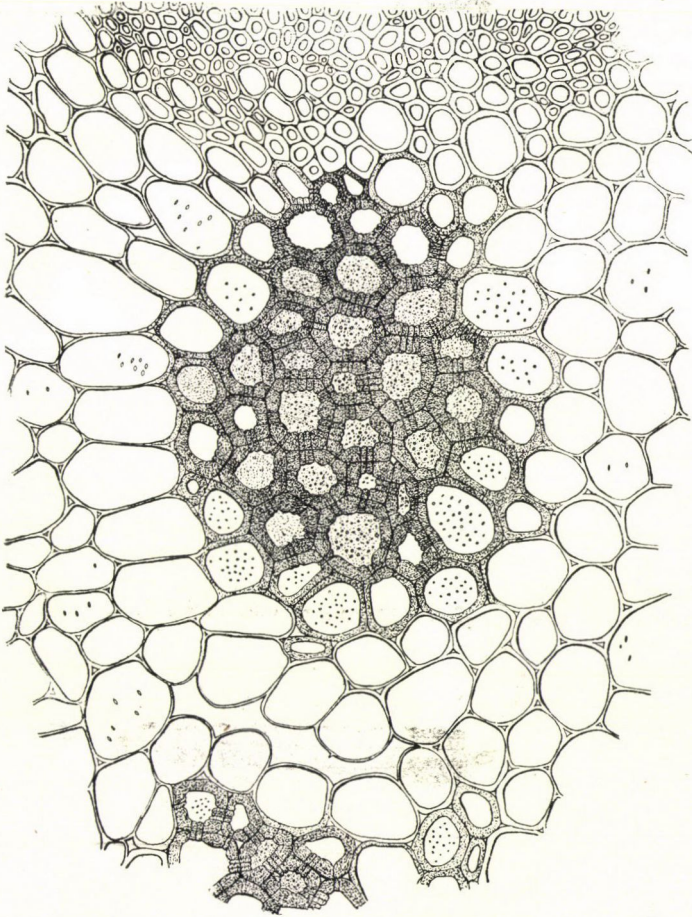
Keresztmetsetben (8. rajz) a sklerenchyma-sejtek sokszögletűek és nem adnak olyan sklerenchyma-diaphragmát, mely teljesen elzárná a bélsatornát, hanem kisebb-nagyobb helyen át van törve a vékonyabb falu parenchymától. E sklerenchymacsoportok idősebb korban már szabad szemmel, vagy kézinagyítóval is felismerhetők, mert világosabb foltoknak tűnnek elő a vörösbarna bélben.

Dolgozatom befejezése után találtam csak rá SCHNEIDER J.¹ munkájára, a ki a Jan-Mayen sziget uszadékfáinak vizsgálása közben ugyanezt a különbséget találta a *Larix sibirica* és az *Abies excelsa* POIR., valamint ennek varietása, az *Abies obovata* LOUD. = *Picea obovata* LEDEB. bele között; úgy hogy ez nemcsak a mi két hazai fenyőnk közötti különbség, hanem generikus tulajdonság, melynek alapján a *Picea* és *Larix* genus histologiailag is igen könnyen elkülöníthető egymástól. SCHNEIDER munkájából láttam csak, hogy ezt a különbséget már HARTIG² 1840-ben ismerte, de a későbbi összehasonlító faanatómiákban a megkülönböztetésnek ezt a könnyű módját senki sem említi.

¹ Unters. einiger Treibhölzer d. Insel Jan-Mayen. Die österr. Polarstation Jan-Mayen. III. 1886. Ref. Bot. Zentbl. 29. 300.

² Vollständ. Naturgesch. d. forstl. Kulturpflanzen Deutschlands (1840).

Némi tájékozást nyerhetünk a két fa közötti különbségről a bél vastagságából is, a *Larix* bele ugyanis általában véve



8. rajz. *Picea excelsa* (POIR.) LK. belének keresztmetszete. 203/1.

szűkebb, mint a *Picea*é. NÖRDLINGER szerint¹ a *Larix* belének átmérője csak 0—1 mm, míg a *Picea*é 1—5 mm között változik.

E két histológiai különbségen kívül végül felhasználtam a

¹ Die technische Eigenschaft. d. Hölzer (1860). 507. és 524. old.

szabad szemmel való megkülönböztetésre a fa csersavtartalmát, illetőleg annak chemiai reactióját is.

A Coniferák bélsugaraiban ugyanis csersav is van, a mely a bélsugarak elhalása után más színező anyagokkal együtt az egész fában elterjed és sötét színűvé festi a már működésben nem levő részt. A színes gesztnélküli fenyőkben szintén képződik csersav, de olyan kis mennyiségben, hogy itt színes geszt nem fejlődik.¹

Ha már most *vaschlorid* telített vizes oldatával kenjük be a kétféle, jól kiszáradt és frissen lesimitott fát, akkor a *Picea excelsa* fája *megzöldül*, a *Larix decidua* érett gesztje ellenben néhány percz mulva *fekete* lesz. A *Larix* szijácsa azonban, valamint a jegenyefenyő (*Abies alba* MILL.) fája is a *Picea*hoz hasonlóan *megzöldül*.

A *Pinus*oknak friss állapotban vagy nincs, vagy csak igen gyenge színes gesztjük van, mely a fény és levegő hosszabb behatására színben erősödik. Szijácsuk mindig, valamint friss állapotban a geszt is élénk zöld színt ad *vaschlorid*oldattal, de ha a geszt kifejlődött, akkor a gesztes rész zöld színében valami piszkos árnyalat van, mely annál erősebb, minél sötétebb volt a geszt. Teljes fekete színűvé azonban sohasem lesz. Így viselkedett e kémszerrel szemben a *Pinus silvestris* L., *P. nigra* ARN., *P. Pumilio* HAENKE, *P. Mughus* Scop., *P. Cembra* L., *P. strobus* L., *P. montana* MILL., *P. rigida* MILL., *P. halepensis* MILL., *P. pinea* L., továbbá a *Juniperus communis* L., *Biota orientalis* ENDL., *Thuja occidentalis* L., valamint a *Picea* «vörösfája». Egyedül a *Taxus baccata* L. gesztje az, a mely szintén megfeketedik, míg a szijács zöld lesz.

E kémszerrel tehát nem csak a színes gesztnélküli lúcz- és jegenyefenyőtől, hanem a többi színes gesztű Conifera fájától is meg tudjuk különböztetni a *Larix*ot, ha az jóminőségű, mert ismeretes, hogy a *Larix* gesztjének a színe a termőhely szerint változik; a vérvörös színtől (Stein- vagy Jochlärche) az egész halvány vörösesbarna színig (Graslärche) mindenféle

¹ STRASBURGER: «Über d. Bau u. d. Verricht. d. Leistungsbahnen (1891). 95., 96. old.

árnyalat előfordul a geszt színében és minél vörösebb valamely termőhely *Larix*-jainak a gesztje, annál jobbminőségű a fa.

A vaschloriddal való fekete színű reactio is annál gyorsabban áll be, minél sötétebb volt a geszt, sőt a világos gesztű *Larix*-ok fája nem is lesz tiszta fekete, hanem piszkos, sötétzöld, vagyis hasonlít a sötét gesztű *Pinus*-ok reactiójához. A reactio gyorsaságának bekövetkezéséből és a szín milyenségéből tehát következtethetünk a *Larix* minőségére, de éppen azért, mert a rosszminőségű *Larix* a színes gesztű Coniferákhoz hasonló színű reactiót ad, ez a megkülönböztetés ezekkel szemben csak relativ, a lúcz- és jegenyefenyővel szemben azonban abszolút értékkel bír, mert oly nagy a színbeli különbség még a legrosszabb minőségű *Larix* gesztje és a gesztnélküli *Picea* és *Abies* fája között.

A zöld és fekete szín árnyalata a gesztben levő cseresavas anyagok mennyiségétől függ és erre vezethető vissza a *Larix* fájának a nagy tartóssága. E tekintetben vetekedik a *tölgyekkel*; vizsgálataim szerint ezeknek a gesztje a *vaschlolid-oldattal először sötétzöld, majd néhány pillanat múlva szintén megfeketedik, míg a cserfa gesztje csak világos-zöldül lesz*, úgy hogy a tölgyeket (*Quercus robur* L., *Qu. sessiliflora* SALISB., *Qu. conferta* KIT., *Qu. lanuginosa* LAM.) e kémszerrel rögtön meg tudjuk különböztetni a cserfától (*Qu. austriaca* WILLD.) és látjuk, a mint a tapasztalat is bizonyítja, hogy tartósságra nézve a tölgyek jóval fölülműlják a cserfát.

Ferrisulfát vizes oldatát használva, azt tapasztaltam, hogy ez a reagens más eredményt ad, mint a vaschlolid, mert azokon a fenyőkön, melyek vaschloriddal megzöldülnek, ferrisulfáttal csak halványszürke, piszkos foltot kapunk a bekent helyen és a *Larix* fája csak annyiban különbözik a fennemlitett fenyőktől, hogy a folt sötétebb színű; a *Taxus* fája pedig kissé kékes színben játszik.

A tölgyek fája azonban ezzel a reagenssel is rögtön megkülönböztethető a cser fájától, mert a míg a cserfán csak piszkos folt marad vissza a reagens helyén, addig a tölgyfa rögtön sötétkék színű lesz. A két reagens közül tehát a fenyők-nél a nagyobb színbeli különbség miatt inkább a vaschlolid

használható, míg a cser- és tölgyfa megkülönböztetésénél mindkettő egyformán biztos eredményt ad,

Összefoglalva dolgozatomat a *Larix decidua* és *Picea excelsa* fájának megkülönböztetéséről, a következőket emelhetem ki:

1. A faelemek méreteire vagy számára alapított meghatározás nem vezet feltétlen megbízható eredményre, hanem ez csak a belső morfológiai sajátosságok alapján való meghatározás helyességét támogathatja.

2. A hossztracheidákon levő iker, vagy több sorban álló gödörkék gyakorisága, valamint a bélsugár haránt-tracheidáinak apró fogai és a bélsugár-parenchyma vörösbarna gyantásodott fala és tartalma csak relatív, a bélsugár gödörkéinek hasíték-szerű porusa pedig hibás megkülönböztető tulajdonság.

3. Ha a kérdéses fa bélsugárszerkezetéből megállapítottuk, hogy csak *Larix decidua*val vagy *Picea excelsa*val lehet dolgunk, akkor a kettőt a bél szerkezete, illetőleg a fa- vagy hosszparenchyma jelenléte vagy hiánya alapján tudjuk csak megkülönböztetni ilyenformán:

a) Ha a bélben sklerenchyma-csoportok vannak, hosszparenchyma hiányzik, a fa vaschlórid vizes oldatával megzöldül: *Picea excelsa*.

b) Ha a bélben sklerenchyma-csoportok nincsenek, hosszparenchyma meg van, a fa gesztje vaschlórid vizes oldatával megfeketedik: *Larix decidua*.

4. Hasonlóképpen könnyen megkülönböztethető a cserfától a tölgyfa is, mert vaschlóriddal a cser megzöldül, a tölgy megfeketedik; ferrisulfáttal pedig a cseren csak piszkos folt marad, míg a tölgyfa sötétkék lesz.

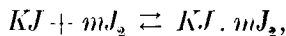
Dolgozatom a kir. József-műegyetem növénytani intézetében készült és úgy az intézet vezetőjének: dr. KLEIN GYULA műegyet. ny. r. tanár úrnak, valamint dr. TUZSON JÁNOS és SCHILBERSZKY KÁROLY magántanár uraknak e helyen is igen köszönöm, hogy munkám készítése közben, a szükséges anyag beszerzésében készségesen támogattak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 június 19.-én tartott üléséből.)

VÍZBEN OLDOTT JÓD ÉS JÓDKÁLIUM EGYENSÚLYÁNAK VIZSGÁLATA SPECTROPHOTOMETRIKUS MÓDSZERREL.¹

HIRSCH FERENCZ-től.

A jód és jódkálium vizes oldatban a következő reactio értelmében hat egymásra :



a hol m a közepesnél nagyobb hígításnál az egységgel egyenlő.

Ezen reactio egyensúlyának vizsgálatával már foglalkoztak. A. A. JAKOWKIN² a megoszlási egyensúly eltolódásának alapján határozta meg a dissociatio állandóját. Később A. A. NOYES és J. SEIDENSTRICKER³ a jód oldhatóságára alapított eljárással állapította meg az egyensúlyállandó értékét. Tekintettel a jód-molekulák színező hatására, én a spectrophotometrikus módszert választottam.

Spectrophotometrikus mérésekkel általában már régebben foglalkoztak, de azokat chemiai egyensúly-problémák tanulmányozására ritkán használták. Az eddigi mérések részben a kísérleti berendezések tökéletlen volta miatt, részben pedig azon okból, hogy a méréseknel nem homogén fényt, hanem többé-kevésbé kevert fényt használtak, csak kevésbé voltak pontosak, illetőleg egymás között összehasonlíthatók.

Th. EWAN,⁴ a ki a rézszulfáton, réznitráton stb. végzett

¹ A m. kir. állatorvosi főiskola chemiai intézetében készült dolgozat.

² Zeitschr. f. physik. Chemie. 13, 539 (1894).

³ U. a. 27, 357 (1898).

⁴ Phil. Mag. (5), 1892. 33, 317 -342.

spectrophotometrikus méréseket, szintén nem homogén fénynél mért. Ugyancsak ezekkel az anyagokkal foglalkozott F. GRÜNBAUM¹ is, a ki először mért homogén fénynél, a célznak teljesen megfelelő kísérleti berendezés felhasználása mellett. Összehasonlító mérései alapján kimutatta, hogy ha két hullámhosszúság által meghatározott intervallum középértékénél mért, akkor bizonyos hullámhosszúságoknál (512—569 $\mu\mu$ között) EWAN-éval jól egyező értékeket talált, azon túl azonban olyan különbségek léptek fel, melyek 25—30% -ot is kitétek.

Méréseimet a KÖNIG-féle, MARTENS és GRÜNBAUM által módosított újszerkezetű spectralphotométerrel² végeztem.

Az extinctiocoëfficiens (ε) kiszámításához a következő adatokra volt szükségem: valamely planparallel absorbeáló réteg vastagságára (d), a belépő (I) és a kilépő (I') fényintenzitásnak viszonyára ($\frac{I}{I'}$), melyek között a következő összefüggés áll fenn:

$$I' = I \cdot 10^{-\varepsilon d} \cdot 3$$

Továbbá, ha ε az oldat extinctiocoëfficiense, ε_0 pedig az oldószeré, a_1 és a_2 a beállítás szögei, akkor az alábbi relatio érvényes

$$\varepsilon - \varepsilon_0 = \frac{\log \operatorname{tg} a_1 - \log \operatorname{tg} a_2}{d} \cdot 4$$

A mi a méréseknél követett eljárás részleteit illeti, pontosan követtem MARTENS és GRÜNBAUM utasításait.⁵

Az oldatok készítésekor nagy gondot fordítottam a praeparatumok tisztaságára. A jódot a szokásos módon tisztítottam; kevés jódkáliummal és calciumoxyddal eldörzsölve ismételten sublimáltam. A jódkálium «analytikai célokra» szolgáló, chemiailag tiszta MERCK-féle praeparatum volt, a melynek vizes oldata hig kénsavval megsavanyítva a keményítőt nem festette meg.

A jód koncentrációját titrimetrius úton, 0.02 normal ná-

¹ Ann. der Phys. und Chemie. 12, 1004 (1903).

² U. a. 12, 986.

³ Ann. der Phys. und Chemie. 12, 985 (1903).

⁴ U. a. 12, 997.

⁵ L. c.

triumthiosulfát-oldattal határoztam meg, indikátorul keményítőt használva. A thiosulfát-oldat titerének meghatározását többször átkristályosított káliumbijodátból készült, 0·05 normal oldattal végeztem.

Tekintettel a jód illékonyására, tisztán üvegrészekből álló edényből¹ bocsájtottam ki a kellő koncentrációra beállított jód-oldatot a mérőcsövekbe.

Méréseimet homogén fénynél végeztem. A spectrumvonalak homogén fényének előállítására a SCHOTT-féle uviol-higanylámpát használtam, mely egy kicsiny (2 cm-nyi) kör alakú nyílást kivéve teljesen körül volt véve asbesttel. Az I. táblázat feltünteteti azokat a fémekeket, melyeknek egyes spectrumvonalainál mértem.

I. táblázat.

Sorszám	Elem	λ , ²	Objectív-rés milliméter
1	Hg	435·856	1·0
2	Mg	448·13	1·0
3	Zn	468·043	0·6
4	N	500·3	0·5
5	Hg	546·097	0·5
6	Hg	576·945 579·049	1·0

Az egyes fémekből készített electrodokat mint szikra-csúcsokat alkalmaztam. A szikrafény előállítására egy 30 cm szikratávolságú induktort, WEHNELT-féle áramszakgatót és egy nagy leydeni palackot alkalmaztam, melynek méretei a következők voltak: magasság 40 cm, belső átmérő 14 cm és falvastagság 4·3 mm. A nitrogen 500-as vonalát bármelyik fém spectrumában megtalálhattam és mint igen élénk vonalat méréseimnél jól felhasználhattam. A fémsarkok és a photométer között egy lencse-combinatio állott, hogy a résen kellő átmérőjű fénynyalábot bocsájtthassak át. Arra állandóan ügyeltem, hogy

¹ Zeitschr. f. physik. Chemie. 41, 546 (1902).

² Milliomodmilliméterekben kifejezve.

a fényforrás és a lencse optikai tengelye mérés közben a készülék centralisába essék. Szükségesnek tartottam azonkívül közölni az objectív-rés szélességét milliméterekben kifejezve. (I. táblázat, 3. rovat.)

Az oldatok concentrációját két titrálás középértékéből határoztam meg. Az egyik titrálás a mérőcsövek megtöltése előtt, a másik a csövek megtöltése után történt. A legnagyobb eltérés a két titrálás adatai között 0.1 cm^3 volt.

A szögek (α_1 és α_2) meghatározásához mindegyik quadransban egy-egy leolvasást végeztem.

Első sorban a vizes jódoldatnak extinctiocoëfficiensét határoztam meg különböző hullámhosszúságoknál. Mérési adataim az áttekinthetőség kedvéért táblázatosan vannak összeállítva.

Jód-conc. (c) = $0.001010 \text{ gr. mol pro lit.}$

II. táblázat.

λ	435				468			
	α_2	α_1	ϵ	a_1	α_2	α_1	ϵ	a_1
1	$30^\circ 24'$	$69^\circ 46'$	0.6651	658.4	$28^\circ 7'$	$70^\circ 37'$	0.7259	718.7
2	$14^\circ 9'$	$81^\circ 4'$	0.7009	694.0	$10^\circ 42'$	$83^\circ 25'$	0.8307	822.4

λ	546				600			
	α_2	α_1	ϵ	a_1	α_2	α_1	ϵ	a_1
2	$41^\circ 6'$	$60^\circ 28'$	0.1530	151.5				
5	$26^\circ 16'$	$72^\circ 16'$	0.1597	158.1	$44^\circ 52'$	$58^\circ 48'$	0.04396	43.5
10	$10^\circ 58'$	$82^\circ 51'$	0.1614	159.8	$39^\circ 31'$	$65^\circ 16'$	0.04203	41.6
20					$24^\circ 19'$	$73^\circ 39'$	0.04588	43.4

λ	500			
	α_2	α_1	ϵ	a_1
1	$36^\circ 55'$	$64^\circ 35'$	0.4473	442.8
2	$22^\circ 51'$	$75^\circ 34'$	0.4823	477.6

Ezen táblázatban λ a hullámhosszúság milliommilliméterekben kifejezve, d a rétegvastagság (cső hossza) cm-ekben, α_1 és α_2 a beállítás szögei, ε az extinciócoefficiens, s végül a_1 a molekuláris extinció-állandó, melyet úgy kaptam meg, hogy a meghatározott ε -t elosztottam a jód-concentrációval (c).

A jódkáliumos jódoldattal végzett méréseim eredményei adják a második sorozatot, a mikor a jódkálium koncentrációja 0·01 gr mólos (pro lit.) volt.

Jód-conc. = 0·001019 gr. mol pro lit. KJ-conc. = 0·01 gr. mol pro lit.

III. táblázat.

λ d cm.	435			468			500		
	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε
0·5	23° 15'	74° 18'	1·8361	37° 30'	60° 22'	0·7201			
1	7° 43'	85° 4'	1·9319	27° 48'	68° 25'	0·6807			
2				12° 27'	81° 37'	0·7138	35° 48'	68° 0'	0·2677
5							20° 3'	83° 6'	0·2709

λ d cm.	546			600		
	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε
2	43° 31'	58° 42'	0·1193			
5	32° 15'	68° 48'	0·1223	43° 31'	56° 51'	0·04150
12	13° 51'	81° 9'	0·1180	33° 28'	63° 49'	0·04067
25				18° 52'	74° 37'	0·04107

Ha e két mérés-sorozat adatait összehasonlítottam, azt találtam, hogy az extinciócoefficiensök között eltérések állottak elő. Hogy ezek az eltérések honnan keletkeztek, azt a következő módon vizsgáltam meg. Két eset volt feltehető. Előállhatott a különbség olyan módon, hogy a vizes jódoldat extinciócoefficienséhez a szintén oldatban levő jódkálium extinciócoefficienséhez hozzájárult; vagy feltételezhettem azt, hogy az oldatban keletkezett J_3^- -ionnak más lévén az extinciócoefficiens, mint a jód-molekulának, ez idézte elő a különbséget. Hogy e két feltevés

közül melyik áll fenn, úgy döntöttem el, hogy megmértem azt, hogy 0·1 gr mólos jódkáliumoldatnak az extinctiocoëfficiense mennyiben különbözik a tiszta víz extinctiocoëfficiensétől.

KJ-conc. = 0·1 gr. mol pro lit.

IV. táblázat.

λ	435			546			578		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
5	54° 21'	54° 27'	0·0003	51° 46'	51° 49'	0·0007	55° 27'	55° 30'	0·0008
10	53° 49'	53° 58'	0·0002	52° 28'	52° 57'	0·0007	54° 13'	54° 16'	0·0001
20	53° 25'	53° 36'	0·0002	50° 54'	51° 0'	0·0001	53° 19'	53° 22'	0·0001

A mérésekből, a mint azt a IV. táblázat mutatja, kitűnik, hogy a jódkálium jelenléte a vízben a fényelnyelésben változást nem idéz elő. Minthogy a két feltevés közül az első nem állhat fenn, csak a második maradhat érvényben.

Ekként eldöntöttem azt, hogy a J'_3 -ion más mértékben nyeli el a fényt, mint a jódmolekula, azaz a J_2 -molekulák és a J'_3 -ion molekuláris extinctiogörbéi egymástól különböznek, még pedig úgy, hogy a J_2 -molekulák absorptiogörbéje a 468 $\mu\mu$ kritikus hullámhosszúságúnál nagyobb hullámhosszúságoknál a J_3 -molekulák absorptiogörbéje felett, azon túl pedig az alatt fut le. Így azután lehetővé vált, hogy az extinctiocoëfficiensből J'_3 -ion koncentrációját meghatározhassam.

Ezek után különböző koncentrációju káliumjodidos jóddoldattal végeztem méréseket. Méréseim eredményei táblázatosan vannak összeállítva, melyeket úgy foglaltam egybe, hogy négy-négy mérési sorozatnál a jódkálium koncentrációja állandó volt és csak a jódkálium koncentrációja változott.

KJ-conc. = 0·001 gr. mol pro lit.

Jód-conc. = 0·0009839 gr. mol pro lit.

V. táblázat.

λ	468			500			546		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
0·5	39° 30'	61° 54'	0·7128						
1	28° 58'	70° 51'	0·7162	37° 55'	62° 28'	0·3914			
2				25° 4'	72° 54'	0·4209			
5							28° 0'	71° 15'	0·1487
10							12° 28'	81° 47'	0·1496

Jód-conc. = 0·0006599 gr. mol pro lit.

VI. táblázat.

1	34° 1'	64° 42'	0·4962						
2	19° 37'	75° 51'	0·5232	32° 31'	66° 48'	0·2817			
5				12° 16'	81° 15'	0·2951	34° 24'	65° 21'	0·1006
10							20° 39'	75° 39'	0·1016

Jód-conc. = 0·0005129 gr. mol pro lit.

VII. táblázat.

1	40° 19'	63° 36'	0·3755						
2	28° 49'	72° 18'	0·3778	40° 6'	64° 42'	0·2001			
5				20° 59'	77° 34'	0·2146	38° 25'	61° 47'	0·07421
10							24° 7'	71° 4'	0·08137

Jód-conc. = 0·0003020 gr. mol pro lit.

VIII. táblázat.

2	38° 24'	64° 30'	0·2112						
5	18° 48'	78° 39'	0·2331	33° 21'	69° 11'	0·1203	44° 18'	57° 59'	0·04291
10				17° 5'	79° 36'	0·1249	36° 19'	63° 27'	0·04350

KJ-conc. = 0.003 gr. mol pro lit.

Jód-conc. = 0.001024 gr. mol pro lit.

IX. táblázat.

λ	468			500			546		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
0.5	38° 53'	61° 42'	0.7246						
1	27° 9'	71° 36'	0.7680	39° 7'	61° 18'	0.3515			
2				29° 0'	70° 0'	0.3575			
5							29° 3'	69° 57'	0.1386
10							13° 37'	80° 31'	0.1332

Jód-conc. = 0.0007139 gr. mol pro lit.

X. táblázat.

1	33° 36'	65° 33'	0.5199						
2	18° 51'	76° 25'	0.5418	35° 27'	64° 15'	0.2321			
5				16° 33'	78° 21'	0.2426	34° 4'	63° 39'	0.09501
10							21° 3'	74° 1'	0.09577

Jód-conc. = 0.0005130 gr. mol pro lit.

XI. táblázat.

1	39° 33'	62° 9'	0.3602						
2	27° 55'	71° 7'	0.3709	41° 43'	60° 54'	0.1522			
5				25° 19'	73° 0'	0.1679	40° 19'	61° 40'	0.06791
10							29° 29'	69° 39'	0.06784

Jód-conc. = 0.0003050 gr. mol pro lit.

XII. táblázat.

2	36° 51'	63° 30'	0.2138						
5	18° 3'	78° 27'	0.2353	35° 19'	65° 10'	0.09686	44° 18'	7° 3'	0.03978
10				21° 27'	75° 9'	0.09822	37° 46'	62° 46'	0.03993

KJ-conc. = 0·005 gr. mol pro lit.

Jód-conc. = 0·001128 gr. mol pro lit.

XIII. táblázat.

λ	468			500			546		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
0·5	38° 54'	63° 22'	0·7858						
1	25° 48'	73° 16'	0·8376						
2				31° 46'	69° 28'	0·3173			
5				11° 30'	84° 12'	0·3369	28° 43'	70° 12'	0·1410
10							13° 25'	80° 58'	0·1421

Jód-conc. = 0·0007699 gr. mol pro lit.

XIV. táblázat.

λ	435			500			546		
	α	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
0·5	30° 7'	69° 31'	1·3283						
1	14° 31'	80° 19'	1·3548						
2				38° 12'	65° 0'	0·2177			
5				21° 52'	79° 25'	0·2250	35° 43'	65° 21'	0·09631
10							21° 31'	75° 16'	0·09843

Jód-conc. = 0·0005809 gr. mol pro lit.

XV. táblázat.

λ	468			500			546		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
1	35° 0'	62° 22'	0·4358						
2	22° 55'	71° 43'	0·4274						
5				38° 22'	59° 10'	0·1628			
10				23° 12'	71° 59'	0·1712	38° 6'	61° 7'	0·07279
							27° 3'	70° 1'	0·07312

Jód-conc. = 0·0003000 gr. mol pro lit.

XVI. táblázat.

λ d cm.	435			500			546		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
1	33° 1'	65° 27'	0·5275						
2	18° 57'	76° 13'	0·5373						
5				40° 54'	67° 18'	0·0882	44° 16'	56° 22'	0·0376
10				25° 15'	75° 30'	0·0914	37° 24'	62° 25'	0·0398

KJ-conc. = 0·01 gr. mol pro lit.

Jód-conc. = 0·001460 gr. mol pro lit.

XVII. táblázat.

λ d cm.	468			500			546		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
0·5	33° 25'	66° 28'	1·0832						
1	18° 48'	77° 1'	1·1051						
2				27° 31'	70° 45'	0·3701			
5				7° 21'	86° 22'	0·4173	25° 9'	73° 39'	0·1722
10							9° 13'	83° 51'	0·1757

Jód-conc. = 0·001001 gr. mol pro lit.

XVIII. táblázat.

1	29° 7'	71° 31'	0·7301						
2	13° 30'	82° 19'	0·7448	36° 30'	66° 31'	0·2464			
5				17° 55'	80° 37'	0·2545	32° 58'	67° 43'	0·1151
10							17° 11'	78° 10'	0·1188

Jód-conc. = 0·0006978 gr. mol pro lit.

XIX. táblázat.

1	35 0'	65° 43'	0·5004						
2	21° 53'	76° 0'	0·4997	40° 22'	62° 25'	0·1763			
5				25° 48'	76° 11'	0·1850	37° 33'	63° 16'	0·0824
10							25° 9'	72° 36'	0·0832

Jód-conc. = 0·0004940 gr. mol pro lit.

XX. táblázat.

λ d cm.	468			500			546		
	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ	α_2	α_1	ϵ
1	41° 5'	62° 9'	0·3366						
2	30° 30'	71° 1'	0·3466						
5				34° 31'	70° 40'	0·1235	42° 12'	60° 22'	0·0575
10				17° 53'	80° 27'	0·1265	32° 13'	67° 28'	0·0583

KJ-conc. = 0·03 gr. mol pro lit.

Jód-conc. = 0·001538 gr. mol pro lit.

XXI. táblázat.

0·5	33° 33'	65° 52'	1·0542						
1	18° 43'	77° 28'	1·1231	39° 6'	61° 36'	0·3571			
2				28° 7'	70° 21'	0·3597			
5							23° 42'	73° 31'	0·1773
10							8° 36'	83° 57'	0·1795

Jód-conc. = 0·001674 gr. mol pro lit.

XXII. táblázat.

0·5	38° 27'	61° 33'	0·7326						
1	25° 37'	71° 43'	0·8002						
2				34° 59'	65° 24'	0·2401			
5				18° 35'	79° 23'	0·2472	30° 30'	68° 10'	0·1250
10							16° 9'	79° 0'	0·1254

Jód-conc. = 0·0007489 gr. mol pro lit.

XXIII. táblázat.

1	34° 31'	67° 35'	0·5438						
2	20° 25'	77° 37'	0·5471	41° 27'	62° 9'	0·1655			
5				26° 43'	74° 5'	0·1731	36° 59'	63° 18'	0·08433
10							24° 7'	42° 45'	0·08569

Jód-conc. = 0·0005399 gr. mol pro lit.

XXIV. táblázat.

λ	468			500			546		
	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε
1	38° 39'	63° 7'	0·3921						
2	26° 48'	72° 36'	0·4003						
5				33° 15'	70° 0'	0·1245	40° 36'	60° 42'	0·06233
10				16° 30'	80° 0'	0·1282	30° 42'	68° 9'	0·06357

KJ-conc. = 0·05 gr. mol pro lit.

Jód-conc. = 0·002002 gr. mol pro lit.

XXV. táblázat.

0·5	28° 0'	70° 4'	1·4296						
1	12° 33'	81° 34'	1·4814	35° 15'	63° 28'	0·4524			
2				22° 40'	73° 46'	0·4575	36° 57'	64° 42'	0·2245
5							18° 52'	78° 12'	0·2292

Jód-conc. = 0·001500 gr. mol pro lit.

XXVI. táblázat.

0·5	35° 24'	68° 9'	1·0904						
1	20° 42'	78° 6'	1·0989						
2				31° 43'	70° 48'	0·3336			
5				9° 31'	84° 28'	0·3578	25° 49'	73° 31'	0·1688
10							9° 37'	83° 25'	0·1708

Jód-conc. = 0·001018 gr. mol pro lit.

XXVII. táblázat.

1	29° 7'	71° 55'	0·7403						
2	12° 45'	82° 48'	0·7719	38° 22'	66° 9'	0·2279			
5				18° 42'	78° 54'	0·2355	31° 19'	66° 39'	0·1161
10							17° 30'	77° 33'	0·1157

Jód-conc. = 0·0007060 gr. mol pro lit.

XXVIII. táblázat.

λ	468			500			546		
	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε
1	36°28'	66°55'	0·5017						
2	22°30'	77°16'	0·5143	42°51'	62°7'	0·1545			
5				28°6'	73°48'	0·1618	37°49'	63°3'	0·08076
10							25°3'	71°51'	0·08147
<p>KJ-conc. = 0·1 gr. mol pro lit. Jód-conc. = 0·003729 gr. mol pro lit.</p>									

XXIX. táblázat.

λ	468			500			546		
	α	α_1	ε	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε
0·5	13°25'	80°24'	2·7884	35°34'	62°49'	0·8375			
1				24°27'	72°16'	0·8701	38°56'	65°17'	0·4296
2							26°15'	74°22'	0·4301
<p>Jód-conc. = 0·002066 gr. mol pro lit.</p>									

XXX. táblázat.

λ	448			500			546		
	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε	α_2	α_1	ε
0·5	10°55'	80°15'	3·0298						
1				30°50'	60°7'	0·4647			
2				19°36'	71°47'	0·4656	39°31'	67°34'	0·2339
5							19°43'	79°36'	0·2364

Jód-conc. = 0·001582 gr. mol pro lit.

XXXI. táblázat.

λ (cm.)	468			500			546		
	α_2	α_1	ε	α	α_1	ε	α_2	α_1	ε
0·5	29° 57'	65° 43'	1·1702						
1	15° 51'	76° 40'	1·1721	39° 54'	61° 3'	0·3433			
2									
5				6° 13'	83° 51'	0·3861	25° 39'	75° 21'	0·1803
10							8° 14'	84° 30'	0·1856

Jód-conc. = 0·001128 gr. mol pro lit.

XXXII. táblázat.

0·5	34° 18'	60° 49'	0·8382						
1	22° 55'	73° 27'	0·9009	39° 19'	56° 49'	0·2567			
2				31° 51'	63° 45'	0·2712			
5							30° 23'	68° 48'	0·1286
10							14° 57'	79° 19'	0·1298

Ha J_2 és J'_3 jelenti a jódmolekulának, illetve a J'_3 -ionnak, c a titrált (összes) jód koncentrációját molokban kifejezve, ε a jódkáliumos jóddatnak extinciócoefficiense, a_1 a jódmolekulának, a_2 a J'_3 -ionnak molekuláris extinció-állandója, akkor ezen értékek között a következő összefüggések állnak fenn:

$$J_2 + J'_3 = c,$$

$$a_1 J_2 + a_2 J'_3 = \varepsilon.$$

a_2 -t számítás útján a következő módon határoztam meg. Ha egy esetben sikerül a J'_3 értékét valami módon meghatároznom, akkor tekintve azt, hogy a két felső egyenletben szereplő többi érték ismeretes, a_2 kiszámítható:

$$a_2 = \frac{\varepsilon - a_1 J_2}{J'_3}.$$

Az ilyen módon kiszámított a_2 értékét felhasználva a J'_3 -ion koncentrációját a többi esetben meghatároztam, ugyanis

$$J'_3 = \frac{\varepsilon - a_1 c}{a_2 - a_1}.$$

A J_3 -ion koncentrációjának, illetve a dissociatio fokának és a constansnak meghatározására legegyszerűbbnek látszott az oldhatósági egyensúly vizsgálatára alapított eljárást használnom. A jód oldhatósága és a dissociatioconstans között a tömeghatás és az oldhatóság törvénye értelmében a következő összefüggés van:

$$k = \frac{(A+O-C)O}{C-O},$$

ahol A jelenti a jódkálium koncentrációját, O a jód oldhatóságát tiszta vízben és C az összes (titrálható) jód koncentrációját a jódkáliumos oldatban.

20° C.-on meghatároztam a jód oldékonyságát tiszta vízben, 0·001, 0·002 és 0·005 gr mólos jódkálium-oldatban. Az alábbi összeállítás adja a mérés eredményeit a kiszámított constanssal együtt.

Tiszta víz 1000 cm³-ében feloldódott 0·2926 gr jód, tehát $O=0\cdot001152$ gr. mol pro liter.

A	Az oldószer 1000 cm ³ -ében titrálható (összes) jód mennyisége gr.	A titrálható (összes) jód koncentrációja gr. mol pro lit. C	k
0·001	0·4099	0·001613	0·001347
0·002	0·5298	0·002087	0·001311
0·005	0·8915	0·003514	0·001287
Középérték			0·001315

A k -nak így nyert értéket felhasználva, a következő egyenletből sikerült a dissociatio fokát kiszámítani:

$$\delta = \frac{-(n-1+kv) + \sqrt{4kv+(n-1+kv)^2}}{2},$$

ahol δ jelenti, hogy az összes (titrálható) jódból milyen nagy a J_2 -molekulára eső hányad, n az egy jód-molekulára eső KJ -molekulák száma, v jelenti, hogy az oldószer hány literében van egy gr.-molekula jód feloldva és $k=0\cdot001315$.

¹ BUGARSZKY: Math. és Természett. Értesítő, XX, 413, 1902.

A J_3 -ion dissociatiofokát az $1-\delta$ kifejezés adja.

A szükséges számítások elvégzése után a nyert értékeket hét sorozatban állítottam össze. Az egyes sorozatok jellemzésére felemlitem, hogy n -nek és v -nek viszonya — mely minden egyes táblázat fején fel van tüntetve — egy-egy sorozatban állandó.

A titrálható (összes) jó koncentrációja gr. mol pro lit.	n	v	$\lambda=546$			$\lambda=500$		
			$1-\delta$			$1-\delta$		
			számított	talált		számított	talált	
I.	II.	I.		II.				
$KJ = 0.001$ gr. mol pro lit. $a_1 = 159.8$ $a_1 = 477.6$ $n : v = 1 : 1000$ $a_2 = 137.8$ $a_2 = 293.6$								
XXXIII. táblázat.								
0.000984	1.016	1016	0.368	0.370	0.357	0.368	0.420	0.375
0.000660	1.515	1515	0.370*	0.352	0.372	0.370	0.370	0.325
0.000513	1.949	1949	0.371	0.370	0.380	0.371	0.391	0.378
0.000302	3.311	3311	0.373	0.375	0.370	0.373*	0.430	0.352
$KJ = 0.003$ gr. mol pro lit. $a_1 = 159.8$ $a_1 = 477.6$ $n : v = 1 : 333$ $a_2 = 119.5$ $a_2 = 253.5$								
XXXIV. táblázat.								
0.00102	2.928	976	0.657*	0.650	0.642	0.657	0.661	0.635
0.000714	4.202	1400	0.655	0.670	0.658	0.655	0.680	0.637
0.000513	5.848	1949	0.657	0.662	0.666	0.657	0.730	0.625
0.000305	9.836	3278	0.656	0.680	0.672	0.656*	0.691	0.672
$KJ = 0.005$ gr. mol pro lit. $a_1 = 159.8$ $a_1 = 477.6$ $n : v = 1 : 200$ $a_2 = 115.3$ $a_2 = 230.5$								
XXXV. táblázat.								
0.00113	4.432	886	0.769	0.781	0.763	0.769	0.762	0.714
0.000770	6.494	1298	0.770	0.782	0.749	0.770	0.775	0.740
0.000581	8.606	1721	0.776*	0.772	0.765	0.776	0.780	0.742
0.000300	16.666	3333	0.779	0.775	0.762	0.779	0.810	0.762

A titrálható (összes) jód koncentrációja gr. mol. pro lit.	n	v	$\lambda=546$			$\lambda=500$		
			1- δ			1- δ		
			számított	talált		számított	talált	
			I.	II.	I.	I.	II.	
KJ-conc. = 0.01 gr. mol pro lit. $n : v = 1 : 100$			$a_1 = 159.8$ $a_2 = 112.2$			$a_1 = 477.6$ $a_2 = 224.3$		
XXXVI. táblázat.								
0.00146	6.849	684	0.870	0.879	0.835	0.870	0.890	0.845
0.00100	9.990	999	0.875	0.900	0.865	0.875	0.880	0.862
0.000698	14.331	1433	0.876*	0.876	0.851	0.876	0.912	0.865
0.000494	20.243	2024	0.878	0.902	0.880	0.878*	0.893	0.872
KJ-conc. = 0.03 gr. mol pro lit. $n : v = 1 : 33$			$a_1 = 159.8$ $a_2 = 114.7$			$a_1 = 477.6$ $a_2 = 221.4$		
XXXVII. táblázat.								
0.00154	19.506	650	0.957*	0.951	0.960	0.957*	0.957	0.961
0.00107	27.933	931	0.955	0.960	0.960	0.955	0.970	0.960
0.000749	40.059	1335	0.957	0.960	0.952	0.957	0.970	0.953
0.000540	55.557	1852	0.958	0.958	0.970	0.958	0.968	0.942
KJ-conc. = 0.05 gr. mol pro lit. $n : v = 1 : 20$			$a_1 = 159.8$ $a_2 = 112.4$			$a_1 = 447.6$ $a_2 = 217.1$		
XXXVIII. táblázat.								
0.00200	24.975	499	0.974*	0.978	0.975	0.974*	0.975	0.968
0.00150	33.333	667	0.974	0.976	0.979	0.974	0.980	0.956
0.00102	49.116	982	0.974	0.974	0.966	0.974	0.976	0.952
0.000706	70.821	1416	0.974	0.970	0.965	0.974	0.972	0.948
KJ-conc. = 0.1 gr. mol pro lit. $n : v = 1 : 10$			$a_1 = 159.8$ $a_2 = 114.1$			$a_1 = 477.6$ $a_2 = 218.7$		
XXXIX. táblázat.								
0.00373	26.811	268	0.987	0.988	0.987	0.987	0.989	0.962
0.00207	48.403	484	0.986	0.988	0.986	0.986*	0.987	0.985
0.00158	63.210	632	0.987*	0.989	0.987	0.987	0.990	0.952
0.00113	88.660	887	0.987	0.980	0.987	0.987	0.982	0.949

Minthogy minden egyes hullámhosszúságnál két csővel mértem és mindkét mérésnél kapott adattal számítottam, ezért a dissociatio fokára két «talált» értéket kaptam, melyeket I. és II.-vel jelöltem.

A csillaggal megjelölt helyek azok, a hol a J'_3 értékét az oldhatóságból számított k értékéből határoztam meg. a_1 és a_2 -nek értékeit minden egyes hullámhossz-sorozatnál csak egyszer számítottam ki; értékeik szintén a táblázat fején vannak feltüntetve.

A 468-as hullámhosszúságnál beállott az a kritikus eset, hogy a két extinctió-állandó közel egyenlő egymással, a mi más szóval azt jelenti, hogy ennél a hullámhosszúságnál a J_2 -molekula ugyanannyit absorbeál a fényből, mint a J'_3 -ion s így természetesen ennél a hullámhosszúságnál ezzel a módszerrel egyensúlyeltolódás nem állapítható meg.

Minthogy az 546-os hullámhosszúságú fényenél tudtam legpontosabban mérni, az ott nyert adataimat használtam fel a dissociatioconstans meghatározására.

Ha a 1017. oldalon levő 1 alatti egyenletben k -t veszem ismeretlennek és k -ra nézve az egyenletet megoldom, kapom, hogy

$$k = \frac{\delta(n-1+\delta)}{v(1-\delta)},$$

a hol δ jelenti az összes jódból a jódmolekulára eső hányadot.

Ezeket felhasználva kiszámítottam a dissociatio-állandó értékét.

A titrálható (összes) jódbon- centratiója gr. mol pro lit.	δ		k	
	I.	II.	I.	II.
KI -conc. = 0.001 gr. mol pro lit. $n : v = 1 : 1000.$				
XI. táblázat.				
0.000984	0.630	0.643	0.001224	0.001089
0.000660	0.648	0.628	1292	1434
0.000513	0.630	0.620	1379	1313
0.000302	0.625	0.630	1260	1288
Középérték: 0.001284.				

A titrálható (összes) jód con- centrációja gr. mol pro lit.	δ		k	
	I.	II.	I.	II.
<i>KJ</i> -conc. = 0·003 gr. mol pro lit. <i>n</i> : <i>v</i> = 1 : 333.				
XLI. táblázat.				
0·00102	0·350	0·358	0·001258	0·001318
0·000714	0·330	0·342	1242	1302
0·000513	0·338	0·334	1358	1334
0·000305	0·320	0·328	1315	1321
Középérték : 0·001306.				
<i>KJ</i> -conc. = 0·005 gr. mol pro lit. <i>n</i> : <i>v</i> = 1 : 200.				
XLII. táblázat.				
0·00113	0·219	0·237	0·001161	0·001307
0·000770	0·218	0·251	1241	1550
0·000581	0·228	0·235	1361	1440
0·000300	0·225	0·238	1426	1503
Középérték : 0·001373.				
<i>KJ</i> -conc. = 0·01 gr. mol pro lit. <i>n</i> : <i>v</i> = 1 : 100.				
XLIII. táblázat.				
0·00146	0·121	0·165	0·001200	0·001734
0·00100	0·100	0·135	1125	1476
0·000698	0·124	0·149	1329	1598
0·000494	0·098	0·120	1063	1302
Középérték : 0·001353.				
<i>KJ</i> -conc. = 0·03 gr. mol pro lit. <i>n</i> : <i>v</i> = 1 : 33.				
XLIV. táblázat.				
0·00154	0·049	0·040	0·001598	0·001270
0·00107	0·040	0·040	1207	1207
0·000749	0·040	0·048	1216	1476
0·000540	0·042	0·030	1243	1551
Középérték : 0·001346.				

A titrálható (összes) jód con- centrációja gr. mol pro lit.	δ		k	
	I.	II.	I.	II.
<i>KJ</i> -conc. = 0·05 gr. mol pro lit. <i>n</i> : <i>v</i> = 1 : 20.				
XLV. táblázat.				
0·00200	0·022	0·025	0·001081	0·001232
0·00150	0·024	0·021	1194	1501
0·00102	0·026	0·034	1309	1619
0·000706	0·030	0·035	1428	1635
Középérték : 0·001274.				
<i>KJ</i> -conc. = 0·1 gr. mol pro lit. <i>n</i> : <i>v</i> = 1 : 10.				
XLVI. táblázat.				
0·00373	0·012	0·013	0·001170	0·001267
0·00207	0·012	0·014	1190	1391
0·00158	0·011	0·013	1094	1296
0·00113	0·020	0·013	1392	1302
Középérték : 0·001262.				

k-nak az egyes sorozatokban található elég nagy ingadozása megmagyarázható abból, hogy a képlet, melyből a *k*-t kiszámítottam, nagyon érzékeny és különösen $1 - \delta$ -nak egységkörüli értékei azok, melyekben kis ingadozások a *k* értékében nagy eltérést idéznek elő. A δ értékeiben található ingadozás viszont annak tulajdonítható, hogy méréseimet szobahőmérséken végeztem, melynek 20° C. körüli ingadozása $\pm 1^\circ$ C. volt. De hogy ez az eltérés a *k* értékében nem rendszeres hibától ered, az abból tűnik ki, hogy a középértéke

$$k_1 = 0\cdot001314$$

elég jól egyezik, úgy egy más módszerrel nyert értékemmel:

$$k_2 = 0.001315,$$

mint az irodalmi adattal:

$$k_3 = 0.001383.$$

*

Végezetül pedig hálás köszönetet mondok BUGARSZKY ISTVÁN állatorvosi főiskolai tanár úrnak, a kinek intézetében végeztem vizsgálataimat s aki szíves volt munkám egész folyamán számos jó tanácssal és útbaigazítással segíteni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 június 19.-én tartott üléséből.)

A VESE MUNKÁJA ÉS A TÁPLÁLÓ ANYAGOK «DYNAMIKAI HATÁSA».

TANGL FERENCZ rendes tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

I.

Az állati szervezet anyagcseréjének csak kezdeti és végállapotát ismerjük tüzetesen, de meglehetősen hiányosak ismereteink ezen két állapotot összekötő folyamatokról. Még kevésbé vagyunk tájékozódva az energiaforgalom közbülső alakulásáról s csak annyit tudunk biztosan, hogy kétségtelenül minden életjelenség, minden energiaátalakulás chemiai energiából ered. Még azt is elég jól tudjuk megállapítani, hogy összesen mennyi chemiai energia alakul át a szervezetben, azonban nem tudjuk, mily mennyiségben keletkeznek ezen energiaátalakulásoknál az egyes energiaalakok, sőt még nem is mondhatjuk, hogy valóban valamennyi energiaalakot ismerjük, a melyek az átalakulások láncolatát képezik.

Az állati szervezet energiaforgalmát illető számos, még megoldásra váró kérdés közül általános biológiai szempontból egyike a legfontosabbaknak az, hogy mily energetikai feltételek mellett értékesíthető a szervezetben a tápláló anyagokban foglalt chemiai energia vagy más szóval kifejezve, hogyan folynak a szervezetben az energiaátalakulások, mikor átalakítható energiát tartalmazó anyagok kerülnek be a külvilágból a szervezetbe. ZUNTZ és MERING¹ voltak az elsők, a kik gázcserekísérle-

¹ Pflüger Archiv. 15. köt. (1877) és 32. köt. (1883).

tekkel kimutatták, hogy a keringő nedvekbe jutott oxydálható anyagok elégnek s egyidejűleg a szervezet bizonyos anyagai, melyek különben oxydáltattak volna, az oxydatiótól megkíméltetnek. Egyúttal azonban kimutatták azt is, hogy ha tápláló anyagok a rendes uton kerülnek a szervezetbe, ezeknek az értékesítése csak úgy lehetséges, hogy egyidejűleg az oxydatió folyamatok fokozódnak, a mit az energiaforgalom szempontjából most úgy fejezhetünk ki, hogy a tápláló anyagok chemiai energiájának értékesítése csak úgy lehetséges, ha ezen kívül még több chemiai energia használtatik el, vagyis, hogy munka végeztetik. A szervezet a tápláló anyagokban foglalt átalakítható chemiai energiát csak munka árán értékesítheti. ZUNTZ és MERING ezt úgy magyarázták, hogy a táplálék bekebelezése után a tápláló csatorna izomzata élénkebb mozgásokat s így fokozott munkát végez, fokozódik a szív munkája is, mert szaporábban ver s az idő egységében több vért továbbít, fokozott munkát végeznek a tápláló csatorna falában levő és a függelékes mirigyek is, mert ilyenkor sokkal több váladékot készítenek. Mindezen fokozott működések az oxydációk fokozódását tehát a chemiai energiának fokozottabb mértékben hővé való átalakulását igénylik s ezért fokozódik az energiaforgalom a tápanyagok bekebelezése után. ZUNTZ és MERING ezen fokozott működéseket együtt «emésztési munka»-nak (Verdauungsarbeit) nevezték. Szerintük tehát a táplálék bekebelezése «emésztési munkát» indít meg, a mely az O_2 fogyasztás és CO_2 kiválasztás fokozódásában nyilvánul. Az egyes tápanyagok emésztési munkáját, ők és később ZUNTZ tanítványai igen különbözőnek találták és pedig legnagyobbak a fehérjét s legkisebbnek a zsírt.

Az emésztés munkájáról szóló tant először VOIR C. és rá RUBNER¹ megtámadták. RUBNER maga is meggyőződött ugyan arról, ha megfelelő módon rendezte be ZUNTZ-étől eltérő methodikával végzett kísérleteit, hogy a különböző táplálék bekebelezése után fokozódik a hőtermelés, vagyis a chemiai energiának átalakulása hővé, de egészen másképp magyarázza. Szerinte az «emésztési munka» korántsem fokozhatja s nem is

¹ Zeitschr. f. Biologie 19. és 21. köt.

fokozza annyira a hőtermelést, a mint azt különösen a fehérje bekebelezése után észlelhetni, hanem ezt az illető tápanyagnak a felszívódása után az egyes élő sejtek protoplasmájára az abban lefolyó anyagcserefolyamatokra gyakorolt közvetlen izgató, illetőleg az oxydatiót fokozó hatása teszi, a mely hatást ő «fajlagos dinamikai hatásnak» («spezifisch dynamische Wirkung») névez. A zsiroknak és szénhidrátoknak sokkal kisebb ezen dinamikai hatása, mint a fehérjéké.

RUBNER¹ szerint a szervezetben chemiai energia kétféle alakban értékesíthető, vagy hővé lesz, úgy mint egyszerű chemiai reakcióknál, vagy pedig a chemiai energiából «az anyag azon sajátos mozgásai lesznek, melyek az életet alkotják s melyek csak ez után alakulnak át hővé». A fehérjemolekula chemiai energiája szerinte csak úgy alakulhat át életjelenségekké, ha a fehérje előzetesen N-mentes és N-tartalmú részletre hasad szét. Ezen előkészítő folyamatnál képződnek az a tekintélyes mennyiségű hő — ez a dinamikai hatás —, mely hőnek megfelelő energiamentység, tehát az élő sejtek az életjelenségek létesítésére elvész. Hasonló dolog történik a többi tápanyag feldolgozásánál is, csakhogy ezeknél kevesebb hő képződik közvetlenül a chemiai energiából. A tápanyagok dinamikai hatásának különböző nagyságát RUBNER igen valószínű bizonyítéknak tekinti arra, hogy az állati szervezetben a tápanyagok különböző módon hasítatnak és hogy a szervezetben «tisztá hőfolyamatok mellett energetikailag és biológiailag értékes folyamatokat kell megkülönböztetnünk.»

Daczára a ZUNTZ és RUBNER elmélete közötti nagy elvi ellentétnek, több pontban közeledéshez vezettek azok a számos vizsgálatok, melyeket úgy RUBNER, mint ZUNTZ tanítványai végeztek.

RUBNER nem tagadja, hogy van emésztési munka, csakhogy ezt nem tartja oly nagynek, mely megfelelhetne a táplálék bevitel után észlelhető fokozott hőtermelésnek még akkor sem, ha a mirigyek munkáját igen fokozottnak is tekintjük. Viszont már ZUNTZ és MERING is észlelték, hogy különösen a fehérjék-

¹ RUBNER: Die Gesetze d. Energieverbrauches bei d. Ernährung. Leipzig, 1902.

nek vagy a fehérjék emésztési termékeinek közvetlenül a vérbe való fecskendése után is fokozódik a hőtermelés, pedig ilyenkor már nem lehet tulajdonképeni «emésztési munkáról» szó. Tehát ZUNTZ sem tagadja, hogy az emésztési folyamatok megindítása nélkül is bizonyos tápanyagok értékesítése a szervezetben csakis fokozott energiafogyasztás fokozott hőképzés árán történik. Csakhogy RUBNER szerint a dinamikai hatás a hőképzés egy sajátos alakjához vezet, mely meghaladja a szervezet energiaszükségletét. Különösen a fehérjénél nagy ezen hatás, melynél tehát sok hő képződik közvetlenül chemiai energiából, a nélkül, hogy előbb más energiaalakokon ment volna keresztül, a nélkül tehát, hogy mint életjelenség nyilvánult volna. ZUNTZ¹ legújabbban egészen másban keresi a fehérjék ezen különös hatásának okát, abban ugyanis, hogy a fehérjék azok az anyagok, melyek a veséknek munkáját tetemesen növelik. A fehérjék bekebelezése után fokozódó hőtermelés kifejezése ezen fokozott vesemunkának. ZUNTZ ezen felfogását egyik tanítványának STECK-nek kísérleteire alapítja, a ki emberen és kutyán végzett gázcserekísérleteket, annak megállapítása czéljából, miképen változtatja meg az O_2 fogyasztást hügyanyagnak vagy konyhasónak bekebelezése. A hügyanyag a fehérjének fő bomlási terméke; ha a tápláló csatornába kerül, emésztési folyamat nem indul meg, hanem egyszerűen felszívódik, felszívódása után anyagsere folyamatban nem vesz részt, hanem a vérből mindjárt a vesék által kiválasztatik. STECK kísérletei szerint minden 1 gm N felvétele után kutyában az energiaforgalom 0.49 - 0.33 *Kal*, emberben 1.37 - 0.94 *Kal*-val növekedett, a mi 20 - 25%-os növekedésnek felel meg. Konyhasó beadása után 19% növekedést látott. ZUNTZ még NEHRING és SCHOLL régebbi kísérleteire is hivatkozik, melyekben diabeteses betegekben czukor beadása után, melyet majdnem egészen változatlanul ürítenek ki vizeletükkel, tehát nem oxidáltak, 9%-kal emelkedett az oxigénfogyasztás. Ezt ZUNTZ ép úgy, mint saját kísérleteiben a phlorhizin beadása után mutatkozó fokozódott O_2 fogyasztást, a fokozott vesemunkával magyarázza.

¹ ZUNTZ: Verdauungsarbeit und spezifisch-dynamische Wirkung der Nahrungsmittel etc. Mediz. Klinik 1910. évf. Külön lenyomat.

Már ezen rövid ismertetésből is, melyben csak a két legfontosabb elmélet lényeges pontjainak felsorolására szorítkoztam, eléggé kitűnik, hogy a tápláló anyagokban foglalt chemiai energia értékesítésének feltételei és módozatai még korántsem ismeretesek és hogy a RUBNER által dinamikai hatásnak nevezett biológiai jelenségnek jelentősége nem tisztázott.

E nehéz kérdés tanulmányozását hosszú idő óta folytatott kísérletes vizsgálatok tárgyává tettem, melyekkel két egészen különböző szempontból kiindulva, igyekeztem a «dinamikai hatás» lényegéről felvilágosítást nyerni.

RUBNER felfogása szerint minden sejtben akkor, mikor bármely élettani működés végzésére chemiai energia átalakítatik, ennek egy része mindjárt hővé alakul át, a nélkül, hogy előbb más energiaalakokon menne át. Az, hogy mennyi hő képződik így közvetlenül chemiai energiából, első sorban attól függ, milyen anyagok — fehérjék vagy zsírok vagy szénhidrátok — vesznek részt az anyagcserében. Ha ezen felfogás helyes, akkor ezen dinamikai hatásnak olyan élettani működéseknél is kell mutatkoznia, a melyeknél biztosan kizárhatók mindazok a működések, melyeket ZUNTZ az emésztés munkájának neve alatt foglalt össze. Mutatkoznia kell tehát azoknál a folyamatoknál, melyek közben bizonyos a testbe feleslegben jutott tápanyagok átalakulás után a testállományba bekebeleztetnek. Ilyen folyamatok a hús és zsírképződés, a melyeken a növekedés és hízás alapul. Zsir fehérjéből és szénhidrátokból képződhetik, a szervezet húsában, az izomzatban és mirigyekben lévő fehérje pedig synthesises folyamatok útján a táplálék fehérjéiből képződik, azoknak előzetes széthasítása után. Még igen kevés olyan vizsgálat létezik, melyben kísérletileg megállapították, hogy ezen hús- és zsírképző folyamatoknál az átalakuló chemiai energiának milyen része alakul át hővé, milyen része található meg a lerakodott húsban és zsírban. Tulajdonképen csak KELLNER tanulmányozta ezen kérdést rendszeresen szarvasmarhákon végzett kísérletekkel. Kísérleteit még nem ismételte senki és a mi fontosabb, nem vizsgálta még senki, vajjon a hús- és zsírképzés más fajú állatban ugyanolyan nagy dinamikai hatás kíséretében folyik le, mint a szarvasmarhában. Kísérleteim egyik részében a dinamikai ha-

tás kérdésével ezen szempontból foglalkoztam. Igyekeztem megállapítani, vajjon az egyes tápanyagok, nevezetesen a fehérje és a keményítő a sertésben ugyanolyan arányban értékesíthető-e a zsirtermelésre, mint a szarvasmarhában. Ezzel egyuttal arra a nagy elvi jelentőségű kérdésre is remélhettem feleletet — vajjon a RUBNER-féle «dynamikai hatás» nagysága csakis a táplálóanyag functioja — vagy pedig az élő protoplasma minőségéé is. Mert világos, hogy ha az derül ki, hogy pl. egyenlő feltételek mellett a keményítőfeleslegből a szarvasmarha szervezetében kevesebb zsir képződik, mert egyidejűleg a keményítő chemiai energiájából több hő képződik, mint a sertés testében, úgy ez annak bizonyítéka, hogy ugyanazon anyag dynamikai hatása különböző szervezetben különböző.

Ez volt az egyik út, a melyen a dynamikai hatás lényegébe mélyebb betekintést igyekeztem nyerni.

A másik uton mindenekelőtt azt akartam eldönteni, hogy ZUNTZ elméletének legújabb kibővítése, az a felfogása, hogy a vesék fokozott működése az oka a fehérje tetemes dynamikai hatásának, helyt áll-e vagy sem. ZUNTZ magyarázatának ugyanis lényeges gyengéje van: hiányzik egy fontos ellenőrző kísérlet, a mely e magyarázatnak valóságos experimentum crucis-a. Ha ugyanis a fehérje dynamikai hatása a vesék fokozott munkáján alapul, úgy el kell maradnia e hatásnak, ha a fehérje bekebelezése oly szervezetbe történik, melyben nincsen vese, vagyis vesekiirtás után a fehérjék dynamikai hatásának el kell maradnia. Ép úgy kell elmaradnia a húgyanyagnak és a konyhasónak ZUNTZ által talált - - fent leirt - - hatásának is.

ZUNTZ kísérleteinek ezen fontos, elméletének sorsát döntő kiegészítéséhez annál inkább fogtam, mert ezen vizsgálatok alkalmat adtak olyan kísérleti berendezésre, mely egyszersmind módot nyújt arra, hogy ezzel a kérdéssel kapcsolatban az energiaforgalom topografiájának ugyancsak fontos kérdésének körébe vágó problémának, *a vesemunka nagyságának meghatározásával* is foglalkozhassam. Az egyes szervek munkájának kérdése különben szorosan összefügg a tápanyagok dynamikai hatásának kérdésével. Hiszen a tápanyagok feldolgozása és chemiai energiájuknak átalakítása az egyes szervezetekben

történik ezeknek működése vagyis munkája közben és ezen munkára a tápanyagok chemiai energiája használtatik fel és pedig csakis azon része, mely nem alakul át mindjárt hővé, vagyis azon részlet, mely a «dynamikai hatáson» kívül még megmarad.

Ezen értekezésemben csak az utóbbi szempontból végzett vizsgálataimról számolok be.

II.

A vese munkája.

1.

Mielőtt kísérleteim leírásába és eredményeinek megvitatásába bocsátkoznám, szükségesnek tartom pontosan megjelölni, mit értünk a vese munkája alatt, egyáltalában mit lehet a szervezet vagy valamely szerv munkája alatt érteni.

Minden életjelenség energiaátalakulás, még pedig in ultima analysi chemiai energia átalakulása különböző más energiaalakokba. Az átalakult chemiai energia mennyisége mértéke az életet alkotó energiaforgalomnak, a szervezet energiafogyasztásának. *Ezen energiaátalakulást tekintik a biológiában munkavégzésnek s a végzett munkát az átalakult energia mennyisége adja.* Ezen felfogás azért jogosult, mert minden munkavégzésnek nevezett folyamat lényegében valamely energiának átalakulása más energiaalakba. Nem tartozik ezen értekezésem keretébe a munka ezen definitiójának megvitatása s csak annak a megállapítására szoritkozom, hogy a biológiában a munka szóhoz ezen fogalmat kötik, nézetem szerint igen czélszerűen, mert ezzel kifejezésre jut azon tény is, hogy az élettani működéseknél, mint minden munka végzésénél, az átalakítható energia mennyisége fogv. A mikor tehát azt mondjuk, hogy a vese munkát végez, ezzel kifejezzük azt, hogy a vesében addig, míg él és működik, chemiai energia átalakul más energiákká; a vese munkájának mértéke pedig az átalakult, vagy mint nevezni szokás, az elfogyasztott chemiai energia mennyisége. *A vese*

munkájának meghatározása ezek szerint a vesében elfogyasztott, átalakult chemiai energia mennyiségének meghatározása.

A szervek s így az egész szervezet által végzett munka meghatározásának szempontjából lényeges azon tény, hogy a chemiai energia ezen átalakulása főképen olyan chemiai átalakulások során történik, melyeknél szabad O_2 vétetik fel, vagyis oxydatiók útján és hogy az összes átalakult chemiai energia bármily közbeeső átalakulásokon is megy keresztül még magában a szervezetben teljesen hővé alakul át, kivéve azon esetet, a mikor a szervezet külső mechanikai munkát végez.

Miután megállapították, hogy az O_2 fogyasztás ép úgy, mint az oxydatiók közben mindig folyó CO_2 képződés. arányos a chemiai energia átalakulásával, valamely szervben végbemenő gázcserét, ép úgy lehet azon szerv munkájának megmérésére felhasználni, mint az egyidejű hőtermelését.

Ezen utóbbi utat eddig még nem használták a szervek munkájának mérésére, hanem mind a gázcseré meghatározásából indultak ki.

Az egyes szervek gázcseréjét eddig két különböző módon igyekeztek meghatározni. Az egyik módszert újabban főképen angolok, BARCROFT¹ és munkatársai dolgozták ki azon elven, hogy az illető szerv arteriás és venás vérében meghatározzák az O_2 és CO_2 tartalmat és ugyanakkor, a mikor ezen elemzésekhez a vérpróbákat veszik, meghatározzák a szerven átáramló vér mennyiségét. Ezen adatokból ki lehet azután számítani az O_2 fogyasztás és CO_2 képződést. Ezen elvet különben már CLAUDE BERNARD és C. LUDWIG is alkalmazták.

Sokkal kevésbé megbízható adatokat szolgáltat a túlélő, — a szervezetből eltávolított — vérrel nem átáramoltatott szervek gázcseréjének meghatározása. Ezekből a szervek természetes gázcseréjének nagyságára következtetni nem lehet.

A harmadik út, melyen az egyes szervek gázcseréjének nagyságát megtudhatjuk, annak a hiánynak megállapítása, mely az egész szervezet gázcseréjében beáll, ha az illető szervet az

¹ BARCROFT and BRODIE: The journal of physiol. 32. és 33. köt. 1905. és BARCROFT: Ergebnisse d. Physiol. VII. köt. 1908.

anyagforgalomból kirekesztjük, akár úgy, hogy az ereit lekötjük, akár pedig úgy, hogy a szervet kiirtjuk. SLOSSÉ ezen uton akarta a táplálócsatorna gázcserejét meghatározni.

Ezt az utat választottam én már régebben ugyancsak a táplálócsatorna gázcserejének meghatározására s ezt az utat választottam most is a *vesemunka nagyságának* mérésére is. Ezen kirekesztő eljárás ellen kifogások emelhetők. Mindenekelőtt az, hogy a kirekesztéssel nemcsak az illető szerv munkája esik el, hanem a chemikai correlatio folytán módosul a többi szervnek anyagforgalma is, a gázcsereben mutatkozó hiány tehát ezen correlatiós zavar következménye is és nemcsak a kirekesztett szerv munkája elmaradásának. Ez igaz, csak hogy meg kell gondolnunk azt, hogy természetes viszonyok között ezen correlatiós behatás más szervek működésére szintén egy részét képezi az illető szerv működésének. Ezen, hogy úgy mondjam, távolhatás lényegesen megváltoztathatja a szervezet különböző részeiben végbemenő anyagforgalmat s minden esetre egy részét képezi a szerv munkájának vagy legalább is olyan munka, mely csakis az illető szerv jelenlétében folyik le. Ha tehát így a szerv kiirtása után magában a szervben lefolyó helybeli munka és a szerv belső szekreciója utján kiváltott távoli munka összege nyilvánul, mint hiány a gázcsereben és mi ezt a hiányt egyenértékűnek mondjuk a szervnek a szervezetben kifejtett munkájával, ezzel hibát nem követünk el. Természetesen a szerv kirekesztésének olyan módon kell történnie, hogy ez által ne teremtsünk mesterségesen olyan vérkeringési és beidegzési zavarokat, melyek már egymagukban is károsan befolyásolják a többi szervnek működését.

Az is természetes, hogy ezen kirekesztéssel csakis olyan szerv munkáját mérhetjük, mely elég nagy arra, hogy hiánya az egész szervezet energiaforgalmában észrevehető legyen. Ép úgy természetes az is, hogy a gázcsereben beálló hiány csak akkor fog megfelelni a kirekesztett szerv fent körülírt munkájának, ha a gázcsere a kirekesztés előtt és után egyébként teljesen egyenlő körülmények között méretett meg.

A mondottakból következik, hogy ezen kirekesztő eljárással mért munka nagyobb, mint az, melyet a szervben átáramló

vér mennyiségéből és gáztartalma változásából számítunk ki, hiszen az utóbbira csakis a szervnek helybeli munkáját mérjük. Csak az esetben kaphatunk a kétféle módszerrel egyező értékeket, ha a kirekesztett szerv chemiai correlatio útján, belső szekretióis termékeivel nem fokozza a szervezet többi részeiben az energiaforgalmat.

Ezek után, azt hiszem, joggal állítható, hogy a kirekesztéssel meghatározható szervmunka biológiai jelentőségére nézve, nemesak hogy nem kisebb, mint a vérgáz-módszerekkel mérhető munka, hanem határozottan nagyobb, mert az illető szerv teljes működésének inkább megfelelő energetikai mértéke.

2.

Kísérleteim a mondottaknak megfelelően gázcserekísérletek voltak, melyekben az állat tüdejében végbemenő gázcserét határozottam meg a vesék kiirtása, illetőleg a vérkeringésből való kirekesztése előtt és után. A gázcsereben beállott változás, melyet a vesék kirekesztése okozott, képezte a vesemunka kiszámításának alapját.

A gázcserenek említett változása azonban csakis bizonyos feltételek mellett felelhet meg a vese munkájának, mely feltételekhez kellett kísérleteim berendezését szabni. Mindenekelőtt úgy kellett berendeznem kísérleteimet, hogy minden nem mérhető befolyás a gázcserére ki volt zárható. A gázcsere legnagyobb része az izomzatban folyik le s az izomműködés az, mely a legnagyobb mértékben megváltoztathatja a gázcsere nagyságát. Könnyen belátható, hogy akkor, mikor valamely szerv működésének befolyását a gázcserére akarjuk megállapítani, első sorban arról kell gondoskodni, hogy az izomzat működését vagy egészen kizárjuk, vagy lehetőleg változatlanul tartsuk meg. Embernél az utóbbit akaratos beidegzéssel elérhetjük, legalább rövid időre s TIGERSTEDT és iskolája valóban ezzel az eljárással határozta meg az ember minimális energiafogyasztását teljes nyugalomban. Állatoknál az eljárás nem alkalmazható. Igaz, hogy lehet kutyát arra tanítani, hogy hosszabb időn át nyugodtan, mozdulatlanul fekdjék, a mi elég jó biztosíték arra, hogy az

izomtonus eléggé állandó maradjon. De nem alkalmazható már akkor, ha valamely sebészi műtétet végezzük az állaton és közvetlenül utána kell meghatározni a gázcserét; az állat ilyenkor különböző mozgásokkal, az izomzat tonusának változtatásával nagy mértékben egyenetlenné teheti a gázcserét s úgy megváltoztathatja annak intenzitását, hogy egészen eltűnhetik egy másik, a keresett beavatkozás hatása. Az ilyen kísérletekben tiszta eredményt csak úgy kaphatunk, ha az izomzatot kirekesztjük az akaratos beidegzése hatása alól, mi által energiaforgalma és így gázcseréje is egyenetlensé válik. Ezt pedig igen könnyen elérhetjük a kurával való megmérgezéssel. A kurára, ha megfelelő adagban alkalmazzuk, csak a harántul csikolt izomzat mozgató idegeinek végkészülékét bénítja s mint ZUNTZ és később FRANK O. és VOIT F. kísérletei mutatták, nem változtatja meg a többi szervnek működését s nem zavarja ezeknek anyagcseréjét.

Ezért kurarázott állatok kiválóan alkalmasok az egyes szervek kiirtása okozta gázcsereváltozás tanulmányozására. Ha kurarázott állat gázcseréjét egyszer a vesék kiirtása előtt, azután a kiirtás után határozzuk meg, de különben egyenlő körülmények között, különösen egyenlő hőmérsékleten tartjuk az állatot, a gázcsereben beálló csökkenés, megfelel az O_2 fogyasztás és CO_2 termelés azon részének, mely a vesékre esik, megfelel a vesék munkájának.

Kurarázott állatokon végzett gázcsere kísérleteknek fő nehézségét az okozza, hogy miután az állat lélekző izomzata is bénult, tüdejét mesterségesen kell szellőztetni, még pedig úgy, hogy rövid ideig tartó kísérletekben is pontosan lehessen meghatározni úgy az O_2 fogyasztást és a CO_2 kiválasztást.

Ismeretes, hogy valamennyi respirációs készülék közül a ZUNTZ--GEPPERT-féle a legalkalmasabb és legpontosabb, rövid ideig tartó kísérletekre és talán az egyedüli, melylyel a gázcsere rövid ideig tartó változásait pontosan lehet meghatározni. Igyekeztem tehát arra irányult, hogy ezen készüléket mesterségesen szellőztetett állatokkal is használtassam. Szerkesztettem is évek előtt egy lélekző csapot, melylyel a tüdőbe préselt levegőtől pontosan el lehetett választani az abból kiszivott

levegőt s így ezt veszteség nélkül a mérő gázórába továbbítani. Daczára a jó szolgálatoknak, azonban nem használom már e csapot, mert a MEYER H. H.-féle szivattyú sokkal tökéletesebbnek bizonyult, úgy hogy most már kizárólag ezt használjuk.

A MEYER-féle szivattyú a ZUNTZ-GEPPERT-féle készülékkel összekötve kitűnő berendezésnek bizonyult a mesterségesen szelöltetett állatok tüdőgázcserejének meghatározására s így lehetővé tette az ilyen állatok gázcserejének mulékony változását is felismerni és megmérni.

Kísérleteim lefolyása a következő volt:

Az operáló asztalra kikötött kutyán — kizárólag kutyákon kísérleteztem — gyorsan elvégeztük a tracheotomiát, kikerestük a nyakán az egyik carotist és az egyik vagy mindkét vena jugularis externát. A tracheába bekötöttük az ipszilon alakú üveg kanült, melynek két szárára a MEYER-féle szivattyúhoz vezető gummicsovök voltak húzva. A kikészített carotisba a vérnyomást mérő HÜRTHLE-féle manometer kanüljét kötöttük, az egyik vena jugularisba pedig azt a kanült, melyen át egy osztályozott fecskendőből időközönként, szükség szerint 1%-os kurara-oldatot bocsátottunk a vérbe.

A mint ezek a műveletek megtörténtek, annyi kurarát fecskendeztünk a venába, míg az állat önkéntes lélekző mozgásai megszűntek, mire megindítottuk a MEYER-féle szivattyút, az állatot befektettük egy thermostatba, mely arra szolgált, hogy az állat rendes hőmérsékletét megtartsa. A kurarával mérgezett állatok ugyanis elveszítik testük hőmérsékletét szabályozó képességüket s gyorsan lehülnek. Ennek elejét vehetjük az által, hogy az állatot thermostatba tesszük. Az állat hőmérsékletét a végbelebe dugott hőmérővel állandóan ellenőriztük. A mint a hőmérséklet rendes lett, a mi $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ óra múlva bekövetkezett, megkezdődtek a gázcsere kísérletek, a melyek abból állottak, hogy bizonyos időponttól kezdve megmértük azt a levegőmennyiséget, melyet a MEYER-féle szivattyú a tüdőből a gázórán át hajtott és ebből a levegőből egy bizonyos időn át pontosan arányos részletet szívunk az elemző készülék bürettájába. Egy-egy ilyen gázcsere kísérlet 10—15 percig tart. Végeztünk pedig egymás után, néhány percnyi időközben 3—4 ilyen kísérletet,

melyekkel megállapítottuk a kurarázott állat gázcseréjének nagyságát. Ezek, az úgynevezett alapkísérletek értékei, ha a kísérletek zavartalanul folynak le, egymás között jól megegyeznek, a belőlük vont középérték az az alapszám, a melyekhez a többi kísérlet adatait viszonyítjuk.

Az alapkísérletek után laparotomia útján vagy kiirtottuk az állat mindkét veséjét, vagy pedig lekötöttük mindkét vese ereit és ez által kizártuk a vérkeringésből s egyuttal a szervezet anyagforgalmából.

Minden kísérletben az egyik carotisba kötött manométerrel a verőeres vérnyomást is mértük, főleg azért, hogy a szív állapotáról és munkaképességéről állandóan tájékozva legyünk. Különös gondot fordítottunk még arra, hogy a kurara hatása megmaradjon; a mint az itt-ott mutatkozó fibrilláris izomrángások a kurara-hatás gyengülését jelezték, új kuraraadag befecskendésével biztosítottuk a harántul csikolt izomzat teljes bénulását.

Végül még megjegyzem, hogy az összes kísérletekben a gázelemzések mind kettősek voltak. Az egész műtétet a thermostatban fekvő állaton végeztük, úgy hogy alig hűlt le a különben is csak rövid ideig tartó műtét közben. Erre újra 3—4 gázcserekísérletet végeztünk, egészen úgy, mint az alapkísérleteket.

Nem mulaszthatom el e helyen is dr. VERZÁR FRIGYES és CSERNA ISTVÁN uraknak hálás köszönetemet kifejezni áldozatkész segédkezésökért, mely nélkül ezen kísérleteket nem is végezhettem volna.

3.

A vese munkáját összesen kilencz kísérleti sorozatban határoztam meg, a melyeknek részletes adatait a függelékben foglalt táblázatok mutatják. (I—V., IX., X., XII., XVI. táblázat.)

A legtöbb kísérletben a veséket összes ereiknek lekötésével rekesztettem ki az anyagforgalomból; csak háromban alkalmaztam a kiirtást. A lekötés az egyik kísérleti sorozatban (VIII. sz. kutya) nem sikerült teljesen, legalább is kétséges maradt a boncolás után is, vajjon teljesen össze voltak-e szorítva a veseerek. Ezen kísérlet eredménye több tekintetben el is tér a többiétől.

Mindegyik kísérletben a vesék kirekesztését a gázcsere mérhető csökkenése követte. E változás nagyságát szemléltetőbbé tehetjük, ha mindegyik kísérleti sorozatban a vesék kirekesztése előtti kísérletekből úgy az O_2 fogyasztás, mint a CO_2 kiválasztás középértékeit számítjuk ki, ép úgy a kirekesztés utáni kísérletekétől. Ezek szolgálhatnak azután a vesemunka kiszámításának alapjául.

Félreértés elkerülése végett megjegyzem, hogy a vesekiirtás után végzett kísérletek közül csak azokat vettem a középérték kiszámításánál tekintetbe, melyekben még nem történt egyéb beavatkozás, mint pl. bizonyos oldatok befecskendezése, a mi e függelék táblázataiban fel van tüntetve. A következő táblázatban van ezen középértékek összefoglalva. (15. old.)

(Ezen táblázatokban a gázcsereben beállott változások relatív (%) értékei a vesék kirekesztése előtti állapotra vonatkoznak.)

Ezen kísérletek közül a VIII. sz., mint már említettem, nem kifogástalan, mert valószínűleg az erek nem voltak teljesen lekötvé. De ha ettől el is tekintünk meglehetősen ingadozók a vesék kirekesztését követő változásokat kifejező értékek. De valamennyien egyértelműleg azt bizonyítják, hogy a vesék kirekesztése a vércsőből ép úgy, mint a kiirtásuk, úgy az O_2 fogyasztásban, mint a CO_2 kiválasztásban biztosan kimutatható csökkenést okoz. Áll ez különösen az O_2 fogyasztásra, mely majdnem kivétel nélkül erősebben csökken, mint a CO_2 -kiválasztás, a minek következménye azután a respirációs hányados $\left(\frac{CO_2}{O_2}\right)$ növekedése. A hányados növekedése a vesék kirekesztése után, csak a kétséges (VIII.) kísérletben maradt ki.

Az O_2 fogyasztás csökkenése általában nemcsak tekintélyesebb, mint a CO_2 kiválasztásé, hanem a csökkenés abszolút értékei sem mutatnak olyan nagy ingadozásokat, mint a CO_2 kiválasztáséi. Eltekintve megint a VIII. sz. kísérlettől, az O_2 fogyasztás $2.8-6.1 \text{ cm}^3$ csökkent percenkint. Még a XX. kísérletben kapott 2.8 cm^3 -e érték is annyiban kifogásolható, hogy az állat valószínűleg nem kapott elegendő kurarát, úgy hogy a vesék kiirtásakor az izomtonus fokozott lehetett.

A gázcsere csökkenésének abszolút nagysága nem áll össze-

I. táblázat.

A vesék kirekesztésének hatása a gázcsereére.

Az állat száma	A kutya test-súlya gr	A vesék kirekesztése előtti		A vesék kirekesztése utáni		CO_2 O_2		A vesék kirekesztése után csökkent				Jegyzet
		O_2 fogyasztás 1 perc alatt	CO_2 kiválasztás 1 perc alatt	O_2 fogyasztás 1 perc alatt	CO_2 kiválasztás 1 perc alatt	A vese kirekesztése		az O_2 fogyasztás		a CO_2 kiválasztás		
						előtt	után	percenként	%	percenként	%	
		cm ³		cm ³				cm ³		cm ³		
I.	3600	37·4	30·1	33·3	29·4	0·850	0·883	4·1	11·0	0·7	2·3	L. I. tábl. 1056. l. veseerek lekötése
V.	4000	36·4	27·4	30·9	25·9	0·754	0·833	5·5	14·9	1·5	5·6	L. II. " 1057. l. vesekiirtás
VII.	7500	60·4	48·5	55·4	46·1	0·803	0·830	5·0	7·8	2·4	5·0	L. III. " 1058. l. "
VIII.	5850	49·9	45·7	48·0	40·6	0·915	0·851	1·9	3·8	5·1	11·1	L. IV. " 1059. l. veseerek lekötése
IX.	7200	59·9	50·1	56·7	47·0	0·837	0·830	3·2	5·4	3·1	6·3	L. IX. " 1064. l. vesekiirtás
XVII.	7400	65·1	50·0	59·1	48·0	0·760	0·811	6·0	9·1	2·0	4·0	L. VIII. " 1063. l. veseerek lekötése
XIX.	6100	53·2	44·5	47·1	40·9	0·835	0·869	6·1	11·4	3·6	8·1	L. XVI. " 1071. l. " "
XX.	6700	53·5	39·4	50·7	39·3	0·736	0·775	2·8	5·2	0·1	0·25	L. XII. " 1067. l. " "
XXI.	6000	50·9	40·0	46·0	38·6	0·784	0·852	4·9	9·6	1·4	3·5	L. V. " 1060. l. " "

függésben az állat nagyságával, mert látjuk, hogy a kisebb kutya veséinek kirekesztése után az O_2 fogyasztás ép annyival csökkenhet, mint a nagyobb kutyánál (V. és XXI. állat).

Ha mind a kilencz kísérlet középértékeiből átlagokat számítunk, a következő számokat kapjuk: 6.04 kgr súlyú kutya veséjének kirekesztése az anyagforgalomból

az O_2 fogyasztást perezenként 4.4 cm^3 -rel 8.7 %
 a CO_2 kiválasztást " 2.2 cm^3 -rel 5.1 %

szállítja le.

A $\frac{CO_2}{O_2}$ hányados pedig átlag

a vesekiirtás előtt 0.808
 a vesekiirtás után 0.837.

Ezek azon számok, melyekből már most a vesék munkájára következtethetünk s azt megközelítőleg elég jól kiszámíthatjuk.

A gázcsere két adata — az O_2 fogyasztás és CO_2 kiválasztás — nem egyformán alkalmas az energiaforgalom kiszámítására.

Különösen ZUNTZ és iskolájának vizsgálataiból kitűnt, hogy az O_2 fogyasztás sokkal megbízhatóbb mértéke az energiaforgalomnak, mint a CO_2 kiválasztás, mindenekelőtt azért, mert az O_2 fogyasztás energetikai értéke, vagyis az a szám, mely kifejezi, hogy 1 cm^3 elfogyasztott O_2 -nek mennyi chemikai energia átalakulása felel meg a különböző anyagoknál, melyek rendes viszonyok között a szervezetben O_2 -nal egyesülnek, sokkal kevésbé változik, mint a CO_2 kiválasztás energetikai értéke. Ennek részletes fejtegetésébe itt nem bocsátkoztam, hanem utalok ZUNTZ¹ értekezésére:

ZUNTZ szerint:

1 cm^3 O_2 ha fehérje oxydatiójára használtatott el, 4.485 cal
 1 " O_2 ha zsír " " " 4.686 "
 1 " O_2 ha szénhydrát " " " 5.047 "

¹ ZUNTZ: Plügers Archiv. 68. köt.

energiafogyasztásnak felel meg. ZUNTZ meg is mutatta, hogyan lehet a respirációs quotiensekből kiszámítani az energiaforgalmat. Az ő eljárása szerint, illetőleg az ő táblázata nyomán számítottam én is az energiaforgalmat, nem véve tekintetbe azt, hogy nem ismerem a N -forgalmat, a mi azonban nem okoz lényeges hibát, miután az O_2 energiaértéke csak keveset tér el a többitől s különben is a fehérjére aránylag kis rész esik az összes energiaforgalomból.

Így kiszámítottam, hogy a vesék kirekesztése előtti 51.9 cm^3 percenkénti O_2 fogyasztásnak 0.808 respirációs quotiens mellett 249.7 cal energiafogyasztás, a vese kirekesztése utáni 47.5 cm^3 O_2 -fogyasztásnak pedig 0.837 respir. quotiens mellett 230.0 cal energiafogyasztás felel meg, vagyis a vesék kirekesztésére az energiaforgalom

$249, 7 - 230, 0 = 19, 7 \text{ cal} = 7, 9\%$ -tel csökken.

Az átlag 6 kgr súlyú kutya két veséje együtt tehát ezek szerint percenként mintegy $20 \text{ cal} = 8.52 \text{ mkg}$ energiát fogyaszt, vagyis akkora munkát végez; a napi munkája pedig:

$$28, 8 \text{ cal} = 12269 \text{ mkg}.$$

Ezen munkát végző két vesének súlya körülbelül 45 gr .; egyik kísérletben megmértem egy 6 kgr súlyú kutya veséit, együtt 42 gr volt a súlyuk. Ha ezen utóbbi értékkel számolunk, úgy 1 gr . vese naponként 0.686 cal munka esik, vagy ha kerek-számban 50 gr -nak vesszük a két vesét, úgy 0.576 cal napi munka esik 1 gr vesére vagy mechanikai egységekben 245 kg-met .

E munkaérték teljesen megegyezik azzal, a melyet BARCROFT és BRODIE¹ a fent említett vérgázmethodussal, tehát egészen más eljárással találtak, a mely örvendetes megegyezés természetesen nagyban erősíti ezen érték megbízhatóságát. Miután ők szintén az O_2 fogyasztásból számították ki a munkát, természetesen az O_2 fogyasztásra is, az enyémmel megegyező értékeket találtak. Kísérleteikben, melyeket szintén hasonló nagyságú kutyákon végeztek, a vesékre eső percenkénti O_2 fogyasztás

¹ Id. hely.

1.14 és 5.58 cm³ között ingadozott, 6 kísérletüknek középértéke pedig 4.33 cm³, az én kísérleteimben a középérték 4.4 cm³. Ők a munka kiszámításánál azon feltevésből indultak ki, hogy az oxygen kizárólag fehérje oxydatiójára fordított s az 1 cm³ 0.5 cal energiafogyasztásnak felel meg, ez különben, mint már említettem, nem okoz számbajövő különbséget. *Igy számítva kísérleteikből 21 cal alódik, mint a 2 vese perczenkénti munkája, míg az én kísérleteimből 20 cal-t kaptam.*

Ezen érték megállapításával természetesen a vesemunka kérdése még koránt sincsen kimerítve, annyival kevésbé, mert a vese munkája, mint azt a vizelet változó mennyisége és concentratioja is valószínűvé teszi, nem is állandó, hanem tág határok között ingadozó. Ezt különben BARCROFT és BRODIE vizsgálataikkal, melyekben a vese munkáján kívül az elválasztott vizelet mennyiségét és moleculás concentratióját is megállapították, ki is mutatták.

További vizsgálatok feladata lesz hasonló nyomon haladva, mint BARCROFT és BRODIE a vesemunka nagyságát meghatározó tényezők tanulmányozása s ennek alapján a vesemunka elemzése.

Az általam talált érték egy közepes vesemunkának felel meg, a melynél BARCROFT és BRODIE kísérletei után ítélve a vesemunka még egyszer akkora vagy felénél is kisebb lehet.

Igen érdekes és meglepő eredményhez jutunk, ha a vesének munkáját, egyrészt a szervezet többi részének munkájával hasonlítjuk össze, másrészt a vesének azzal a munkájával, a melyet a vese osmosisos munkájának szokás nevezni.

Fent már kiszámítottam, hogy milyen munka esik 1 gr veseállományra. Ha hasonló módon kiszámítjuk, hogy 1 gr testsúlyra milyen nagy energiafogyasztás esik, úgy kitűnik, hogy míg (50 gr átlagos vesesúly mellett)

1 gr vese perczenkint	0.4 cal-t fogyaszt
1 gr testállomány perczenkint	0.042 cal-t,

tehát tízszer annyit s így érthető, hogy míg a vesék súlya a testsúlynak nem is $\frac{1}{100}$ része volt, kísérleteimben munkájukra az egész szervezet energiafogyasztásnak 8%-a esett.

A vesék tehát igen tetemes munkát végeznek!

DRESER¹ volt az első, a ki kiszámította a vizelet és vérplasma molekulás koncentrációja közötti viszony alapján azt a munkát, melyet a vesének végeznie kell akkor, a mikor a rendszeren higabb vérplasmából a sűrűbb vizeletet állítja elő. DRESER a thermodynamika második tétele alapján vezette le a vese által végzett ezen munkát, melyet osmosisos munkának neveznek, mert a veséknek a plasmában oldott molekulák osmosisnyomása ellen kell ezen munkát végezniök chemiai energia árán. DRESER után GALEOTTI² hasonló elv alapján számította ki a vesék osmosis munkáját. RHOER³ azután kimutatta, hogy úgy DRESER, mint GALEOTTI számításai azért nem megfelelőek, mert tulajdonképen csak azt a munkát számítják ki, mely a vizelettel egyenlő koncentrációjú vérplasma előállítására szükséges. A vizelet azonban összetételére nézve nem felel meg besűrűsödött plasmának. Ha az egyes vizeletalkotó részek koncentrációját a számításnál tekintetbe vesszük, úgy kétszer akkorának kapjuk a vesék osmosisos munkát. Így RHOER kiszámította, hogy az ember veséje 1 liter vizelet kiválasztásakor, ha az 0.6% NaCl-t és 0.6% húgyanyagot tartalmaz, 308 mkgr munkát végez, míg GALEOTTI számítása szerint csak 172 mkgr-t.

BARCROFT és BRODIE kísérleteikben meghatározták a kiválasztott vizelet és a vér fagyáspontját és így GALEOTTI képlete segítségével kiszámították a vese osmosisos munkáját. Őt kísérletüknek középértékeképen a veséknek perczenkint végzett osmosisos munka 3432 emgr volt, míg az O_2 -fogyasztásból számított perczenkinti munka ugyanabban az időben 765,000 emgr.

A veséknek osmosisos munkája tehát csak egy elenyésző kis részlete ($\frac{1}{200}$) a veséknek a vizelet kiválasztása közben végzett munkájának. Ez különösen szembetűnő akkor, ha a vizelet koncentrációja megegyezik a vérplasmáéval, akkor az osmosismunka zérus, vagy majdnem zérus, a vesemunka pedig, mint BARCROFT és BRODIE kísérletei mutatják igen nagy, perczenként 873,000 emgr lehet.

¹ Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. 29. köt. 303. 1892.

² GALEOTTI: Arch. anat. u. Physiol. Physiol. Abt. 1903 pag. 200.

³ RHOER: Pflüger Arch. 109. köt. p. 375. 1905.

Ha feltételezzük azt, hogy az ember veséjének 1 gr-ra eső munkája ugyanolyan nagy, mint a milyent a kutyákon végzett kísérleteimben találtam, vagyis naponként 0·576 cal,¹ úgy az ember két veséjének együttes súlyát 306 gr-nak véve ezek naponként 207·4 cal = 88,082 mkgr munkát végeznek, a mi az ember napi 2350 cal energiafogyasztásának 8·8%-át teszi ki. Ezzel szemben a vesék osmosisos munkája még ROHRER számítása szerint is csak 308 mkgr.

Végezetül még azon ténynek jelentőségét akarom kiemelni, hogy az én kísérleteimből pontosan ugyanolyan nagy vesemunka derült ki, mint BARCROFT és BRODIE kísérleteiből. Ez nemcsak a talált érték megbízhatóságát növeli, mint azt már említettem, hanem egyúttal a mellett is szól, hogy a vese belső szekrecio útján nem készít olyan anyagokat, melyek más szervek energiaforgalmát fokozzák. Ha ilyeneket készítené, úgy az én kísérleti berendezésemmel, melylyel az egész szervezet energiaforgalmának a vesekiirtás okozta csökkenését vizsgáltam, okvetlenül nagyobb értéket kellett volna kapnom, mint BARCROFT és BRODIE-nak, a kik közvetlenül csakis a vese gázcserejét határozták meg.

III.

A tápláló anyagok dinamikai hatása a vese kiirtása után.

1.

Mint értekezésem első részében említettem a vese kirekesztésével végzett kísérleteimnek fő célja annak eldöntése volt, vajjon helyt állhat-e ZUNTZ azon állítása, hogy a tápláló anyagok, különösen a fehérje bekebelezése után mutatkozó növekedés az energiaforgalomban, a RUBNER-féle dinamikai hatás, a vesemunka által okoztatik.

Ezen kérdést úgy igyekeztem eldönteni, hogy a vesék kiirtása után vittem az állatba azokat az anyagokat, melyek ilyen dinamikai hatást fejtenek ki. A kísérletekhez részben ugyanazokat az állatokat használtam, melyeknél a vesemunkát mértem.

¹ H. VICRODT: Anat. u. physiol. Tab. 3. Aufl. 1906. S. p. 44.

Ezeknél a vesekiirtás után megejtett respirációs kísérletek után vagy gyomorszondán át a gyomorba öntöttük, vagy pedig a bürettából a vena jugularisba bocsátottuk a kérdéses anyagot tartalmazó oldatot s ez után rendszeren több órán át rövid időközökben az alapkísérletekhez hasonlóan 15—20 perczig tartó kísérletekben határoztuk meg a gázcserét. Ezeken kívül több kísérletben mindjárt a kísérleti sorozat kezdetén irtottuk ki, vagy rekesztettük ki a veséket, úgy hogy nem határoztuk meg a vesekirekesztés előtti gázcserét.

Mindaz, a mit a vesemunka meghatározásánál annak megokolására mondtam, hogy kísérleteimet kurarázott állatokon végeztem, ezen kísérletekre is áll, melyek egész tartama alatt ismételt kurarabefecskendezéssel gondoskodtunk a harántcsikolt izomzat teljes bénulásáról. Az állatok ugyancsak az egész kísérlet tartama alatt thermostatban feküdtek s testük hőmérséklete folyton ellenőriztetett; szivük állapotáról pedig a carotisba kötött manometerrel ellenőrzött vérnyomás téjékoztatott.

A gázcserekísérletek berendezéséről nincs mit mondanom, teljesen olyan volt, mint a II. részben leírt kísérleteké. Azon anyagok, melyeknek dinamikai hatását vizsgáltam, a következők voltak: tyúktojás tartalmából készült emulsió, néhány kísérletben kaseinemulsió, konyhasó- és húgyanyagoldat.

Húgyanyagot és konyhasót azért választottam, mert ZUNTZ ezen anyagok bekebelezése után is észlelte a gázcserenövekedést s ezt is vesemunkával magyarázta. A tojásemulsiót azért választottam, mert igen alkalmasnak bizonyult nagymennyiségű nativ-fehérje bekebelezésére. A kasein, a melyet használtam, tehéntejből lehetőleg zsirmentes állapotban többszörös lecsapolással tisztított készítmény volt.

Ezen anyagokat pontosan lemért mennyiségű vízben oldva, illetőleg vízzel összekeverve gyomorszondán át beöntöttük az állat gyomrába, a mi igen könnyen sikerül. A beöntés után mindjárt folytattuk a gázcsere meghatározását.

Néhány kísérletben a húgyanyagot, nem a gyomorba fecskendeztük, hanem egy bürettából igen lassú áramban az egyik vena jugularisba bocsátottuk be. Ezen kísérletek egyszersmind adatokat szolgáltatnak, annak az összehasonlítására, miképen hat

a nevezett anyag a gázcsereére, ha egyszer a tápláló csatorna falán át szívódik fel, másszor, ha közvetlenül, e táplálócsatorna megkerülésével jut a vérbe.

Ezen kísérletekről részletes adatokkal az értekezésem végére csatolt táblázatok számolnak. (L. II—XVIII. tábl.)

Tojástartalommal három kísérleti sorozatot végeztem. Hogy kellő mennyiségű fehérje jusson a gyomorba, mindegyik állat két tyúktojás tartalmát kapta, mely 73—92 gr súlyú volt. Ebben -- régebbi vizsgálataimból következtetve -- legalább 12 gr fehérje volt, mely így egyszerre jutott a gyomorba. A befecskendés után 3—4 órán át folytak a kísérletek, melyeknek befejezése után végzett bonczolás meggyőzött arról, hogy még a gyomorban elég sok volt a tojásemulsióból; a VII. kutya gyomrában találtat meg is mértük, 70 cm³ volt.

A *kasein*-kísérletekben — 4 sorozatban — 20—25 gr kaseint fecskendeztem vizes emulsió alakjában az állatok gyomrába. A kísérletek végén 3—4 órával a befecskendés után többkevesebb mindig volt még a gyomorban is.

Ezen két kísérleti sorozatban tehát fehérjét kaptak vese nélküli vagy olyan állatok, melyeknek mindkét veséje a vérkeringésből s így az anyagforgalomból ki volt zárva.

Mint a II—XV. táblázatok mutatják, mind a hét kísérletben kivétel nélkül az *O₂-fogyasztás a tojás, illetőleg kasein befecskendése után növekedett.*

A *tojás* befecskendését követő első félórán még nincs növekedés, de mind a három kísérletben a befecskendést követő 1 óra után már határozottan észrevehető s többnyire fokozódva eltart a kísérleti sorozat végéig, 3—4 órával a befecskendés után.

A *kasein* befecskendése után csak egyszer emelkedett már az első fél órában az *O₂-fogyasztás*, de ennél is úgy, mint a a többinél később kissé súlyedt s csak azután kezdett emelkedni s a maximumot csak 3 óra után érte el. Csak az egyik kutyánál (XXI. sz.) mutatkozott már 1½ óra múlva a maximum, de ez is igen jelentéktelen volt.

Hogy az *O₂-fogyasztás* növekedését értékelhessük, kiszámítottam a tojás, illetőleg kasein befecskendését megelőző kísérletekből a középértéket, ép úgy a befecskendés utáni összes kísérletekből is.

Ezeket a középértékeket a következő 2. táblázatban állítottam össze. A táblázatba a CO_2 -kiválasztás középértékei is fel vannak véve (l. 1047. l.).

Ezekből kétségtelenül kitűnik, hogy a tojástartalom befecskendését követő 2—3 $\frac{1}{2}$ órában az O_2 -fogyasztás átlag 5—12 $\frac{0}{0}$ -kal emelkedett, a kasein befecskendése után pedig 2—4 $\frac{0}{0}$ -kal. Ez az átlagos emelkedés, de rövid időre ennél magasabbra emelkedik. Így a maximális emelkedés a befecskendés előtti középértékhez viszonyítva:

A tojáskísérletekben				mikor a befecskendés után?	
V.	kutyánál	percenként 5.3 cm ³	17.1%	3 $\frac{1}{2}$ órával	
VII.	"	" 5.3 "	9.3%	2 "	
VIII.	"	" 6.8 "	14.2%	2 $\frac{1}{4}$ "	
A kascinkísérletekben				mikor a befecskendés után?	
XVII.	kutyánál	percenként 6.3 cm ³	10.7%	4 órával	
XXI.	"	" 1.7 "	3.7%	1 $\frac{1}{2}$ "	
XXIII.	"	" 4.2 "	6.9%	3 $\frac{1}{4}$ "	
XXIV.	"	" 5.6 "	10.2%	3 $\frac{3}{4}$ "	

Ezen kísérletekből okvetlenül következik, hogy fehérje bekebelezése a tápláló csatornába még akkor is okoz jelentékeny növekedést az O_2 -fogyasztásban s így az energiafogyasztásban, ha a vesék nem működnek, vagyis «dynamikai hatás» még akkor is mutatkozik, ha a vesék működése ki van zárva. A «dynamikai hatás»-nak ZUNTZ által adott legújabb magyarázatát tehát nem fogadhatjuk el, legalább nem oly értelemben, hogy a «dynamikai hatás» nagy, pláne túlnyomó része a vese munkája által okoztatnék. Hogy milyen nagy rész esik mégis a «dynamikai hatás»-ból a rendes viszonyok között a vesemunkára, arra kísérleteim nem adnak feleletet, mert nincsenek még arra adataim, hogy milyen nagy lett volna ezen «dynamikai hatás», ha ugyanannyi tojástartalmat vagy kasein-emulsiót fecskendeztem volna ép veséjű kurarázott állatba. Ez különben a kérdés lényege szempontjából nem fontos.

Megállapítottam tehát, hogy vesemunka nélkül elég jelentékeny «dynamikai hatás» mutatkozik. Ha nem a vesemunka

2. táblázat.

Az állat száma	Test-súly	Befecskedés					CO_2 O_2 a befecskedés		Változás a befecskedés után			Jegyzet
		előtti		utáni			előtt	után	az O_2 fogyasztásban		a CO_2 ki-választásban	
		percenkénti		átlagos					cm ³	%		
		O_2 fogyasztás	CO_2 kiválasztás	O_2 fogyasztás	CO_2 kiválasztás	O_2 fogyasztás	CO_2 kiválasztás	cm ³			cm ³	
<i>a) Tojásemulzio befecskendezése a gyomorba.</i>												
V.	4000	30·9	25·9	34·6	28·0	0·833	0·809	+3·7	+11·9	+2·1	L. II. táblázat 1057. l. 92 g tojástartalom	
VII.	7500	55·4	46·1	58·2	44·3	0·830	0·760	+2·8	+5·1	-1·8	L. III. " 1058. l. 88 g "	
VIII.	5850	48·0	40·6	52·1	40·2	0·851	0·771	+4·1	+8·5	-0·4	L. IV. " 1059. l. 73 g "	
<i>b) Kaseinemulzio befecskendezése a gyomorba.</i>												
XVII.	7400	59·1	48·0	61·5	47·8	0·811	0·776	+2·4	+4·1	-0·2	L. VIII. táblázat 1063. l. 25 g kasein	
XXI.	6000	46·0	38·6	47·8	36·5	0·852	0·818	+1·8	+3·9	-2·1	L. V. " 1060. l. 20 g "	
XXIII.	7000	60·6	53·9	61·8	52·1	0·887	0·843	+1·2	+2·0	-1·8	L. VI. " 1061. l. 24 g "	
XXIV.	6900	55·0	44·8	56·7	44·6	0·814	0·787	+1·7	+3·1	-0·2	L. VII. " 1062. l. 24 g "	

okozza, úgy a kérdés megint oda jut vissza, a honnan kiindult hogy t. i. az emésztés munkája okozza-e? A tojástartalom és kasein beadása után valóban emésztés indul meg; a tápláló csatorna falában lévő izomzat, a különböző mirigyek fokozott működést fejtenek ki, megindulnak a felszívódási folyamatok, melyek mind együtt ZUNTZ felfogásának megfelelőleg az *emésztés munkáját* alkotják. Lehetséges tehát, hogy ezek okozzák az energiafogyasztás növekedését.

Ép ezen kérdés eldöntésére szolgáltak a húgyanyag és a *NaCl*-oldat befecskendésével végzett kísérletek vesenélküli állatokon. Ezen anyagok a tápláló csatornába jutva emésztési munkát alig okoznak, hanem minden változás nélkül felszívódnak. Ha ezeknek befecskendése után ugyancsak növekedik az energiafogyasztás, úgy az emésztési munkának legfeljebb a felszívódásra eső részlete jöhetne szóba, azt kellene tehát feltételezni, hogy ezen anyagoknak felszívódása okozna energiafogyasztást. De még ezen felszívódási munkát is kizárhatjuk, ha ezen anyagokat a tápláló csatorna megkerülésével közvetlenül a véráramba bocsátjuk. Világos, hogy ez esetben már semmiféle emésztési munka nem jöhet szóba.

Ilyen kísérleti sorozatot 7-et végeztem, 4-et húgyanyag és 3-at 5%-os *NaCl*-oldattal. A kísérletek részletes adatait a IX—XV. táblázatok tartalmazzák.

A húgyanyagot — 12 gr-ot, ill. 10 gr-ot — két kísérleti sorozatban (IX. és X. kutya) vizes oldatban a gyomorba fecskendeztem, kettőben pedig (XI. és XX. kutya) a vena jugularisba; a *NaCl*-oldatot pedig mind a három kísérleti sorozatban lassú áramban a vena jugularisba bocsátottam (47—50 perc alatt 115—145 cm³ 5%-os oldatot).

Minden kísérletben kivétel nélkül — a vese nélküli kutyákban — *úgy húgyanyagoldatnak, mint NaCl-oldatnak bebocsátása a véráramba az O₂-fogyasztás jelentékeny növekedését okozta.*

A növekedés nagyságának értékelése végett ezen kísérletekben is kiszámítottam az oldatok bebocsátása előtti kísérletekből az O₂-fogyasztás középértékét és a bebocsátás utáni kísérletekből. Ezen középértékeket a következő táblázat mutatja:

3. táblázat.

Az állat száma	Test-súly	Befecskendés				$\frac{CO_2}{O_2}$ a befecskendés előtt		Változás a befecskendés után		Jegyzet	
		előtti		utáni		előtt	után	az O_2 fogyasztásban	a CO_2 ki-váltásban		
		O_2 fogyasztás	CO_2 ki-váltás	O_2 fogyasztás	CO_2 ki-váltás						
	gr	cm ³						cm ³	%	cm ³	
<i>a) Húgyanyag oldat.</i>											
IX.	7200	56·7	47·0	58·2	49·8	0·830	0·855	+1·5	+2·6	+2·8	L. IX. tábl. 1064. l. 12 gr Ü 110 gr vízben gyomorba
X.	6200	39·2	33·6	40·0	34·1	0·859	0·853	+0·8	+2·0	+0·5	L. X. tábl. 1065. l. 10 gr Ü 100 gr vízben gyomorba
XI.	4750	33·8	29·3	43·1	32·9	0·867	0·762	+9·3	+27	+3·6	L. XI. tábl. 1066. l. 100 cm ³ 5% Ü oldat a v. jugul.-ba 1½ óra alatt
XX.	6700	50·7	39·3	49·3	39·6	0·775	0·803	-1·4	-2·8	+0·3	L. XII. tábl. 1067. l. 100 cm ³ 5% Ü oldat a v. jugul.-ba ½ óra alatt
<i>b) NaCl-oldat intravénás befecskendezése.</i>											
XXXIV.	4600	33·3	29·4	43·6	33·4	0·884	0·766	+10·3	+30·9	+4·0	L. XIII. t. 1068. l. 115 cm ³ 5% NaCl oldat a v. jugul. 50 perc alatt
XXXVL	5800	46·3	37·3	52·6	40·0	0·807	0·760	+6·3	+13·6	+2·7	L. XIV. t. 1069. l. 145 cm ³ 5% NaCl oldat a v. jugul. 50 perc alatt
XX.XX.	5400	47·6	44·9	53·7	48·1	0·943	0·895	+6·1	+12·8	+3·2	L. XV. t. 1070. l. 135 cm ³ 5% NaCl oldat a v. jugul. 32 perc alatt

Ezen középértékek szerint a húgyanyagoldat egy állat kivételével (XX. kutya) fokozta az átlagos O_2 -fogyasztást. A XX. kutyában is növelte, de itt a növekedés csak későn két órával a befecskendés után mutatkozott, míg a többi kísérleti sorozatban már a befecskendés utáni első félóránban jelentkezett. A növekedés 2—27%-ot tesz ki. Megjegyzendő azonban, hogy a X. kutyánál a veséket közvetlenül az oldat befecskendése előtt irtottuk ki, a befecskendés előtti értékeket tehát még vesével bíró állaton nyertük. Ez az érték tehát mintegy 8%-kal nagyobb, mint a többi s így a húgyoldat okozta növekedés e miatt is kisebbnek látszik, mint a többi kísérletben. Ha nem az átlagos, hanem a maximális növekedést hasonlítjuk össze a befecskendés előtti középértékkel, úgy az

a IX. kutyánál	3.2 cm ³ -t	5.6%-ot
X. „	1.5 „	3.8%-ot
XI. „	11.5 „	34%-ot
XX. „	4.2 „	8.3%-ot tesz ki.

Az átlagos növekedés tehát kisebb, mint a tojás- vagy kasein-kísérletekben, de a maximális növekedés nagyobb. A maximális növekedés már $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ órával a befecskendés után mutatkozott; különösen kiemelem, hogy a gyomorba fecskendés után (IX. kutya) az átlagos emelkedése az O_2 -fogyasztásnak ugyanolyan nagy volt, mint a húgyanyagoldatnak közvetlenül a vérbe való fecskendése után. A húgyanyag okozta növekedés az O_2 -fogyasztásban, illetőleg energiafogyasztásban tehát semmi esetre sem magyarázható a felszívódás munkájával.

A konyhasós kísérletekből hasonlóképen kiszámítottam a befecskendés előtti és utáni értékeket. (L. 3. tábla.)

Az O_2 -fogyasztás tehát a konyhasó intravenás befecskendése után átlag 13—31%-kal növekedett, a befecskendést követő 1—4 óra tartama alatt. A maximális értékek pedig, úgy számítva, mint a húgyanyagkísérleteknél, a következők:

a XXXIV. kutyánál	13.1 cm ³	39%
a XXXVI. „	7.0 „	15%
a XL. „	10.8 „	23%.

Az 5%-os konyhasóoldatnak beocsátása a vérbe ennél fogva vesénélküli állatokban is oly mértékben növelte az O_2 -fogyasztást, illetőleg energiaforgalmat, a milyen sem a tojástartalom, sem a kaseinoldat bekebelezése, sem a húgyanyagoldat befecskendése után, nem észlelhető. Ki kell még emelnem, hogy a maximális értékek már a befecskendés kezdetét követő félórában mutatkoztak, tehát akkor, a mikor nem is volt még beocsátva az egész oldat.

Miután ezen kísérletek félremagyarázhatlanul mutatják, hogy úgy a húgyanyag, mint a konyhasó, még akkor is, ha az emésztés munkájának teljes elejét vesszük azzal, hogy közvetlenül a véráramba bocsátjuk, jelentékenyen fokozzák az O_2 fogyasztást, illetőleg az energiaforgalmat vesénélküli állatokban is, nem tartható fenn többé az a magyarázat sem, hogy az ép veséjű állatokban mutatkozó fokozódás az energiaforgalomban a vese munkája által okoztatik.

Ezzel természetesen kétségessé válik az is vajjon a fehérje bekebelezése után beálló növekedés az energiafogyasztásban valóban az emésztés munkájával magyarázható-e. Egészenben, azt hiszem semmiesetre sem, mert nem zárható ki annak lehetősége, hogy emésztés közben a táplálócsatornában képződhetnek olyan anyagok, melyek felszívódásuk után ép úgy fokozzák az energiafogyasztást, mint a húgyanyag és a konyhasó.

Minthogy az emésztési, a felszívódási és vesemunka kizárása után is, mint láttuk, ezen anyagok tetemesen növelhetik az O_2 -fogyasztást, az energia-forgalmat, ezt nézetem szerint valóban legegyszerűbben RUBNER-rel úgy magyarázhatjuk, hogy ezen anyagok a vérből az egyes szervek sejtjeinek protoplasmájába jutva, az ott végbemenő anyagcsere-folyamatokat befolyásolják, gyorsítják a chemiai reakziót, minek folytán az idő egységében nagyobb mennyiségű chemiai energia alakul át hővé. Ugylátszik azonban, hogy nemcsak gyorsítják a chemiai reakciókat, hanem qualitativ meg is változtatják azok lefolyását.

E mellett szól mindenekelőtt azon jelenség, hogy az O_2 -fogyasztással egyidejűleg a CO_2 -kiválasztás egészen más arányban növekedik, a minek a következménye a $\frac{CO_2}{O_2}$ -hányados változása.

Általában mindegyik kísérleti sorozatban az O_2 -fogyasztás sokkal erősebben növekedett, mint a CO_2 -kiválasztás, úgy hogy mindegyik kísérleti sorozatban a $\frac{CO_2}{O_2}$ hányados kisebbedett.

Csak egy kasein (XXIV. kutya) és egy húgyanykísérletben (XX. kutya) növekedett, a hányados. Valamennyi kasein és a legtöbb tojáskísérletben pedig egyáltalában nem növekedett a CO_2 -kiválasztás, sőt keveset csökkent. Ez a mellett szól, hogy vagy az oxydatio nem tökéletes, vagy pedig, hogy más, kevesebb CO_2 -képződéshez vezető anyagok oxydáltattak. Ehhez járul még, hogy a tojás és a kaseinkísérleteknél azok az anyagok, melyek a tápláló csatornából szívódnak fel s azután a sejtek élő protoplasmájába jutnak, maguk is részt vesznek az oxydatióban, maguk is legalább részben elégnak. Annak elemzésébe, hogy mit lehet a respirációs hányados ezen változásából következtetni, ez alkalommal nem akarok bocsátkozni. Erre még kiegészítő kísérletekre van szükség.

Kiemelendőnek tartom azonban azt a tényt, hogy míg a húgyanyag és a $NaCl$ kísérletekben az anyagcserében beállott változás már az első félórán a befecskendés után észlelhető volt, addig a tojás és a kaseinkísérletekben sokkal később mutatkozott, a maximális hatás 2—4 óra, legtöbbször csak 3 óra múlva mutatkozott. Ha nem is bizonyítja, úgy mégis ez is valószínűvé teszi, hogy ezekben a kísérletekben is a dinamikai hatás akkor mutatkozik legintenzívebben, a mikor már bizonyos mennyiségű emésztési termék felszívódott.

Az energiaforgalom ezen később bekövetkező növekedése tekintettel arra, hogy vesenélküli állatban következik be, még egy más magyarázatra enged gondolni, a melyet annál inkább kell megemlítenem, mert ha helyt állana, kétségessé válnék, hogy a tojás- és kasein-kísérletekben egyáltalában a gyomorba hozott anyagok emésztésével és emésztési termékeiknek felszívódásával függ-e össze az energiaforgalom növekedése. A vesék kiirtása után ugyanis, a N -tartalmú bomlási termékek, nevezetesen a húgyanyag felszaporodik a vérben s miután fokozza az energiafogyasztást, arra kell gondolnunk, hogy a vesenélküli állatban minden egyéb anyagnak befecskendése nélkül is foko-

zódhatik az energiaforgalom. Ennek a kiderítésére két kísérleti sorozatot végeztem oly módon, hogy kiirtottuk a két vesét, azután a thermostatban fekvő kurarázott állaton gázcserékísérleteket végeztünk órákon át. A kísérletek adatait részletesen mutatja a XVI. és XVII. táblázat a 46. ill. 47. oldalon. Az eredmény az, hogy valóban ilyen állatokban az O_2 -fogyasztás bizonyos idő múlva *fokozatosan kezd emelkedni*, de az emelkedés csak 4-5 óra múlva kezd észrevehetővé lenni s sohasem ért el ezen időben olyan fokot, mint a tojás- és kaseinkísérletekben, úgy hogy biztosan mondhatjuk az utóbbi kísérletekben a gyomorba vitt anyagok hatása az energiaforgalom növekedése.

Az az esetleges ellenvetés, hogy úgy a $NaCl$, mint a húgyanyagkísérletekben folyadékbeeresztés az erekbe egymagában okozta talán az energiafogyasztás növekedését, talán az által, hogy a szív munkáját növelte. Először is a befecskendés lassan történt, a vérnyomás nem emelkedett, a szív működés alig változott, másodsor pedig közvetlenül meggyőződtem arról, hogy ugyanolyan mennyiségű 10%-os szőlőcukoroldat bebocsátása az erekbe ép oly kevéssé növeli az energiafogyasztást, mint a gyomorba való fecskendése. (L. XVIII. tábl. a 48. oldalon.)

Az energiaforgalom növelése tehát bizonyos oldott anyagoknak a sejtek élő protoplasmájára gyakorolt hatásának következménye.

Mindezen kísérleti eredményeket összefoglalva, azon eredményre jutok, hogy a fehérje bekebelezése után bekövetkező növekedés az energiafogyasztásban, a mely fokozott O_2 -fogyasztásban és hőképződésben nyilvánul, a vesemunkának legfeljebb kis része lehet, mert vesemunka nélkül is bekövetkezik.

Az energiafogyasztás e növekedését, mely fehérjének, de kisebb mértékben a többi tápanyagnak és minden természetes tápláléknak bekebelezése után bekövetkezik, nézetem szerint az «*emésztési munka* és a *dynamikai hatás*» fogalmának egyesítésével a következőképen kell magyaráznunk:

A táplálékban foglalt tápanyagok előkészítése és feldolgozása a tápláló csatornában, az ehhez szükséges váladékok készítése energiafogyasztással, munkával jár, mely munkát czélszerűen *emésztési munkának* nevezhetünk, a melyhez még az a

munka is tartozik, melyet esetleg bizonyos anyagoknak felszívódása okoz. Ezen emésztési munka bizonyos tápláléknál, különösen a növényevő állatok táplálékánál olyan jelentékeny lehet, hogy a táplálék bekebelezése után mutakozó növekedés az energiaforgalomban jó részt ezen emésztési munkára esik. Azonban még a felszívódott tápanyagok is, ezek közül különösen a fehérjék, illetőleg ezeknek emésztési termékei az élő sejtek protoplasmájára úgy hatnak, hogy azokban a chemiai energia átalakulását gyorsítják, illetőleg fokozzák és a mi különösen fontos, *a felszívódott tápanyagok értékesítése az anyagforgalomban, vagyis chemiai energiájuknak átalakítása más energiákká nem is lehetséges másképen, mint úgy, hogy egyidejűleg az illető protoplasma energiafogyasztását növelik.* A «dynamikai hatás» tehát azt az energiamennyiséget, melynek a sejtekben hővé kell átalakulnia, akkor, a mikor a táplálóanyagok chemiai energiája értékesítettik, más szóval mondva *a dynamikai hatás azt a munkát jelenti, melyet az élő sejteknek végezniök kell, akkor, a mikor a beléjük jutott tápanyagok chemiai energiáját életjelenségekké átalakítják.* Ezért helyesebben a dynamikai hatást a *n y a g c s e r e m u n k á* nak nevezhetjük. Ezen anyagcseremunka a különböző tápanyagoknál különböző nagyságú, a legnagyobb a fehérjéknél, RUBNER szerint legkisebb a szénhidrátoknál. De különböző a sejtek szerint, a melyekben ezen munka folyik és ezen sejtek működésének minősége szerint s végre valószínűleg különböző az állatfajok szerint is, úgy hogy ugyanazon szervben, ugyanazon működésnél az anyagcseremunka különböző lehet. (Ezen utóbbi kérdést külön kísérletes vizsgálat tárgyává tettem, melynek eredményéről később fogok beszámolni.) A táplálék bekebelezése után tehát a szervezetben mindig munka végeztek, melyet *a táplálás munkájának* nevezhetünk s mely nélkül a szervezet a táplálóanyagok chemiai energiáját nem értékesítheti. A táplálás munkája pedig két részből áll: az *emésztés munkájából* és az *anyagcsere munkájából*. Az emésztés munkája befejeződik a tápláló anyagok felszívódásával, az anyagcseremunka pedig ez után kezdődik. A táplálék minősége, fizikai szerkezete és chemiai összetételétől függ első sorban, hogy milyen nagy az emésztés munkája, melyre még a tápláló csatorna anatómiai

szerkezete is befoly. Így érthető, hogy pl. a növényevő állatoknál az emésztés munkája igen jelentékeny része a táplálás munkájának, míg a húsevőknél jóval kisebb. Jövő vizsgálatok feladata lesz a táplálás munkája két részletének további elemzése.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 márcz. 13-án tartott üléséből.)

Függelék.

I—XVIII. táblázat.

A táblázatokban a gáztérfogatok mind normáltérfogatok.

I. táblázat.

I. kutya. 1910. III. 5., testsúly 3600 gr.

A kísérlet			Tüdő- ventilatio percen- ként	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- sége a kísérlet kezdetén és végén
száma	kezdeté	tartama		gyara- podott a CO_2	meg- fogyott az O_2	CO_2 kivá- lasztás	O_2 fo- gyasz- tás		
			cm ³	%	cm ³			° C	
1	10 ó 40'	11' 05"	2014	1·557	1·730	29·67	38·84	0·851	38·70 38·55
2	11 ó 01'	12' 29"	2013	1·603	1·790	30·58	36·03	0·848	38·70 38·86
3 ¹⁾	11 ó 43'	8' 26"	2048	1·581	1·692	30·66	34·65	0·884	38·71 38·60
4	12 ó 03'	8' 32"	2045	1·525	1·649	29·47	33·66	0·876	38·36 38·22
5	12 ó 22'	8' 30"	2060	1·454	1·537	28·22	31·66	0·891	38·81 38·92

1) 11 ó 30' a veseereket lekötjük.

II. táblázat.

V. kutya. 1910. II. 14., testsúly 4000 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként cm ³	A léggő levegőben		Percenkénti		CO ₂ O ₂	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdeten és végén ° C
	kezdeté	tartama		gyara- podott a CO ₂	meg- fogyott az O ₂	CO ₂ kivá- lasztás	O ₂ fo- gyasz- tás		
				%		cm ³			
1	9 ó 21'	10' 13"	1606	1.795	2.374	27.48	38.12	0.721	38.31 38.56
2	9 ó 39'	11' 44"	1599	1.806	2.162	27.53	34.57	0.796	38.45 38.26
3	10 ó 03'	10' 52"	1621	1.753	2.147	27.05	34.80	0.777	38.28 38.24
4 ¹⁾	10 ó 23'	10' 42"	1631	1.765	2.327	27.42	37.96	0.722	38.31 38.38
5 ²⁾	11 ó 28'	10' 32"	1681	1.673	1.885	26.71	31.69	0.842	38.32 38.50
6	11 ó 55'	10' 00"	1690	1.546	1.749	24.71	29.56	0.835	38.33 38.10
7	12 ó 33'	11' 15"	1646	1.608	1.891	25.08	31.12	0.805	38.20 38.40
8	1 ó 04'	10' 48"	1640	1.725	1.905	26.91	31.24	0.861	38.52 38.30
9 ³⁾	1 ó 56'	10' 33"	1637	1.760	1.819	27.43	29.77	0.921	38.11 38.29
10	2 ó 26'	10' 05"	1710	1.764	2.108	28.72	36.04	0.797	38.31 38.25
11	3 ó 14'	10' 14"	1652	1.785	2.165	28.10	35.77	0.785	38.60 38.73
12	4 ó 04'	10' 10"	1732	1.696	2.032	27.92	35.19	0.793	38.12 38.29
13	5 ó 09'	9' 29"	1857	1.591	1.952	27.98	36.24	0.772	38.64 38.62

1) A vesék kiirtásáig kb. 7 cm³ vizeletet ürített.

2) 10 ó 45' veséexstirpatio, közvetlenül előtte hasüreg-megnyitás.

3) 1 ó 22'-kor kap gyomorszondán át 200 cm³ emulsiót, melyben 92 gr tojás-tartalom volt. Az emulsiót 38 °-ra melegítettük.

III. táblázat.

VII. kutya. 1910. II. 28., testsúly 7500 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként cm ³	A légző levegőben		Percenkénti		CO ₂ O ₂	Az állat hőmér- sége a kísérlet kezdetén és végén ° C
	kezdeti	tartama		meg- fogyott az O ₂	gyara- podott a CO ₂	O ₂ fo- gyasz- tás	CO ₂ kivá- lasztás		
1	1 ó 36'	9' 14"	2405	2·461	2·096	59·20	48·40	0·817	38·10 38·05
2	2 ó 09'	9' 51"	2538	2·428	1·999	61·61	48·60	0·789	38·16 38·08
3 ¹⁾	3 ó 05'	8' 36"	2655	2·062	1·797	54·75	45·48	0·831	38·78 38·61
4 ²⁾	3 ó 43'	8' 42"	2732	2·052	1·787	56·06	46·52	0·830	38·18 38·29
5	4 ó 33'	9' 34"	2576	2·012	1·775	51·82	43·55	0·840	38·31 38·30
6	5 ó 09'	8' 37"	2841	2·107	1·719	59·86	46·45	0·776	38·08 38·21
7	5 ó 59'	8' 07"	2838	2·139	1·625	60·70	43·73	0·720	38·32 38·58
8 ³⁾	6 ó 28'	8' 38"	2738	2·213	1·667	60·61	43·36	0·715	38·36 38·24

1) 2 ó 18'—2 ó 40'-ig veseexstirpatio. A jobb vese 21·4 gr, a bal 21·2 gr.

2) 4 ó 10'-kor gyomorszondával 230 cm³ emulsiót kap, amelyben 88 gr tojás-
tartalom volt. Jó része az cesophaguson visszafolyik, mire az cesophagust le-
kötjük.

3) Boncsoláskor a gyomorban 70 cm³ tojásemulsió volt.

IV. táblázat.

VIII. kutyá. 1910. III. 3., testsúly 5850 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percezen- ként cm ³	A légző levegőben		Percezenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdletén és végén ° C
	kezdeti	tartama		gyara- podott a CO ₂	meg- fogyott az O ₂	CO ₂ kivá- lasztás	O ₂ fo- gyasz- tás		
				%		cm ³			
1	11 ó 06'	8' 24"	2084	2·293	2·361	46·04	49·21	0·935	38·12 38·24
2 ¹⁾	11 ó 40'	9' 19"	1936	2·427	2·615	45·36	50·63	0·896	38·50 38·42
3	1 ó 01'	9' 52"	1897	2·260	2·561	41·27	48·58	0·849	38·30 38·28
4	1 ó 57'	9' 36"	1896	2·224	2·507	40·58	47·54	0·854	38·20 38·20
5	2 ó 32'	9' 29"	1918	2·211	2·500	40·79	47·95	0·851	38·16 38·13
6 ²⁾	3 ó 35'	8' 39"	1916	2·193	2·518	40·41	48·25	0·837	38·01 38·02
7	4 ó 16'	9' 05"	1932	2·091	2·649	38·77	51·17	0·758	38·08 38·10
8	5 ó 05'	9' 06"	1968	2·101	2·784	39·70	54·80	0·724	38·32 38·40
9	5 ó 29'	9' 03"	1992	2·234	2·714	42·83	54·07	0·792	38·50 38·49

1) 12 ó 15'-kor a veseerek lekötése.

2) 2 ó 50'-kor gyomorszondával 220 cm³ emulsiót kap, melyben 73 gr friss tojástartalom volt.

V. táblázat.

XXI. kutya. 1910. XII. 5., testsúly 6000 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként cm ³	A léggő levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén
	kezdete	tartama		gyara- podott a CO_2	meg- fogyott az O_2	CO_2 kivá- lasztás	O_2 fo- gyasz- tás		° C
				%		cm ³			
1	11 6 35'	11' 53"	1473	2·662	3·380	39·21	49·79	0·787	38·90 38·90
2	11 6 55'	12' 10"	1489	2·715	3·489	40·43	51·95	0·778	38·90 38·88
3 ¹⁾	12 6 20'	12' 22"	1473	2·740	3·469	40·37	51·12	0·789	38·80 38·80
4	1 6 10'	11' 58"	1490	2·545	3·114	37·92	46·40	0·871	38·60 38·60
5	1 6 30'	12' 10"	1470	2·649	3·113	38·94	45·76	0·850	38·60 38·60
6	1 6 55'	12' 29"	1456	2·640	3·133	38·44	45·62	0·842	38·70 38·78
7 ²⁾	2 6 25'	12' 27"	1435	2·717	3·225	38·99	46·29	0·848	38·86 38·90
8	3 6 10'	12' 04"	1458	2·521	3·119	36·75	45·47	0·808	38·30 38·22
9	3 6 40'	12' 29"	1430	2·588	3·305	37·01	47·27	0·783	38·06 37·96
10	4 6 10'	11' 51"	1462	2·521	3·261	36·87	47·69	0·773	37·70 37·60
11	4 6 40'	11' 58"	1431	2·460	3·252	35·41	46·81	0·756	37·70 37·80
12	5 6 10'	12' 23"	1405	2·554	3·331	35·89	46·81	0·766	38·05 37·80
13	5 6 40'	12' 09"	1445	2·551	3·278	36·87	47·38	0·778	38·32 38·40

1) 12 ó 50'-kor a veseerek alakötése.
2) 2 ó 50'-kor 20 gr casein 150 gr vízzel gyomorszondán át.

VI. táblázat.

XXIII. kutya. 1910. XII. 12., testsúly 7000 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként cm ³	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- sége a kísérlet kezdetén és végén ° C
	kezdeté	tartama		gyara- podott a CO ₂	meg- fogyott az O ₂	CO ₂ kivá- lasztás	O ₂ fo- gyasz- tás		
				%		cm ³			
1 ¹⁾	10 ó 30'	7' 56"	2312	2.426	2.536	56.10	58.65	0.956	38.10 38.10
2	10 ó 55'	8' 03"	2284	2.251	2.741	51.43	62.62	0.821	38.10 38.13
3	11 ó 15'	7' 58"	2291	2.306	2.673	52.83	61.24	0.862	38.25 38.30
4	11 ó 35'	8' 02"	2293	2.416	2.654	55.41	60.87	0.910	38.50 38.51
5 ²⁾	12 ó 25'	7' 20"	2319	2.445	2.722	56.71	63.13	0.898	38.34 38.34
6	12 ó 50'	7' 42"	2303	2.358	2.519	54.30	58.01	0.936	38.20 38.14
7	1 ó 15'	7' 27"	2296	2.300	2.640	52.82	60.62	0.871	38.14 38.09
8	1 ó 40'	7' 54"	2323	2.284	2.624	53.05	60.55	0.870	38.02 38.00
9	2 ó 05'	7' 51"	2298	2.159	2.595	49.62	59.64	0.831	38.00 37.99
10	2 ó 30'	8' 04"	2325	2.161	2.732	50.25	63.43	0.791	38.40 38.65
11	2 ó 55'	8' 04"	2338	2.159	2.728	50.49	63.80	0.791	38.90 38.92
12	3 ó 25'	7' 54"	2330	2.135	2.788	49.75	64.97	0.765	38.95 83.95

1) 10 órakor vesekiirtás.

2) 12 órakor 24 gr caseint kap 200 cm³ vízben gyomorszondán át.

VII. táblázat.

XXIV. kutya. 1910. XII. 18., testsúly 6900 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén
	kezdeti	tartama		gyara- podott a CO_2	meg- fogyott az O_2	CO_2 kivá- lasztás	O_2 fo- gyasz- tás		
			cm ³	%		cm ³			°C
1 ¹⁾	11 6 20'	7' 52"	2372	1.964	2.328	46.59	55.22	0.843	38.45
2	11 6 40'	8' 05"	2361	1.894	2.393	44.72	56.50	0.791	38.45
3	12 6 00'	8' 23"	2274	1.921	2.386	43.68	54.26	0.805	38.45
4	12 6 20'	8' 24"	2295	1.924	2.351	44.16	53.96	0.818	38.40
5 ²⁾	1 6 00'	8' 22"	2291	1.989	2.466	45.57	56.50	0.806	38.40
6	1 6 25'	8' 18"	2294	1.965	2.434	45.08	55.84	0.807	38.45
7	1 6 50'	8' 11"	2298	1.859	2.377	42.62	54.62	0.782	38.10
8	2 6 20'	8' 12"	2323	1.992	2.446	46.28	56.82	0.814	38.55 38.75
9	2 6 50'	8' 23"	2308	1.878	2.415	43.34	55.74	0.777	38.95 38.90
10	3 6 20'	7' 56"	2290	1.871	2.452	42.85	56.17	0.763	38.81
11	3 6 45'	7' 10"	2330	1.880	2.335	43.87	54.49	0.805	38.70 38.64
12	4 6 10'	7' 28"	2312	2.066	2.620	47.78	60.59	0.788	38.86 39.09
13	4 6 35'	7' 21"	2323	1.898	2.450	44.10	56.93	0.774	39.31 39.21

1) A veséket az 1. kísérlet előtt 10 ó-kor kiirtottuk.

2) 12 ó 35'-kor 200 cm³ vízben 24 gr suspendált caseint kap gyomor-

VIII. táblázat.

XVII. kutya. 1910. IX. 14., testsúly 7400 gr.

A kísérlet		Tüdő- ventilatio percezen- ként	A légző levegőben		Percezenkénti		CO ₂ O ₂	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén
száma	kezdeti tartama		meg- fogyott az O ₂	gyara- podott a CO ₂	O ₂ fo- gyasz- tás	CO ₂ kivá- lasztás		
		cm ³	%	cm ³				
1	106 38' 9' 30"	1788·0	3·65	2·80	65·21	50·14	0·738	39·10 39·29
2	106 51' 9' 00"	1835·6	3·49	2·72	64·03	49·95	0·780	39·29 39·22
3	116 10' 8' 78"	1880·0	3·48	2·63	65·41	49·37	0·755	39·12 39·10
4)	116 30' 8' 23"	1912·9	3·44	2·64	65·86	50·48	0·767	39·15 39·20
5	116 59' 8' 27"	1947·2	3·00	2·39	58·42	46·54	0·796	38·83 38·70
6	126 15' 8' 66"	1929·4	3·05	2·48	58·77	47·89	0·815	38·62 38·72
7 ²⁾	126 34' félidő 4' 00"	1943·3	3·09	2·54	60·11	49·42	0·822	38·70 —
8	16 49' 9' 70"	1834·5	3·27	2·42	59·98	44·38	0·723	38·82 39·20
9	26 33' 8' 43"	1868·1	3·11	2·53	58·06	47·24	0·814	39·30 39·10
10	36 19' 9' 68"	1882·0	3·17	2·47	59·64	46·50	0·780	38·99 39·06
11	46 05' 8' 88"	1928·5	3·31	2·58	63·81	49·68	0·779	39·28 39·25
12	46 49' 9' 17"	1888·6	3·30	2·57	62·24	48·61	0·779	39·08 39·12
13	56 33' 8' 78"	1882·4	3·48	2·62	65·43	49·28	0·753	39·50 39·50

1) 11 ó 41'-kor a veseerek alakötése.
2) 1 ó 35'-kor 25 gr caseint kap 200 cm³ vízben gyomorszondán át.

IX. táblázat.

IX. kutya, 1910. III. 18., testsúly 7200 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként cm ³	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állapot hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén ° C
	kezdete	tartama		meg- fogyott az O ₂	gyara- podott a CO ₂	O ₂ fo- gyasz- tás	CO ₂ kivá- lasztás		
				%		cm ³			
1	11 ó 50'	6' 58"	2608	2·288	1·860	59·67	48·51	0·813	38·47 38·78
2	12 ó 04'	7' 19"	2685	2·241	1·936	60·17	51·98	0·864	38·92 39·08
3 ¹⁾	12 ó 16'	6' 39"	2669	2·246	1·872	59·95	49·96	0·833	39·20 39·38
4	12 ó 43'	6' 26"	2759	2·120	1·723	58·49	47·54	0·813	39·10
5	12 ó 52'	6' 25"	2722	2·007	1·662	54·63	45·24	0·828	39·00 38·90
6	1 ó 16'	7' 17"	2703	2·104	1·785	56·87	48·25	0·848	38·60 38·50
7 ²⁾	2 ó 25'	6' 06"	2848	2·104	1·785	59·92	50·84	0·848	38·92 39·00
8	2 ó 51'	6' 25"	2898	1·952	1·690	56·43	48·86	0·866	39·12 39·10

1) 12 ó 23'—12 ó 21'-ig vesekiirtás.
2) 2 ó 8'-kor 12 gr U-t kap 110 m³ vízben gyomorszondán át.

X. táblázat.

X. kutya. 1910. III. 22., testsúly 6200 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként cm ³	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- sége a kísérlet kezdetén és végén °C
	kezdete	tartama		meg- fogyott az O ₂	gyara- podott a CO ₂	O ₂ fo- gyasz- tás	CO ₂ kivá- lasztás		
1	11 ó 58'	9' 18"	1938	2·071	1·826	40·14	33·76	0·841	38·58 38·81
2	12 ó 14'	9' 33"	1948	2·022	1·858	39·40	34·57	0·877	38·80 38·73
3 ¹⁾	12 ó 32'	8' 51"	1977	1·921	1·732	37·99	32·59	0·858	38·51 38·42
4 ²⁾	3 ó 00'	9' 25"	1926	2·033	1·908	39·17	35·14	0·897	38·20 38·15
5	3 ó 19'	9' 51"	1944	2·089	1·833	40·62	34·01	0·837	38·95 39·05
6	4 ó 06'	9' 07"	1967	2·064	1·751	40·61	32·79	0·808	38·70 38·60
7	4 ó 55'	9' 43"	1958	2·080	1·836	40·74	34·32	0·842	38·22

1) 12 ó 45'—50' veseztirpatio.
2) 2 ó 35'-kor 10 gr hűgany 100 cm³ dest. vízben gyomorszondán át

XI. táblázat.

XI. kutya. 1910. III. 29., testsúly 4750 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként cm ³	A légző levegőben		Percenkénti		CO ₂ O ₂	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén ° C
	kezdeti	tartama		meg- fogyott az O ₂	gyara- podott a CO ₂	O ₂ fo- gyasz- tás	CO ₂ kivá- lasztás		
				%		cm ³			
1)	2 ó 56'	7' 44"	2112	1.423	1.348	30.06	26.70	0.888	36.81 37.10
2	3 ó 06'	8' 23"	2054	1.571	1.417	32.28	27.39	0.848	37.26 37.53
3	3 ó 19'	8' 52"	2050	1.768	1.652	36.25	32.15	0.887	37.95 38.12
4	3 ó 39'	8' 31"	2116	1.631	1.435	34.52	28.59	0.828	38.10 38.02
5	3 ó 53'	8' 14"	2150	1.648	1.496	35.44	30.36	0.857	37.91 37.80
6	4 ó 03'	8' 10"	2153	1.581	1.498	34.05	30.45	0.894	37.80 37.62
7 ²⁾	4 ó 33'	7' 13"	2164	1.908	1.734	41.29	35.71	0.865	37.66 37.68
8	4 ó 44'	7' 53"	2173	2.084	1.637	45.30	33.75	0.745	37.69 37.78
9	5 ó 27'	7' 52"	2186	1.954	1.427	42.73	29.37	0.687	37.68 37.56

1) Veseexstirpatio közvetlenül kísérlet előtt.
2) 4 ó 13' — 4 ó 42'-ig 100 cm³ 5 %-os hügyanýoldat beeresztése a bal vena jugularisba.

XII. táblázat.

XX. kutya. 1910. XI. 25., testsúly 6700 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- sége a kísérlet kezdetén és végén
	kezdeti	tartama		gyara- podott a CO_2	meg- fogyott az O_2	O_2 fo- gyasz- tás	CO_2 kivá- lasztás		
			cm ³	%	cm ³		°C		
1	12 ó 05'	11' 52"	1510	2·575	3·476	38·88	52·49	0·740	38·30 38·42
2)	12 ó 30'	12' 02"	1498	2·665	3·644	39·93	54·59	0·731	38·50 48·45
3	1 ó 15'	12' 14"	1446	2·655	3·394	38·39	49·08	0·782	38·21 38·21
4	1 ó 35'	12' 41"	1412	2·718	3·673	38·39	51·88	0·739	38·27 38·30
5	1 ó 55'	12' 21"	1417	2·832	3·578	40·12	50·69	0·791	38·30 38·38
6)	2 ó 20'	12' 26"	1419	2·836	3·603	40·24	51·13	0·787	38·41 38·47
7	3 ó 15'	12' 39"	1411	2·942	3·379	41·51	47·67	0·870	37·93 38·02
8	3 ó 40'	12' 37"	1414	2·731	3·309	38·61	46·79	0·825	38·09 38·14
9	4 ó 00'	12' 11"	1445	2·614	3·331	37·77	48·14	0·784	38·28 38·39
10	4 ó 30'	12' 17"	1419	2·694	3·467	38·25	49·22	0·777	38·50 38·70
11	5 ó 00'	12' 23"	1472	2·847	3·729	41·92	54·90	0·763	38·80 38·88

1) 1 ó-kor a veserek alákötése.

2) 2 ó 40'-től 3 ó 10'-ig 100 cm³ 5⁰-os huyanolat beeresztése a bal véna jugularisba

XIII. táblázat.

XXXIV. kutya. 1910. III. 5., testsúly 4600 gr.

A kísérlet			Tüdő- ventilatio percen- ként	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén
száma	kezdeti	tartama		meg- fogyott az O_2	gyara- podott a CO_2	O_2 fo- gyasz- tás	CO_2 kivá- lasztás		
			cm ³	%	cm ³				
11)	11 ó 43'	8' 26"	2048	1.69	1.58	34.65	30.66	0.884	38.71 38.60
2	12 ó 03'	8' 32"	2045	1.65	1.53	33.66	29.47	0.876	38.36 38.22
3	12 ó 22'	8' 30"	2060	1.54	1.45	31.66	28.22	0.891	38.81 38.92
42)	12 ó 48'	8' 34"	2027	2.01	1.76	40.74	33.95	0.833	38.10 38.10
5	1 ó 06'	8' 51"	2018	2.17	1.70	43.71	32.61	0.746	38.36 38.40
6	1 ó 25'	8' 51"	2038	2.28	1.73	46.43	33.55	0.723	38.63 39.00

1) Veseerek alákötése kísérlet előtt.
2) 12 ó 30'-tól 1 ó 20'-ig 115 cm³ 5%-os NaCl-oldat beeresztése a bal vena jugularisba.

XIV. táblázat.

XXXVI. kutya. 1910. III. 10., testsúly 5800 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percezen- ként	A légző levegőben		Percezenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén
	kezdeté	tartama		meg- fogyott az O_2	gyara- podott a CO_2	O_2 fo- gyasz- tás	CO_2 kivá- lasztás		
				cm ³	%	cm ³			
1 ¹⁾	10 ó 46'	10' 15"	1739	2·63	2·13	45·65	35·59	0·780	38·09 38·00
2	11 ó 08'	10' 01"	1775	2·63	2·28	46·76	38·95	0·833	38·10 38·28
3	11 ó 27'	10' 03"	1772	2·62	2·20	46·47	37·52	0·808	38·46 38·52
4 ²⁾	12 ó 07'	10' 04"	1813	2·91	2·42	52·76	42·31	0·802	38·41 38·42
5	12 ó 27'	10' 55"	1786	2·98	2·34	53·31	40·21	0·755	38·50 38·60
6	1 ó 44'	9' 46"	1826	2·86	2·27	52·21	39·81	0·763	36·68 38·78
7	4 ó 04'	10' 06"	1767	2·96	2·22	52·32	37·66	0·720	38·50 38·46

1) Veseextirpatio kísérlet előtt.

2) 11 ó 45'-től 12 ó 35'-ig 145 cm³ 5%-os NaCl-oldat beeresztése a bal vena jugularisba.

XV. táblázat.

XL. kutya. 1910. III. 15., testsúly 5400 gr.

A kísérlet			Tüdő- ventilatio percen- ként	A léggő levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- sége a kísérlet kezdésén és végén
száma	kezdeté	tartama		meg- fogyott az O_2	gyara- podott a CO_2	O_2 fo- gyasz- tás	CO_2 kivá- lasztás		
			cm ³	%		cm ³		° C	
1 ¹⁾	4 ó 47'	9' 04"	1739	2·78	2·77	48·10	46·81	0·973	38·10 38·08
2	4 ó 58'	9' 50"	1737	2·71	2·56	47·11	43·08	0·914	38·07 38·05
3 ²⁾	5 ó 55'	10' 50"	1752	3·33	3·02	58·36	51·49	0·882	57·85 38·13
4	6 ó 23'	10' 06"	1717	3·18	2·94	54·63	49·00	0·897	38·63 38·80
5	6 ó 52'	8' 50"	1711	2·81	2·70	47·99	43·71	0·932	39·05 39·10

1) Veseexstirpatio kísérlet előtt.
2) 5 ó 15'-től 5 ó 47'-ig 135 cm³ 5 %-os NaCl-oldat beeresztése a vena jugularisba.

XVI. táblázat.

XXV. kutya. 1911. II. 27., testsúly 5200 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állat hőmér- séklete a kísérlet kezdétén és végén
	kezdeté	tartama		meg- fogyott az O_2	gyara- podott a CO_2	O_2 fo- gyasz- tás	CO_2 kivá- lasztás		
			cm ³	%	cm ³		°C		
14)	9 ó 50'	11' 30"	1590	2·384	1·894	37·91	30·12	0·794	37·0
2	10 ó 10'	11' 33"	1593	2·248	1·806	35·81	28·77	0·803	36·80 36·65
3	10 ó 30'	11' 08"	1596	2·149	1·709	34·30	27·28	0·795	36·65 36·55
4	11 ó 35'	10' 41"	1605	2·041	1·662	32·76	26·67	0·800	36·98 37·05
5	12 ó 15'	11' 09"	1629	2·092	1·691	34·08	27·55	0·808	37·22 37·30
6	12 ó 45'	11' 16"	1610	2·213	1·734	36·30	28·44	0·783	37·40 37·45
7	1 ó 15'	11' 12"	1635	2·282	1·805	37·31	29·51	0·791	37·52 37·58
8	1 ó 45'	11' 10"	1628	2·263	1·751	36·85	28·51	0·773	37·70
9	2 ó 25'	11' 20"	1636	2·407	1·819	39·38	29·76	0·755	37·78 37·80
10	3 ó 00'	10' 43"	1636	2·527	1·833	41·39	29·99	0·724	37·91 37·93
11	3 ó 30'	11' 13"	1642	2·514	1·813	41·29	29·78	0·721	37·93 37·96
12	4 ó 00'	10' 58"	1634	2·469	1·711	40·34	27·95	0·692	37·98
13	4 ó 30'	10' 37"	1677	2·351	1·821	39·44	30·55	0·774	37·91
14	5 ó 00'	11' 26"	1661	2·549	1·845	42·34	30·64	0·723	37·91

1) Veseerek alákötése: 9 ó 40'-kor.

XVII. táblázat.

XXVII. kutya. 1911. III. 6., testsúly 6900 gr.

száma	A kísérlet		Tüdő- ventilatio percen- ként	A légző levegőben		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$	Az állapot hőmér- séklete a kísérlet kezdetén és végén
	kezdeti	tartama		cm ³	meg- fogyott az O ₂	gyara- podott a CO ₂	O ₂ fo- gyasz- tás		
				%		cm ³		°C	
1 ¹⁾	11 ó 10'	11' 28"	1676	3·149	2·698	52·79	45·23	0·856	39·00 39·22
2	11 ó 50'	11' 15"	1675	3·130	2·796	52·44	46·84	0·893	39·30 39·21
3	12 ó 30'	11' 19"	1671	3·170	2·670	52·96	44·61	0·842	38·95 38·86
4	1 ó 10'	11' 10"	1651	3·209	2·744	52·99	45·31	0·855	38·95 39·02
5	1 ó 55'	11' 15"	1652	3·290	2·749	54·37	45·43	0·835	39·10 39·06
6	2 ó 40'	11' 35"	1674	3·268	2·761	54·70	46·21	0·844	38·85 38·80
7	4 ó 00'	11' 11"	1651	3·327	2·583	54·92	42·64	0·776	39·10 39·20
8	4 ó 45'	11' 20"	1651	3·356	2·665	55·43	44·01	0·794	39·63 39·65
9	5 ó 25'	11' 10"	1671	3·434	2·573	57·40	43·01	0·749	39·40 39·21
10	6 ó 05'	10' 36"	1679	3·407	2·553	57·23	42·88	0·749	39·10 39·15
11	7 ó 00'	10' 34"	1657	3·551	2·563	58·86	42·48	0·721	39·30

1) Vesexstirpatio 10 ó 35'-kor. Jobb vese: 19·5 gr, bal: 20·7 gr.

XVIII. táblázat.

XIX. kutyára. 1910. XI. 22., testsúly 6100 gr.

A kísérlet száma	A kísérlet		Tüdő-ventiliatio per centum ként cm ³	A légző levegőben		Per centumként		CO ₂ / O ₂	Az állat hőmér-séklete a kísérlet kezdetén és végén °C
	kezdeté	tartama		meg-fogyott az O ₂	KYARA-gyártott a CO ₂	O ₂ fo-gyasztás	CO ₂ kiválasztás		
1	10 ó 45' 12" 21"		1397	3-806	3-125	53-16	43-69	0-821	38-52 38-70
2	11 ó 10' 12" 13"		1398	3-901	3-221	51-53	45-02	0-825	38-89 38-84
3a)	11 ó 45' 12" 15"		1412	3-680	3-165	51-96	44-65	0-859	38-50 38-45
4	12 ó 35' 12" 15"		1421	3-373	2-982	47-95	41-68	0-869	38-09 38-16
5	1 ó 04' 12" 33"		1394	3-390	2-930	47-27	40-86	0-864	38-29 38-39
6	1 ó 20' 12" 19"		1389	3-317	2-926	46-09	40-65	0-882	38-45 38-54
7a)	1 ó 40 12' 20"		1398	3-363	2-881	47-01	40-28	0-856	38-60 38-62
8	2 ó 10' 12' 12"		1404	3-165	2-798	44-46	39-30	0-884	38-35 38-33
9	2 ó 30' 12' 33"		1386	3-237	2-806	44-86	38-89	0-866	38-35 38-39
10	2 ó 50' 12' 27"		1391	3-265	2-897	45-41	40-29	0-887	38-30 38-35
11	3 ó 15' 12' 35"		1375	3-208	2-868	44-10	39-43	0-893	38-30 38-28
12	3 ó 45' 12' 24"		1378	3-302	2-774	45-50	38-23	0-840	38-29 38-36
13	4 ó 15' 12' 46"		1348	3-339	2-871	45-03	38-72	0-859	38-34 38-34

a) 12 ó 15'-kor vesének alákötése.

b) 2 ó-kor 200 cm³ 20° dextrose-oldatot (= 40 gr dext.) kap gyomorsondán át.

KÉT ÚJ SCHIZÆÁRÓL ÉS A SCHIZÆÁK LOPHIDIUM ALGENUSA NÉHÁNYTAGJÁNAK SZÁRMAZÁS-ÉS ALKATTANI VISZONYAIRÓL.

RICHTER ALADÁR-tól.

(X - XIII. táblával)

BIRÓ LAJOS, Új-Guinea érdemes kutatója, gazdag gyűjtései során a botanikai tudományt is egy érdekes adattal gyarapította; példányait, még 1899-ben, dr. HORVÁTH GÉZA tud. akad. r. tag juttatta hozzám, miután némileg magam is hozzájárulhattam BIRÓ LAJOS új-guineai törekvéseinek megsegítéséhez.

A BIRÓ-féle növényke a *Pteridophyta*-körből való *Schizaea* SM. (Mém. Acad. Turin. 5. 419. 1793); némelyek, főleg amerikai botanikusok (pl. MAXON) fölfogása szerint helyesebben *Lophidium* RICH. (Act. Soc. Hist. Nat. Paris 1. 144. 1792). Meg kell jegyeznem, hogy a *Lophidium* név a *Schizaeákról* szóló és DIELS tollából megjelent összefoglaló ismertetésben a *Schizaeák* III. sect.-ját jelöli¹ és hogy ez a név mintegy az algenus nevével egyértékű. A BIRÓ-féle példányok eléggé gazdag anyagából azt látom, hogy leirandó új *Schizaeánk* egyedei rendszerint a *Sphagnum*szerű *Exodyction* párnái között élnek (Tab. XI. fig. 20b) és hogy a szóban forgó *Schizaeának* (úgy lehet következetes) társulása az *Exodyction*nal a *Schizaea* életérdekével együtt jár; legalább is erre vall a növényke nyelének vékonyfalú és tágnylású sejtekből alkotott és terjedelmes parenchyma-

¹ Schizeaceae von L. DIELS in ENGLER-PRANTL: Die natürl. Pflanzenfamilien. I. Teil (1902) 356. és köv. l-in.

zónája,¹ a mely az eléggé jól elkülönülő bőrrendszer és a rendszerint élesen kiváló endodermis között fejlődik ki, jöllehet a növényke természetének igénytelenségével (Tab. X. fig. 1—7.) vetekeedik az ugyancsak a *Sphagnum*mal társuló *Sch. pusillával*,² avagy a *Sch. Germanival*. Ezek azonban a *Schizaeák* származástanilag is eltérő csoportjainak: a PRANTL megkülönböztette *Pectinatae*, illetőleg *Digitatae* (*Actinostachys* WALL.) tagjai; ellenben BIRÓ új *Schizaeája* amazoktól eltérő s a *Dichotomae* PRANTL (*Lophidium* RICH. p. p.) csoportból való.

E csoportban PRANTL csupán két fajt különböztetett meg.³ Ezek egyike, a *Sch. Poeppigiana* STURM, neotropikus «*Sch. dichotoma*». A tropikus Amerika e növénye sokszor e gyűjtő fajbéli fogalom (nomen collectivum) nevéen is szerepelt, a STURM által 1859-ben közzétett új név keltéig; sőt a HOOKER és BAKER-féle *Synopsis Filicum* szerint⁴ szinte az újabb időkig.

GRIESEBACH 1866-ban *Sch. occidentalis* néven, földrajzilag bár jellemző, egyébként fölösleges módon új névvel ruházta föl a *Lophidium-Dichotomae*-sorozat eme neotropikus (*occidentalis*) tagját; szemben a palæotropikus *orientalis* tagozattal, a melynek eredetileg LINNÉTŐL eredő *Acrostichum dichotomum* L. (Sp. Pl. p. 1525) = *Sch. dichotoma* (L.) SM. (s. ampl.) Mém. Acad. Turin. 5. 422. t. 9. 1793. [SWARTZ (Syn. Filic. p. 150). WILLDENOW (Act. Acad. Erford. 1802. p. 30. t. 3. f. 2.). WILLD. (Sp. Pl. v. 5. p. 87.) SMITH (in Rees Cycl.). BROWN (Prodr. Fl. Nov. Holl. p. 162). HOOKER-GREVILLE (Icon. Filicum. Vol. I. 1831. Tab. XVII.) etc.] neve legföljebb a gyűjtőfaj fogalom (*species collectiva*) körében szűkült meg egy kissé. Nyomban el

¹ = alapparenchyma, e fogalomnak abban az értelmezésében, a hogy azt THOMÆ: Die Blattstiele der Farne című és PRINGSHEIM: Jahrb. für wiss. Botanik. XVII. köt. (1886) 99. és köv. l.-in megjelent értekezésében használja.

² North American Flora, Vol. 16 (1909), Part. I. 37. l.

³ PRANTL, K.: Untersuchungen zur Morphologie der Gefässkryptogamen. II. Heft. Die *Schizaeaceen*, morphologisch und systematisch bearbeitet. Mit 8 Tafeln u. 1 Holzschnitt. Leipzig, 1881. 130. l.-on.

Mint hogy PRANTL e classikus értékű munkájára gyakran hivatkozom, az idézeteknél ezentúl röviden Prantl II.-vel jelölöm.

⁴ Id. h. (1874) 430. l.-on.

kell ismernünk, hogy a földrajzi elterjedés alapján értékelt fajok szerint is, igen helyesen.

HOOKER és BAKER id. munkája még nem árulja el a *Sch. Poppiana* (sic!) és a *Sch. occidentalis* fajbeli azonosságát az amerikai «*Sch. dichotoma*»-ra vonatkozóan. Viszont azonban fajfejlődéstani tekintetben érdemes a figyelemre HOOKER és BAKER id. művének a *Sch. (Loph.) dichotoma* Sw. leírásával kapcsolatosan tett s a 430. l.-on olvasható ama megjegyzése, hogy «a polynesiái *Sch. cristata* WILLD. (a *Sch. dichotoma*) szélesebb levelű formája, a szokottnál szélesebb osztottsággal». Az amerikai *Sch. occidentalis* (= *Poeppiana*)-ra vonatkozólag meg éppen azt mondja, hogy e növény «jellemző vonását nem tekinti állandólag jónak». Utóbb kiténik, hogy a már PRANTL-DIELS-CHRISTENSEN-CHRIST s többektől is helyesen megkülönböztetett *Sch. Poeppiana*-ra, nemkülönben a *Sch. cristata*-ra vonatkozó HOOKER-BAKER-féle fölfogás tarthatatlan.

Általában ismeretes az angol botanikusok fajfogalma, a mely a földrajzilag is gyakran föltűnően nagy eltéréseket mutató fajváltozatokat a fölöttébb tágan értelmezett faj fogalmába vonja össze; vagyis az, hogy amúgy nagyjában és kizárólagosan külalaktani szempontból megítélt nagy alakköröket ismer el fajok (species) gyanánt, súlyt sem vetve a fajfejlődési sorozatokból vonható tanulságokra. Mind ennek bizonyossága a közkézen forgó Kew-Index és a ki ismeri a HOOKEREK szellemét most is nagyban istápoló Kew-Garden illetőleg Kew-herbarium tagadhatatlanul világszerte ható munkásságának irányát, tudni fogja azt is, hogy a Kew-Garden nagy arányaihoz mérten eltörpülő «Jodrell Laboratory» (vagyis Kew-Garden növény-anatomiai laboratóriumá)-nak nem igen lehetett még meg a kívánt hatása. Hisz egy J. VESQUEL s VAN-TIEGHEMmel kiforrott francia és egy RADLKOFER-ENGLER-SOLEREDERrel az élén diadalra jutott német systematikai-anatomiai iskola nyomán keletkezett SOLEREDER innmár világszerte elterjedt «Systematische Anatomie der Dicotyledonen» cz. műve (Stuttgart, 1899—1908), a melynek angol nyelvű kiadása az eredeti nyomában jelent meg.¹

¹ Systematic Anatomy of the Dicotyledons. A Handbook for Labo-

Nines mit esudálkoznunk azon, hogy e rövidesen jellemzett angol fölfogás szembetünő ellentételét láthatjuk CHRISTENSEN Indexében, annyiban, a mennyiben egyfelől elismeri az amerikai *Sch. Poeppigiana* különállását;¹ de egyben tagadja a WILLDENOW-féle *Sch. cristata*-ét, holott ez a helyesen megalkotott fajfogalom a *Species Plantarum* maradi elveket valló idejéből származik.²

Tisztán irodalmi tanulmányok után itélve is bajos elhinni, hogy LINNÉ *Acrostichum* (= *Schizaea*) *dichotomum*-ja után maga WILLDENOW nyomban oly speciést írjon le, a mely formának is jelentéktelen.³ Az idők folyamán WILLDENOWNAK a *Sch. cristata* helyes megkülönböztetésében megnyilatkozó fölfogása igazolást nyer; mert ime CHRIST-nek, a földkerekség páfrányvilága ma legkitünőbb ismerőjének remekbe menő összefoglaló, «Die Geographie der Farne» című s 1910-ben megjelent művében polgárjogot kap, a SPRENGELTŐL ugyanakkortájt megkülönböztetett s ugyancsak a «*Sch. dichotoma*» alakkörébe tartozó *Sch. Forsteri*-val⁴ együtt; ez utóbbi földrajzi elterjedésének szorosabban megjelölt körzete (area geographica) gyanánt Új-Kaledoniát kell tartanunk.

SPRENGEL id. művében találóan írja le a *Sch. Forsteri*-t és helyesen jegyzi meg azt, hogy az új-kaledoniai növény «Acro-

ratories of pure and applied Botany by H. SOLEREDER. — Translated by L. A. BOODLE and F. E. FRITSCH, revised by D. H. SCOTT. — Vol. I, II. Oxford, Clarendon Press, 1908.

¹ CARL CHRISTENSEN: Index Filicum sive enumeratio omnium generum specierumque Filicum et Hydropteridum ab anno 1753 ad finem anni 1905 descriptorum, adjectis synonymis principalibus, area geographica etc. Hafniae, 1906. 617. l-on.

² CAROLI LINNÉ: Sp. Plant. Ed. IV. Cur. C. L. WILLDENOW, Tom. V. 88. l-on.

³ LINNÉ-WILLDENOW: Sp. Pl. 87--88. l-on.

⁴ SPRENGEL, Kurt: Anleitung zur Kenntniss der Gewächse in Briefen. Dritte Sammlung. Wien, 1805. p. 144. — Ez a helyes idézet. WILLDENOW nyilván sajtóhibából eredő «p. 157» idézetét, ugyancsak helytelenül idézett 1804-es évszámmal CHRISTENSEN s mások is használják; nyilvánvaló jeléül annak, hogy az idézetek ellenőrzésére SPRENGEL id. művét meg sem tekintették.

stichum dichotomum» néven való s FORSTERTŐL eredő meghatározása téves, mert attól teljesen különbözik (id. h. 145. l.-on). Hogy mindamellettt Új-Kaledonia e növénye, a mely a nagy gyűjteményekben FRANC (á Noumea, X. 1906) — BONATI révén elterjedten és, a mi nevezetes, CHRIST meghatározása szerint «Sch. dichotoma» néven szerepel, a helyes *Sch. Forsteri* helyett, csupán a faj körének igen tág értelmű (hogy úgy mondjam: kényelmes) fölfogására vezethető vissza, oly formán, mintha valaki (pl. az angolok) az amerikai *Sch. Poeppigianae* is a «Sch. dichotoma» fajbeli körébe vonná össze, holott a kettőt sporáik (Tab. X. fig. 13—16.; Tab. XI. fig. 22—23.), ám egyéb alak- és alkattani (= morphologiai és anatómiai) sajátosságaik alapján jól megkülönböztethetjük egymástól (Tab. III. fig. 31—32), nem is szólván a *Sch. Poeppigiana* PRANTL II. 139. l.-on adott találó leírásáról. VEILLARD 1666. sz. a. kiadott, továbbá GRUNOW ugyancsak «Sch. cristata» néven szereplő új-kaledoniai *Schizaei* (Thio, IX. 1884. serpentina-hegyeken) szerinte mind *Sch. Forsteri*. A további fejtegetések során előadott vizsgálati eredmények azonban a FRANC-BONATI-féle példányokon állapítottak meg.

Úgy látom, hogy viszont CHRISTENSENT csupán WILLDENOW tekintélye birta reá SPRENGEL *Sch. Forsteri*jának az elnyomására, a ki ezt a nevet, okát nem adva, csupán a *Sch. dichotoma* synonymonja gyanánt idézi.¹

SPRENGEL növénye azonban FORSTERTŐL talált új-kaledoniai «Sch. dichotoma», a melynek sikerült képét, úgy mond SPRENGEL id. h. 145. l.-on, BERNHARDI adja SCHRADER Journal für die Botanik II. (1800) köt. 2. Tab. 3-4. ábrázolatában.

A Társaság-szigetekről leírott WILLDENOW-féle *Sch. cristata* és az új-kaledoniai *Sch. Forsteri* között a növényföldrajzi kapcsolat szoros és beleesik a *Schizaeák* legerjedtebb s szerintem a fajfejlődés teljes evolutiojában álló «Sch. dichotoma»-nak a zömébe; mondhatnám, hogy e tágértelmű faj ama paläotropikus irányvonalának a góczába, a mely újabb fajbeli kialakulásoknak

¹ WILLDENOW, id. h. 88. l.-on.

CHRISTENSEN, id. h. 616. l.-on.

a szintere és a mely fajbeli kialakulás e paläotropikus tájakon ma is fönnáll. Legkifejezettebben Új-Kaledonia talaján, a minek ékes bizonyítéka FOURNIER *Filices Novae Caledoniae* cz. dolgozata;¹ ebből kitűnik, hogy a kivétel nélkül neotropikus *Elegante*-csoport tagjain kívül a *Schizaeák* valamennyi csoportja képviselőt nyert Új-Kaledonia földjén és pedig az egyes csoportok fajbeli gazdagságát meghaladó arányokban. Erdemesnek tartom annak a megjegyzését, hogy a *Sch. cristatát* FOURNIER is a *Sch. Forsteri*hez vonja.²

A *Schizaeák* elterjedésének paläotropikus vonulatában a *Schizaea*-fajok kialakulása tekintetében központul általában Új-Kaledoniát tekintem.

BIRÓ Új-Guinea-melléki új *Schizaeája* is, a melyet én a felfedező magyar természetbuvár tiszteletére *Schizaea (Lophidium) Birói*-nak nevezek el, a kialakulóban álló «*Schizæa dichotoma*» jelzett körzetéből való.

A *Sch. Birói* példányai mellé adott czédulán BIRÓ LAJOS — igen helyesen — a következőket jegyzi meg «Berlinhafen, Seleo (Sainson) sziget. Nő a korallszigeteken megmaradt kis öserdőben, sűrű, árnyékos helyeken, egészen elkorhadt, kidőlt fatörzseken. 1896 augusztusban és szept. első felében gyűjtve».

A ki figyelemmel olvassa BRITTON and TAYLOR *Sch. pusilla*-ról írott «Life-History»-ját,³ a kitűnő amerikai buvárnők e növényről adott oikologiai fejtegetéseit, egybevetvén azt a BIRÓ-féle rövid, de világos oikologiai képpel: nem igen fogja túlzottnak tekinteni ama föltevésemet, hogy a *Sphagnum*mal lakó *Sch. pusilla* és az *Exodietyon*nal társuló *Sch. Birói*, vagyis e két xerophilus szerkezetű *Schizaeában*⁴ kell látnunk a *Schizaeák*

¹ Annales des sciences naturelles. Sér. V. Botan. Tom. XVIII. (1873) 352. s köv. l.-in.

² Id. h. 344 - 45. l.-in.

³ Contributions from the New-York Botanical Garden. Nr. 11. Reprinted from the Bulletin of the Torrey Botanical Club. Vol. XXVIII. 1901.

⁴ A *Schizaeák* xerophiliaját illetőleg a dolgozat III. (alkattani) részének bevezető soraira utalok.

Viszont a *Sphagnum*ra és az *Exodietyon*ra vonatkozólag, PÉTERFI MÁRTON közlése nyomán, kívánatosnak tartom a következők megjegyzését:

ősi alakjait. Ezek földünk növény-takaróján immár csak szórva-ványosan lelhetők föl; az előbbi meg éppen az északi földteke egyetlen *Schizaeája*.

A *Sch. Birói* rendszeres meghatározása, csupán irodalmi adatokra támaszkodva és a floristika meddő alapján, főleg a CHRISTENSEN-féle Index megjelenésének 1906. éve előtt, az ú. n. diagnosis megszerkesztésének erejéig legföljebb az elsőbbségi jog megőrzésére lett volna elegendő; de legkevésbé sem célra vezető a következőkben adott fejtegetések általános és a *Schizaeák* fölötté érdekes (főleg alkattani) képének a megrajzolására.

A *Schizaeák* herbariumi s általában nehezen hozzáférhető anyaga ritkaság; az egyetlen *Sch. pusilla* kivételével, sporákból való fölnevelése a különböző *Schizaea*-fajoknak sikertelen maradt. Vizsgálatra alkalmas alkohol-anyag sem áll rendelkezésre és szürke viszonyaink közepette gondolni sem lehet a *Schizaea* élő anyagának beszerzésére úgy, a miként azt pl. GOEBEL megcselekedhette.¹

A páfrány-genusok között valóban a legsajátosabb a *Schizaea*, a mely természetben egynémely *Juncusra* avagy *Eriocaulonra* emlékeztet és a melynek vegetativus szervei fejlődésbeli sajátosságait GOEBEL (id. h. 658 s köv. l.-in) mesterien írta le. A *Schizaeák* földrajzi előfordulásának különösségét és nagy terjedelmét CHRIST nem is alaptalanul hangoztatja. «Ez a genus, úgymond CHRIST,² nagy, de még pontosan meg nem állapított számú fajjaival, fittyet hányva minden szabálynak, csatangol szerteszét a déli földteke végtelen térein».

A *Sphagnum* és *Exodictyon* oikologiailag azonos típusúak. Mindkettőnek levele dimorphus-szerkezetű, a mennyiben az assimiláló, chlorophyllumot tartalmazó sejteken kívül chlorophyllum nélkül való, a víz felszívására, vezetésére és bizonyos mértékig lekötésére szolgáló ú. n. víz-sejtek (hydrocystis) fordulnak elő. A különbség mindössze annyi, hogy a *Sphagnum*-levélben ez a két sejt-elem egy síkban rendeződött el, az *Exodictyon*-ban ellenben emeletesen és úgy, hogy az assimiláló sejtek három sorban (a levél színén, közepén és fonákán) fekszenek.

¹ GOEBEL ugyanis személyesen gyűjthette meg a *Sch. rupestris* Australiában; a *Marsilia polycarpát* dél-Amerikában stb. GOEBEL: Organographie, 1898. 659–60. l.-on.

² CHRIST: Geogr. d. Farne, 155. l.

A *Sch. pusillát* például az irodalom az atlanti észak-Amerika New-Yersey, Nova-Scotia s New-Founland kicsi körzetéből ismeri;¹ a világszerte ismeretes nagy herbariumok (Kew, London: Nat. Hist. Mus., Bruxelles, Bécs, Torino, Róma, etc.) *Sch. pusillái* pedig általában New-Yerseyből valók. New-Yerseyt jelölik meg a *Sch. pusilla* «Type-Locality»-je gyanánt,² e növény «Life History»-jának megírói: BRITTON and TAYLOR id. h., e czéltől nélkülözhetetlen élő anyagukat innen vették.

A *Schizaeák* sajátos földrajzi elterjedésének a jellemzésére — a CHRISTÓL idézett példányokon kívül — egyszerűen a szűkebb körzetű és FOURNIERTÓL leírt³ *Sch. Balansae, plana* és *tenuis* és METTENIUS *Sch. intermediaja* új-kaledoniai példányaira utalok; ezeket világszerte csupán az irodalomból ismerik. Ezekről és, a *Sch. dichotoma, digitata, bifida* és *elegans* kivételével, a *Schizaeák* körülbelül 20 fajáról elmondhatjuk, hogy ritkaságok, a melyek mind a nagy herbariumokban sem találhatók föl teljesen; a Columbiabeli *Sch. orbicularis* C. CHR., a MARTIUS-féle *Sch. pacificans* és az említettem új-kaledoniaiak — és ez jellemző — Bécs, Bruxelles, London: Nat. Hist. Mus., Kew, Róma és Firenze gyűjteményeiben éppenséggel nincsenek meg. Az ide vágó irodalmi adatok pedig az ismert világnyelvek irodalmában szétszórtak, szinte elrejtettek és e napokban birtokomba került CHRIST- és LUERSSEN-féle separatumok u. n. «Fili-cum Collectio»-ja nyújt alkalmat arra, hogy a *Schizaeákra* vonatkozó általános tanulmányaim hézagait további közlemények során lehetőleg pótolhassam.

A kolozsvári botanikus kert és múzeum megalkotásának nagy gondján kívül ez adja magyarázatát annak, hogy miért nem siettem a BIRÓ-féle *Schizaea* megismertetésével, a melynek sorozatos példányait külföldi útjainra is ismételten magammal vivén, szorgosan tanulmányoztam Budapest (M. N. Múzeum), Bécs (Hofmuseum), Bruxelles, London (Nat. Hist. Mus.) és Kew

¹ GILBERT: Work. List of North American Pteridophytes. Publ. for the editor by L. C. CHILDS et SON, Utica, N. Y. 1901. 22. l. — CHRISTENSEN id. h. 617. l.

² North American Flora, Vol. 16 (1909). Part. I: 37. l.

³ FOURNIER: Fil. N. Caled. id. h. 352. s. köv. l.

gyűjteményeinek a segítségével; utóbb PIROTTA és BACCARINI olasz botanices professorok, nemkülönben ZAHLBRUCKNER SÁNDOR lekötelező szivessége révén Róma, Firenze és Bécs (Hofmuseum) *Schizaea*-anyaga is rendelkezésemre bocsájtott. CESATI¹ és BECCARI² nagy stylumban végrehajtott munkálatainak tanulmányomat érintő adatai szempontjából, ezéllhoz sem jutottam volna Róma és Firenze *Schizaeái* nélkül; a szétszórt irodalom- és gyűjteménybeli adatok szedegetése közben im itt is bukkantam a BIRÓ-féle *Schizaea* nyomára. — és éppenséggel sem a *Schizaeák* mesteri földolgozója, PRANTL³ vizsgálati eredményeinek tömkelegében; jöllehet PRANTL Berlin, Göttingen, Kiel, München, Bécs, továbbá GRISEBACH, LIEBMANN, MARTENS és WARMING professorok gazdag, de korántsem minden *Schizaeát* magába foglaló gyűjteményeit vizsgálhatta. A *Sch. pacificans* MARTIUS pl. PRANTL,⁴ de mások⁵ szerint is unicum; egyetlen példányát Münchenben őrzik. A FOURNIER-félék tanulmányozását nyilvánvalólag egy párisi út (Mus. d'Hist. Natur.) tenné lehetővé.

Mindezek azonban a *Schizaeák Actinostachys* (Digitatae), illetőleg az Elegantes-ágazatát illetik és én nem látom továbbra is akadályozó okát annak, hogy ez alkalommal ki ne fejtsem szorosabban a *Sch. Biróira* vonatkozó s e dolgozat czimében megadott vizsgálati eredményeimet.

Előre kell bocsátanom azt, hogy a *Schizaeák Lophidium*-csoportját illető PRANTL-GOEBEL-féle alak- és alkattani adatok megisméltését általában mellőzöm; sőt a jelen dolgozat terjedelmének korlátozása okából (bár nem szívesen teszem) a további

¹ Atti della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Vol. VII. 1878. no. 8. p. 32. Feleli a specie nei gruppi affini raccolte a Borneo dal Signor ODOARDO BECCARI. Memoria del Socio Ord. VINC. CESATI.

² MALESIA raccolta di Osservazioni botaniche intorno alla piante dell' Archipelago Indo-Malese e Papuano pubblicata da ODOARDO BECCARI. Vol. III. Firenze-Roma, 1886. p. 27—28.

³ PRANTL II. Die Schizaeaceen id. h.

⁴ PRANTL, id. h. 141. l-on.

⁵ LINDMAN (Beiträge z. Kenntn. d. trop.-amerik. Farnflora. Arch. f. Botanik. Bd. I. 1903), HIERONYMUS (Plantæ Stübclianæ. Pteridophyta. In Hedw. Bd. XLV. Plantæ Lehmannianæ etc. In Engler's Botan. Jahrb. Bd. 34. 1905. p. 417 et squ.) sem említik föl.

fejtegetések láncolatából ki kell kapcsolnom TANSLEY és CHICK,¹ valamint BOODLE különösen tárgyunk körét közvetlenül érintő jeles *Schizaea*-tanulmányait;² nemkülönben PARMENTIER,³ LACHMANN⁴ s BÄSECKE⁵ páfrány-alkattani vizsgálatait is. Mindezekkel bőven és még inkább a maga helyén foglalkozom majd akkor, a mikor a *Schizaeák* készülőben levő alkattani monographiáját a Bibliotheca Botanica (Stuttgart) kiadványai során közreadhatom.

II.

A LINNÉ-fele értelemben vett «*Schizaea* (*Acrostichum*, *Lophidium*) *dichotoma*» fajfejlődésében, sereges példányok megvizsgálása nyomán, a következő s származástani sorrendben adott irányvonalak érvényesülését látom:

1. *Sch. Biróii* A. RICHT. (*Sch. dichotoma* b. *minor* CESATI, Felci di Borneo id. h. 32. l-on. — BECCARI, Felci di Borneo id. h. 27. l-on. — *Sch. dichotoma*, Small form BOODLE-YAPP, BOODLE: IV. Further observ. on *Schizaea*. Ann. of Botany, Vol. XVII. id. h. 526. l-on).

Rhizoma parvulum, obliquum, in truncis putrefactis atque Exodyctione relatis convivale, pilis fuscis parvulisque sparsim vestitum. Petiolus gracilis, 3·5—8·5 cm longus, longitudine folii ter, quater vel quinquies longior, supra planiusculus, anguste

¹ TANSLEY and CHICK: On the Structure of *Schizaea malaccana*. — Annals of Botany, Vol. XVII. No. 67. Jun. 1903.

² BOODLE, L. A.: Comparative Anatomy of the *Hymenophyllaceae*, *Schizaeaceae* and *Gleicheniaceae*.

II. On the Anatomy of the *Schizaeaceae*. Ann. of Botany, Vol. XIV. No. 58. Jun. 1901.

IV. Further observations on *Schizaea*. Ann. of Botany, Vol. XVII. No. 67. Jun. 1903.

³ PARMENTIER: La Structure de la feuille des Fougères etc. — Annales des Sciences Natur. Sér. VII.

⁴ LACHMANN, J. P.: Contributions à l'histoire natur. de la racine des Fougères. — Thèse présenté à la Faculté des sciences de Paris. Lyon, 1889.

⁵ BÄSECKE: Beitr. z. Kenntn. d. physiol. Scheiden der Aehsen und Wedel der Filicinen etc. — Botan. Zeit. 66. Jahrg. 1908.

marginatus (Tab. X. fig. $3a-a_2$ = Tab. XIII. fig. 38—40), in medio obtuse solideque triangularis (Tab. X. fig. $3a_2-b$ = Tab. XIII. fig. 41), infra subtus-sulcatus (Tab. X. fig. $3b-c$ = Tab. XIII. fig. 42—44); longitudine folii ter, quater vel quinquies longior; lamina parvissima, nitidula, lēvis, semel ad ter dichotoma, segmentis linearibus, antrorsum attenuatis, costa in sicco utrinque prominente a limbo foliaceo paulo latiori utrinque sulca longitudinali seiuncta, margine plano; segmenta sterilia ignota, foliorum fertilium omnia sorophora (PRANTL = sporangiophylla s. str. sec. A. RICHT.) gerentia.

Sporæ parvissimæ, 0·028—0·032 mm longæ, tenuissime et sparsim verruculosæ (Tab. I. fig. 8—12). Fol. 1·5—4·8 cm longa, usque 2·8 cm lata; soroph. 0·2—0·3 cm longa, lacin. 0·1—0·25 cm longa, usque 0·25 cm lata.

Differt a typo HOOKER-GREVILLEANO (Icon. Filic. 1831. Vol. I. Tab. XVII) habitu multo graciliori, frondibus permulto minoribus, petiolis folii longitudinem (in typo dimidiam æquans) 3—4—5-ies longioribus, sporis parvulis etc.

Habitat in insula corallina Seleo (Sainson) prope Neu-Guineam (Berlinhafen), ubi detexit LAJOS BIRÓ speculator naturæ hungaricus, cuius in honorem Schizæam hanc parvulam, quæ animum botanicorum plurium (BECCARI, CESATI, YAPP, BOODLE, A. RICHTER) allegerat, libenter dicavi.

Crescit etiam in dicione Singoporiana (a Woodlandt, marzo 1866, CESATI l. c. p. 32, BECCARI l. c. p. 27), ex quo loco specimen duo originalia vidi in Herb. R. Horti Romani.

2. *Sch. Copelandica* m. quasi subsp. *Sch. Birói*. (*Sch. dichotoma* Copeland, in the Philippine Journal of Science, C. Botany. Vol. IV. Apr. 1909. No. 1. Plate XIII. A. — non (L) Sw. syn. 150. l. c. — *Sch. dichotoma* Sw. forma: *communis* Ces. Fil. Born. l. c. p. 32. Beccari Felci di Borneo p. 27. pro max. parte).

Planta in Copelandi Op. l. c. delineata valde differt a typo Hooker-Grevilleano (Icon. Filic. 1831. Vol. I. Tab. XVII.) laciniis frondis longe linearibus, quater-quinquies dichotomis, petiolis per longitudinem filiformibus frondem quater ad quinquies superantibus (ergo dimidiam folii longitudinem non æquantibus;

Prantl II. l. c. p. 138); sorophoris (in icone Copelandiano) minimis.

Hæc Schizæa est quasi Schizææ Birói forma valde elongata, in speciminibus Beccarianiis sorophora sunt maiora, in habitu parum robustior.

Habitat in «The Malay-Asiatic Region.» — Borneo: Sul Monte Mattaŋg prope Kut-ciŋg in Sarawak (leg. Beccari, Apr. 1866. Specimina origin. in Herb. R. Horti Romani).

3. *Sch. dichotoma* (L.) Sm. resp. Sw. l. c. (sec. HOOKER-GREWILLE, Icon. Filic. 1831. Vol. I. Tab. XVII, PRANTL II. p. 138).

Ez a törzsfaj és egyszersmind a legelterjedtebb «*Sch. dichotoma*».

4. *Sch. cristata* WILLD. l. c. exclus. synonym. *Sch. Forsteri!* (*Sch. dichotoma* p. p. *Sch. dichotoma* c. *maxima* CESATI et BECCARI l. c. p. p. 28 et 32). «S. fronde lineari dichotoma uninervia glabra basi semitereti, apice valde attenuata, paribus spicarum terminalium quinis secundis. Valde similis *Sch. dichotomæ* tamen diversa: fronde latiore uninervia, nervo prominente, margine glabra, apice valde attenuata, spicis minoribus W.»

Habitat in Societatis insulis (WILLD. l. c.). Borneo: Kutciŋg in Sarawak (O. BECCARI, Jul. 1865; specimen originale vidi in Herb. R. Horti Romani; — da Labuan, leg. H. LOW sec. CESATI l. c. p. 32. etc.)

5. *Sch. Forsteri* SPRENG. l. c. exclus. syn. *Sch. cristatae!* (*Sch. dichotoma* p. p. — *Sch. dichotoma* f. *maxima* CESATI l. c. p. 32. quoad plant. Nov. Caled. Exs. Deplsche, pl. Nov. Caled. N. 1666?).

Valde similis *Sch. cristatæ*, tamen diversa fronde etiam latiore, septies dichotoma, nervo acriter prominente, limbo latiore tanquam alato, spicis (= segmentis fertilibus) inter omnia «*Sch. dichotomæ*» maximis.

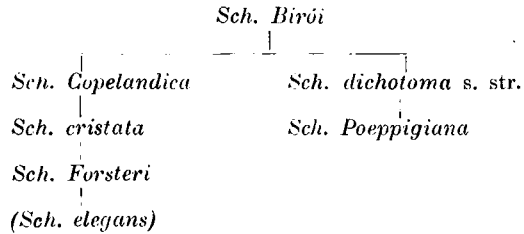
Planta robusta, ad Schizæam elegantem accedens.

Habitat in Nova Caledonia (leg. FORSTER, in SPRENG. l. c. p. 145. etc. Plantam sec. me typicam (leg. X. 1906. Franc, à Nouméa) ex Nova Caledonia edidit G. BONATI (Lure, Hte Saône) sub nom. «*Sch. dichotomæ*».

6. *Sch. Poeppigiana* STURM Flor. bras. 1^o. 181. 1859.

CHRISTENSEN Index p. 617. (*Sch. occidentalis* GRISB. Cat. Pl. Cub. 273. 1866. — *Sch. dichotoma* auct. quoad pl. amer. HOOKER-BAKER Synopsis l. c. p. 430. — TRIANA-PLANCHON, Prodrum Novogranatensis, Ann. d. Sc. 5. Sér. Bot. T. II. No. 4. p. 296. — PRANTL, II. p. 139.).

A «*Sch. dichotoma*» imént elősorolt tagjainak egymással való összefüggését graphikusan így gondolom:



A *Schizaea*-levél alkattanilag egyszerű szerkezetét, az alaktanilag megkülönböztethető tagok ma is érvényes megalapításával együtt PRANTL hangoztatja (PRANTL II. 7. l.). Már a PRANTL-féle tételek alapján is önként következik, hogy a *Lophidium*-beli *Schizaeák* levélszerkezetében mélyreható különbségek alig állapíthatók meg, s ha vannak eltérések, ezek egyazon levéltypusból eredő ingadozások csupán, a melyek bizonyos középértékét egy-egy *Lophidiumra* jellemzőnek mondhatjuk, nyomatékosan jegyezvén meg azt, hogy mindezek között állandó az átmenet; pl. az ausztráliai *Sch. dichotoma* is (GIPPSLAND, leg. LUCHMANN 1890) nem fedi a «species változhatlanságának» a mértékével a madagaskárit, a madagaskári pedig még kevésbé a *Sch. dichotoma* ama példányát, a melynek képét COPELAND közli The Ferns of the Malay-Asiatic Region Part. I. cz. műve XIII. tábláján¹ s a mely viszont HOOKER-GREVILLE, szerintem a *Sch. dichotoma* typusául tekinthető képével egybevetve,² szinte faj szerint is különválasztható, valósággal a *Sch. Birói* «forma major»-ja, avagy «*elongata*»-ja = *Sch. Copelandica*; *Sch. Birói*

¹ The Philippine Journ. of Science. C. Botany. Vol. IV. 1909. Nr. 1.

² HOOKER-GREVILLE: Icones Filicum. Vol. I. 1831. Tab. XVII.

ssp. *Copelandica* névvel is jelölhető a COPELAND-féle növény, a melynek a levélnyele a lemez hosszúságát ötszörösen is meghaladja, minden részében czérna-vékonyágú s a sorophorumja a madagaskári, avagy a HOOKER-GREVILLE l. c. *Sch. dichotomajae*hez képest nagyon kicsi.

A Madagaskárról (leg. HUMBLLOT, in herb. mus. Vindob.)¹ való példányok sorophoréja átlagosan 1 cm, a WALLICH-féléé (Ind. or.) ellenben 0·5 cm, a BIRÓ-féléé átlagosan 0·3—0·5 cm között ingadozik. Vagyis más szóval, vannak szélsőséges esetek, a mikor a sorophoria egész nagyságában alig éri el 1—1 sorophorialis lemez (= sorophorum) hosszúságát. Mindebből arra a következtetésre jutottam, hogy a *Sch. dichotomat* illető PRANTL-féle s saját méretbeli adatok nyomán a *dichotomabeli* alakok valószínűs származástani láncolata állítható össze, a melynek méreteiben uralkodó alakja egyfelől nyilván a WILLDENOW-féle *Sch. Forsteri*, másfelől ugyanannak diminutivus fokozat szerint következő alakja: a *Sch. Birói*.

A Rómában őrzött Herbarium Cesatianum *Schizaeae*-lapjai között tényleg nyomát is látom e sorozat fölismérésének, a mennyiben a BECCARI Crittogame di Borneo czímen kiadott *Sch. dichotomák* között van példány forma: *minor*-ra (Ces. Fil. Born. 32 Singapore a Woodtam, III. 1866), továbbá forma: *communis*-ra (Ces. Fil. Born. 32. Sarawak. M. Mutang, Apr. 1866) és var. *maxima*-ra (Ces. Fil. Born. 32. Sarawak. Jul. 1865). Mint jellemző tényt föl kell említenem, hogy az utóbbi «*maxima*» (= *Sch. cristata*)-példány sorophoriája méretében azonos a *minor*éval (= *Sch. Birói*). A CESATI-féle megkülönböztetés tehát kizárólagosan a növény egész mértékére vonatkozhatott (1. «*maxima*» egyetlen példája 55 cm; 2. a «*communis*» 3 példája 25—31 cm; 3. a «*minor*» 2 példája 9—13 cm).

BAKER I. G. a pteridographus-tekintélyek egyike; e téren való munkálatai METTENIUS, HOOKER-rel stb. alapvetőként ismeretesek. A Madagaskar-beli *Schizaeát* typosus *dichotomának* ő

¹ Ferns collected in Madagascar by M. HUMBLLOT. By J. G. BAKER, F. R. S.-Journ. of Botany. Vol. XXII. 1884. p. 271.

mondja,¹ azért helyesnek tartom, a sorophoria méretbeli nagy eltérésének fent történt kimutatása után, ugyancsak a madagaskári példa alaktani főbb sajátosságainak szembeállítását a *Sch. Biróival*.

A *Dichotomæ*-csoportba való *Schizaeák* levele ismételt villás elágazódása következtében sokszor egészen keskeny sallangokra oszlik. A levélnyéltre s lemezre való elkülönülése azonban az «Elegantés» csoportban érvényesül még leginkább, a melynek eddig ismert s kizárólagosan neotropikus képviselői egyszersmind a *Schizaeák* legmagasabb fejlettségű tagjai.

E *Dichotomæ*-beli csoportnak a föntiek szerint megkülönböztetett tagjai közül eddigelé jobbadán csakis két «faj» volt ismeretes és pedig talán leginkább PRANTL s CHRISTENSEN id. művei nyomán; nevezetesen a csupán csak Amerika tropikus tájékaira szorítkozó *Sch. Poeppigiana* és a kizárólagosan paläotropikus *Sch. dichotoma* s. str., mely utóbbinak a *Schizaeák* sorában való legnagyobb földrajzi elterjedését s példányainak a nagy herbariumokban való viszonylagos gazdagságát már fentebb hangoztattam. Ez a magyarázata egyszersmind a *Dichotomæ*-beli tagok összekeverésének, jöllehet azok egymástól jól megkülönböztethetők.

Igy pl. a *Sch. Birói* és a *Sch. Forsteri* között szembe-tűnően nagy a természetbeli eltérés; hisz a mindig apró *Sch. Biróival* szemben magam előtt látom a *Sch. Forsteri* 73 cm magas, mondhatnám óriási példányait. Ám ugyane n.-caledoniái példányok méreteikben ugyancsak meghaladják a National Herbarium of New-South-Walestől kiadott ausztráliai és még fokozottabb mértékben a WALLICH-féle (s CHRISTÓL ugyancsak «dichotoma»-nak meghatározott) kelet-indiai példányokat (ex herb. H. van HEURCK, Anwers). A WALLICH VAN HEURCK-féle példány nyomán (in. herb. R. Musei Florentini), a mely termő és meddő levelekkel egy tövön az eddig láttam *Schizaeák* egyik legtanulságosabb példája, elmondhatom, hogy az szinte veszedelmesen közelíti meg a *Sch. Biróit*; úgylehet, a *Sch. Birói* és a

¹ Journ. of Botany l. c.

Sch. Copelandica, vagy még inkább a *Sch. Birói* és a *Sch. dichotoma* s. str. közé ékelődő tagul kell azt tekintenünk, melylyel alkalomadtán tüzetesebben foglalkozom.

Minden esetre tekintetbe kell vennünk azt, hogy pl. a «Donau-Fregatte» 1868—71. földkörüli útjából eredő kelet-indiai *Sch. dichotoma* példányai átlag 45 cm magasak; ezek PRANTL (II. id. h. 139. l.) kezén is megfordultak (Singapore, Dr. WAWRA, in herb. Mus. Cæs. Palat. Vindob. No. 231.); szem előtt tartván PRANTL méréseit, (a melyek szerint a nevezett növény méretei minimumban 18 cm, maximumban 52 cm), nyilvánvaló, hogy a WALLICH-féle a maga 24 cm-nyi magasságával a PRANTL-féle méretek közé esik, ellenben a *Sch. Biróinak* BIRÓtól különböző fejlődési időszakokban gyűjtött kb. 48 példánya közül a legnagyobb alig 15, s a legkisebb, de teljesen érett példánya csak 5 cm magas. Ezek szerint a *Sch. Birói* közepes méretbeli átlaga 10 cm; következésképp a PRANTL-féle 18 cm-es, illetőleg a DIELS-féle (id. h. 363. l.) 15 cm-es minimumon is mélyen alul marad.

Alaktani tekintetben megkülönböztetett figyelmet érdemel a CESATI-féle «nomina nuda»-hoz (id. h. 32. l.) adott az a megjegyzés, a mely BECCARI tollából id. műve 27. l.-jén szó szerint a következőkről szól: «A CESATI-féle *b. minor* alakot, a melyet én — úgymond BECCARI — Singaporeban gyűjtöttem, nem lehet változatnak tekinteni; mert úgy ez, mint az *a. communis* alak nagyon különbözik a *c. maxima* alaktól, a mely sokkal erősebb, lombja pedig nagyon szabályosan villásan osztott, legyezőszerű sallangokkal s általában sok meddő lombbal. Az *a.*-fajváltozatban úgy látszik valamennyi lomb termő és csak néha ágazódnak szét fölfelé emelkedő és nem legyezőszerűen elrendeződött sallangokra.»

BECCARI fejtegetéseinek e pontján találkozik kettőnk fölfogása. Már BIRÓ megjegyezte azt, hogy «leveles tövet» (ez alatt ő nyilván a meddő leveleket értette) nem talált. Vagy egyáltalában nincsenek — úgymond BIRÓ —, vagy más (talán az esős) időszakban nőnek».

Ezek után a BECCARITól is fajváltozatnál többre értékelt *Sch. dichotoma b. minor* CESATI = *Sch. Birói* helye könnyen

megállapítható, Új-Guinea «Kaiser-Wilhelmsland»¹ partvidékének Saison szigetén (BIRÓ LAJOS) és Singapore mellett (a Woodlandt, leg. BECCARI a Woodlandt marzo 1866), tehát a «*Sch. dichotoma*» paläotropikus tagjainak a vonalán, mint olyan, a mely — fölfogásom szerint — az összes többi (2—5) «*dichotoma*»-beli faj közös eredési pontjául volna tekintendő; a belőle kialakult többi *dichotomabeli* paläotropikus faj földrajzi elterjedésének legnyugatibb pontja — CHRISTnek a Mascarena szigetcsoportban adott pontján² túl — kétségtelenül Madagaskar (PRANTL II. 139. l.);³ a legkeletibb, ha ugyan hitelt érdemel HOOKER és GREVILLE adata,⁴ China, vagy talán inkább Cochinchina.⁵

A *Lophidium* *dichotomabeli* tagjai között mélyreható alaktani különbségeket ne keressünk; ilyenek ha volnának (amint-hogy nincsenek), voltaképen e tagok vérségyszerinti kapcsolatát bontanák meg. A következő fejezetben adandó alaktani fejtegetés a szóbanforgó *dichotomabeli* fajok egyazon alaktani típusát igazolja ugyan, ám azon belül olyan módosulásokkal, a melyek egyaránt alkalmasak a fajok alaktani bélyegeinek a megerősítésére, illetőleg gyarapítására, másfelől pedig a paläo- és neotropikus *Sch. dichotomáktól* alkotott láncolat származás-tani alapon való igazolására.

Ezek sorából e helyt, hogy a *Sch. Biróit* illetőleg föntebb

¹ Jellemző, hogy a SCHUMANN-HOLLRUNGTól kiadott «Die Flora von Kaiser-Wilhelmsland» (Beiheft z. d. Nachrichten über K.-W.-Land u. d. Bismarek-Archipel, 1889) cz. mű egyetlen *Schizaeát* sem említ föl.

² CHRIST: Die Farnkräuter der Erde, 346. l.

³ BAKER: Ferns collected in Madagascar by M. HUMBLLOT. — Journ of Botany, Vol. XXII. 1884. 144. l. — In herb. Vindob. sub No. 271! Flora v. Central-Madagascar No. 4155. Statio: Betsiléo-Nandahizana. Leg. J. M. HILDEBRANDT, Febr. 1881. Példáit láttam.

DIELS: Schizaeaceæ. In Engler-Prantl Natürl. Pfl.-Fam. I. Teil. 1902. 363. lap.

⁴ Icon. Filic. id. h. Vol. I. Tab. 17 szövegében.

⁵ PETIVER, Jacobi: Opera Hist. Nat. Spect. London, 1767. Gazoph. Nat. et Artis Decas septima p. 7.

«Fig. 12. Cochine branched *Comb Fern* Cat. 305. This is one of the most elegant amongst the numerous Tribe of *Capillaries*. We are obliged to the Inquisitive Mr. JAMES CUNNINGHAME who first discovered this and sent it to me from Cochinchina».

elejtett származástani fonalát további fejtegetéseimnek a *Sch. cristata*-ra s a *Sch. Forsteri*-ra vonatkozólag újból fölvehessem, csupán az említettem fajok levél-sallangjainak a szélességében megnyilatkozó s fölötte jellemző alaktani bélyegére utalok. A *Sch. cristata* (PRANTL értelmében vett) sorophoriája (t. i. a sporangiophyllumok összessége) a *Sch. Birói* és *Copelandica* sorophoriájának a képét mutatja; ellenben a levéllemez villásan osztott sallangjai a *Sch. Copelandica*-tól kezdődőleg fokozatosan szélesbülnek a *Sch. dichotoma* s. str.-n át a *Sch. cristata* példányaiban és még fokozottabban a *Sch. Forsteri*-ban, hogy azután a levél-sallangok szélessége tetőpontját érje el a most már tisztán neotropikus *Sch. elegans* és *flabellum* képében.

Viszont az ugyancsak kizárólagosan paläotropikus (s egyszerű = uninervis) *Sch. Forsteri* és az újvilági (multinervis) *Sch. elegans* között szerintem kétségtelenül fennálló származástani kapcsolat bizonyítékát én az utóbb említett két *Schizaea* levélnyélbeli k. m. (= keresztmetszet)-einek csaknem egyazon képében látom. Ugyancsak szembevetendő az előttem lévő új-kaledoniai *Sch. Forsteri*-példányok és a guatemalai *Sch. elegans* (Dept. Alta Verapaz. No. 1122. 350 m. Wald bei Cubilquite. XI. 1906. Coll. H. von Türekheim) sorophoriáiban megnyilatkozó hasonlóság, jóllehet a széles sallangú *Sch. elegans* mesophyllumának széles lemezekké való egybeolvadását látjuk és a már jól kifejlődött assimiláló szervekben a másodrendű elágazásnál csupán csak az erezet dichotomiája jelzi a lemez húsában azt, hogy a *Sch. elegans* voltaképpen nem egyéb, mint a kedvezőbb életkörülmények közé jutott és zavartalan assimilációs energiára képesítetten átalakult *Sch. Forsteri*.

Ez az átalakulási folyamat azonban korántsem megállapodott a *Sch. elegans* szorosabb körülírással vett faji körében; az assimilációs energia kifejtésének a mértékével nyilvánvalólag lépést tart a levéllemez szélességben való kiterjedése, a minek tipusos kinyomata a *Sch. flabellum* MART. Ic. Crypt. Bras. p. 115. Tab. 55. Fig. II.-nak pl. előttem lévő ama példánya (= *Sch. latifolia* POIR, Guyane), a melynek a tipusos *Sch. elegans* levéllemezének szélességét nagyban meghaladó levélszabásából is

könnyű szerrel megállapíthatjuk PRANTL (II. 141. l.) és CHRIST¹ helyes nyomokon járó fölfogását, akik a kettőt egymástól megkülönböztetik.

Valószínű, hogy ugyancsak a fajfejlődés, illetőleg a *Lophidium* «*Dichotomæ*» és «*Elegantes*» vérségszerinti kapcsolatának a fonalán, a jelzett egybefüggés szempontjából érdekes adatok volnának megállapíthatók a CHRISTTÓL ugyancsak helyesen megkülönböztetett *Sch. elegans v. amazonica* és *Sch. pacificans* MART. (PRANTL II. 141. l., CHRIST id. h. 302. l.) révén; ezek példányai azonban nem állanak rendelkezésemre.

Végezetül csak igazolni tudom CHRIST ama nézetét, hogy a *Schizaeák* *Lophidium*mai, mint partok közelében lakó különleges oceáni növények fajfejlődésük tetőpontját voltaképpen a neotropikus tájakon érik el.²

Valamint hogy az amerikai «*Sch. dichotoma*» vagyis helyesen *Sch. Poeppigiana* is voltaképpen a szorosabb körzetű «*Dichotomæ*»-csoport fajfejlődésének polynesiái vonalán át juthatott el Amerika peru-venezuelai partvidékein a fajfejlődés amaz önállóbb fokára. a melyet STURM³ s utóbb GRISEBACH⁴ is, bár pusztán florisztikai alapon, de helyesen ismert föl; ezt a fölfogást erősíti meg utóbb PRANTL (II. 139. l. stb.) classicus vizsgálata.

Nyilvánvaló ezek után, hogy a *Schizaeák* *Dichotomæ*-csoportja, tagjainak paläotropikus irányvonalán át -- a mennyire a *Schizaeák* fajfejlődésánából az összefoglaló eredményt ma leszűrhetem -- az *Elegantes*-csoport képében jut el a fajfejlődés legmagasabb fokára. Az *Elegantes*-csoportba tartozó *Lophidium*ok eddig ismert fajai (*Sch. fluminensis* MERS; STURM, in Fl. Bras., *Sch. Sprucei* HOOK. in HOOK. Ic. Pl. T. 1016., *Sch. elegans* VAAL (Sw.), *Sch. pacificans* MART.) mind neotropikusok és én származástaniilag a *Lophidium*ok, ám az összes *Schizaeák* «delelopontját» látom kifejezve a valóban pompás *Sch. elegans-flabellum* testében.

¹ Geogr. d. Farne 156, 302. ll.

² Geogr. d. Farne, 156. l.

³ MARTIUS: Fl. Bras. XXIII. (1853) 181. l.

⁴ Catal. Cub. 273. l.

III.

TANSLEY és CHICK a *Sch. maluccana* alkattani magánrajzát azzal a kijelentéssel kezdik, hogy a páfrányok között bizonyára a *Schizaeák* a legérdekesebbek a középponti oszlopszövet (= stéle) alkattanát illetőleg.

A *Dichotomæ*-csoport gyökérstélejére vonatkozólag ezúttal csupán az a megjegyzésem, hogy a szerkezet alapformáját illetőleg közöttük mélyreható különbségek nem állapíthatók meg, már a növénykéek egyszerű alaktnai szerkezeténél fogva sem; hacsak nem a sejtek nagysága, száma, illetőleg a sejtfal-vastagodás mértéke tekintetében.

A feltűnően vékonyfalú és mindössze néhány sejtből álló endodermisen belül, a vezető rendszert alkotó elemek alkotása tekintetében egyszerűen utalhatok PRANTL, BOODLE, TANSLEY és CHICK,¹ a stéle általános szerkezetét illetőleg a nevezetteken kívül RUMPF,² WALTER,³ MAGER,⁴ nemkülönben THOMAE⁵ többé-kevésbé kimerítő adataira és e helyt a *Sch. Biróii* és a *Sch. dichotoma* gyökérbeli stélejére vonatkozólag különösebben ama hat belső kéregparenchymabeli sejtre irányítom a figyelmet, a melyek közvetlenül az endodermis-sejtektől alkotott gyűrű határán vannak és a melyek belső és radialis falainak szép rétegzettségét már PRANTL is hangoztatja. PRANTL és BRITTON-TAYLOR idevágó ábrázolatát azonban, főleg a stélere vonatkozóan, igen hiányosnak tartom (PRANTL II. Tab. IV. Fig. 59. BRIT.-TAYLOR id. h. Tab. V. Fig. 78) és megjegyzem, hogy a *Schizaeák* gyökereiben általában a rhizodermis elbarnult sejtjeinek zónáját belül bőséges parenchyma követi, a melynek közepén a stéle válik ki jellemző módon s a *Schizaeákra* nézve egyazon tyussal.

¹ Munkálataikat fentebb idéztem.

² RUMPF, Georg: Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzeln. Bibliotheca Botanica, Heft 62. Stuttgart, 1904.

³ WALTER, Georg: Über die braunwandigen, sklerotischen Gewebelemente der Farne etc. Bibl. Botan. Heft 18. Stuttgart, 1890.

⁴ MAGER, Hans: Beitr. zur Anatomie der physiol. Scheiden der Pteridophyten. Bibl. Bot. Heft 66. Stuttgart, 1907.

⁵ Munkálatát fentebb idéztem.

PRANTL ama megjegyzését, hogy a stélet környező s fentebb említettem hat, belülről rétegesen megvastagodott falú sejt nem fásodik el, a rendelkezésemre állott s mindenestre csekély anyag vizsgálatából a magam részéről is megerősíthetem; jód-jódglycerinnel, avagy jód-jódkáliummal való kezelésre csupán a hadromát alkotó néhány elem ölt igen élénk ezitromsárga színt; a *Sch. Birói* gyökérkéreg-parenchymájának mindig vékonyfalú és tágüregű, de kis sejtközi hézagokkal való sejtjei, valamint a *Sch. dichotoma* ahhoz képest jóval vastagabbfalú hasonló sejtjei Eau de Javellel való rövidebb-hosszabb kezelés után egynemű sejtfalakat mutatnak és chlorzinkjóddal való kezelésre szennyes ibolyakék színt öltenek.

A *Sch. dichotoma* és *Sch. Birói* gyökeréből vett k. m.-ek Eau de Javelle-lel, majd glycerinnel való földerítésük után, a chlorzinkjód hatására az egy szöveti kategóriák érdekes elkülönülését mutatják, az azokat alkotó sejtelemelek vegyületi (=chemiai) alkotása tekintetében is. Nevezetesen:

1. Hadroma elemei kivétel nélkül sötét narancssárgák;
2. a hadromát környező parenchymahüvely piszkos ibolya;
3. az endodermis szakadozott (alak tekintetében a herbariumi anyagon közelebről meg nem határozható) s vékonyfalú sejtjei élénk ezitromsárga színűek.
4. A változó számú, homorúan megvastagodott s rétegzett falú belső «kéregsejtek» (PRANTL) szennyes ibolyaszínűek, valamint a «külsőkéreg» (Aussenrinde, PRANTL) tágüregű parenchymás sejtjei is.

A külső kéreg parenchymasejtjei a *Sch. dichotomában* viszonylagosan vastagfalúak, de rétegzettség rajtuk erősebb nagytás mellett sem észlelhető, az Eau de Javelle huzamosabb (24 óra, a *Sch. Biróinál* 2—3 óra) hatására a sejtek szétesnek.

Ez adatokból látni való, hogy a *Schizaea*-gyökérben a cellulosa-reactiót mutató sejtelemelek a túlnyomók.

BOODLE id. h., a *Sch. dichotoma* ontogeniájá-t illetőleg, mondhatnám mélyen szántó dolgozatában, külön kis fejezetet szentel a *Sch. dichotoma* «Small Form»-jának (id. h. IV. 526. l.) és ez annak az újabb jele, hogy a *Sch. dichotoma* eme formája, a melynek gyűjtője (hol? nem mondja) és meg-

határozója R. H. YAPP, az olasz systematikusok után im az angol anatomus botanikusok előtt is állandóan föltűnt. YAPP növényei = *Sch. Birói*, a melynek csupán két példányát vizsgálhatta BOODLE és ő lehetségesnek tartja, hogy a YAPP-félék csupán a *Sch. dichotoma* fiatal növénykéi.¹

A sorozatosan előttem lévő BIRÓ-féle példányok (s nyilván ilyenek voltak a YAPP-félék is) csak külalaktani látszatra fiatalok, helyesebben aprók (Tab. X. Fig. 1—3); egyébként minden részükben további szaporodásra képes s teljesen fejlett egyedek (Tab. X. Fig. 4—7, Tab. XI. Fig. 20).

A *Schizaeák*at általában véve úgy tekinthetjük, mint a melyek \pm felemás levelűek. A levelek kétfélesége t. i. abban nyilatkozik meg, hogy vannak meddő és termő levelei, illetőleg a meddő levelek elkeskenyedő s végső sallangjai alakulhatnak át termőlevelekké, a melyeket én, mivel hogy a *Schizaeák*nak voltaképeni sorsai nincsenek,² a PRANTL-féle «sorphori laciniæ» helyett — úgy vélem, hogy helyesebben — sporangiophyllum-oknak nevezek, a sporangiophyllumok (= Sorophoralis lémezek = sorophorumok) összegét pedig jobb kifejezés hiányában, sorophoria-nak tekintem (Tab. X. Fig. 5s).

A *Dichotomæ*-csoport tagjait kivétel nélkül olyanokul tekintem, a melyek ú. n. meddő levelei kedvező életviszonyok és időszak közepette sallangjaik végén sporangiophyllumokat fejleszthetnek, következésképen a meddő levél alakulhat át termőlevéllé,³ egyébként a levél általános szabásában megnyilatkozó alak-tani bélyeg teljes megtartásával. Az alak-, ámde az alkattani különbség is a termő és a meddő levél között csupán csak az, hogy a míg az egyik végső sallangjai sporangiophyllumokká

¹ «They may be simply young plants of the typical *S. dichotoma*». Boodle IV. 5. 1.

² CHRIST (Farnkr. d. Erde, 344. l.) a *Schizaeák* egyetlen sporangiumát tekinti sorsnak. Ilyenformán a *Schizaeák* körében a sorus fogalma födné egyszersmind a sporangium fogalmát.

³ Mindezt, legalább ábrázolatig, már PETIVER helyesen fölismerte. Opera Hist. Natur. Spect. London, 1767. Gazoph. Nat. et Artis Decas septima p. 7. Tab. 70. Fig. 12. A, B (represents its first Shootings towards *flowering*). Példányait CUNNINGHAM küldte Cochinchinából PETIVERnek.

alakulnak át, tehát sorophoriát fejleszt; a másikon ezek kifejlődése el-, avagy abbamarad. A herbariumokban is itt-ott látni példákat a fejlődés közbeneső eseteire, t. i. egy és ugyanazon levél meddőn maradt sallangjai között vannak sporangiophyllumok is. Végső eredményben kimondhatjuk, hogy minden levél végső lemezkei sporangiophyllumokká alakulhatnak át.

A *Sch. Birói* érett sporái (Tab. X. Fig. 8—11), a *Sch. dichotoma* s. str. (Tab. X. Fig. 12—16), a *Sch. Forsteri* (Tab. X. Fig. 17—18) és a *Sch. Poeppigiana* (Tab. XI. Fig. 22—23), sporáival alaktanilag nagyjában egyezők, ellenben méretbeli különbségeik azok, a melyek szembetűnőleg jellemzik a nevezett «dichotoma»-beli fajokat. Az idézett ábrák egymással való összehasonlítása igazolja ezt, valamint a végrehajtott mérésekből vont középértékű adatok is; ezek a

<i>Sch. Birói</i>	sporáira	0,028—0,032 mm
<i>Sch. dichotoma</i> ¹	«	0,036—0,044 mm
<i>Sch. Forsteri</i>	«	0,05,
<i>Sch. Poeppigiana</i>	«	0,046—0,048 mm

átlagos spórahosszúságot jelentenek és ha ez adatok alapján egybevetjük a spórák nagyságát a spórákat termő anyanövény-nyel, azt tapasztaljuk, hogy a nevezett fajok természetbeli méretei szerint változik a spóra nagysága is.

A legkisebb termetű *Sch. Birói* a «dichotoma»-beli fajokkal

¹ Mindamellet, hogy az eddig elismert *Schizaea*-fajok sorában a «*Sch. dichotoma*» földrajzi elterjedésének köre a legnagyobb, példányai a gyűjteményekben is több helyről megvannak: a madagaskári példányok tüzetesebb megvizsgálását tartottam czélszerűnek (*Sch. dichotoma* Sw. BAKER in Journ. of Botan. 1884. 144. l. Madagascar leg. HUMBLot!), hogy ezzel egyszersmind a *Sch. dichotoma* madagaskári előfordulását a magam részéről is megerősítem. Az értekezésben foglalt adatok általában a madagaskári példányokat illetik; idézeteknél röviden *M*-nek (= Madagascar, l. HUMBLot) jelölöm. Megjegyzem, hogy «Flora von Central-Madagaskar No. 4155» alatt kiadottan «Statio: Betsileo Naudahizana»-ról is láttam *Sch. dichotoma* példányokat; ezeket J. M. HILDEBRANDT gyűjtötte 1881 februáriusában.

szemben egyszersmind a legkisebb spórájú; vizsgáltuk legyen a spórákat szárazon, avagy vízben, glycerinben, chlorzinkjóddal avagy jód-jódkáliummal kezeltén, az arány mindig ugyanaz.

A bilaterálsan babszemalakú spórák falazatának három alkotója közül ¹ erős nagyítások alkalmazásával is a perinium (epi-, perisporium) és az intine (endosporium) ² alig kivehető finom és szintelen hártya; ezek megkülönböztetését már az a körülmény is megnehezíti, hogy pl. chlorzinkjóddal való kezelésre sem kívül meg az intine s cellulosa-reactiót egyáltalában nem mutat. A *Sch. Birói* spóráin végzett sorozatos kísérleteim e tekintetben a PRANTL megelőző (PRANTL II. 54. l.) RAUWENHOFF ³ adatainak helyességét megerősítik. SADEBECK ⁴ a chlorzinkjód hatására az exinevel együtt az intinet is sárga-barnára festődöttnek mondja, holott én azt, legalább a *Schizaeák* sporáit illetőleg, csakis az exinere vonatkoztatnám. Jód-jódkáliummal az exine \pm intensive sárga, az említettem fölötté vékony perinium és intine — szerintem — szintelen.

A perinium s intine között, a színben velük szinte egybeolvadó cuticularizált exine (exosporium) vastagodásai (hogy valóságos centrifugális vastagodások-e? — PRANTL s SADEBECK ezt eldöntetlenül hagyta ⁵) a *Sch. dichotoma* körébe tartozó alakok spóráinak finom szemcsézettségét okozzák (spora verruculosa PRANTL!); a spórák jellemző szemcsézettsége tehát nem vezethető vissza az «exosporium szerkezetbeli differenciálódására». Ezek az exinebeli sejtfalvastagodások helylyel-közzel valóságos

¹ Pteridophyta von Sadebeck. In Engler, Nat. Pflanz.-Fam. I. Teil (1902) 4. Abt. 14. l.

² E műkifejezéseket illetőleg csatlakozom LEITGEB (Über Bau- und Entwickel. einiger Sporen. Ber. der Deutsch. Botan. Ges. Band I. 247. és köv. l.), illetőleg STRASBURGER felfogásához, mert helyesnek kell tartanom a műkifejezések tekintetében való «luxus» (PRANTL, II. 54. l.) korlátozását. A spórák hármas falazatát illetőleg LEITGEB ellenben a «perinium» ránczos kitüremkedéseire vezet vissza egynéhány spóra falazatbeli szerkezetét (id. h. 249. l.).

³ Botan. Zeit. 1879. 441. és köv. l.-in.

⁴ SADEBECK id. h. 15. l.

⁵ PRANTL, II. 55. l. és SADEBECK id. h. 361. l.

protuberantiák, a melyek mindenesetre a cuticularizált réteget túltengései (Tab. XI. Fig. 21*ei*).

A *Schizaeák* egyéb genusa (*Ancimia*, *Lygodium*, *Mohra* spóráinak mindig jellemző «sculptura»-ja ugyancsak az exineből ered és e tekintetben, ezekkel egyezően, a *Schizaea* sem mutat eltérést.

A spórák szemcsézettsége változó s ha már különbséget akarunk tenni abban is, a legsűrűbb szemcsézettségűnek a *Sch. Loeppigiana* spóráit kell tartanom (Tab. XI. Fig. 22, 23).

Egyébként tessék ez csekélységnek, mindazonáltal értéket kell ennek is tulajdonítanunk, tekintvő azt, hogy pl. a *Sch. Poeppigiana* és a *Sch. Sprucei* spóráit (átlag 0,048 mm) — körülbelül ugyanazon nagyság mellett — csakis a szemcsézettség foka különbözteti meg (Tab. XI. Fig. 22—24); t. i. a *Sch. Poeppigiana* spórái föltűnően sűrűn szemcsézettek, szemcséi gyöngysorként övezik a spórát, pl. optikai átmetszeten át nézve, jöllehet a két faj alaktanilag kitűnően különbözik egymástól, hisz az előbbi a *Lophidiumok* «*Dichotomæ*», az utóbbi az «*Elegantés*»-csoportjába tartozik. A spórák erősen fénytörő tartalmában kisebb-nagyobb számú gömböcskék válnak szembetűnővé (Tab. X. Fig. 9, 15, 18; Tab. XI. 21); e sajátos s még erősebben fénytörő szemcsék alakja esetleg változó s tartalmuk olaj, illetőleg változó alakú, de mindig legömbölyített proteinaszemcsék (Tab. XI. Fig. 21*p*).

A *Schizaeák* sporangiumával többé-kevésbbé tüzetesen többen foglalkoztak, PRANTL után GOEBEL,¹ főleg a sporangiumok nyílási mechanizmusával pedig H. SCHINZ² és A. URSPRUNG,³ de részben vázlatos, vagy éppen rossz ábrázolatok kíséretében. A sporangiumgyűrűt alkotó sejtek sejtfalvastagodását (Tab. XI. Fig. 27*a*, 25,

¹ GOEBEL: Organographie, 1898. 761., 764. l.

² SCHINZ, H.: Untersuchungen über d. Mechanismus des Aufspringens der Sporangien u. Pollensäcke. Inaug. Diss. Zürich, 1883. Meg kell jegyezni, hogy a *Schizaea pectinata* sporangiumáról való rajza rossz; LINKÉ jóval jobb. (Link, Ic. Select. fasc. IV. Tab. IV. Fig. 3).

³ URSPRUNG, A.: Der Öffnungsmechanismus der Pteridophyten-sporangien. Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. XXXVIII. p. 635.

26, 28) viszonylagosan URSPRUNG értelmezte a legjobban és én, a *Sch. Biróii* sporangiumának (Tab. XI. Fig. 27) behatóbb tanulmányozása révén, megerősíthetem mindazt, a mit az annulus szerkezetére és mechanikájára nézve id. műve 637. l.-jén elmond. A stomium tényleg alkattanilag adott helyen nyílik meg; megfigyeléseim szerint azonban a ferdén lefutó gyűrű leghosszabb alkotója s a mellette hirtelen megrövidült, egyébként nem kevésbé megvastagodott falú annulus-sejt középső lamellája egyszerűs mind a dehiscencia irányvonala.

A *Schizaeák* ismeretesen transversalis s a sporangium tetőpontját megközelítő, teljes, de ferdén lefutó gyűrűjének erősen megvastagodott falú sejtjei legfőljebb azok, a melyek a falak megvastagodása mértékében némi eltérést mutatnak a *Sch. Biróii* s a *Sch. dichotoma* és a *Sch. Forsteri* között; a *Sch. Biróii* t. i. viszonylagosan a legvékonyabbak (Tab. XI. Fig. 25 és 26.). A sporangium gyűrűt alkotó sejtjeinek elfásodását, valamint a stomiumsejtek jellemző viselkedését a sporangiumok felhasadásánál SCHINZ, illetőleg PRANTL és URSPRUNG is (id. h. 637. l.) hangsúlyoztatja (PRANTL II. 57. l.); e tekintetben a szóbanforgó *Schizaeák* között nincs eltérés.

A *Schizaea*-sporangiumok oldalgörbületét az *Aneimia*-sporangiumokhoz képest PRANTL gyengébbnek mondja (II. 48. l.); PRANTL ennek igazolására (id. munka. Tab. V, Fig. 80) nyilván a *Sch. pennula* sporangiumának a képét hasonlítja össze az *Aneimia Phyllidis* sporangiumával (id. h. Tab. VII. Fig. 104A). A PRANTL-féle ábrákat viszont a *Sch. Biróii* sporangiumával egybevetve nyilvánvaló, hogy van *Schizaea*, a melynek sporangiumbeli oldalgörbülete az *Aneimia*ét meg is haladhatja (Tab. XI. Fig. 27).

A sporangiophyllumokon párosával két sorban átlag 20—22—28 sporangium ül, a sporangiophyllum vályúsan kimélyített barázdájában számos, igen vékonyfalú s egysejtű, a sporangiumok hosszát átlag egyszeresen meghaladó nedvtartó szőrszálak (paraphysisek) között, a melyek az ugyancsak vékonyfalú s prosenchymásan egymásba ékelődő sporangiophyllum-sejtek egyszerű nyulványai (Tab. X. Fig. 19*ab*); közöttük, főleg a sporangiophyllumok végén, akad egy-egy alakilag eltérő (Tab. X. Fig. 19*c-d*),

ezek közül egy-egy könyökösen kidudorodó még a legszembetünőbb (Tab. X. Fig. 19e).

PRANTL sporangium-képeinek hibái miatt azonban (id. h. Tab. V, Fig. 80, 81), mert hogy éppen PRANTL vizsgálatai általában classikus értékűek, nyomatékosan kell hangoztatnom, hogy a gyűrűsejtek «lábfala», vagyis a velük közvetlen s egyébként egészen vékonyfalú sejtjeivel érintkező síkján nem vastagszik meg, sőt meg sem fásodik; tehát egy okkal több arra, hogy a *Schizaeák* teljes és transversalis tetőgyűrűje az adott viszonyokhoz mérten meglehetősen korlátlanul húzódhassék össze, avagy tágulhasson. A maximalis tágulás a sporangium-hasadást idézi elő, rendszerint a sporangiophyllumok pereme (tehát ki-) felé és ennek nyílási szöge megfigyeléseim szerint a 90°-ot is meghaladhatja.

Ehhez mérten változik természetesen a gyűrűsejtek üregének alakja is és én úgy vélem, hogy SCHINZ, főleg azonban URSPRUNG (id. h. Fig. 1) kevésbé találó rajzai inkább a száraz állapotú gyűrűsejtek képeire vonatkoznak, mely állapot a gyűrűsejtek sejtfallvastagodásának rajzban való helyes értelmezésére merőben alkalmatlan, minthogy az a gyűrűsejteket minden oldalról erősen megvastagodottnak tünteti föl (Tab. XI. Fig. 28), holott ez a sejtfallvastagodás csakis a gyűrűsejtek meridionalis borda- (hosszanti) falait illeti a sejtek alapi része felé haladólag (Tab. XI. Fig. 25—26). Valamely folyadékban (víz, vízzel hígított glicerin stb.) vizsgálva a gyűrűsejteket, azokról — miként SCHINZ írja (id. h. 18. l.) — nem állíthatom, hogy a sejtfallak megvastagodása következtében az üreg szinte eltűnnék, a száraz állapotát feltüntető kép is csak éppen hogy megközelíti SCHINZ állításának a helyességét. Minderről a száraz sporangiumokba való vízhozzátétellel meggyőződhetünk, mikor is a már meg-hasadt sporangiumok zárulnak (URSPRUNG id. h. 637. l.), következésképp a gyűrűsejtek ürege is ezzel együtt tágul. A sporangiumok kiszáradása folyamán helyzetük, ám a hasadás mértéke is állandóan változik¹ és akkor tényleg tapasztalhatjuk azt,

¹ Gondolom, hogy körülbelül ez a magyarázata annak, hogy miért nem igen akadunk az irodalomban például egy *Schizaeaceae*-sporangio-

hogy a sporangium több helyen is fölhasad s a hasadás mértéke sokszor a 90° -ot is meghaladhatja. A nyugalomra került sporangiumok nyílását URSPRUNG kb. 120° -ra jelzi és én ezt, valamint a sporangiumok egyébként való «mechanikai viselkedését» illetőleg is URSPRUNG adatainak helyességét csak megerősíthetem; a *Schizaea*-sporangiumok fölhasadásának okait valóban az azt alkotó sejtek cohæsiós és hygroskopikus mechanizmusának különbözőségében kell keresnünk. A sporangiumok fölhasadásában a gyűrűsejteknek valóban activus szerepük van, a sporangium többi falazata passive viselkedő sejtjeivel szemben. Ám én a stomium keletkezésének dehiscentialis vonalát — s ezt ismételtelen kell e helyt hangoztatnom — az egyébként teljes gyűrűt alkotó s egyaránt erőteljesen kifejlődött sejtek során ott látom, a hol a hosszúságban egyébként váltakozó gyűrűsejtek közül a viszonylagosan leghosszabbat egy hirtelen megrövidülő gyűrűsejt követi.

A *Schizaea*-sporangiumok fejlődésmenetének leírását — PRANTL tüzetes vizsgálatai után (PRANTL 50. l.) — nincs mivel bővítenem, de azt szükségesnek tartom megjegyezni, hogy PRANTL idevonatkozó, nyilván csak vázlatos ábrájával (Tab. V. Fig. 81p) szemben a *Sch. Biróii* gyűrűjét egybefoglaló tetősejt («Plattenzelle», PRANTL), a sporangium hárommetszésű vezérsejtjének (PRANTL, Tab. V. Fig. 79A, B) megfelelőleg, kifejlett állapotában is háromszögű (Tab. II. Fig. 25i; Fig. 27i), egyébként pedig a szögellek egyike a stomium kezdeménye (= Anlage) úgy, a mint azt PRANTL II. id. (Tab. V. Fig. 79A, B, v) ábrázolatai föltüntetik.

A mindig ferde rhizomából (rhizoma obliqua) fejlődő levélnyel a levéllemeztől mindig jól megkülönböztethető a *Lophidium*-beli *Schizaeák* között, és ehhez mértén, ha lehető pontosan ügyelünk az összehasonlító vizsgálatok végrehajtása alkalmával

phyllum helyesebb ábrázolatára. A fedő- s tárgylemez közé zárt sporangio-phyllum, bármily mediumban is, már a fedőlemez gyakorolta nyomás, ám a víz stb. párolgása miatt is folyton változik és tapasztalásból mondhatom, hogy a sporangiophyllum egy részletének rajzban való pontosabb megfigyelése nem könnyű feladat.

arra, hogy a levéllemeznek lehetőleg egyazon tájékoztató helyéről vegyük a metszeteket, a mi a lemez ismételt villás osztottsága miatt nem is éppen nehéz, bár könnyen tévedhetünk, akkor főleg a lemez keresztmetszeti körvonala s azon belül főleg a bórszövet nyujt némi alapot az egyes fajok megkülönböztetésének a lehetőségére; a levélszerkezet általános typusa egyszersmind a fajok vérség szerinti szoros kapcsolatának a megállapítása is.

A levél lemezkéi általában szallagosan lapítottak s a *Sch. Birói* és *Sch. Copelandica*-ba vonható alakok körében igen csekély mesophyllummal, mondhatnók, csakis a levél egyetlen (közép) bordájára, vagyis a stélere redukálódnak. A *Sch. Birói* levélnyele az elsőrendű elágazás helyén, tehát ott, a hol az elágazás egyszersmind a stéle megoszlásával jár (Tab. X. Fig. 3a, Tab. XIII. fig. 38); szélén, a levél fonáka felé, némileg begömbül (margine \pm reflexo); némileg, mondom, mert a herbariumi példányok erősebb görbületét az élő állapot természetességének nem tekinthetem, hacsak nem a levél nyél dereka tájékaról (Tab. X. Fig. 3b) vett metszeti képen (Tab. XIII. fig. 41. és 37.). A *Sch. Birói* levéllemezkéi általában egy síkban laposak (margine plano) (Tab. XII. Fig. 30p) s a metszeti kép körvonala már azzal is, hogy a *Sch. dichotoma* limbusbeli görbülete a stéle oldalánál kezdődik (Tab. XII. Fig. 32a -p), általában jellemző.

A bórszövet a mesophyllummal szemben élesen elkülönül, sejtszelei általában erősen megvastagodott falúak, viszonylagosan legkevésbé a *Sch. Birói* bőrében. A *Sch. Birói* bőrsejtszelei általában a mesophyllum felől (Tab. XII. Fig. 30e), a *Sch. dichotoma* és *Sch. Poeppigiana* bőrsejtszelei szűkebb üregük következtében inkább a radialis falak mentén lapítottak (Tab. XII. Fig. 32e, Fig. 31e; Tab. XI. Fig. 29e). Chloroplastisoknak a bőrsejtekben való előfordulását¹ a száraz példányokon nem állapíthattam meg.

A bórszöveti sejtek külső falzatának a szerkezetét a *Sch. Poeppigiana* anyagán tanulmányoztam tüzetesebben és ez alkalmammal megállapíthattam azt, hogy a fölötte erősen megvastagodott falú bőrsejtek középső lamellájáról sejtenként s kúposan emelkedik föl a cuticula úgy, hogy az ekként keletkezett üreget

¹ SADEBECK, id. h. 357. l.

kovasav tölti ki. A *Schizaeák*, úgy látom, hogy «genus»-jellegű kovasavas szemölcssei,¹ valamint a cuticula alatt elvonuló «középső lamella» létezéséről LUERSSEN, illetőleg PRANTL (id. h. II. 33. l.) is szól; mely utóbbi chlorzinkjóddal, majd glycerinnel való kezelésnél élesen különül el a rétegzett középső rétegtől, viszont ez az üreget bélelő cellulosa-rétegtől.²

A tömött mesophyllum azonos szerkezetbeli typusa mellett látni való továbbá, hogy a *Sch. Birói* és *Sch. dichotoma* stéleje befolyással van a stéle fölött elvonuló bőrszövet domborúságára (costa utrinque prominens, Tab. XII. Fig. 32c; Fig. 30c), sőt fokozhatja ezt a hypodermás stereoma többretegűsége a *Sch. dichotoma* (Tab. III. Fig. 32d), sőt még inkább a *Sch. Forsteri* levelében; viszont a *Sch. Poeppigiana* levelének ugyancsak egy-egy bordájú lemezekéiben a stéle a mesophyllumba beágyazott, a bőrszövet görbületére szinte semmi befolyása sincs (Tab. XII. Fig. 31st).³

A levelek bőrszövege a mesophyllummal szemben élesen elkülönül, akár egysoros az (Tab. XI. Fig. 29e; Tab. XII. Fig. 30—32e), avagy ± erős hypodermás stereomával erősbödött; sejtjei általában erősen megvastagodott- s elfásodott-falúak, jódnak valamely oldatával élénk ezitromsárgára, phloroglucina + sósavval kezeltén pedig igen élénk cseresznyepirosra festődnek.

Akármilyen jó-d-reagenssel való kezelésre is a *Schizaeák* egy alaptypusra valló bőr-sejtjei élénk ezitromsárga színűek, a levél fonáka és a színe felől egyaránt prosenchymásan s a legszorosabban ékelődnek egymásba (Tab. XII. Fig. 33t); legfőljebb a sejtfalvastagodás mértéke különböző az egyes fajok szerint. A *Sch. Birói* bőrsejtjei a *Sch. Forsteri* bőrsejtjei vastagságához mértén valóban úgy aránylanak, mint a nevezett két faj természetbeli nagysága egymáshoz.

¹ PRANTL az Actinostachys-csoportbeli *Sch. pennula*, BRITTON-TAYLOR az II. Euschizaeabeli *Sch. pusilla* (id. h. Tab. 6. Fig. 93a), magam pedig a szóbanforgó dichotomabeli *Schizaeák* bőrsejtjeiben észleltem.

² Sajnálattal kell megjegyeznem, hogy idevágó s egyéb ábrázolataim közléséről is le kellett mondanom.

³ PRANTL id. h. II. 139. l. ugyan «costa supra prominente, subtus non prominente»-t mond.

A *Schizaeák* légzőnyílásainak (stomata) fejlődését PRANTL id. művében tüzetesen leírta; a *Sch. pusilláéi* fejlődését BRITTON és TAYLOR (id. h.); azért a következőkben csupán helyesbítő adatok közlésére szorítkozom, nevezetesen a *Schizaeák* légzőnyílásának kész állapotát illetőleg, minekutána a *Sch. pennula* légzőnyílásainak PRANTL-féle (PRANTL II., Tab. IV. Fig. 56) és a *Sch. pusilla* BRITTON-TAYLOR-féle ábrázolata (id. h. Tab. VI. Fig. 92) vázlatos, a zárósejtek keresztmetszetben való föltüntetése pedig, észleléseim szerint, ábrázolatilag helytelen. Én ugyanis mindazokon a példányokon, a melyeken a (vizsgálatra egyébként eléggé nehezen hozzáférhető) légzőnyílásokat keresztmetszetükben vizsgálhattam, úgy láttam, hogy azok a bőrsejtek alkotta színvonal fölé emelkednek; az egyes zárósejtek a nagy légudvar felől is fölötte kicsi cuticulás sarkantyút mutatnak. (Tab. XI. Fig. 290; Fig. 340—u).

Én ebben a körülményben azt látom, hogy az egyébként minden tekintetben xerophilus *Schizaeák*, a transpiráció megfelelő szabályozása szempontjából, az ü. n. száraz és esős időszakhoz alkalmazottan fejlesztik ki légzőnyílásaikat. Erre vallanak a *Schizaeák* jellemzően alkotott stomatorius léczei (Tab. XII. Fig. 33i) a levélsallangok fonákán, sohasem azok fölszínén; így van ez nemcsak a meddő levélrészeken (miként PRANTL állítja), hanem a sorophoriát is fejlesztő, tehát termő levélsallangokon is. E stomatorius léczek a különböző dichotomabeli *Schizaeák*kra nézve egyazon typust mutatják, még a levélszín és fonák alkotósejtjeinek egymásba való ékelődése tekintetében sem mutatnak eltérést, hacsak nem a bőrsejtek falvastagodása mértékében. Viszont a *Schizaeák* xerophilus természetére vallanak a légzőnyílásokat közvetlen környező és a stomatorius lécz hosszanti tengelyébe eső ama sejtek, a melyeknek villásan kitüremkedő nyulványai fogják körül a zárósejteket és a melyeket PRANTL egyszerűen «közbülső-sejteknek» (Zwischenzellen) nevez (Tab. XII. Fig. 33i).

E stomatorius léczek-alkotta (régőbbi botanikusoktól tévesen értelmezett)¹ sorok a legszabályosabban követik a levelek dicho-

¹ Lásd LUERSSEN: Fil. Gräff. 255. l.

tomiaját és pl. a levéllemez keresztmetszetein, avagy felületről nézve, csakis azokon a helyeken észlelhetjük a stomák halmozódását, a hol több ú. n. ér található egymással.

A páfrányok levélnyélbeli stereomájának a légzőnyílásokhoz való élet- és alkattani viszonyát igen találóan fejtette ki egyik értekezésében POTONIÉ.¹

POTONIÉ tanulságos okfejtése révén is szinte önként értetődő, hogy mindaddig, a míg a levéllemez ki nem fejlődik, a *Schizaea* bekunkorodott végű s egyébként zöld levélgyelete hivatott az assimilatio és a transpiratio minimalis munkájának a végzésére, így hát a chloroplastisokon kívül légzőnyílásokkal is kell bírnia. A levéllemez fokozatos fejlődésével (Tab. X. Fig. 1—3) fokozatosan fogyatkozik meg a levélnyel légzőnyílásainak a jelentősége és a *Schizaeák* szerkezeti viszonyainak tanulmányozása közepette tényleg azt tapasztaltam, hogy a levélnyel elbarnuló zónájában functiójukat veszítik a légzőnyílások. zárósejtjeik falai utóbb legömbölyödnek, sőt el is fásodnak, sokszor az alájuk eső 1-2 bőralatti sejttel egyetemlegesen és úgy, hogy utóbb csakis a hypodermás stereoma alkotta gyűrű hirtelen megszakadása, illetőleg megfogyatkozása a levélnyel két oldalsó pontján, mutatja azt a helyet, hol egykoron, mielőtt a növényke még fiatal volt, működtek a légzőnyílások (Tab. XIII. Fig. 47o). A légzőnyílások alkat- és élettani tekintetben való e viselkedése mindenesetre a *Schizaeák* xerophiliáját támogatja a transpiratio tekintetében is.

A *Schizaeák* termőhelyeinek növényföldrajzi körülményei arra vallanak, hogy a növény a vízzel való ellátás szélsőségeinek van kitéve: xerophilus szerkezetük mindenesetre azt bizonyítja. A SCHIMPERTŐL² hangoztatott ú. n. normális structurával szemben ugyanis a *Lojhidiumok* Dichotomæ-tagjaira egyaránt jellemző a következőkben megnyilatkozó eltérés:

1. Felületi tekintetben való megsappanás (reductio) ugyanazon térfogat mellett. (Tab. X. Fig. 1-7; Tab. XI. Fig. 20.)

¹ POTONIÉ, H.: Die Beziehung zwischen dem Spaltöffnungssystem und dem Stereom bei den Blattstielen der Filicineen. — Jahrb. d. kgl. Botan. Gartens u. Mus. Berlin. Bd. I. (1881) 310—17. l.

² Pflanzengeographie auf physiol. Grundl. 1898. 7. l.

2. A levegővel telt sejtközi üregek megcsappanása.

3. Viszont meggyarapodása a vizet vezető elemeknek (szóbanforgó esetünkben a tracheidáknak) és a sklerenchymának (Tab. XIII. Fig. 35, 36, 37).

4. A viszonylagosan erősen fejlett és a *Schizaeák* levelében természetsszerűleg elmaradt palissadparenchymát is pótló chlorenchyma; ez a *Schizaea*-levelek egynemű mesophylluma (Tab. XII. Fig. 30, 31, 32m).

5. Mindehhez hozzájárul még a bőrszöveti sejtek falazatának erős megvastagodása, cutina tartalomban való meggyarapodása, illetőleg az elfásodás jelensége (Tab. XIII. Fig. 35—37c).

6. A bőralatti megerősítő szövetelemeknek \pm mértékű föllépése (Tab. XIII. Fig. 35sc, Fig. 45—48st).

Ama körülmény azonban, hogy

7. a légzőnyílások zárósejtjei általában a bőrszöveti színvonal fölé emelkednek, különleges figyelmet érdemel (Tab. XI. Fig. 29o; Tab. XII. Fig. 34o—e).

A *Schizaeák* légzőnyílása ugyanis nyilvánvalólag átmeneti típus az ú. n. *Alsophila*-formához,¹ vagyis a Pteridophyta ama tagjaihoz, a melyek állandóan nedves éghajlat hatása alatt és a trópusi őserdőtől nyujtott, változatlanul kedvező életkörülmények között vegetálnak.

¹ HABERLANDT, G.: *Physiol. Pflanzenanatomie*. Ed. IV. 1909. Fig. 183. és 426. l.

TAB. I.

- Fig. 1—3. *Schizaea Birói* fiatal növénykéi. Term. nagys.
 Fig. 4—7. *Sch. Birói* értet növénykéi. Term. nagys.
 Fig. 8, 10, 11. *Sch. Birói* érett spórái; Fig. 9. opt. h. m. (= hossz-
 metszet)-ben, glyc. ven.-ban; Fig. 12 szárazon. COc. 12. Ap. Obj. 8.¹
 Fig. 13—15. *Sch. dichotoma* M.-ről² származó spórái glyc. ven.-ban
 vizsgálva. 13. háti felület, 14. oldalról, 15. optikai h. m.-i síkjában. COc.
 12. Ap. Obj. 8. Nagyít. 500.
 Fig. 16. Ugyanaz száraz állapotában. COc. 12. Ap. Obj. 8. Nagyít. 500.
 Fig. 17. *Sch. Forsteri*³ érett spórája, jó-d-jódkaliummal való kezelés
 után. COc. 12. Ap. Obj. 8. Nagyít. 500.
 Fig. 18. Ugyanaz szárazon. Nagyítás 500.
 Fig. 19a -e. *Sch. Birói* sporangiophyllumának nedvtartó (paraphysis-)
 szőrképletei. COc. 6. Ap. Obj. 16.

TAB. II.

- Fig. 20a. *Sch. Birói* egy erőteljesebb példánya *Exodyction*-(b) párná-
 ban. Spóráit jobbadán már elszórta. Természetes nagyság.
 Fig. 21. *Sch. Birói* egy spórája, COc. 12. Im. Ap. Obj. 2 mm való
 nagyítással, chlorzinkjóddal való kezelés után, optikai átmetszeti síkjában;
pr perinium (episporium), *e* exine (exosporium), *ei* exine egyik protu-
 berantiája, *i* intine (endosporium), *p* proteina-szemcsék.
 Fig. 22. *Sch. Poeppigiana*⁴ érett spórája opt. h. m.-ben, chlorzink-
 jóddal való kezelés után. COc. 12. Ap. Obj. 8.
 Fig. 23. Ugyanaz szárazon, háti old. COc. 12. Ap. Obj. 8.
 Fig. 24. *Sch. Sprucei* (ex loco classico)⁵ spórája szárazon. COc
 12. Ap. Obj. 8.
 Fig. 25. *Sch. Birói* sporangium-gyűrűje (annulus). COc. 4. Ap. Obj. 8.
 Fig. 26. *Sch. dichotoma* sporangium-gyűrűje. COc. 4. Ap. Obj. 8.
 Fig. 27. *Sch. Birói* sporangiuma. COc. 4. Ap. Obj. 16.

¹ Zeiss-féle nagy mikroszkopium. Stat. I.

² *M* = Madagaskárról való *Sch. dichotoma* példányaikat vizsgáltam;
 leg. M. Humblot (Journ. of Botany, Vol. XXII. 1884. p. 144).

³ Sub. nom. *Sch. dichotomae*, Fougères de la Nouv. Calédonie, Mont
 Koghi, leg. Franc, à Nouméa. X. 1906.

⁴ Venezuela: Escuque, Merida: Karsten. Prantltól is látott példáit
 vizsgáltam; továbbá: Los Palmares, I. 1897. leg. H. Pittier, Nr. 10,580
 ex Herb. Inst. phys.-geogr. nat. Costar.

⁵ Ad flumin. Gubinía v. Rio Negro supra ostium fluminis Casiquiare,
 Coll. A. Spruce. 1854. Nr. 3752.

Fig. 28. *Sch. Forsteri* néhány gyűrűsejtje száraz állapotban. COc. 4. Ap. Obj. 8.

Fig. 29. *Sch. Poeppigiana* levélfonákáról vett k.-m. (= keresztmetsz.) e bőrszövet, o légzőnyílás, lu légudvar.

TAB. III.

Fig. 30. *Sch. Birói* levelének k.-m.-e. COc. 8. Ap. Obj. 16. e bőrszövet, o légzőnyílás, o₁ légudvar, m mesophyllum (chlrenchyma), st stéle.

Fig. 31. *Sch. Poeppigiana* levél k.-m.-e, kb. a negyedrendű osztódás helyéről. COc. 6. Ap. Obj. 16. e bőrszövet, o légzőnyílás, m mesophyllum, st stéle.

Fig. 32. *Sch. dichotoma* M.-ről. Levél k.-m.-e. Tájékoztásul megjegyzem, hogy a metszet Tab. II. Fig. 20. x-nek megfelelő helyéről vétetett, tehát a sporangiophyllumok alapját tévő levéllemezből. Betűjelzés mint fent.

Fig. 33. *Sch. Birói* II III-rendű levélsallangjának bőrszövetbeli levonata a fonákáról. COc. 12. Ap. Obj. 16. i-i stomatorius lemez.

Fig. 34. *Sch. Birói* levélfonákából vett k.-m.-i részlet. COc. 12. Ap. Obj. 8. e bőrszövet, o légzőnyílás.

TAB. IV.

Fig. 35. *Sch. dichotoma* levélnyelének k.-m.-e. COc. 4. Ap. Obj. 16. e bőrszövet, o légzőnyílás, sc bőralatti megerősítő szövet (stereoma), en endodermis, ph parenchymahüvely.

Fig. 36. *Sch. Birói* levélnyelének k.-m.-e. COc. 8. Ap. Obj. 16. e bőrszövet, pr alapparenchyma, pc alapparenchyma csersavnemű anyagokkal telt rétege, st stéle.

Fig. 37. Ugyanaz. COc. 6. Ap. Obj. 16. e bőrszövet, pr alapparenchyma, en endodermis, ph parenchymahüvely.

Fig. 38-44. *Sch. Birói* levélnyelének sorozatos k.-m.-i képei, felülről lefelé haladó sorrendben és pedig Fig. 38 = Tab. I. Fig. 3a, Fig. 39-40 = Tab. I. Fig. 3a₁ a₂, Fig. 41 (Fig. 37) = Tab. I. Fig. 3b-nek s Fig. 42-44 = Tab. I. Fig. 3c-nek megfelelő helyéről; s stéle, a alapparenchyma, cs alapparenchyma csersavas rétege.

Fig. 45-48. *Sch. Forsteri* levélnyeléből vett k.-m.-i képek. Fig. 45 az első villás elosztódás alapi részéből; Fig. 46-47a levélnyel közepe tájáról; Fig. 48 a rhizoma közeléből; s stéle, st stereoma, p alapparenchyma, o funkcióját vesztett stomatorius sejt helye.

PALAEONTOLOGIAI UJDONSÁGOK MAGYAR- ORSZÁG HARMADIDŐSZAKI ÜLEDÉKEIBŐL.

LÖRENTHEY IMRE k. tagtól.

(Három táblával)

Katonoson Budapest harmadidőszaki üledékeiből az utóbbi években több érdekes palaeontologiai lelet került ki. Ezek közül mindazokat, melyek a pannóniai üledékekből valók: «Die Pannonische Fauna von Budapest» ezimen a Palaeontographica-ban megjelent dolgozatomnak második, befejező részeként ott közlöm. A rák-anyagot ugyancsak a már megkezdett harmadidőszaki ráktanulmányaim folytatásaként külön értekezésben teszem közzé a Math. és Természettud. Közleményekben. Egyéb palaeontologiai apróságot pedig időnként a fönti ezimen összegyűjtve közlök, hogy e közlemények, melyek kisebb terjedelmüknél fogva az irodalomban nehezen volnának föllelhetők, így összegyűjtve könnyebben hozzáférhetők legyenek. Ez alkalommal Budapest harmadidőszaki üledékeiből való ritkaságokat és ujdonságokat ismertetek három kis értekezés keretében.

1. Budapest óharmadkori üledékeinek néhány érdekes és új kövületéről.

Az alsóoligoczen alját tevő budai márgában a jó megtartású nagyobb kövületek nagy ritkaságszámba mennek, a mennyiben majdnem mind kőbelek és lenyomatok alakjában maradt meg. Az eddig ismert legjobb megtartású kövületek egyike az a spondylus, melylyel itt foglalkozni akarok. Nem új faj kép-

viselője ugyan, hanem olyan fajé, a mely Magyarországból eddig ismeretlen volt s Magyarországon kívüli lelethelyről is tudtommal csakis a németországi *Lattorf* környéki hasonló korú rétegekből ismeretes és ott sem éppen gyakori. Az irodalomban pedig a legtöbb helyen a *Spondylus Buchi* fajjal van azonosítva.

Ez az érdekes ritka faj kapcsolatot létesít a német- és magyarországi alsóoligocén között, jelezve talán azt is, hogy a budai márga (illetve bryozoás márga) az oligocénbe és nem az eocénbe helyezendő.

Spondylus limæformis GIEBEL.

(XIV. tábla, 1. és 2. ábra.)

1864. *Spondylus limæformis* GIEBEL. Die Fauna der Braunkohlenformation von Lattorf bei Bernburg. (Abhandl. d. naturforsch. Gesellschaft. z. Halle. Bd. VIII. P. 261. Taf. IV. Fig. 18.)
1893. *Spondylus Buchi* non PHIL. A. v. KOENEN. Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Molluscen-Fauna. (Abhandl. z. geol. Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. Bd. X. Heft 5. P. 1036. Taf. LXVI. Fig. 1—4.)

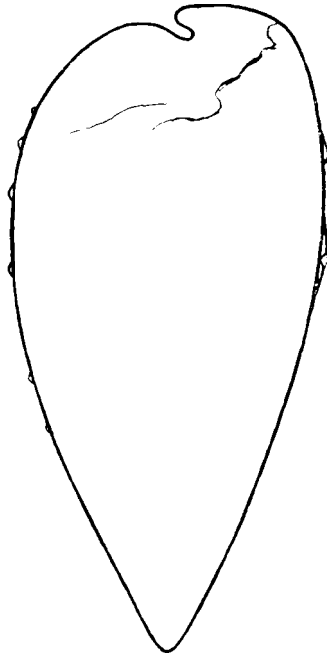
A Kissvábhegyről való párosteknő a KOENEN-től a lattorfí (v. latdorfí) és Calbe a/S. melletti alsóoligocénből ábrázolt «*Spondylus Buchi*»-példányokkal és leírásával egyezik meg. A birtokomban lévő egyetlen párosteknő megtartási állapota ideálisan szép, eltekintve attól, hogy a búbrész, különösen az alsó jobb teknőn kevésbé szétnyomott. De így is szépen látni, hogy a jobb teknő búbjával erősebben mell felé nyúlik, mint a bal (l. a mellékelt szövégbeli ábrát).

A teknők harántul tojásdadok, alul hátrafelé kevésbé kiszélesedők. A zárópárkány hossza jóval kisebb a szélességi átmérőnél. A fölületét 21 háztetőszerű borda díszíti, melyek a szélek felé gyengülnek, keskenyednek s lekerekednek, ezek fél olyan szélesek csak körülbelül, mint a teknő középtáján levők. A jobb alsó teknőnek 6 bordája tüskés, melyeket példányomon állandóan 3 tüske nélküli választ el, kivéve a két mellsőt, melyet csak kettő választ el. A tüskék leghosszabbak a két középső

bordán, itt a 20 mm-t is meghaladják s reáfekszenek a bordákra, a következő jobb és bal tüskés borda tüskéi már rövidebbek s kevésbé fekvők, míg a két külső tüskés bordán a legrövidebbek s egyenesen fölfelé irányzottak. A tüskék legközelebb vannak egymáshoz a búbreszen, míg a teknő széle felé távolodnak egymástól. Hogy a búbön minden borda pikkelyesen tüskés-e, azt a példány búbjának sérült volta miatt nem lehet biztosan megállapítani, bár több tüskementes bordán jól láthatók e pikkelyek. Minden borda oldalán a búb körül 1—2-es számban erős hosszbordák jelennek meg s a teknő pereme felé növekedve a tér, mindig újak ékelődnek közbe, úgy hogy a számuk 4—5-re, sőt a bal teknőn 6-ra szaporodik. Ezek mellett még néhol nagyon finom hosszbarázdák is láthatók. A sugaras barázdákat növedéklemesek keresztelik, minek következtében pikkelyesen díszítettek lesznek a bordaoldalak.

A hátsó fülön is van egy erős tüske, mely mellfelé irányítva, jóval túlnyúlik a záróperemen.

A bal teknő bordái szerkezetre és díszítésre nézve egyeznek a jobb teknőéivel, a mennyiben itt is vannak tüskékkel díszített bordák, és pedig akként eloszolva, hogy középben vannak a legerősebb tüskéjük, ilyen van három, melyek mindegyike 3—3 tüskénélküli bordával van egymástól elkülönítve; míg a szélek felé 1—1 gyenge tüskével díszített van, melyeket ugyancsak 3—3 tüskénélküli borda különít el a legközelebbi tüskés bordától. A tüskék itt jóval gyengébbek, mint a jobb teknőn s csakis a teknő felső részére szorítkoznak, a mennyiben a teknő közepén túl már hiányoznak. A bordák hosszbordázottsága és pikkelyezettsége egyezik a jobb teknőéivel. A fülnek és a tulajdonképeni teknőnek határán eső ráncz fut



le, ez azonban csakis elől látható, míg a hátulsó fülön, valószínűleg példányom sérült volta miatt, nem látható. Egyébként a füleket igen erős növedékvonalak, ránczok fődik.

A bordák mindkét teknőn a szélek felé kiszélesbülnek s így kevésbé ellapulnak, míg a teknő középrészén és a búbreszen erősen élesek, míg a *Buchi* bordái éppen itt lekerekítettek.

Daczára annak, hogy a latorfi példány teljesen egyezik a budapestivel s daczára annak, hogy KOENEN kiemeli, miszerint: «Die Schalen tragen meist je 21 dachförmige Rippen», ő mégis *Sp. Buchi*-nak veszi, holott PHILIPPI, a *Buchi* leírója, ezeket mondja: ¹ «20 · 22 Rippen, welche anfangs gerundet sind, zuletzt aber flach dreieckig werden, ... Die Zwischenräume sind schmaler, als die Rippen.» Bordaközök sem a latorfi, sem a budapesti példányon nincsenek, a mennyiben a háztetőszerű bordák alja közvetlenül érintkezik egymással s így csakis keskeny barázda különíti el az egyes bordákat egymástól, mint BELLARDI *Sp. limoïdes*-faján, s így e tekintetben sem vehető a latorfi példány a *Buchi*-fajhoz, mint ezt KOENEN teszi (s így természetszerűleg a budapesti sem), hanem a GIEBEL-től Lattorból leírt *Spondylus limaeformis*-fajhoz, ² melyet KOENEN idézett munkájában csak a *Spondylus Buchi* szinonimájaként említ. Azonban, hogy önálló faj, azt az előbb említett különbségek igazolják.

A *Spondylus limoïdes* BELL., ³ *Sp. limaeformis* GIEB. és *Sp. Buchi* PHIL. a tipusos spondylusoktól eltérő csoportot alkotnak, a mennyiben ezek nem felnövő alakok.

GIEBEL a *Sp. limaeformis*-t egyetlen, s a rajzból ítélve, bal teknő alapján írja le. Kiemeli a leírásban, hogy az egyenlő nagyságú füleket erős ráncz különíti el a teknő többi részétől. A 22⁴ borda szerinte «stark dachförmig», melyek a peremet hullámosá teszik; a bordák, szerinte, mindenütt

¹ Verzeichniss der in der Gegend von Magdeburg aufgefundenen Tertiärversteinerungen. (Paläontographica. I. P. 55. Taf. VII. Fig. 9.)

² GIEBEL. Fauna von Latdorf. (P. 261. Taf. IV. Fig. 18.)

³ LUIS BELLARDI. Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques du comté de Nicé. (Mem. de la soc. geol. Franc. Ser. II. Vol. 4.)

⁴ Ábráján 30 borda van tévesen rajzolva.

sűrűn álló szabályos harántléczekkel vannak fűdve, melyek a bordák élein gyengék. GIEBEL szerint a külalak a londoni agyag *Lima comta*-jára emlékeztet, innen a neve. KOENEN példánya tökéletesebb, a leírása mintaszerű s úgy az ábrája, mint a leírása mindenben elárulja, hogy az ő latorfi példánya nem azonos a *Sp. Buchi*-val, s daczára ennek, egész indokolatlanul, e fajhoz veszi.

Ez az érdekes s úgy Lattorfban és Calbe a/S. mellett, valamint Budapesten egyaránt ritka faj kapcsolatot létesít a Bernburg környéki németországi és a magyarországi, illetve budapesti alsóoligocén között. Az itt leírt párosteknő a kissvábhegyi felsőeocén mészkövet (barton) fedő márgából való, melyet dr. HOFMANN KÁROLY még mint «bryozoás márgát» eocénnek, míg HANTKEN MIKSA mint «budai márgá»-t alsóoligocénnek vett. Ez a lelet, egyebek között is, szintén HANTKENnek látszik igazat adni.

Ez érdekes ritka faj után egy másik, a Haering és Buda vidéki alsóoligocénben egyaránt gyakori fajról, a *Pecten* (*Parvamusium*) *Bronni* C. MAYER-ről akarok egynéhány megjegyzést tenni. A budapesti Rézmál-dűlő útbevágásának budai márgájából került ki az olaszországi alsó oligocénben (tongriano), valamint a hasonló korú budai márga- és kiszelli agyagban egyaránt elterjedt *Xenophora* (*Tugurium*) *subextensa* D'ORB. *sp.*-nak egy hiányos s így teljes biztonsággal meg nem határozható kőbele, mely, a mint a XV. tábla 1. ábráján látható, hét darab *Pecten* (*Parvamusium*) *Bronni*-példányt épített be a házába. E példányok kis részben a belsejükkel felnőtt példányoknak a kőbelei, javarészen pedig a külső felükkel felnőtt héjas példányok, melyeknek csakis a belseje tanulmányozható. Olyan példány, melynél a teknő külseje is tanulmányozható volna, sem a HOFMANN gyűjtötte anyagban, sem az enyémben nincsen. A *Pecten Bronni* első rajzait HOFMANN K. dr. közli¹ s kiemeli, hogy a belső bordák a jobb teknőben a teknő

¹ Adalék a buda-kovácsii hegység másodkori és régibb harmadkori képződései puhány-faunájának ismeretéhez. (Földt. Int. Évkönyve, II. köt. 205. l. XIV. tábla. 1. ábra. 1873.)

széléig nyúlnak, míg a balban a magasság kétharmadánál kevéssé feljebb végződnek. OPPENHEIM PÁL¹ már kevesebb határozottsággal, de mégis ugyanezt mondja, a midőn ugyanis e bordákról beszél, így végzi: «welche auf der linken Klappe etwas früher vom Rande zu endigen *scheinen*, als auf der rechten».

A mennyiben a tölem ismert példányokon megállapíthattam, a bordák hossza többnyire a teknő nagyságától függ, nem pedig attól, hogy jobb vagy bal teknő-e? A fiatal példányoknál, úgy látszik, a jobb és bal teknőn egyaránt a teknő pereméig nyúlnak, míg a nagyobb, fejlettebb példányoknál csak körülbelül a teknő kétharmadáig. Megfigyeltem ugyanis bal teknőt, melyen a bordák a teknő széléig érnek s viszont jobb teknőt, melynél nem nyúlnak a szélig. Ebből az következik, hogy a bordák növekedése nem tart lépést a teknő növekedésével, hanem a bordák bizonyos hosszúságot elérve, előbb befejezik növekedésüket, mint maga a teknő. A *P. Bronni* OPPENHEIM szerint is egymástól nehezen megkülönböztethető apró, sima fajok csoportjába tartozik. Ezek közül *P. squamula* LAM.-nak 8, míg a neogén *P. duodecimlamellatus* BRONN-nak 11--12 bordája van, s 10--12 bordája van OPPENHEIM szerint a *P. Bronni* MAY-nak is. De egyúttal megjegyzi, hogy miután HOFMANN K. 8 bordás példányt is ábrázol, ez eme sajátságánál fogva a régibb fajokhoz közeledik. S kiemeli, hogy a mennyiben ez nem a rajzoló tévedése, úgy az eocén- és miocén-alakok közötti átmenetet alkotja s a mellett szólana, hogy eme csoportban nagyobb összevonások indokoltak, minek következtében ennek a csoportnak stratigraphiai értéke jelentékenyen kisebbednék. Megállapítandó, hogy HOFMANN 1b ábráján tényleg 8 borda van-e; megnéztem az eredeti példányt s kitűnt, hogy 8 határozottan látható, de ezenkívül két gyengének is látszik a nyoma. A tölem megfigyelt példányokon különben általában 9--10 borda van s így szépen illik a *squamula* és *duodecimlamellatus* közé. 12 bordásat Budapest környékén nem találtam, sőt a 11-es sem biztos.

¹ Über einige alttertiäre Faunen der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. (Beitr. z. Paläont. und Geol. Österr.-Ungarns etc. Bd. XIII P. 231. 1901.)

A *Pecten (Parvanusium) Bronni*-nak rézmáldülői példányain érdekes megfigyelés tehető, a mi különben Hofmann példányain is látható s ezért csodálható, hogy az eddigi búvárok figyelmét elkerülte. Ugyanis némely példányon a bordák között több finom, de szabad szemmel is jól látható sugaras barázda van. melyek a bordákkal párhuzamosan futnak. Más példányokon ellenben erős növedékránczok keresztezik a belső bordákat. Úgy a köbeleken, mint a héjak belsejében egyaránt jól láthatók a sugaras barázdák és növekedési ránczok. Ez a két díszítés együtt egy példányon azonban sohasincs még. Eddigi megfigyeléseim szerint a sugaras barázdák a bal, míg az erős növedékránczok a jobb teknőre jellemzők. Olyan példányt, melynek a külső felülete volna látható, sajnos, nem ismerek s így nem állapítható meg, hogy eme kétféle díszítés a külső felületen is látható-e vagy csakis a teknők belsejére szorítkozik, valószínű azonban, hogy kívülről még jobban láthatók voltak.

A budai márgából eddig csak egy lima-fajt ismertünk, a *Lima (Acesta) Szabói* Hofm. sp.-t, újabban azonban dr. Koch Antal egyetemi tanár úr kapott egy másik fajt a déli vaspályatársaság Gellérthegy alatti alagútjának északi részéről, a hol a budai márgának É-ra dülő padjai vannak a vasuti bevágásban föltárva. El szép példányt szíves volt nekem tanulmányozásra és leírásra átengedni, a miért fogadja e helyen is köszönetemet. A példány új faj képviselőjének bizonyult, melynek leírását a következőkben adom.

Lima (Mantellum) præinflata nov. sp.

(XV. tábla, 1. és 2. ábra.)

Az aránylag vékony, egyenlőtlen oldalú teknő harántul-tójasdad, kevésbé domború s úgy látszik elől-hátul tátongó; fülei aránylag elég nagyok. A búb hegyes s úgy látszik nem nyúlik előbbre, mint a zárópárkány. A felületet számos sugaras borda díszíti, melyek közepén laposabbak és szélesebbek, míg a szélek felé kerekdedebbek s keskenyebbek; a bordaközök valamivel szélesebbek, mint a tőlük élesen elkülönülő bordák, a mi különösen közepén szembeötlő, a hol néha a bordaközben még

igen finom bordácska is észlelhető. A bordákat a finomakon kívül itt-ott erősebb növedékvonalak keresztezik, minek következtében a bordák hullámos lefutásúvá lesznek. Az egyedül meglévő bal hátsó fület hat erős borda díszíti. A teknő belül valószínűleg szintén, ha gyengén is, de sugarasan barázdált lehetett. A záróperem látszólag gyengén ívelt. Az egyetlen fogyatékos bal teknő kb. 108 mm hosszú, kb. 66 mm széles és kb. 6 mm vastag.

Egyetlen kövült fajt sem ismerek, melylyel ez az oligocén-faj azonosítható volna. Még legközelebb áll hozzá a mediterránból ismert s WEINKAUFF¹ szerint a Földközi tenger sekély mélységeiben ma is igen elterjedt *Lima (Mantellum) inflata* CHEMNITZ. Azonban ettől is lényegileg eltér: egyrészt jóval nagyobb, a mennyiben a HÖRNES-nél lerajzolt példány csak 17 mm hosszú, 12 mm széles s a mint kiemeli, «erősen domború», 8 mm vastag, a SACCONÁL² lerajzolt példány pedig 62 mm hosszú, 54 mm széles, holott ez új fajom 108 mm hosszú, 66 széles és kb. 6 mm vastag. Tehát jóval nagyobb, kevésbé domború, a búb úgy látszik gyengébb s kevésbé mellfelé nyúló, a fülek, a mennyire ezt az egyetlen hiányos bal teknő meglévő hátsó füléből megítélhetni, jóval erőteljesebbek. A bordaközök csak kevésbé szélesebbek, mint a bordák, míg az *inflata*-nál jóval, több mint még egyszer olyan szélesek (HÖRNES 5d ábrája). Ezekhez a különbségekhez ha még hozzávesszük a korkülönbséget, megindokoltam a budai márga ez érdekes alakjának új fajként való leírását, melyet, minthogy az *inflata* ősének, elődének tekinthető, *praeinflata*-nak nevezek el. Sajnos, hogy ez az egyetlen fogyatékos balteknő (XV. tábla. 1. ábra) is csak lenyomat alakjában van meg, melyen csakis itt-ott maradt meg kis nyoma a héjnak. Ezért szükségesnek tartottam az 1. ábrában a gipszöntvényt is közölni fényképi fölvétel nyomán. A hiányos megtartási állapot az oka, hogy nem minden jelleg állapítható meg biztosan s így a faj leírása sem lehet teljes.

¹ Fossile Moll. d. Wiener Beckens. Taf. 54. Fig 5a—5c.

² I. Moll. terziarii d. Prémote etc. (Part. XXV.) Tav. V. Fig. 1.

2. Sepiák Budapest harmadidőszaki képződményeiben.

Magyarország területéről én ismertettem meg az első s eddig ismert egyedüli sepiát, a *Sepia hungarica* LÖRENT.-t a pizskei (Esztergom vm.) alsóoligocén «budai márgából», «*Sepia* a magyarországi harmadkorú képződményekben» című dolgozatomban.¹ Azóta két helyen, két különböző korú rétegben sikerült sepiát találnom, és pedig Budapest területén.

Az alsóoligocén-korszakbeli *Sepia hungarica*-t új lelet-helyről, a budapesti Szt. Gellérthegyről² gyűjtöttem. E fajnak egy példánya került napvilágra akkor, mikor az Erzsébet-híd építése alkalmából a Gellérthegy ÉNy-i végének egy részét szétrobbantva, elhordották. E sepia a pizskeivel egykorú, tehát dr. HOFMANN KÁROLY szerint felsőeocén bryozoás-márgával, illetve HANTKEN MIKSA alsóoligocén «budai márgá»-jával egykorú szürkés mészkőből való, melyben a kevés kőület, eltekintve a mikroszkopikusoktól, pirites lenyomatok és kőbelek alakjában van meg.

Ez az érdekes sepia, mint az eddig ismert valódi sepiák között a legrégebbi, érdekesen módosítja a sepiák leszármazására vonatkozó ismereteinket. Minthogy az eocénből sepia néven leírt dibranchiata cephalopodák, a mint tudjuk, nem sepiák, a valódi sepiák csak a miocéntől voltak ismeretesek, mindaddig, míg én a *Sepia hungarica*-t meg nem ismertettem. OPPENHEIM PÁL a tőle *Orcagnia trivigiana* néven leírt cephalopodát tekinti olyannak, mint a mely a mesozoos belemniteseket és a miocén sepiákat áthidalja. «Über *Orcagnia trivigiana* n. g. n. sp., einen neuen dibranchiaten Cephalopoden» című értekezésében¹ erre vonatkozólag ezt mondja: «... ohne Zwang ein Zwischenstadium auf dem Wege darstellen, der von den mesozoischen Belemniten zu den recenten und neogenen Sepien geführt hätte. Da echte Sepien erst von Miozän an nachgewiesen wurden, so

¹ Math. és Termtud. Értesítő. XVI. köt. 1898.

² LÖRENTHEY. Kivonat a szakülési jegyzőkönyvből. (Földtani Közlöny XXXV. köt. 190. lap.) 1905.

wäre die Entstehung dieser Gattung in das Oligocän zu verlegen.»

Kevéssel OPPENHEIMNAK ez értekezése előtt jelent meg az én *Sepia hungarica*-mnak a leírása, a mit OPPENHEIM a korrektura közben kapva, jegyzetben utólag megjegyzi: «Neuerdings hat Herr LÖRENTHEY eine echte Sepia (*Sepia hungarica* LÖRENT.) aus den unteroligozänen Bryozoenmergel von Piszke bei Esztergom beschrieben und abgebildet.» Ennek hatása alatt ugyancsak OPPENHEIM PÁL. később a Priabonai munkájában az *orcagnia* önálló nemi jogosultságáról szólva, már tartózkodóbban nyilatkozik, mondván, hogy *valószínűleg* középuton van a mesozoi belemnitesek és az élő és neogén, sőt újabban egészen le az alsóoligocénbe nyomozható sepiák között.

Éppen azért azonban, mert a valódi sepiák a mi magyarországi leleteink alapján már az oligocén elején is éltek, tehát OPPENHEIM szerint a leszármazásukat közvetítő *Orcagnia*-val csaknem egyidejűleg: szerény véleményem szerint az *Orcagnia*-t nem lehet a mesozoos belemnitesek és az eocén végétől élő sepiák között leszármazást közvetítő láncszemnek tekinteni.

Az *Orcagnia* alaki sajátosságai alapján még belemnites (amnak proostracuma és rostruma), és pedig a mesozoos belemniteseknek egy elcsenevészedett tertier képviselője, a melylyel eddigi ismereteink szerint ez a nem kihalt, míg a *Sepia hungarica* teljesen tipusos *sepia*, mely a ma élőktől csakis fajilag különbözik. Így elképzelhetetlen, hogy a felsőeocéntől az alsóoligocénig, tehát aránylag igen rövid idő alatt olyan óriási átalakulás létesülhessen, mely az *orcagnia*-ból kifejleszti a *sepia*-t. Szerény véleményem szerint mélyebben kell ama törzsalakot keresni, a melyből a *sepia*-k s esetleg talán az *orcagnia* is leszármaztathatók, de az *orcagnia*-t semmi esetre sem lehet a *sepia* ilyen közeli ősének tekinteni.

Az eddig ismert legrégebbi *sepia*, a *Sepia hungarica* LÖRENT. úgy látszik Magyarország területén nem is éppen ritka. A budapesti tudomány-egyetem paläontologiai gyűjteményében lévő anyagból, melyet én ismertettem, Piszkeről 6 példányt említet-

tem, majd a dr. SZONTAGH TAMÁS gyűjtötte anyagban, melyet dr. VOGL VIKTOR ismertetett,¹ szintén több példánya van. A gellérthegyi újabb előfordulás tanúsága szerint pedig a faj eléggé van elterjedve a mi középmagyarországi alsóoligocénünkben.

Magyarország miocénjében is találtam sepiát és pedig Budapest-Rákoson az ottani felsőmediterrán mészkőben. Ezt a következőkben ismertetem meg.

Sepia mediterranea nov. sp.

(XVI. tábla, 2. ábra.)

1906. *Sepia* sp. VADÁSZ M. E. Budapest-Rákos felsőmediterránkorú faunája. (Földtani Közlöny. XXXVI. k. 279. l.)
1906. *Sepia* sp. VADÁSZ M. E. Über die obermediterrane Fauna von Budapest-Rákos. (Ugyanott. 348. l.)
1911. *Sepia mediterranea* nov. sp. LÖRENTHEY. Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához. 5. Újabb adatok a felsőmediterrán kifejlődéséhez és faunájához. (Math. és Term. tud. Értesítő. XXIX. k. 531. l.)

Héja, növedékvonalaiból következtetve, erősen hosszúkás s eléggé domború, a hátoldal felületi bordái elég szélesek, bár a három közül csakis a középső van élesen határolva, míg a két oldali csakis középfelé határolt, a szélek felé pedig észrevétlenül átmegy a pajzs oldali részeibe. A felület valószínűleg sima volt. Egyetlen fogyatékos kőbelem növedékvonalai alapján kiegészítve az alakot, a következő méreteket adja: hossza a tövis nélkül mérve kb. 120 mm, szélessége kb. 45 mm.

Bár ez a Magyarország területéről egyetlen eddig ismertetett mediterrán sepia nagyon fogyatékos kőből: mindamellettenek új fajként való leírását, azt hiszem, indokoltá teszi az eddig leírt sepiákkal való összehasonlítás.

A felületi bordák kifejlődését illetőleg a *S. mediterranea*-hoz legjobban hasonlít az eddig ismert fossilis alakok közül a pliocénből leírt *Sepia Bertii* FORESTI.² Alakom azonban lényege-

¹ A piszkei «bryozoás márga» faunája. (A m. kir. földt. int. Évkönyve. XVIII. köt. 3. füzet. 1910.)

² *Sepia Bertii* FORESTI. (Boll. del. soc. geol. italiana. V. IX. fasc. 1.) Roma 1890.

gesen eltér a *S. Bertii*-től a külalakot és a felületi díszítést illetőleg. Mert míg a *S. Bertii* a hátsó vége felé hirtelen keskenyedik, addig alakom — a mennyire a növedékvonalakból látható — nem keskenyedik, hanem kerekded végű; továbbá míg a *S. Bertii* felülete dúdorokkal díszített, addig a *S. mediterranea*, úgy látszik, teljesen sima felületű.

A többi kövült sepia a felületi három bordát illetőleg nem hasonlítható össze a *S. mediterranea*-val, a mennyiben azoknál a két szélső borda jóval erőteljesebb kifejlődésű, mint a *S. Gastaldi* BELL., *S. Michelottii* GAST., *S. verrucosa* BELL., *S. granosa* BELL., *S. vindobonensis* SCHLOENB. és az ezzel közel rokon *S. calaritana* PARONA, s *S. lovisatoi* PAR.,¹ valamint a *S. rugulosa* BELL. var. *miocibana* SACCO-fajokon.³

A három borda gyengeségét és a felület sima voltát illetőleg új fajom hasonlít a *S. Craverii* GAST. és *S. stricta* BELL. fajokhoz, bár ezektől is lényegesen eltér. A *S. stricta*-n ugyanis a bordák még gyengébbek, a *S. Craverii*-n pedig legalább is a középső valamivel gyengébb, az oldaliak pedig nagyobb szög alatt hajlanak szét, mint fajomon. A pajzs körvonalát illetőleg inkább egyezik a *stricta*-val, de valamennyinél jobban egyezik a Felső-Aquitaniából leírt *S. rugulosa* BELL. var. *miocibana* SACCO fajjal.²

A *S. complanata* BELL., *S. Isseli* BELL. és *S. sepulta* MICHT. és az ezzel valószínűleg azonos *S. sp.*,³ melyet FUCHS TIVADAR a maltai bádeni agyagból ábrázol, hátrafelé hegyesedő, lándzsaszerű külalakjuknál fogva lényegesen eltérnek a *S. mediterranea*-tól, de a tekintetben is, hogy a felületük nincs három bordával díszítve s mint ilyenek külön csoportot képviselnek a *S. hungarica* val⁴ egyetemben.

¹ Descr. d. alc. foss. miocenesi di Sardegna. (Atti d. soc. Italiana d. soc. nat. XXXIV. 1892.)

² BELLARDI-SACCO. I Moluschi terziari del Piemonte. Parte XXX. P. 3. Tav. I. Fig. 1.

³ Über den sogenannten «Badener Tegel» auf Malta. (Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. LXXIII. 1878.)

⁴ Lekerekített hátsó vége alapján fajom lényegesen eltér a többi «nyílalakúan» végződő, «nem három bordás» fajtól. Meg kell jegyezmem,

Szóval, az eddigiekből láthatólag, a *S. mediterranea*-m minden eddig leírt kövült fajtól eltér, a mennyire ez hiányos volta miatt megítélhető s még legjobban hasonlít a ma élő *S. officinalis* L.-hoz, bár, úgy látszik, hátul ennél is kerekdedebb, középső bordája pedig erősebb, mint a *S. officinalis*-é.

A mediterránból eddig ismert fajok száma (*viudobonensis*, *calaritana*, *Gastaldii*, *Michelottii*, *Lovisatoi*, *verrucosa* és *seppulla*) egygyel szaporodott, a *S. mediterranea*-val, a melyből valószínűleg közvetlenül származott le a ma élő *S. officinalis*.

Magyarországból eddig tehát két sepia-faj van leírva, úgymint a *S. hungarica* az alsóoligocénből (Piszke, Budapest), a mely egyúttal az eddig ismert legrégebbi sepia és a *S. mediterranea* a felsőmediterrán durvamészből (Budapest-Rákos). Ezzel képviselve van Magyarországból a kövült sepiák mindkét csoportja, úgymint a három bordával díszítettek a *S. mediterranea*-val és három bordával nem díszítettek csoportja pedig a *S. hungarica*-val.

Még egy magyarországi sepiáról tesz említést a bécsi zoológiai társulat 1908 május 21.-én tartott ülésének jegyzőkönyve. Ugyanis a társulat elnöke, ABEL O. fölemlíti, hogy HANDLIRSCH A. múzeumi őr a Dévényújfalu melletti téglavető, valószínűleg alsómediterrán tengeri agyagjából sepiapajzsot gyűjtött. (Tudtommal ez még közelebről ismertetve nincs.)¹

3. *Mitrularia hungarica*, új csigafaj a budapesti felső mediterránból.

«Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához»² című munkámban a Budapest környéki felsőmediterránról szólva, ismertetem meg azt a bár nem új, de irodalmilag eddig még ismeretlen katona-úti feltárást, mely

hogy a faj leírásakor adott diagnosisomban kiemelem, hogy a három hosszborða helyett a *S. Hungarica*-n mély hosszbarázdák vannak. Az újabban gyűjtött anyag arról győzött meg, hogy ez a jelleg nem fontos, mert nem mindegyik példányon látható.

¹ Verhandl. d. k. k. Zool.-Bot. Gesellsch. von Wien. Jahrg. 1908.

² Math. és Term. tud. Értesítő. XXIX. köt. 1911.

a budaörs-diósi útnak a katonai lövöldéhez vezető elágazásának bevágásában van. Itt a humusz alatt 1. kavicsos alveolinás mészkő bukkanik ki, melyre 2. cidaristüskéket nagyobb mennyiségben tartalmazó s helyenként szintén kavicsos zöldes pikkelyesen szethulló márgás réteg telepszik. Ebben lithothamniumos gumók és hydrozoás lencsék vannak sok fűrökagylóval (lithophagus, gastrochaena, Jouannetia, saxicava). Ez fölfelé majdnem észrevétlenül átmegy 3. laza konglomerátumba, majd legfölül a szármái rétegek alatt 4. típusos lukacsos lajtamészkő van.

A 2. és 4. számú réteg leggazdagabb kövületekben. A szóban lévő új mitrularia a kövületben gazdag 4. számú rétegből való. Sajnos, hogy itt a legtöbb kövület lenyomat vagy kőből alakjában van meg s hasonló fogyatékosan van a szóban lévő új mitrularia is megtartva. Idézett munkámban felsorolom, a rendelkezésemre álló anyag alapján, azt az állattársaságot, melyben az új mitrularia élt.

Mitrularia hungarica nov. sp.

(XVI. tábla, 3a—3d. ábra.)

1911. *Mitrularia hungarica nov. sp.* LŐRENTHEY IMRE. Újabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékének geológiájához. 5. Újabb adatok a felső mediterrán kifejlődéséhez és faunájához. (Math. és Term.-tud. Értesítő. XXXIX. köt. 524. lap.)

A ház kúpos, a búb erősen hátra s kevésbé balra tolt, a búb rész bekunkorodó, belül ehhez egy félkúp alakú vékony lemezfüggelék van növe, mely mellfelé nyitott s csak fölül van a búb alatt a hátsó oldalhoz növe; pereme nagyjából kerekded, melyet azonban több szabálytalan kiugrás hullámossá tesz, így a perem nincs is egy síkban, hanem különösen elől szabálytalanul majd le-, majd fölfelé hajlik. A búb annyira hátra van tolván, hogy a gyengén homorú hátsó oldal csaknem függélyes. A menynyire az eddig ismert két példány köbeléből megítélhető, néhány erősebb növedékvonal a felületet gyengén lépcsőzetessé teszi; a felületen látható barázdákból és az alsó perem hullámos voltából következtetve, a felület a búb tájáról szétágazó szélesebb ráncokkal volt díszítve, míg a búb legközelebbi környéke valószínűleg sima volt.

A lerajzolt példány méretei : magasság 18 mm, legnagyobb hosszúság 20 mm, legnagyobb szélesség 19 mm.

A másik, ennél jóval nagyobb fogyatékos kőbelet fölláldoztam, hogy a visszafejlődött orsót helyettesítő belső lemezfüggelék alakját tanulmányozhassam. E czélból a kőbélen hátramaradt üregét stearinnal kiöntöttem, magát a mészkő-kőbelet pedig sósavban föloldottam.

Mindössze két kőbelet találtuk ennek a Magyarországból eddig ismeretlen s fossilis állapotban egyáltalában ritka nemnek. E két példány egy faj és pedig jó új faj képviselőjének bizonyult, mely külalakját illetőleg legjobban megegyezik a felső-eocénből ismert *M. Bernayi* COSSM. sp.¹ fajjal, a mennyiben a búb ennél is nagyon hátra van tolvá, a perem körvonala tojásdad ; különbözik ettől azonban abban, hogy valamivel magasabb, mint a *M. Bernayi*, a pereme pedig nem ép s nincs is egy síkban, mint a *Bernayi*-é, a mennyiben erősen hullámos, s így le- s fölhajló, továbbá míg a *Bernayi* felülete finoman bordázott, addig a *hungarica*-é erősen hullámos, a mi különösen a peremen válik szembeötlővé ; a *hungarica* növedéki vonalai jóval egyenlőtlenebbek, mint a *Bernayi*-é, miért is alakom felülete gyengén lépcsőzetes. A búb és perem közötti hátsó oldal a *Bernayi*-n lapos sík, míg fajomon gyengén homorú, s végre míg a *Bernayi* belső lemeze — a mennyiben COSSMANN rajzából megítélhető — nyélen ülő patkót alkot, addig a *hungarica*-é inkább félkúpfelületet formál (3 d. ábra).

A búb mindkét alaknál annyira hátrafelé van tolvá, hogy ezzel megváltozik a nem jellege, a mennyiben SCHUMACHER szerint a búb majdnem központi, míg itt majdnem a hátsó peremig van tolvá. KOENEN *M. rugulosa*-ján is a búb a mellső párkánytól négyszer olyan távol van, mint a mellsőtől.

A *M. hungarica* a perem hullámosságát illetőleg és a tekintetben, hogy a perem nincs egy síkban, legjobban egyezik a középső eocénbeli *M. Boutillieri* COSSM.-vel, bár ettől a ház peremének

¹ Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'éocène des environs Paris. Bruxelles. 1883. T. VII. F. 16—19. *M. Boutillieri* COSSM. Ugyanitt. T. VII. F. 25—28.

tojásdad voltát és a felület diszítését s egyéb sajátságait illetőleg is eltér, a mennyiben a *Boutillieri* körvonala csaknem kerek, nem tojásdad, a felület pedig finoman bordás, nem olyan durván, mint a *mediterranea*-é. Hasonlóan különbözik tojásdad körvonalaiként illetőleg a kördéd oligocén *M. conica* SPEYER *sp.*¹ és *M. rugulosa* v. KOEN.² fajoktól, valamint a miocén *M. Bredai* MICHT. *sp.*³ fajoktól.

Alakom az egyedüli miocén-fajtól, a *M. Bredai*-tól első tekintetre megkülönböztethető, a mennyiben a *Bredai* körvonala majdnem kerek, a búbja pedig majdnem központi, tehát tipusos mitrularia. Az eddig kövülve ismert hat fajhoz (*Boutillieri*, *Bernayi*, *rugulosa*, *conica*, *Bredai* és *Bredai var. rugulosa* SACCO) mint hetedik csatlakozik a *mediterranea* új faj, mely nemének első kövült képviselője Magyarországból. Ha le akarnók származtatni, úgy a *Boutillieri*-ből a *Bernayi* és *rugulosa* közvetítésével lehetne leszármaztatni.

A lerajzolt példányt ft. dr. STREDA REZSŐ kath. hitoktató úrtól kaptam, a miért e helyen is fogadja hálás köszönetemet.

TÁBLAMAGYARÁZAT.

XIV. tábla. *Spondylus limaeformis*, GIEB. a kis-svábhegyi (Budapest) alsó-oligocén márgájából.

XV. tábla. *Lima (Mantellum) praeinflata*, n. *sp.* a Gellérthegy (Budapest) alsó-oligocén márgájából.

XVI. tábla. 1. ábra. *Pecten (Parvamusium) Bronni*, C. MAY példányok *Xenophora (Tugurium) subeatzensa*, D'ORB. *sp.?* házába beépítve, a Rézmáldüülő (Budapest) alsó-oligocén márgájából. — 2. ábra. *Sepia mediterranea* n. *sp.* kőbele a Budapest-rákosi felső-mediterrán mészkőből. — 3. ábra. *Mitrularia hungarica* n. *sp.* a kőérbereki útbevágás (Budapest) felső-mediterrán mészkőből.

¹ SPEYER. Die Tertiärfauna v. Söllingen etc. (Paläontographica IX.)

² v. KOENEN. Das Norddeutsche Unteroligocän etc. Bd. X. H. 4. 1892. P. 907. T. LVIII. f. 5, 6.

³ MICHELOTTI. Descr. Foss. Mioc. P. 137. T. V. f. 3. 1847. — SACCO. Moll. d. terr. tert. de Piemonte etc. Bd. XX. P. 46. T. V. f. 29. — *Bredai var. rugulosa* Sacco. Ugyanitt. T. V. F. 30.

ADATOK A FEHÉR FÉNYNEK SZINES FÉNYHATÁST GYÖNGÍTŐ KÉPESSÉGÉHEZ ÉS A KONTRASZT ELMÉLETÉHEZ.¹

HERMANN IMRÉ-től.

Minden külső szín inger hatása alatt keletkező színérzet korrelátuma a retinán meginduló legalább két pszichofizikai folyamat, ú. m.: 1. a világosságnak megfelelő fehér, illetve fekete folyamat; 2. a szinességnek megfelelő szines folyamat. Az előbbit kiváltó inger változhatik az utóbbit kiváltó inger megváltozása nélkül, vagy annak következtében, hogy a külső szín inger több, illetve kevesebb «objektív» fehér ingert tartalmaz, vagy változhatik azért, mert a szines ingerforrást körülvevő fehér ingerforrás által fölkeltett kontraszt («szubjektív») fekete a szín állandó fehérségét többé-kevésbé kompenzálja, esetleg túlkompenzálja, végre változhatik a környező fekete által keltett kontraszt («szubjektív») fehér világosító hatása miatt.

Ámbár mindezen esetekben a szín inger szín mennyiségét állandóan egyformának vesszük, a színérzet szinessége mégis változik; telítettebbnek vagy telítetlenebbnek látszik, mert változik a szines folyamatok «súlya».

Abban az esetben, a mikor a fent említett módon a kontraszt fekete a szines ingerrel járó fehér inger hatását épen hogy kompenzálja, színérzetünknek szintén van világossága az endogen fehér-fekete folyamat hatásaként.² Az ekkor észlelhető világos-

¹ A budapesti kir. m. tudományegyetem általános kórtani intézetében készült dolgozat.

² G. E. MÜLLER: Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane. 14. köt. 60. l.

ságot, az említett «physiologiai állapotnak psychikai æquivalensé»-t,¹ RÉVÉSZ GÉZA a «kritikus szürke» világosságának nevezte el.²

Révész kísérletekkel kimutatta,³ hogy egyazon színmennyiséget tartalmazó színes inger épen a kritikus szürkénél látszik a legszínesebbnek (legteltettebbnek) és hogy az abszolút színküszöb minimuma ugyancsak a kritikus szürke világosságánál van. Ha növeljük a kritikus szürkétől kiindulólág a színes inger fehér, illetve fekete tartalmát, a színküszöb értéke mindkét irányban linearisan növekszik.

Ezen kísérletileg megállapított tények általános magyarázata az, hogy a — minden színes ingerülettel járó — világossági folyamat épen az endogen fehér-fekete folyamat befolyásolása által válik a színérzet világosságát meghatározó folyamattá és ez a befolyás nulla, azaz a lehető legkisebb a kritikus szürke esetén. A kritikus szürke világossága esetén áll elő az a helyzet, a mikor a színes ingerrel járó világossági folyamat a legkevésbé befolyásolhatja a színes inger pszichologiai színhatását, a «súlyát»; vagyis a kritikus szürke világosságában látott, színes ingernek megfelelő színérzet a legjobban hasonlíthat azon érzet-hez, a mely akkor keletkeznék, ha a specifikus színes folyamat hatása egymaga nyilvánulhatna a tudatban.

Kiemelendő, hogy a világosságnak (fehérnek illetve feketének) a telítettséget befolyásoló így felfogott hatása — a mely azonban, mint látni fogjuk, csak részleges magyarázat — tisztán pszichologiai, azaz nincs fiziológiai alapja oly értelemben, hogy a színesség változó fehértartalom mellett azért változik, mert a színinger fiziológiai hatásának kifejtését a fehér vagy fekete folyamat akadályozhatja vagy elősegítheti.

A kritikus szürke meghatározásából következik, hogy objektive számtalan helyzet lehetséges, a melynél a világosság ezen

¹ RÉVÉSZ GÉZA: A kritikus szürke és a színes folyamatok közt fennálló viszonyról. *Math. Term. Ért.* XXVI. 1. 1908 és *Über das kritische Grau. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie.* 43. köt. 345. l.

² G. RÉVÉSZ: *Über die Abhängigkeit der Farbenschwellen von der achromatischen Erregung. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie.* 41. köt. 1. l.

³ U. i.

kritikus világosságnak felel meg. Ha ugyanis egy színérzetünk a kritikus szürke világosságában jelenik meg, akár növeljük ezen érzetnek megfelelő inger fehér tartalmát, akár csökkentjük, ez a világosság-változás kontraszttal mindig kompenzálható s színérzetünk világossága ilyen kompenzálás után ismét a kritikus szürke világossága marad. Ugyanez áll — a megfelelő változtatásokkal — minden más világosságra is.

Kérdés már most, hogy ha az objektív és szubjektív fehér és fekete bármilyen kombinációjával állítjuk is elő a *pszichológiailag mindenkor azonos és minden színre állandó*¹ kritikus szürkét, ez az előállítási mód a kritikus szürkénél észlelhető színességre és ezzel kapcsolatban a szinküszöbértékekre valóban nincs-e befolyással? Nem lenne befolyással a szinküszöbértékekre akkor, ha általában állíthatnók, hogy egy bizonyos világosságnál észlelt szinküszöbérték ugyanegy színre állandó, tekintet nélkül arra, hogy az a világosság pszichofizikailag milyen összetevőkre bontható (szubjektív és objektív fehér, illetve fekete).

Révész mutatta ki először, hogy az abszolút szinküszöb értéke *ceteris paribus* igenis függ a világosság előállítási módjától. Az általa kigondolt kísérleti berendezés, a melynek segítségével erre az eredményre juthatott és a mely ezen értekezés alapját adó kísérleteim berendezéséhez mintául szolgált, a következő: Két kis elektromotor egy-egy, MAXWELL-féle korongokból összeállított korongesortozatot forgat. E két csoportozat mind-egyike háromféle nagyságban kivágott, nagyság szerint egymásra helyezett papirkorongok három kisebb csoportjából áll. A legnagyobb és legkisebb (nálam 8, illetve 3·3 cm sugarú) fehér és fekete² körlapból készült csoport arra szolgál, hogy meghatározott, változtatható erősségű világossági kontrasztot ébresztszen, a középső gyűrű retinalis ingerlési helyének megfelelően. Az említett két csoportot tehát eggyüttvéve «kontraszt-keltő»-nek nevezhetjük. A közép nagyságú (kísérletemben 5 cm

¹ Révész G.: A kritikus szürke stb.

² «Fekete» papirnak fekete posztópapirt használtunk, melynek 360°-a kb. 6° fehérrel egyenértékű.

sugarú) korongok csoportja fehér, fekete és színes papírból van összeállítva.

A két csoportozat egyenesen a kísérleti személy előtt 1 m-nyire, a látótengelyre merőlegesen függőleges síkban, a szem magasságában (nálam központtól központig mérve egymástól 18 cm-nyi távolságban) van elhelyezve, mögötte szürke vászonfal látható.

Ha az elektromotor jár és a legnagyobb és legkisebb csoport egyenlő világosságra van beállítva — mint ez mindig megtörtént — egyenlően szürke alapon (nálam 1·7 cm széles) egyenlően színes gyűrűt látunk. Ezen berendezéssel elérhető az, hogy a gyűrűnek pszichikailag azonos világosságát a fehér és fekete papír előidézze objektív és a kontrasztkeltők hatásából származó szubjektív világosság változó kombinációi eredményezik. A melyik csoportozat kontrasztkeltő felülete világosabb, annak színes gyűrűjébe az ezt sötétítő szubjektív fekete kompenzálása céljából — világossági egyenlet keresésekor — több objektív fehéret kell keverni, mint a sötétebb kontrasztkeltő felülettel körülvelt gyűrűbe.

Ezzel a berendezéssel dolgozva, Révész arra az eredményre jutott, hogy ha az egyik csoportozat kontrasztkeltő felülete 360° fehéret, a másiké 360° feketét tartalmaz, az előbbi mind abszolút színegyenlet előállítására, mind az abszolút szinküszöb elérésére több szint követel, mint az utóbbi.¹ A már idézett, a kritikus szürkéről írt dolgozatában annak a kimutatását látjuk, hogy ha a kontrasztkeltő felület fehér korongját sorban 0, 45, 90, 180, 270, 315° -ú sectornak vesszük, a szinküszöb a kontrasztkeltő felület világosságával, vagy a mi a kísérlet követelményei szerint ezzel együtt jár, a gyűrűbe kevert objektív fehér mennyiségével egyértelműleg magasabb, illetve alacsonyabb értékű, habár a színes gyűrű világossága állandóan a kritikus szürke világosságára van beállítva. Ezen jelenségeket Révész egységesen magya-

¹ Révész Géza: A színes fényingerek hatásának gyöngítése fehér fényvel. (Math. Term. Ért. XXIV. 1. 1906) és Über die vom Weiss ausgehende Schwächung der Wirksamkeit farbiger Lichtreize. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie. 41. köt. 102. l.

rázza azzal a *fölvétellel*, hogy az objektív fehér fiziologiai hatásai közé tartozik a szines fényingernek megfelelő speczifikus fiziologiai folyamatot gátló ereje. Az objektív fehér tehát nemcsak pszichologiailag, hanem fiziologiailag is *gyöngíti* a szines fényingerek hatását.

A fehér fényingernek ezt a qualitativ hatását quantitative követni, vagyis a gyöngítő hatás nagysága és a gyöngítést előidéző fehér fény mennyisége közti összefüggést megtalálni, volt az én két kísérlet-sorozatomban célja. Ha a kérdés megoldásában elméleti téren is kissé előbbre juthattam, ez éppen a quantitativ viszonyok ismeretének volt köszönhető.

Kísérleteim a kritikus szürkénél világosabb színekkel abszolút szinegyenetek előállításával történtek. Hogy a színhez, tehát kísérleti berendezésünk értelmében a középső gyűrűhöz kevert objektív fehér mennyisége a kísérlet céljának megfelelőleg a gyűrű világosságának megtartásával változtatható legyen, az egyik korongcsoportozat kontrasztkeltő felülete 90, majd 180, végül 360 (két esetben 270) foknyi fehér sectort tartalmazott, a megfelelő fekete sector mellett. A másik korongcsoportozat kontrasztkeltő felületében fehér sectorral nem bírt és mindvégig állandó összehasonlító ingerül szolgált; gyűrűjében 6° fehér + 30° szines (piros, zöld, sárga, kék egyike¹) papír volt 324° fekete papírhoz adva.

Ezek szerint az állandó csoportozat gyűrűjének világosságát objektív fehér (a fehér, fekete és szines papír fehérsége) és szubjektív (kontraszt) fehér szolgáltatja. A másik csoportozat gyűrűjének világosságát objektív fehér és szubjektív fekete határozza meg. Ennek a csoportozatnak kontrasztkeltő felülete ugyanis mindenkor világosabb a gyűrű világosságánál, amazé mindenkor sötétebb.

A voltaképeni kísérlet úgy történt, hogy a nem állandó csoportozat kontrasztkeltő felületét az említett (90°, 180°, 360° fehérrel mért) világosságok egyikére beállítottam; ezután először az állandó gyűrűnél szintelenebb és sötétebb, másodsor ugyan-

¹ A használt szines papirok sorrendje világossági értékük szerint sorakoztatva: sárga, zöld, piros, kék, a hol sárga a legvilágosabb.

annál színesebb és világosabb helyzetből kiindulva a gyűrű fehér sectorának nagyságát változtattam mindaddig, a míg a két gyűrű a kísérleti személy¹ bemondása alapján egyenlő világos nem lett. Most az egyenlő világosságot a megfelelő változtatásokkal megtartva, addig növeltem, illetve csökkentettem a színes sector nagyságát, a míg a kísérleti személy azt nem mondta, hogy a gyűrűk telítettségi viszonya épen hogy megfordult (az előbb színesebb gyűrű épen hogy kevésbé színes lett és viszont). Ezt a páros kísérletet egyazon beállítással, de a két csoportozat helyzetének rendszeres cserélgetésével, többnyire 4—5-ször megismételtem, az eredményt fokokban leolvastam és az egy színhez és kontraszthoz tartozó értékek számtani középátlóját kiszámítottam.

Az alábbi táblázatban közlöm a végzett két kísérlet-sorozat eredményeit a középhiba megjelölésével. A középhibák értéke a sector-középvértékek mellett található:

I. kísérletsorozat.

(Kísérleti személy BÖHM ARTHUR o. h.)

Kontraszt fehér	Vörös	Sárga	Zöld	Kék	
90°	49·7° 5·5 kh.	41·1° 1·9 kh.	42·7° 1·9 kh.	55·0° 3·3 kh.	Színsector
	18·9° 1·9 "	16·3° 2·0 "	16·3° 1·7 "	15·2° 2·9 "	Fehérsector
180°	69·0° 1·60 "	59·2° 2·9 "	64·7° 3·1 "	75·3° 1·7 "	Színsector
	30·0° 0·33 "	27·3° 2·1 "	28·3° 2·3 "	26·2° 1·6 "	Fehérsector
360°	102·4° 5·5 "	88·8° 1·4 "	91·2° 1·6 "	106·6° 3·3 "	Színsector
	54·9° 3·4 "	58·6° 2·2 "	53·3° 1·4 "	50·1° 1·3 "	Fehérsector

Ebben a sorozatban a páros kísérletek száma 4 (azaz minden beállításra 8 kísérlet), a 90° fehér sectorú kontraszt felület esetét kivéve, a melynél 5 páros kísérlet végeztetett.

¹ A kísérleti személy kísérlet közben szemét a szürke vászonfalra pihentette és csak rövid ideig hasonlította össze a két korongot.

II. kísérletsorozat.

(Kísérleti személy CENNER GYULA b. h.)

Kontraszt fehér	Vörös	Sárga	Zöld	Kék	
90°	47·1° 2·3 kh.	42·8° 2·0 kh.	44·7°(*) 2·5 kh.	49·1°(**) 2·7 kh.	Színsector
	14·9° 1·2 "	17·7° 0·6 "	19·3° 1·0 "	20·3° 1·3 "	Fehérsector
180°	59·7° 1·7 "	53·9° 1·6 "	58·7°(*) 2·6 "	64·2° 2·9 "	Színsector
	20·9° 2·6 "	26·0° 0·9 "	23·2° 1·4 "	21·6° 0·9 "	Fehérsector
270°	70·0° 2·0 "			70·8° 1·9 "	Színsector
	23·0° 1·0 "			23·4° 1·3 "	Fehérsector
360°	88·8°(**) 1·7 "	71·4° 1·8 "	81·7° 3·2 "	94·5° 1·3 "	Színsector
	28·4° 0·8 "	29·4° 1·6 "	29·9° 1·4 "	31·7° 1·4 "	Fehérsector

E sorozatban minden egyes beállítással 4 páros kísérlet végeztetett, kivéve az egy csillaggal jelölteket, a melyeknél 3 páros kísérlet és a két csillagosakat, a melyeknél 7 egyszerű (három páros és 1 csonka) kísérlet történt.

A táblázatból kitűnik, hogy — a kritikus szürkénél világosabb színeket véve — *a világosabb kontrasztfelülettel körülvett gyűrű abszolút színegyenletek előállításakor nagyobb színmennyiséget követel, mint a sötétebb felülettel körülvett gyűrű.*

Tulajdonítsuk egyelőre mi is ezt a jelenséget a fehér fény supponált fiziológiai gyöngítő hatásának, a mint ezt Révész a már ismertetett tételei kapcsán teszi. A fölvetel helyességének bizonyítását későbbre halasztjuk. A gyöngítés nagyságát Révész szerint a «gyöngítési együltható» — ε — fejezi ki, vagyis a változtatott gyűrű fokokban kifejezett színmennyiségének viszonya az állandó gyűrű fokokban lemerített szintartalmához.

Itt közlöm a két kísérlet-sorozat ε -jainak táblázatát, vagyis az előbbi színes sectorértékek 30-czal osztott értékét nagyság szerinti sorrendben.

I. kísérletsorozat « ϵ » értékei:

Kontraszt felületi fehér értéke	Sárga	Zöld	Vörös	Kék
90°	1·37	1·42	1·65	1·83
180°	1·97	2·15	2·30	2·51
360°	2·96	3·04	3·41	3·55

II. kísérletsorozat « ϵ » értékei:

Kontraszt felületi fehér értéke	Sárga	Zöld	Vörös	Kék
90°	1·42	1·49	1·57	1·64
180°	1·79	1·95	1·99	2·14
270°	—	—	2·33	2·36
360°	2·38	2·72	2·96	3·15

Ezek szerint az ϵ -ok sorozata mindkét kísérleti sorozatban és minden kontrasztfelületi világosság esetén egy és ugyanaz: sárga, zöld, vörös, kék. Révész akkor, a mikor 360° fehérrel bíró kontrasztfelülettel körülvett gyűrűt hasonlított össze 360° feketét tartalmazóval,¹ hasonló sorozatot kapott, csak hogy nála a vörös a zöldet többnyire igen kis értékkel megelőzte. Valószínűleg más világosságú papirokat használt.

A két kísérlet-sorozat egymásnak megfelelő adatai oly értelemben nem fedik egymást, hogy a II. sorozat ϵ értékei két kezdeti (sárga, zöld 90°-nál) esetet kivéve, az I. sorozat megfelelő értékeinél kisebbek. Ez részint annak tulajdonítható, hogy a két kísérlet-sorozatban más-más fehér papírt használtam, részint annak, hogy míg az I.-t a Közegészségtani intézetben, addig a II.-at a Kórtani intézetében végeztem, tehát más-más megvilágítás mellett. Ezt azért említettük meg, mert Révész azt találta,² hogy az ϵ -ok megfelelő értékei bizonyos határon belül abszolúte is mindenkinél egyenlők.

Ha már most egyazon szín ϵ -jait kísérjük figyelemmel, azt

¹ A színes fénysugarak gyöngítése stb. című dolgozatában.

² R. G.: A színes fényingerek stb.

találjuk, hogy az ε a kontrasztkeltő felület világosságával egyértelműen közel lineárisan változik. Ez kimutatható grafikusán, úgy hogy az abszcisszára a változtatott csoportozat kontrasztkeltő felületének viszonylagos fehér intenzitását (TALBOT törvénye szerint kísérletünkben 1 : 2 : 4), az ordinátatengelyre a megfelelő ε -t fölmérve és a talált helyeket összekötve közel egyenes vonalat nyerünk. (L. az I. és II. ábrát.) Számítással is kimutatható egyszerű módon. Ha ugyanis a lineáris függés igaz, helyesnek kell lenni egyenletünknek:

$$\frac{\varepsilon_{360} + 2\varepsilon_{90}}{3} = \varepsilon_{180} \cdot 1$$

Itt adjuk ε_{180} talált és egyenletünk alapján kiszámított értékeit, a felső sorban az I. sorozat, az alsóban a II. kísérlet-sorozat alapján.

ε_{180} számított és talált értékei:

Sárga		Zöld		Vörös		Kék	
számított	talált	számított	talált	számított	talált	számított	talált
1·90	1·97	1·96	2·15	2·24	2·30	2·40	2·51
1·74	1·79	1·90	1·95	2·03	1·99	2·14	2·14

A mint látható, a számított értékek közel megegyeznek a talált értékekkel, de ezeknél majd minden esetben valamivel kisebbek. Ez utóbbiból is következtetéseket vonni két sorozat alapján, legalább is merész lenne.

Lényegbe vágó kérdésünk, hogy vajjon tényleg függ-e a szín kvalitásától is az ε értéke, mint a hogy ezt Révész gondolta és a kísérleti eredményekből látszik. Ez a kérdés szorosan összefügg azzal, hogy vajjon tényleg az objektív fehérnek tulajdonítható-e a gyöngítő hatás? Vegyük egyelőre — mint eddig is történt — ez utóbbit bebizonyítottnak.

Föltűnő tény, hogy az ε -ok sorrendje egy és ugyanaz, mint a használt színek világossági sorozata. Nem magyaráz-

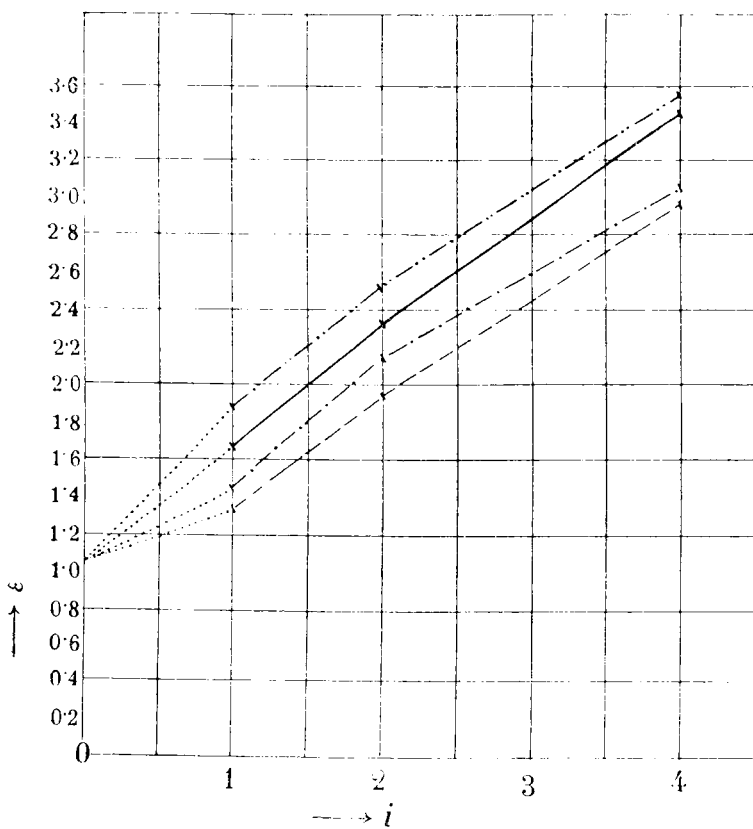
¹ Az ε mellé írt indexszel jelöljük, hogy mily kontrasztkeltő felületi fehér sectornál nyert ε -ról van szó.

A gyöngítésnek a kontraszteltő felület intenzitásától való függése.

(Abscissa : kontraszteltő felület relativ intenzitasa ; ordináta : ϵ)

———— piros
 - - - - - sárga

I. kísérletsorozat :



I. ábra.

hatja-e épen ez a körülmény az ε -ok eltérését? Más szóval nem mondhatjuk-e, hogy a színek ε -jai különben egyforma körülmények közt egyenlők, nem függenek a színqualitástól, hanem kísérletünkben azért különbözök, mert más-más szín esetén más-más világosságnál történt az összehasonlítás?

Hogy miképen gondolom ezt, annak megértetése céljából konkrét esetet hozok föl: Tudjuk, hogy az állandó korongcsoportozat gyűrűje sötétebb, ha 30° kék papírt tartalmaz, mint akkor, a mikor ugyanennyi sárgát foglal magába. Az állandó korongcsoportozat kék gyűrűjéhez tehát nem 6° , hanem több fehéret kellene adni, ha azt akarjuk, hogy oly világosságú kék gyűrűvel kísérletezzünk, mint a mily világosságú sárgával. Ez a fehér többlet az állandó korongcsoportozat kék gyűrűjét telítetlenebbé tenné. Tegyük föl, hogy az eredeti világosság mellett az abszolút színegyenletet már megtaláltuk. Hogy most, megváltoztatott világosság esetén ismét abszolút színegyenlethez jussunk, a változtatott korongcsoportozat gyűrűjébe mindenekelőtt ugyanazzal a bizonyos fehér mennyiséggel többet kell betenni.

Ez a fehértöbblet a változtatott korongcsoportozat gyűrűjében ugyanoly fokban tenné telítetlenné a változtatott gyűrű színét, mint az állandóét, ha a fehér csak a szín súlyát befolyásolná, de, a II. kísérlet-sorozatot véve most figyelembe, kisebb mértékben teszi telítetlenné, ha az objektív fehérnek tényleges gyöngítő hatása van.¹ E miatt a változtatott csoportozat gyűrűjében kevesebb kékre van szükségünk, mint eredetileg volt, ha a színegyenletet újra létre akarjuk hozni. Ez viszont azt jelenti, hogy a kék ε -ja a sárgáé felé közelednék, ha egyforma

¹ Ha ugyanis a grafikumokat $\varepsilon=1$, $i=\lim 0$ -ig meghosszabbítva gondoljuk, az I. kísérletben a vörös e meghosszabbítása egyenes folytatása a grafikumnak, a kéké meredekebben, a zöldé és még inkább a sárgáé kevésbé meredeken indul. A II. kísérletben a sárgától a kékig mind meredekebben megy e meghosszabbítás, mint a grafikum folytatólagos része. Lineáris egyenletünk csak megközelítőleg az! Az alábbiakban a kontraszteltő felület világossága helyett a gyűrű objektív fehér mennyiségét vizsgáljuk az ε -nal való összefüggésre nézve. A grafikumot is erre vonatkoztatjuk. Hogy ezt miért tehetjük, meglátjuk később.

világosságú gyűrűkkel dolgoznánk. Az I. sorozatban 180° -ig a sárga, kék és zöld ε -ja a pirosé felé közelednék, 180° -on túl a piros, kék és sárga a zöldé felé. A II. kísérlet-sorozatban mindegyik ε a sárgáé felé halad. Ezekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az ε -ok -- úgy látszik -- közelebb jutnának egymáshoz, vagy talán egyenlők is volnának egy kontrasztktelő felületi világosságnál, ha a különböző színű gyűrűk egyforma világosságúak volnának.

Hogy az itt elmondottakat kézzelfoghatóbbá tegyük, állítsuk arányba az egy-egy színnek megfelelő ε -okat, azaz írjuk föl $\frac{\varepsilon_{180}}{\varepsilon_{90}}$ és $\frac{\varepsilon_{360}}{\varepsilon_{180}}$ értékeit. Ezáltal tulajdonképen azt tettük, mintha állandó korong-csoportozatnak a kontrasztktelő felületében 90° , majd 180° fehéret tartalmazó csoportozatot vettünk volna, a 0° -val egyenlő színességgel és világossággal, s a rákövetkező világosabb kontrasztktelő felületű csoportozatot változtatott csoportozatnak állítottuk volna oda.¹

Az I. kísérletsorozatban :

	Sárga	Zöld	Vörös	Kék	Középérték	
$\frac{\varepsilon_{180}}{\varepsilon_{90}}$	1·43	1·51	1·39	1·37	1·42	kh. 1·5 30
$\frac{\varepsilon_{360}}{\varepsilon_{180}}$	1·50	1·41	1·48	1·41	1·45	$\frac{1·2}{30}$

A II. kísérletsorozatban :

	Sárga	Zöld	Vörös	Kék	Középérték	
$\frac{\varepsilon_{180}}{\varepsilon_{90}}$	1·26	1·30	1·26	1·30	1·28	kh. 0·6 30
$\frac{\varepsilon_{360}}{\varepsilon_{180}}$	1·32	1·39	1·48	1·47	1·41	$\frac{1·8}{30}$

¹ Mint Révész kísérleteiből kitűnt, az ε nem függ az összehasonlításra szolgáló szín mennyiségétől.

Ezen viszonzyszámok egy-egy sorban igen közel egyenlők egymással, nagysági sorrendjük viszont egymás közt és az eredeti sorrenddel összehasonlítva különböző. Ez azt mondja, hogy ha nagyobb kontrasztkeltő felületi világosságnál, vagy — ha úgy tetszik — nagyobb objektív fehértartalom mellett történik az összehasonlítás, a gyöngítés kisebb mértékben és más viszony szerint mutat függőséget a szintől. Ez azonban az előbbiekkal egybevetve azt mutatja, hogy a *gyöngítés a színqualitástól függetlennek vehető föl, de függőnek veendő föl bizonyos határig attól az objektív fehérmennyiségtől, a mely mellett az objektív fehértöbblet gyöngítő hatást fejt ki.*

Azon, Révész által megállapított körülmény, hogy a szintévesztőknél a gyöngítés abszolút értékei megegyeznek a normálisan látóknál nyert értékekkel, fölvételünket — az ϵ -nak a színqualitástól független voltát — látszik támogatni. Fölvételünket megerősítené az a kísérlet, a mely a HELMHOLTZ-féle színkeverési törvény helyességét a Révész-féle kísérleti berendezéssel is bebizonyítaná.

Ha az ϵ tényleg linearisan változnék az objektív fehérrel, a gyűrű relativ világossága nem lenne befolyással az ϵ értékére. Előbbi okoskodásunk értelmében ugyanis, ha pl. a kék gyűrűt a sárgával egy világosságra akarnók hozni, a szükségelt fehértöbblet az állandó és változtatott gyűrűben egyformán befolyásolná a telítettséget. Legutolsó táblázatunk szerint a nagyobb intenzitású objektív fehérrel bíró gyűrűk relativ világossága tényleg nincs — vagy legalább is kis mértékben és rendszeretlenül van — befolyással az ϵ értékekre. Ezek szerint *szabályunk, hogy a gyöngítő hatás az azt előidéző objektív fehérrel közel linearis viszony szerint, egyértelműleg változik, csak a gyöngítést okozó objektív fehér bizonyos intenzitásánál nagyobb intenzitású fehérre érvényes.* Ezen intenzitáson alul a gyöngítést előidéző fehértöbblet hatása az egész fehérmennyiségtől is függ, a mi a színqualitástól való függés látszatát kelti.

Eddigi gondolatmenetünkben az a fölvétel vezetett, hogy tényleg az objektív fehér gyöngít, a minek a legutóbbi szabályunk formulázásában is kifejezést adtunk. Most vizsgálni fogjuk, hogy vajjon van-e jogunk e fölvételre?

Hiszen abban az esetben, a mikor a változtatott korongcsoportozat gyűrűje több objektív fehérrel bír, akkor kontraszt-keltő felülete is nagyobb világosságú, ennek folytán a színes gyűrű szubjektív fekete mennyisége is nagyobb. Viszont szubjektív fehér csak az állandó korongcsoportozat gyűrűjének világosságában szerepel. A változtatott gyűrű objektív fehér-többlete részint ezt a szubjektív fehéret pótolja, részint a szubjektív feketét kompenzálja.

Ha már most az objektív fehér-többletet gyöngítő képességgel ruházzuk föl, akkor ezzel egyuttal ki kell mondanunk vagy azt, hogy a szubjektív és objektív fehér nem egyenértékű, vagy azt, hogy az objektív fehérnek, bár szubjektív fekete kompenzálta, mégis lehet hatása, vagy talán e két lehetőség mind-egyikét el kell képzelnünk.

Annyi mindenekelőtt megállapítható, hogy a szubjektív fehéret pótló objektív fehér nem lehet egymaga a gyöngítés oka. Ez a fehér mennyiség ugyanis minden beállításnál állandó maradt, mivel a szubjektív fehér mennyisége is állandó volt. Azonban annak, a mi a gyöngítést előidéz, a növekedő világosságú kontraszt-keltő felületekkel együtt növekedni kell, hiszen az ϵ is növekszik vele.

Mint hogy a kontraszt-keltő felületek világossága $1 : 2 : 4$ arányban növekedett, a kontraszt (= szubjektív) fekete kompenzálására szükséges objektív fehér többlet intenzitása — a kontraszt-hatások tana szerint — szintén közel e viszony szerint növekedett. Tehát ez a fehér-többlet lineáris funktio szerint nő a kontraszt-keltő felület világossági intenzitásával, de ugyanilyen lineáris növekvést mutat a színes gyűrű összes objektív fehér intenzitása is.

Akár az egyik, akár a másik közel lineárisan növekvő objektív fehér mennyiség gyöngít, a kompenzáló fehér többlet mindkét esetben gyöngítőként szerepel. Közelfekvő az a gondolat, hogy a gyöngítésre nézve kompenzált és nem kompenzált objektív fehér közt különbség nincs, azaz a gyöngítés folyamata még a kompenzálás előtt történik, a mi azt jelentené, hogy *míg a kompenzáció a fényhatás fiziológiai pályáján centrálisabban — közelebb a látóközponthoz — történik, addig a gyöngítés periferikusabban.*

Nehezen lenne elképzelhető az, hogy a már kompenzált fény még képes fiziologiai hatást — gyöngítést — kifejteni.

Valószínűtlennek kell mondanunk azt a fölmerülő elméleti lehetőséget, hogy a kompenzáció ugyanott történik, a hol a gyöngítés és a gyöngítés épen e kompenzáció következménye.¹

Akkor, a mikor a kísérlet eredményeit egymással összehangzásba akartuk hozni, fölvevük, hogy *az objektív fehér a maga egészében, tehát kompenzáció nélkül is, gyöngít.* Az eredmény, a mit elértünk, a fölvetel jogosságát igazolja. Különösen kiemelendő, hogy e fölvetel az ϵ -nak a szinqualitástól való rejtélyes függését a megértéshez közelebb hozza és a szintévesztőkön nyert eredményt érthetővé teszi. Ezen az alapon tovább építve, a többi elméleti lehetőség elesik és mint a lehető fölvetel következményét, a kompenzáció helyének a gyöngítés helyétől való különválasztását kell helyességére nézve megvizsgálnunk.

Ebbeli munkánkban segítségünkre jön a PRETORI és SACHS² féle két törvény.

Ezek egyike szerint — a Révész által összeállított korongcsoportozathoz nagyban hasonló berendezésben, a melynél azonban a kontrasztkelető felülethez szín is van keverve —, ha a gyűrűbe több objektív fehéret adunk, a gyűrűről kiindulni látszó kontraszt («szubjektív») szín kompenzációjára több objektív kiegészítő szín szükséges. Ez nem lehet a fehér fény súlyt befolyásoló, tisztán pszichologiai hatása, mert hiszen ekkor szubjektív és objektív színnel szemben egyformán jelentkeznek. Ellenben, szerintem, igenis lehet a fehér fény gyöngítő hatása, a mely csak az objektív szín inger hatásának csökkenésében mutatkozik, a szubjektív színre ellenben nem terjed ki (vagy talán csak kevésbé? a többi ténnyel egybevetve valószínűtlen). Ezzel a megfontolással ugyanoda jutottunk, mint a hova a mi kísérleti eredményünkkel, t. i. annak fölvetelére, hogy *a szubjektív fehér az objektív fehérrel, a szubjektív szín az objektív*

¹ A PRETORI-SACHS-féle törvények sem volnának ezekkel a fölvételekkel összeegyeztethetők.

² PRETORI und SACHS: Messende Untersuchungen des farbigen simultanen Kontrastes. Arch. für die Ges. Physiologie. 60. köt. 71. l.

színnel annyiban nem egyenértékű, a mennyiben az objektíveknek megfelelő pszichofiziológiai folyamat, a látóközpontot véve cenzentrumnak, periférikusabban, a szubjektíveknek megfelelő cenztrálisabban veszi kezdetét; a gyöngítés csak az objektív fehér hatása lehet, csupán az objektív színingerületre. A gyöngítés ezek szerint a szubjektív folyamatok megindulási helyénél periférikusabban indul meg.

A másik PÉREZ-SACHS-féle törvény értelmében a szín kontraszt hatása csökken, ha a kontrasztot keltő színhez több fehéret keverünk. Ez az előbbiekkal egybehangzóan ismét arra utal, hogy az objektív fehér tényleg gyöngít és kontrasztot a már gyöngített szín kelt; tehát újabb bizonyítékul szolgál a mellett, hogy a kontraszthatás az objektív színingerület keletkezési helyénél és a gyöngítés helyénél is cenztrálisabban lép föl.

A szubjektív fekete ugyan kísérletünkben szintén lineáris növekedést mutat, de az eddigiek alapján, mint szubjektív folyamat, gyöngítő erővel nem bírhat.

Hogy azonban a szubjektív feketét fölkelő kontrasztkeltő felületnek, mint objektív ingernek, nincs-e esetleg közvetett, a gyűrű színére irányuló gyöngítő hatása, arra nézve sem pozitív, sem negatív irányban feleletet nem adhatunk.

Eredményeinket összefoglalva, kimutattuk tehát, hogy:

1. Pszichológiailag azonos világosságú, a kritikus szürkénél világosabb színérzet veszít telítettségéből, ha a színingerrel együtt nagyobb intenzitású objektív fehér inger jár. Ezzel Révész régebbi eredményei általánosabb érvényt nyernek.

2. Az objektív fehér fénynek ez a gyöngítő hatása, a színhez vegyített objektív fehér fény intenzitásával — bizonyos, kisebb intenzitáson túl — közel lineáris függvény szerint nő, illetve csökken.

Ámbár teljesen megczáfolhatatlanul kimutatni nem tudtuk, nagy valószínűséggel vezettük le, hogy

3. A gyöngítő hatás, különben egyforma körülmények közt, a színqualitástól független.

Elméleti okoskodásaink oda vezettek, hogy

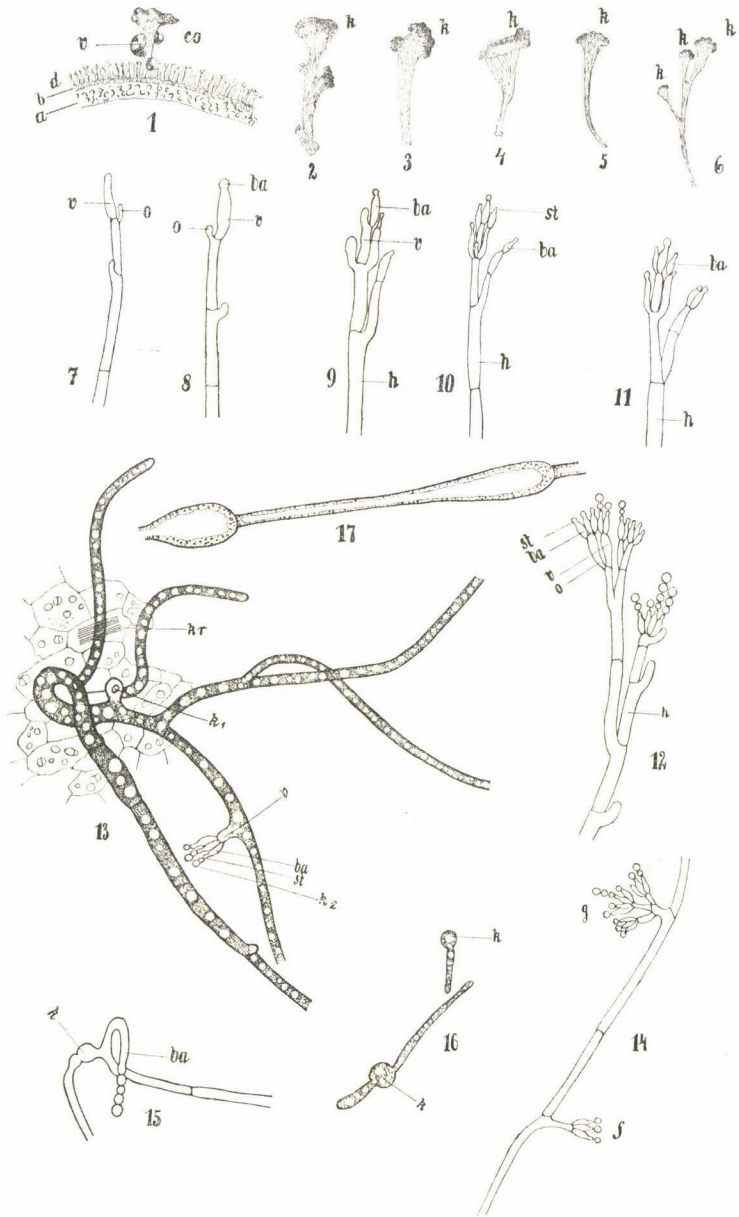
4. A gyöngítés oka valóban a színhez vegyített objektív fehér fény, sorsára (esetleges kompenzálásra) való tekintet nélkül.

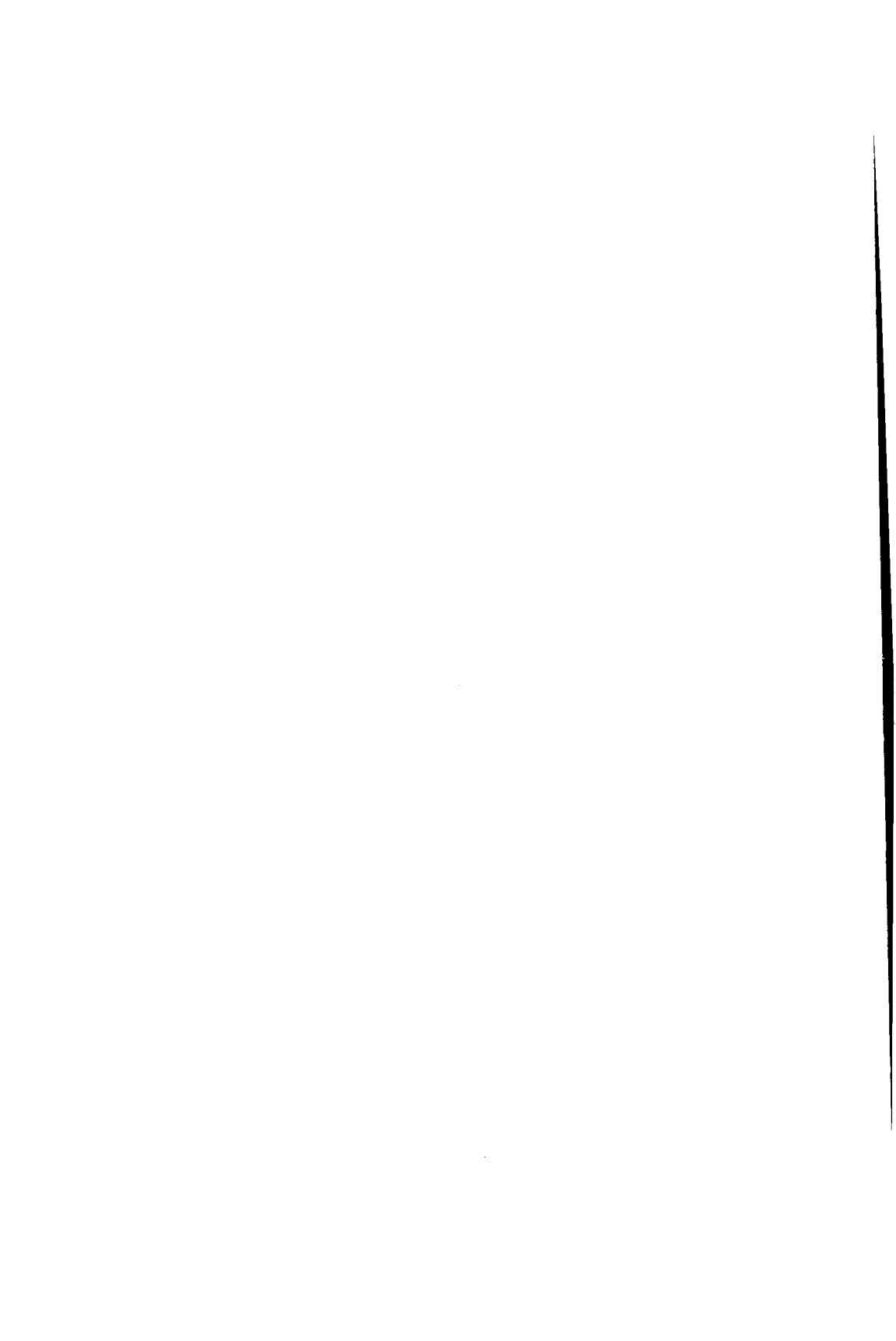
5. A szubjektív (= kontraszt) folyamatok centrálisabban (a látóközpontoz közelebb) indulnak meg, mint az objektív ingereknek megfelelő folyamatok, akár világossági, akár színes folyamatról van szó.

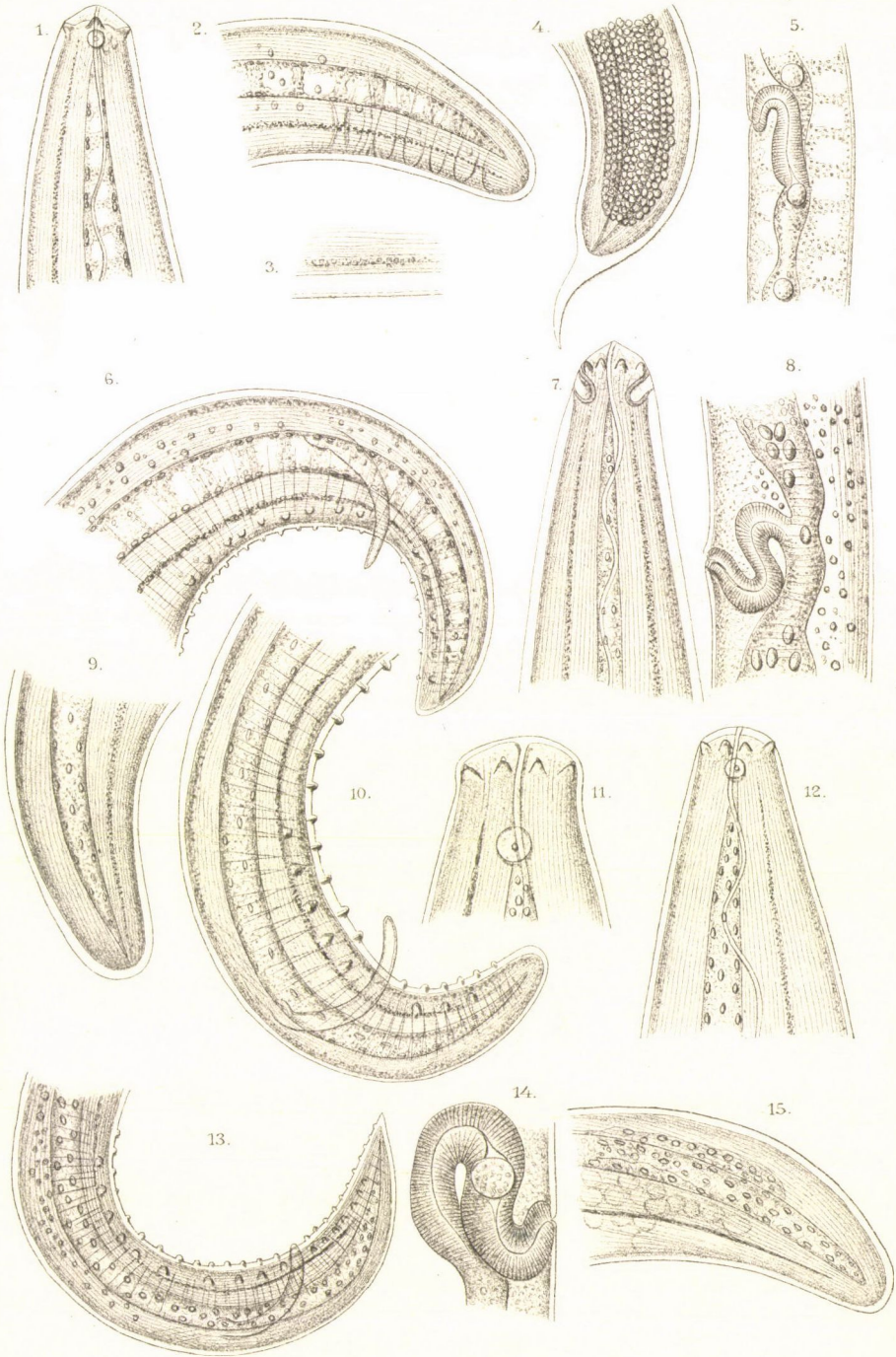
6. A gyöngítésnek még a kontraszthatás nivója előtt, periferikusabban kell megtörténnie vagy megindulnia.

Végül köszönetet mondok dr. Révész Géza egyet. m.-tanár úrnak, a ki a kísérletek kivitelében és földolgozásában állandóan támogatni volt szives. Köszönöm Liebermann Leo és Tánzl Ferencz orvoskari professzor urak szives előzékenységét, intézetük egy részének a kísérletek céljára való átengedésében.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 május 15.-én tartott üléséből.)







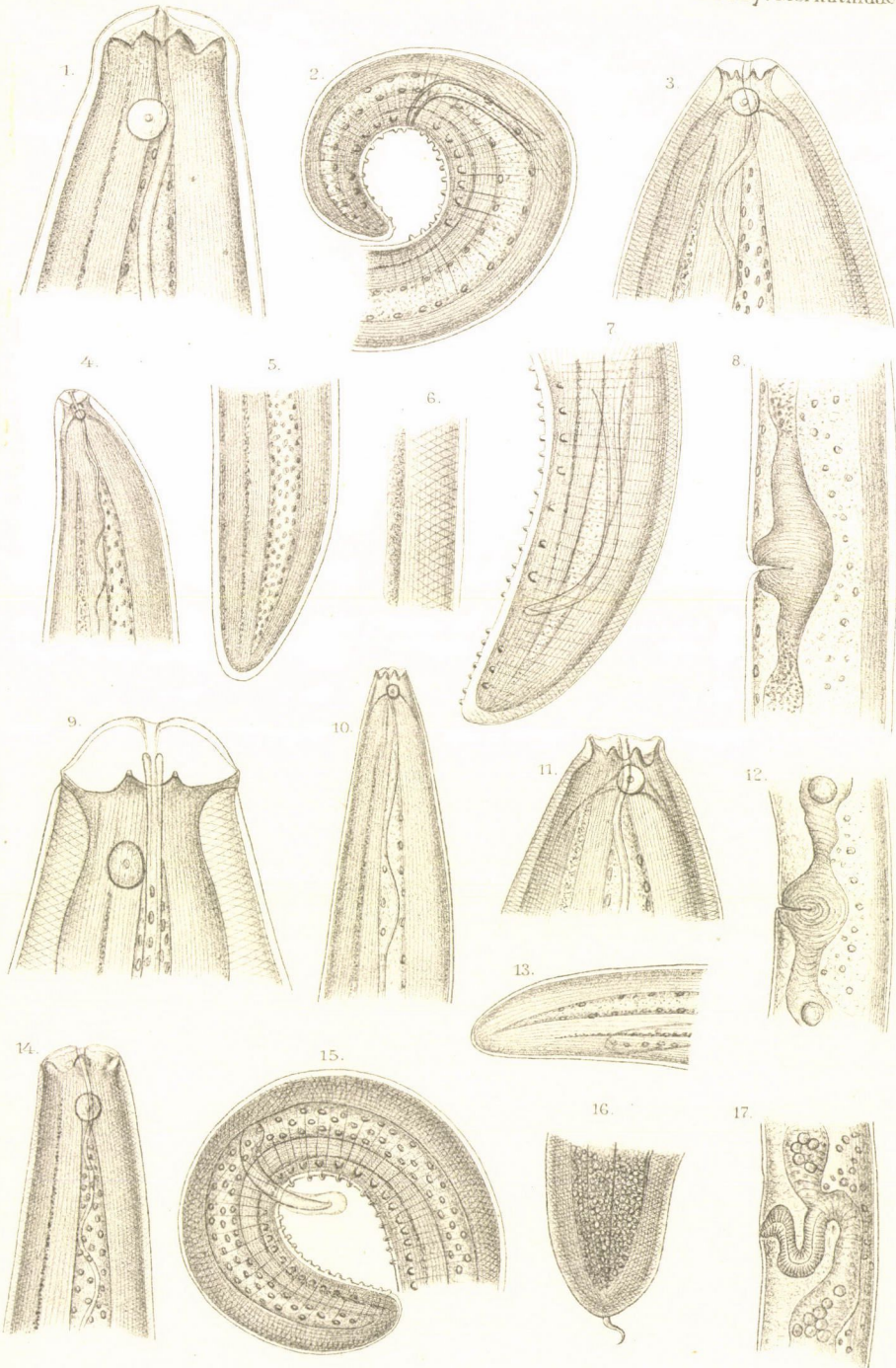




Daday delin.

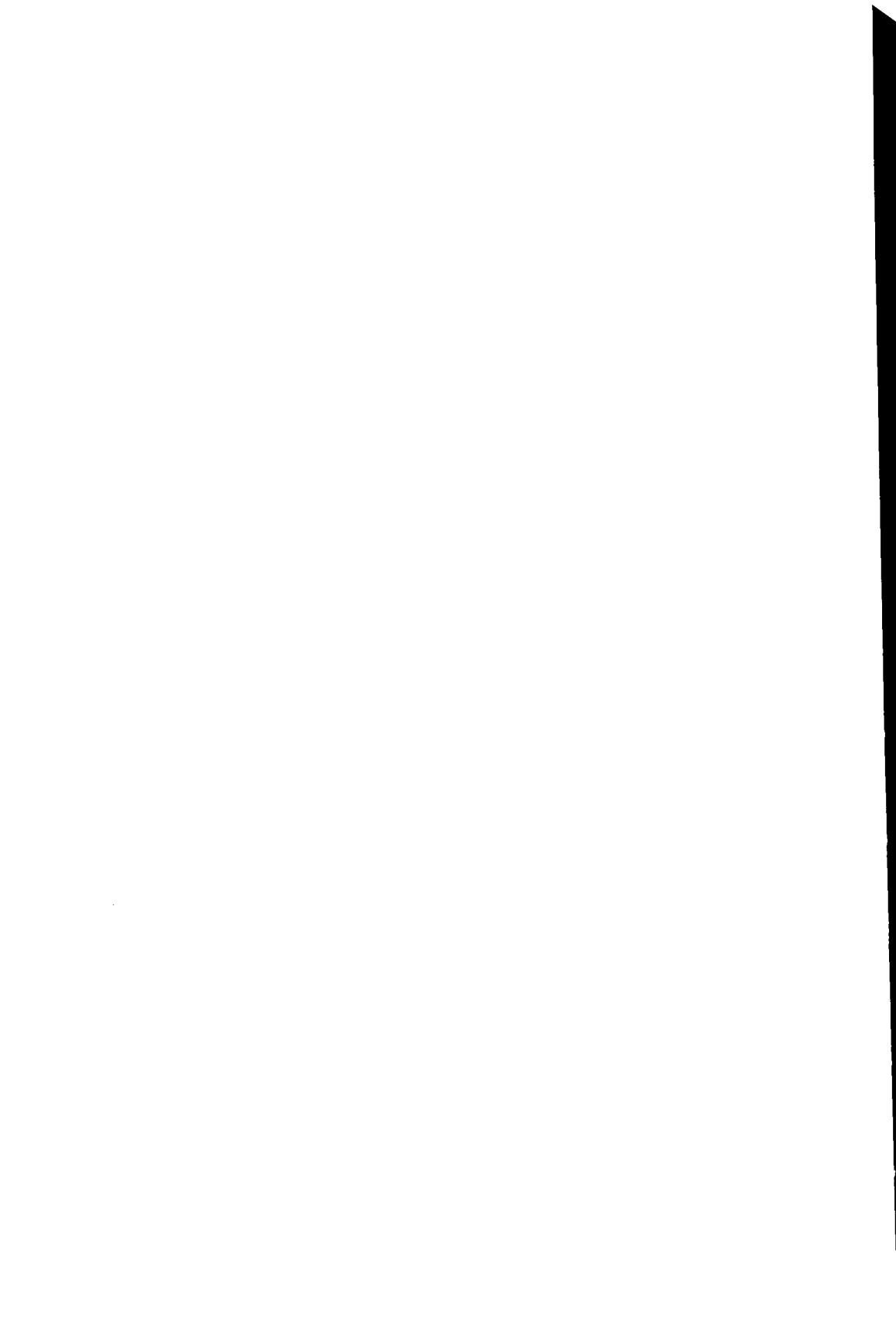
Lith. Grund V. utodai Budapest.

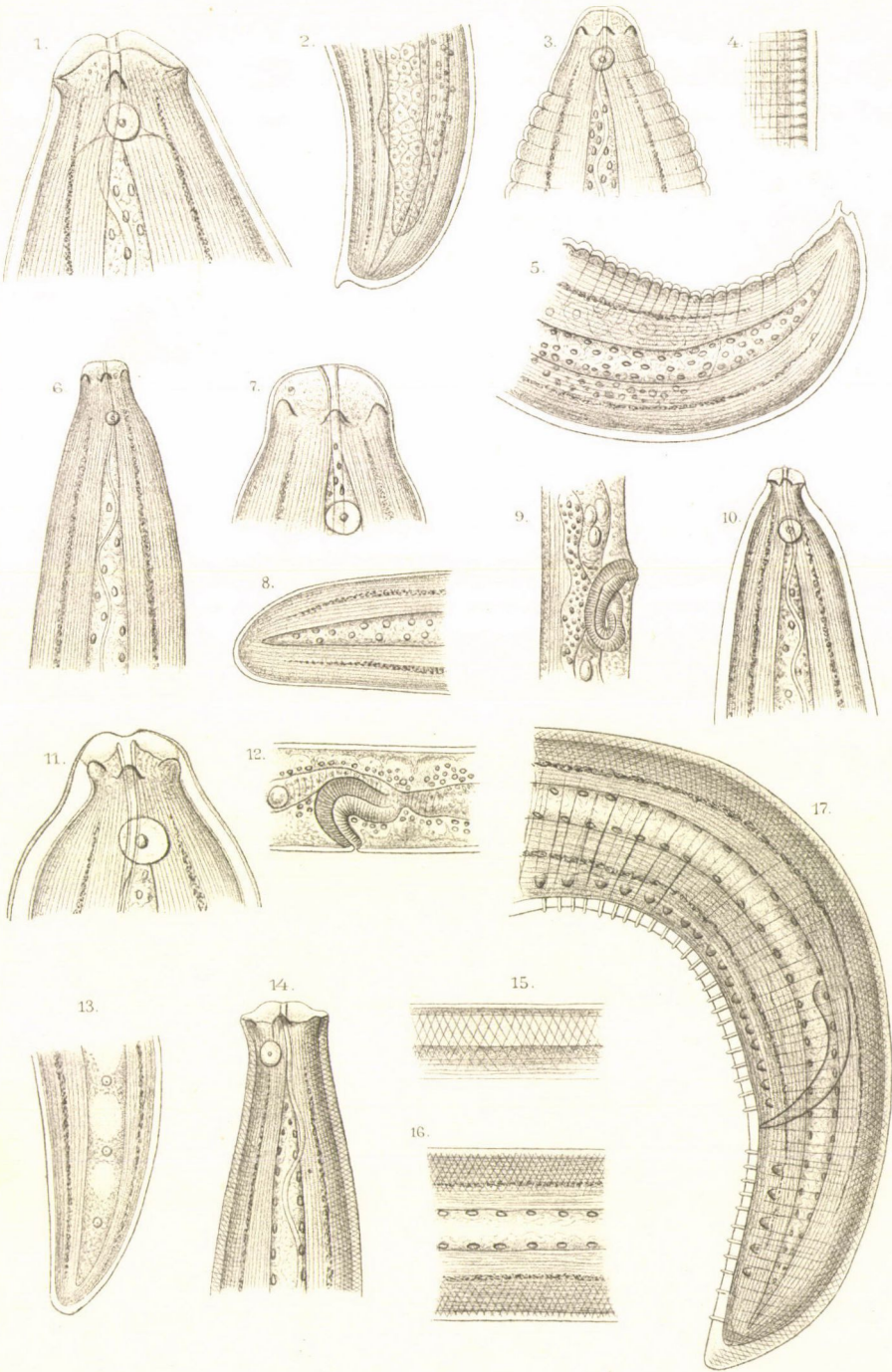
* SZECED *

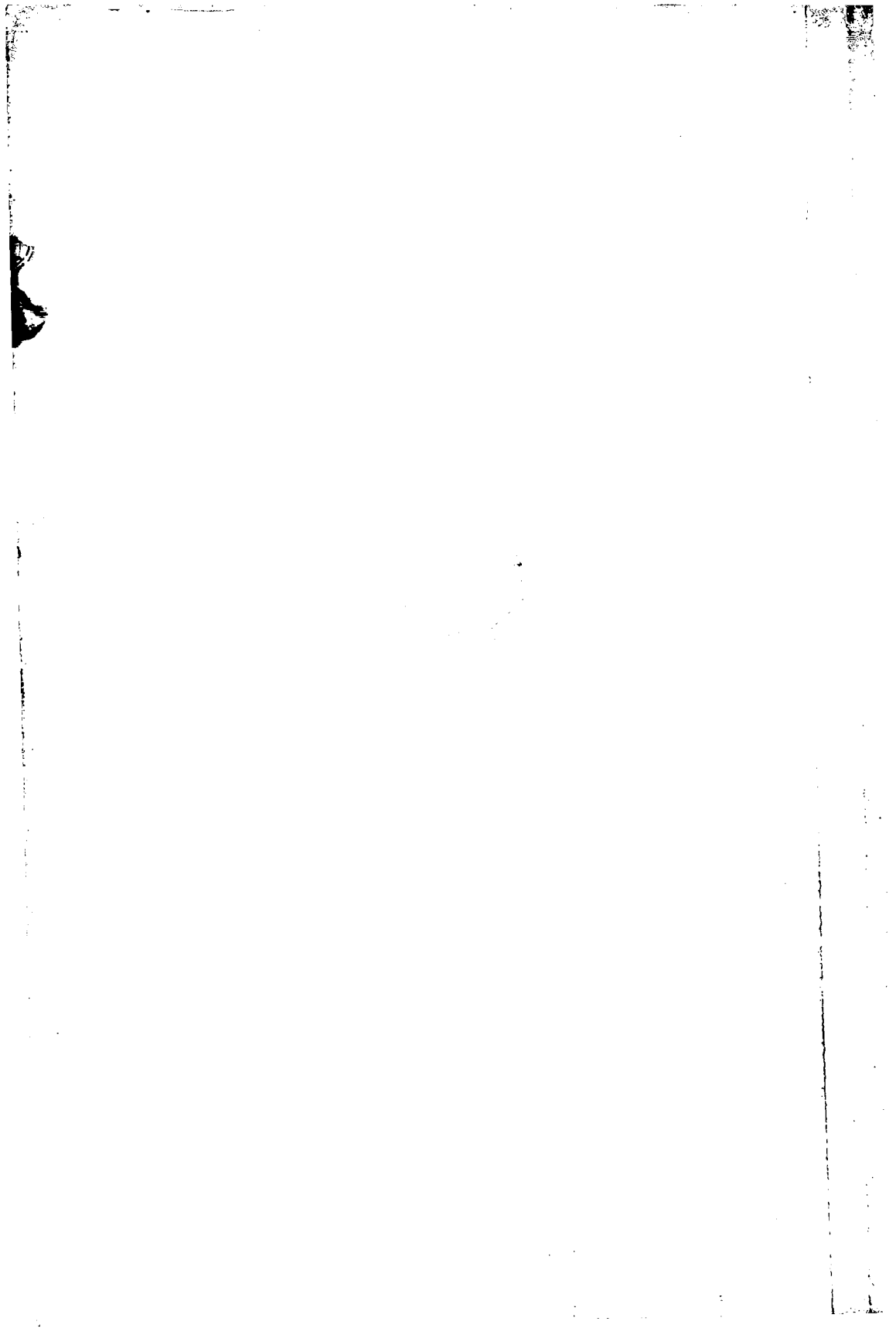


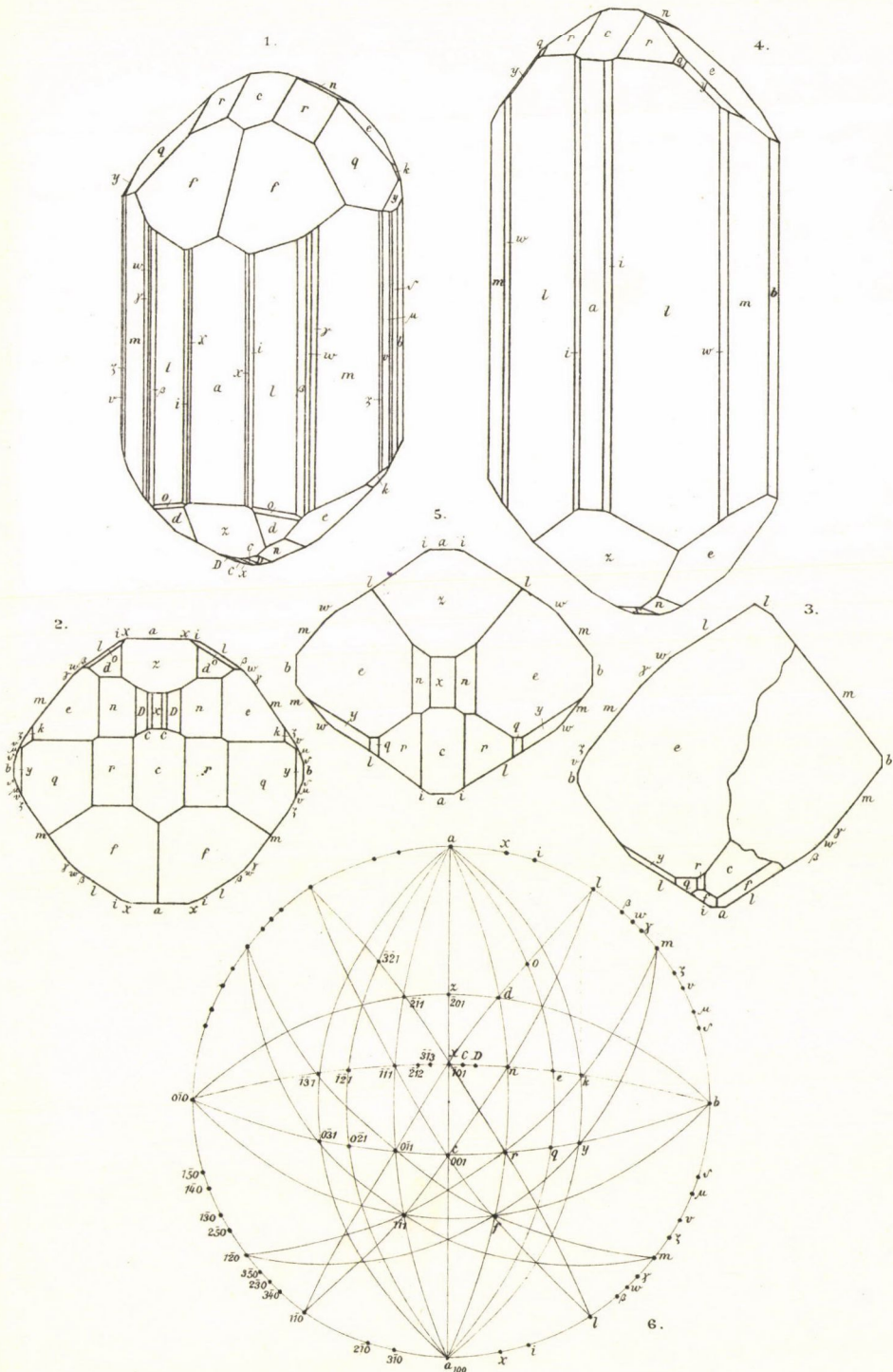
Daday deln.

Lith. Grund V. utódel Budapest

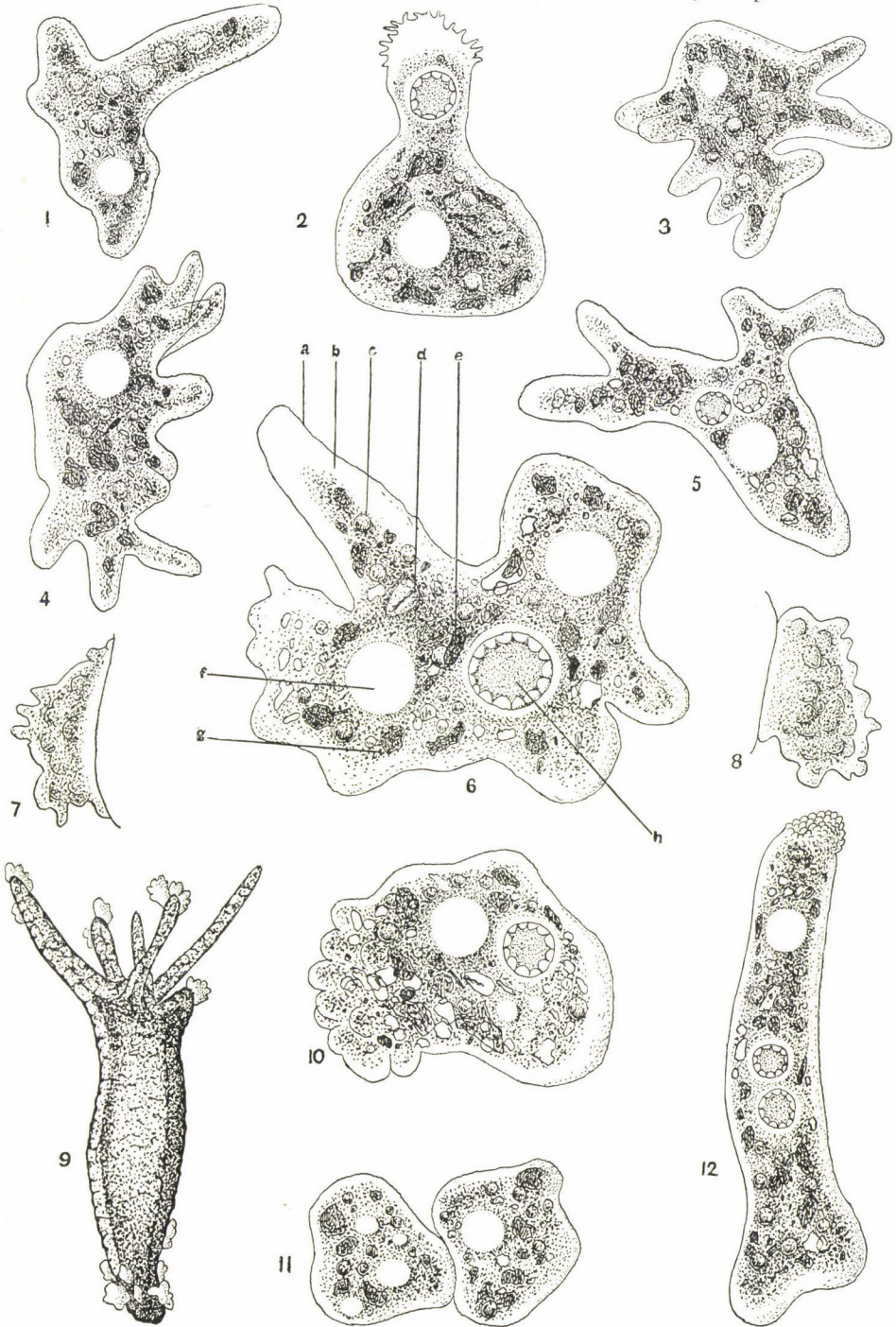




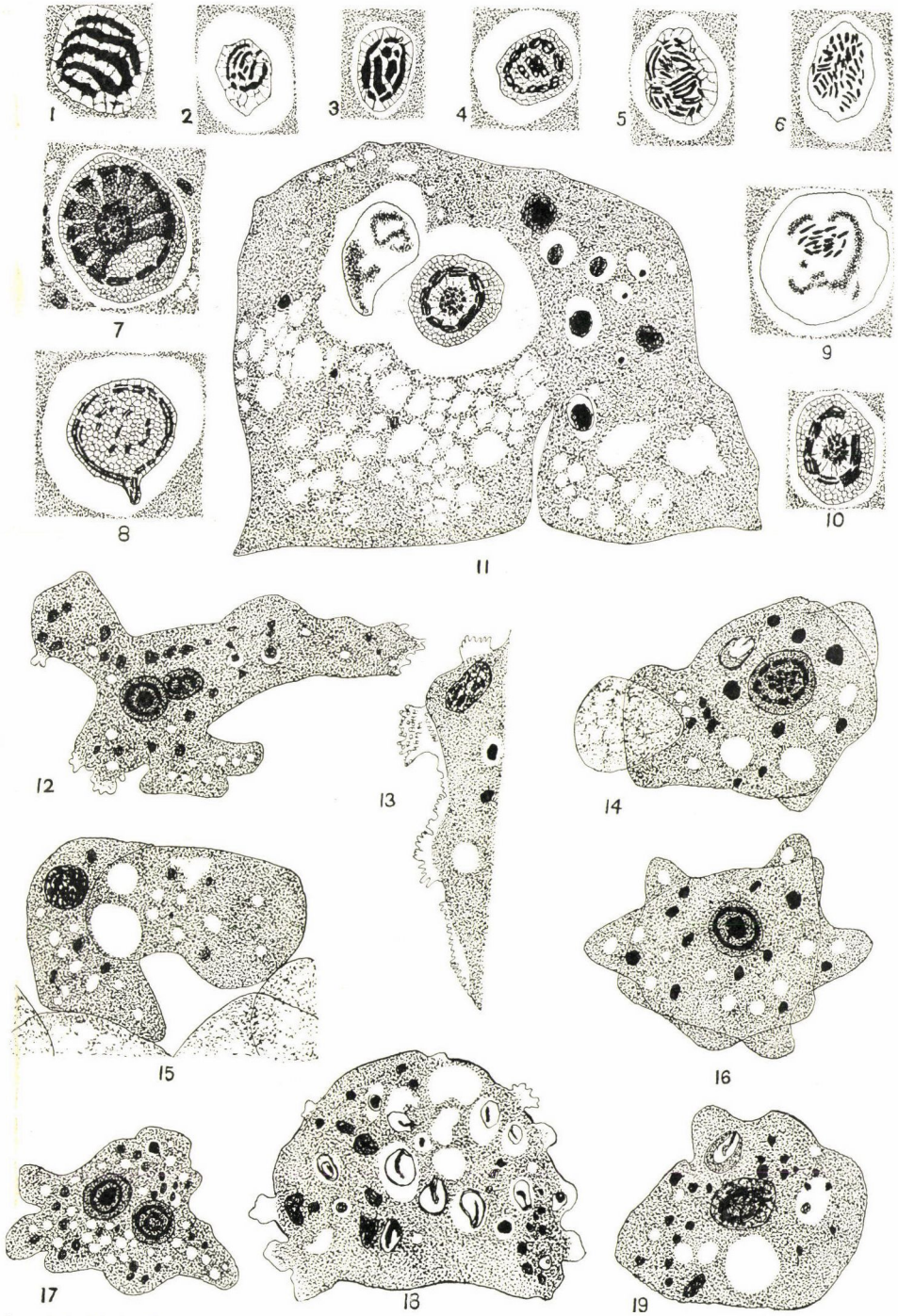


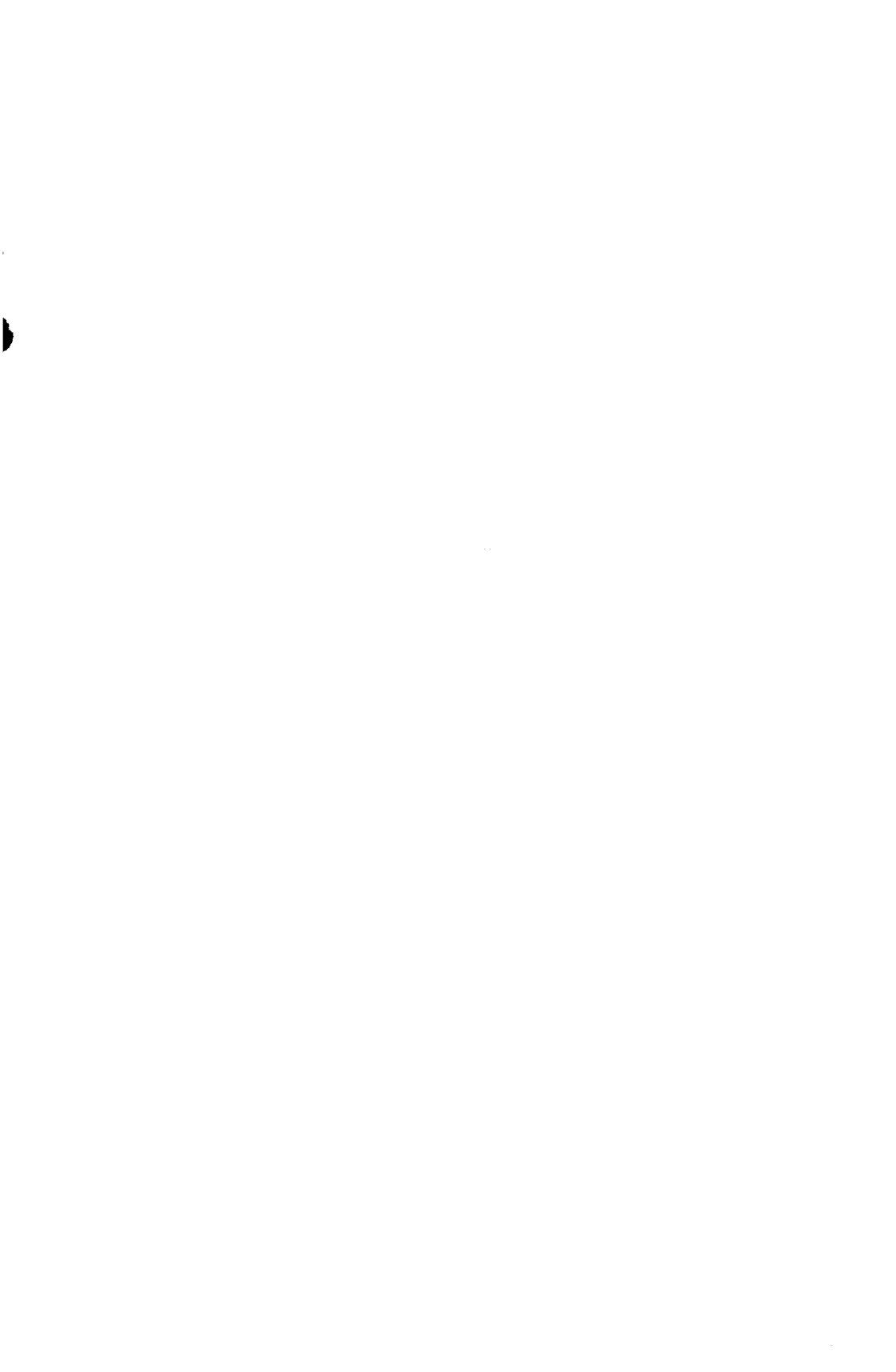










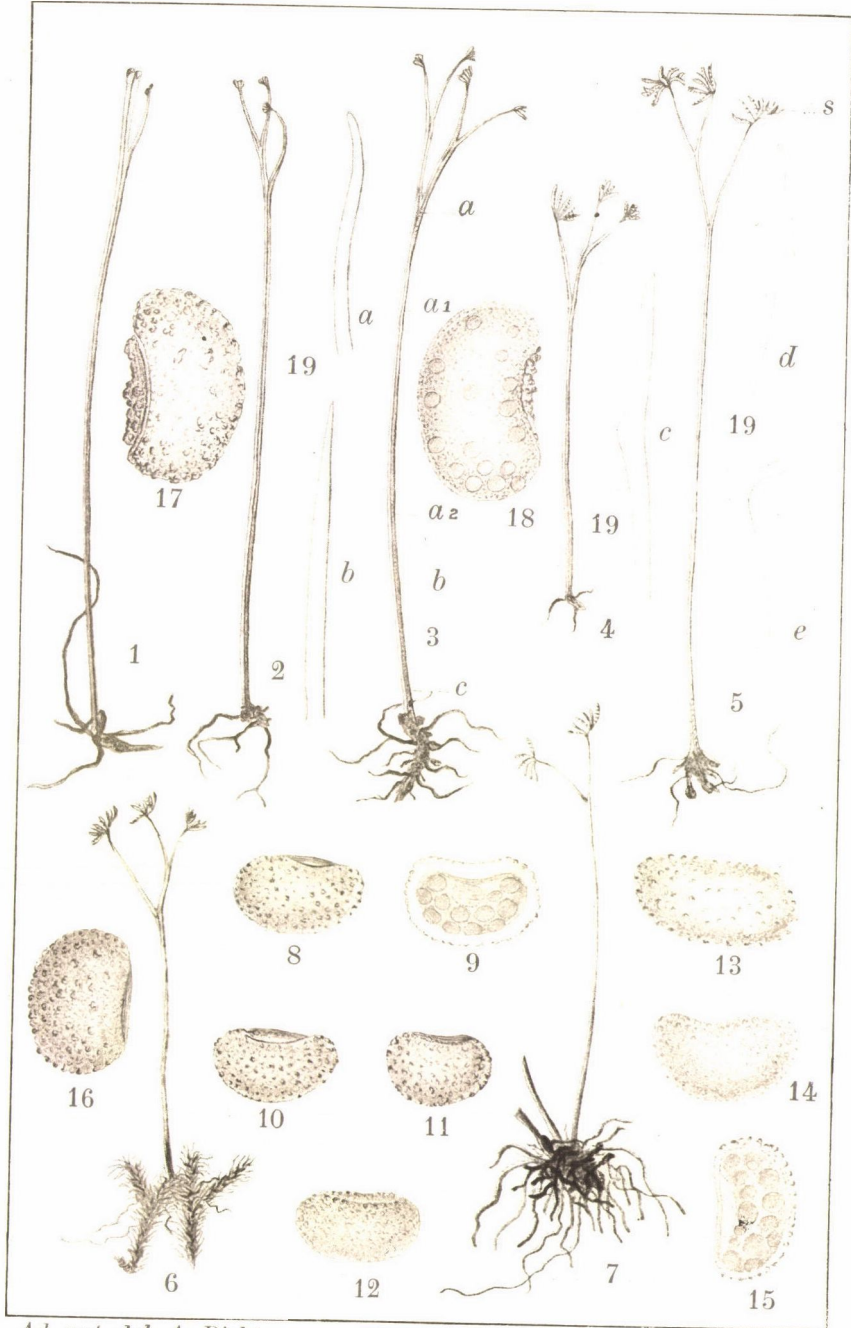




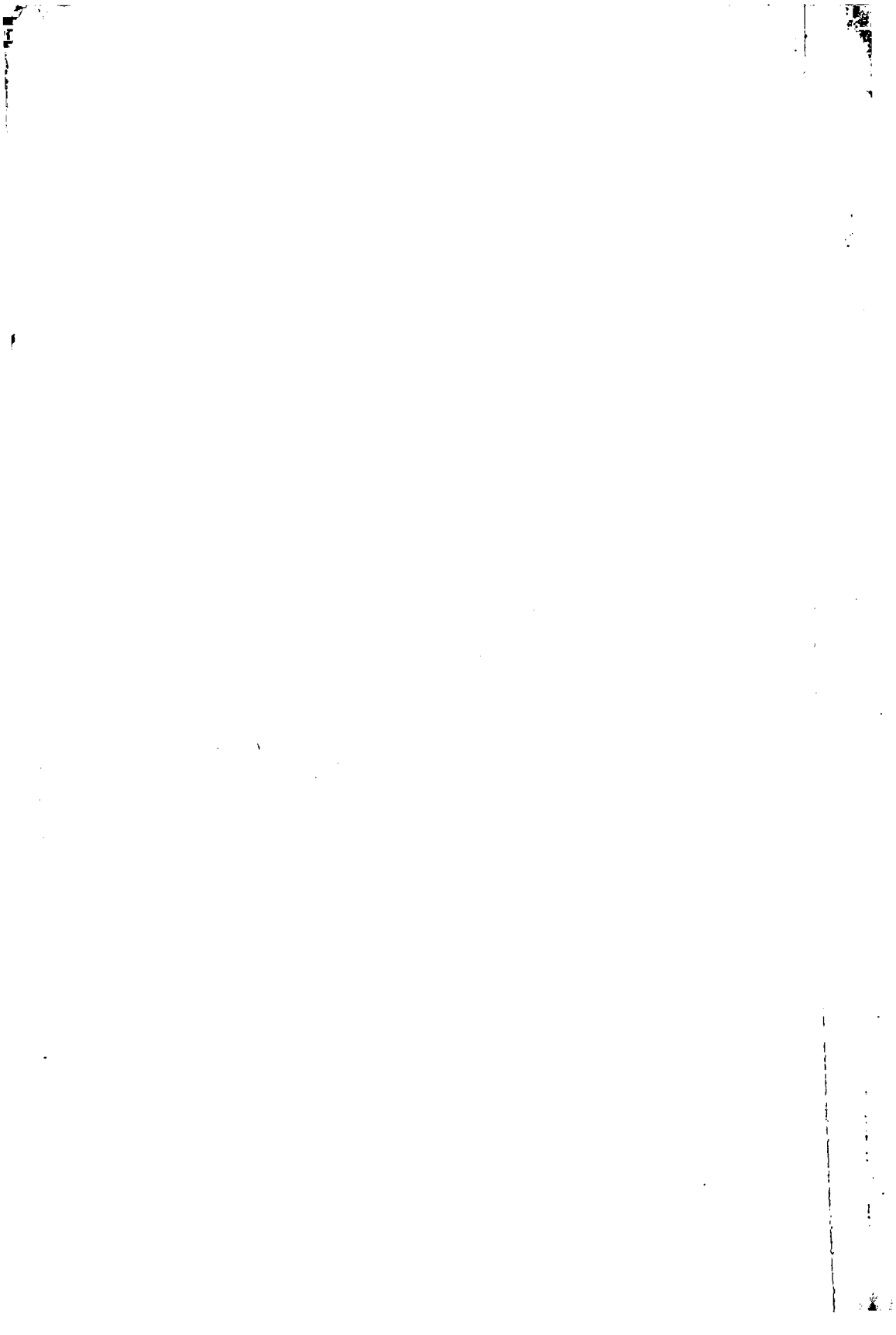
1. kép. Közönséges levegőn nevelt *Robinia hispida* fiatal hajtásairól vett szörképletek jódos reactiójának színes képe.

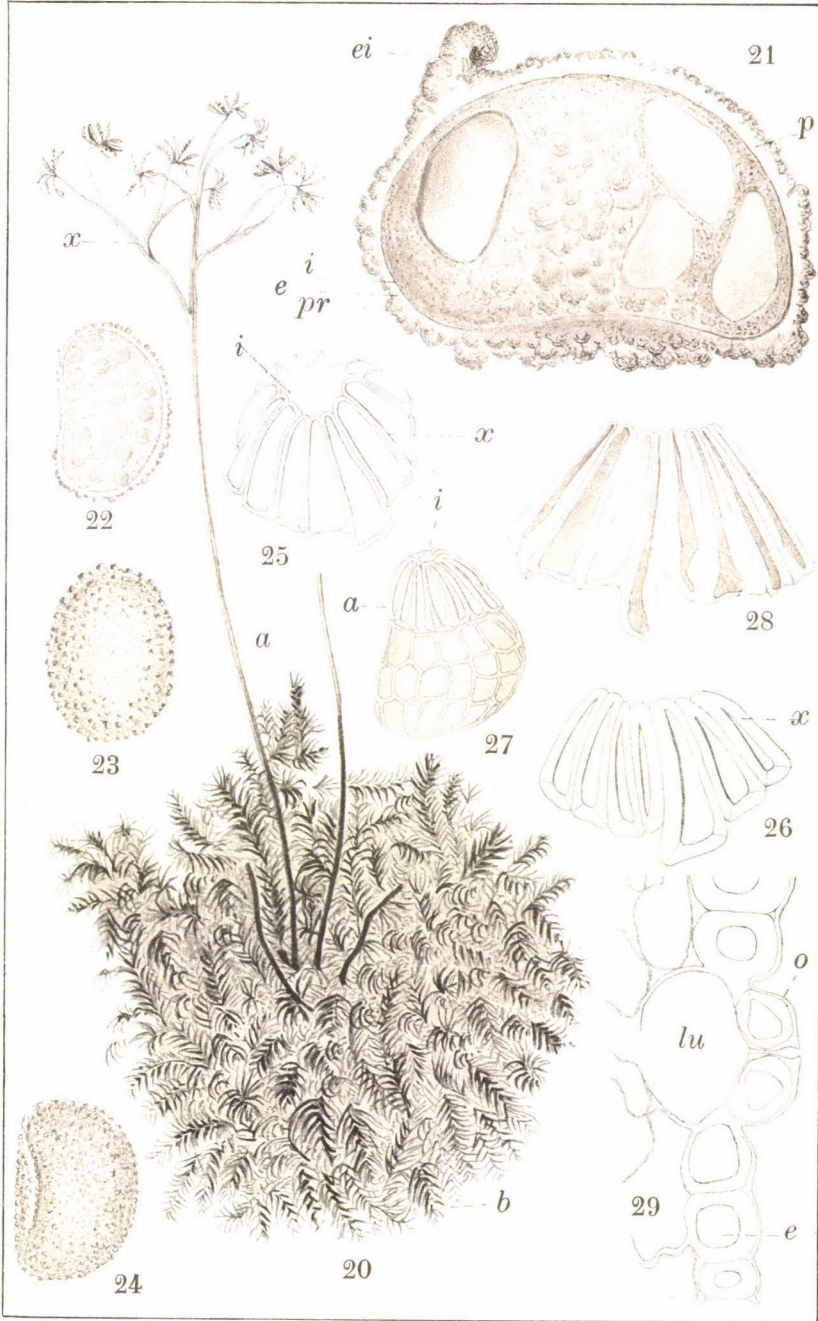


2. kép. Nitrogéngázmentes oxigénben nevelt *Robinia hispida* fiatal hajtásairól vett



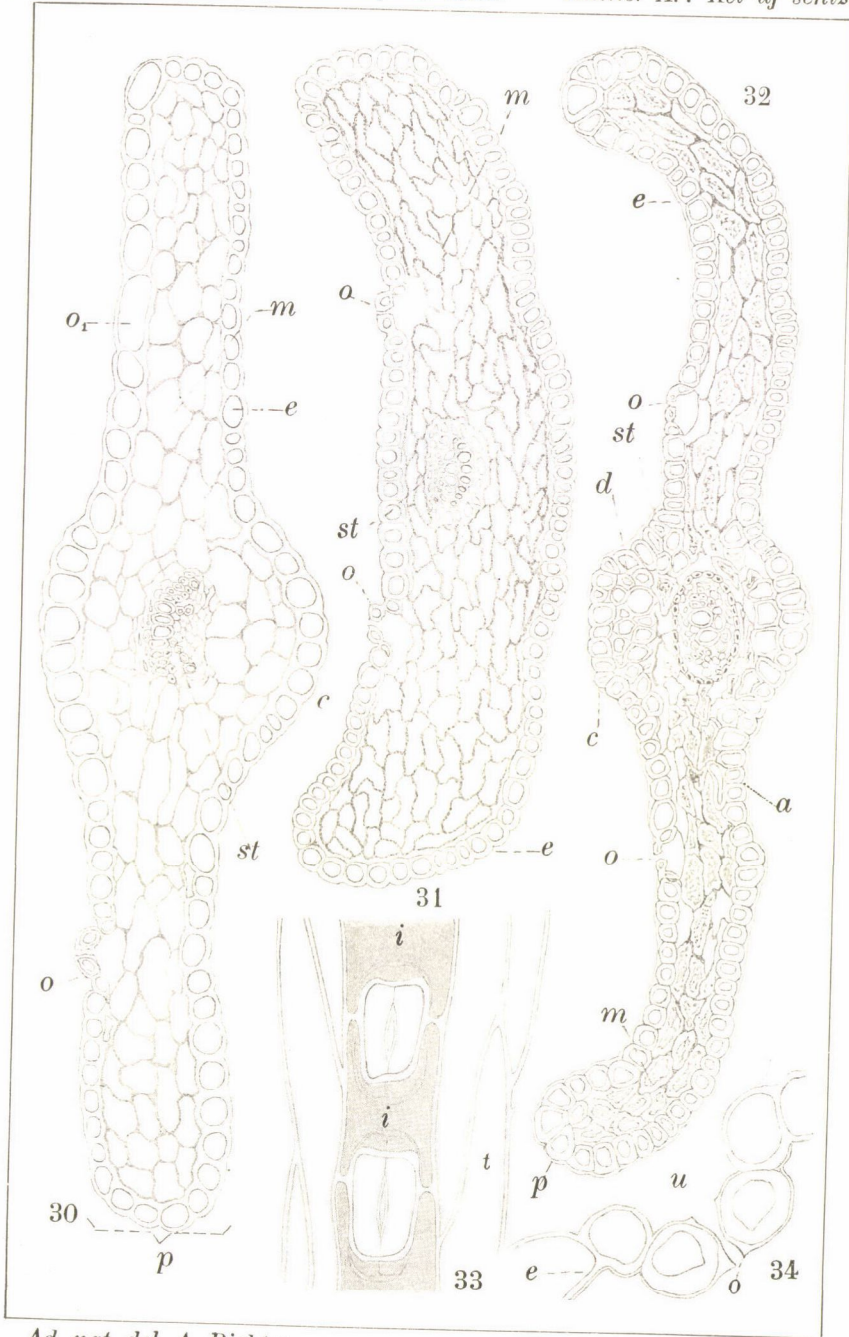
Ad nat. del. A. Richter.



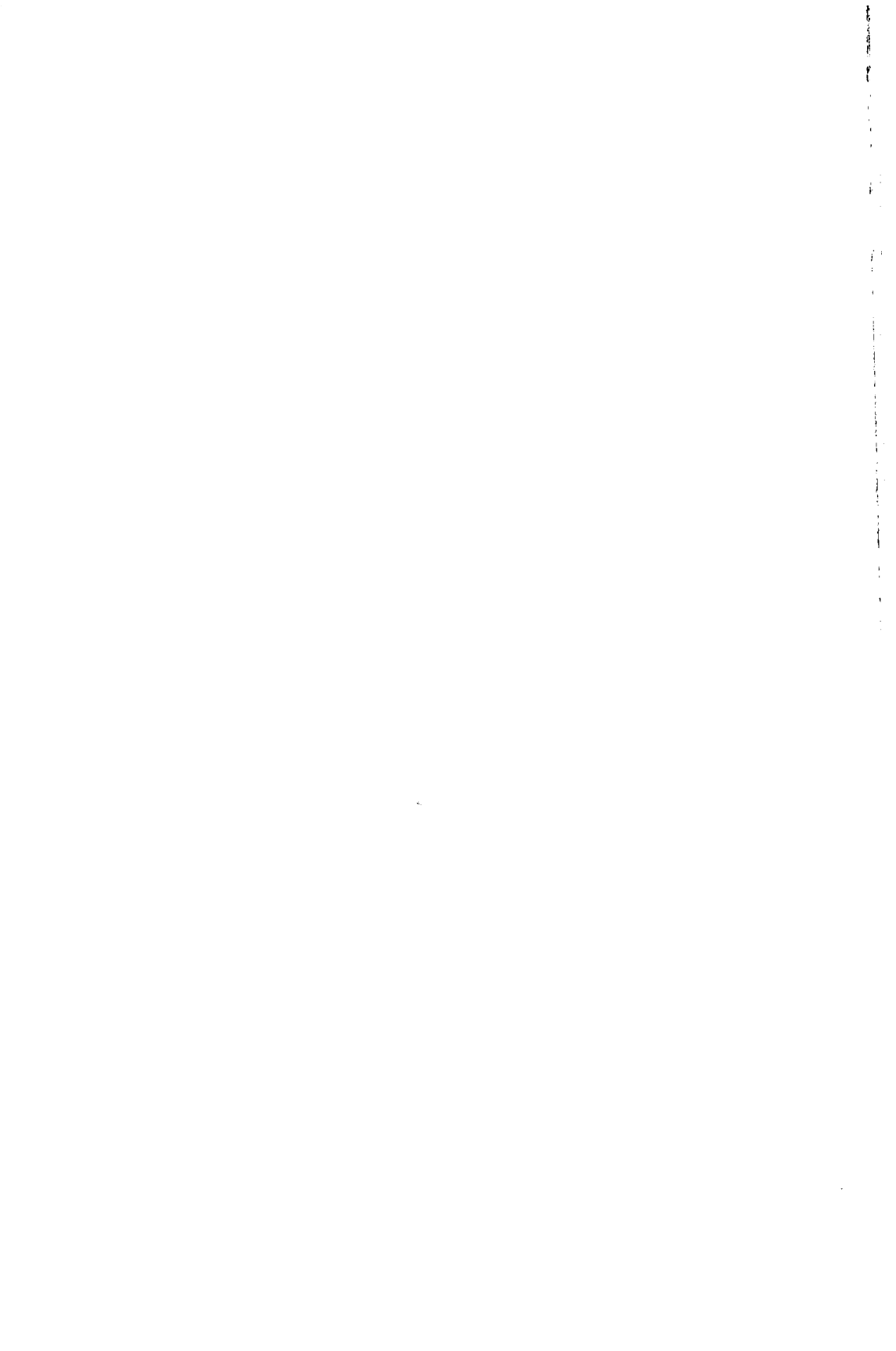


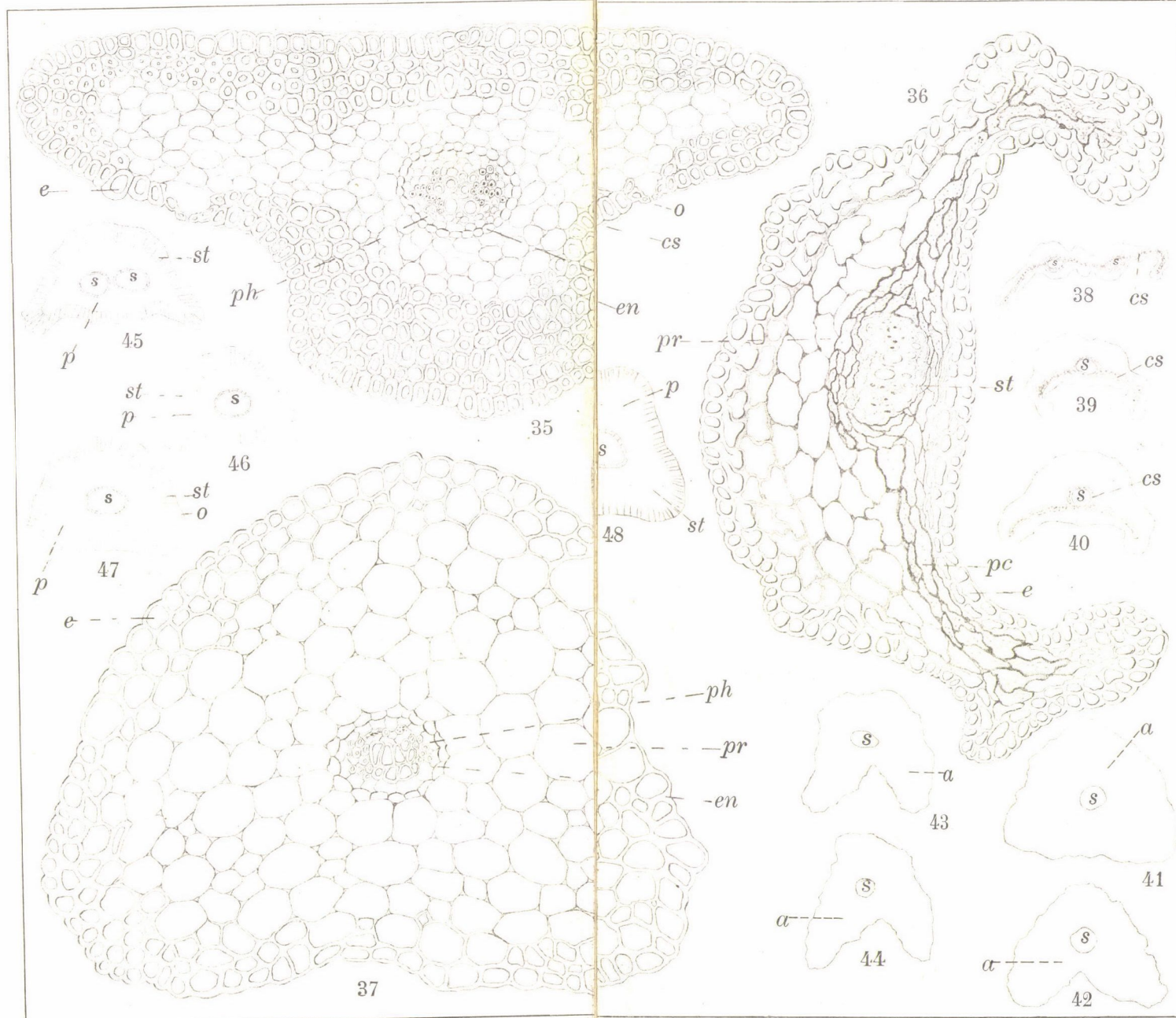
Ad nat. del. A. Richter.



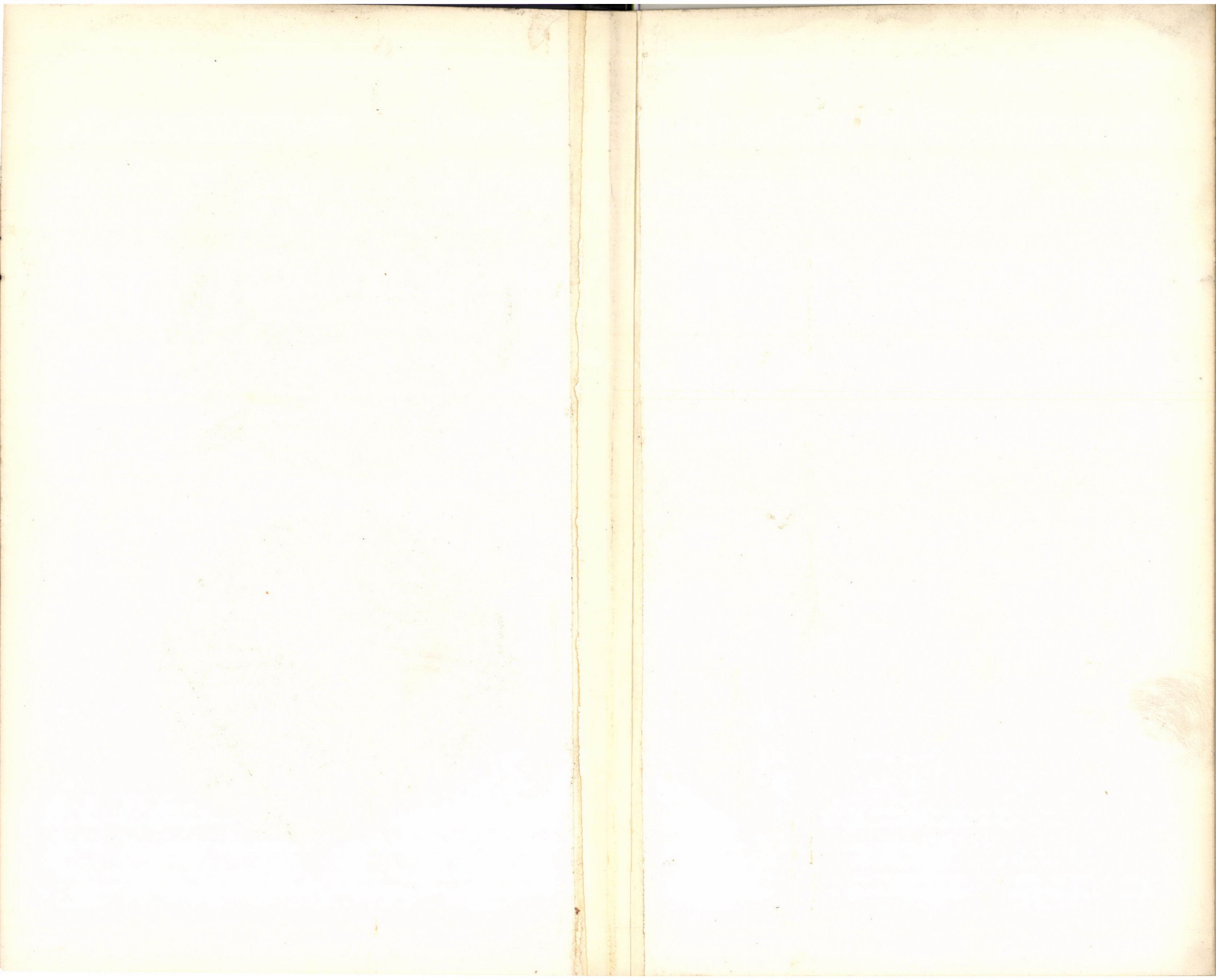


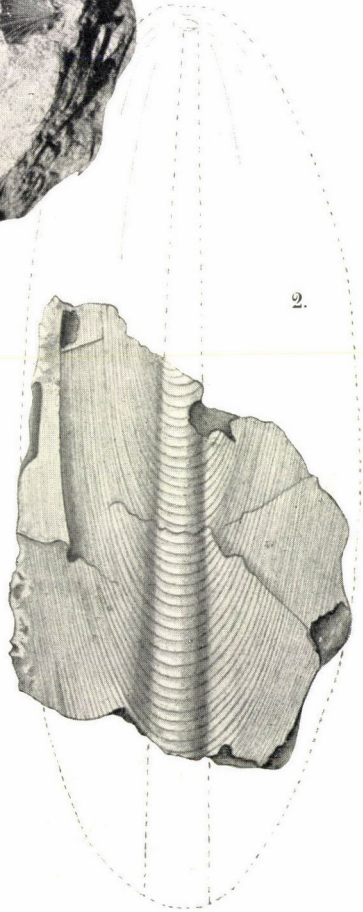
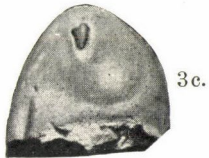
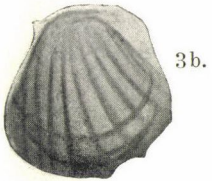
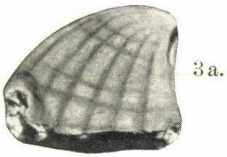
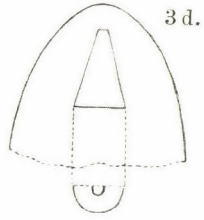
Ad nat. del. A. Richter.

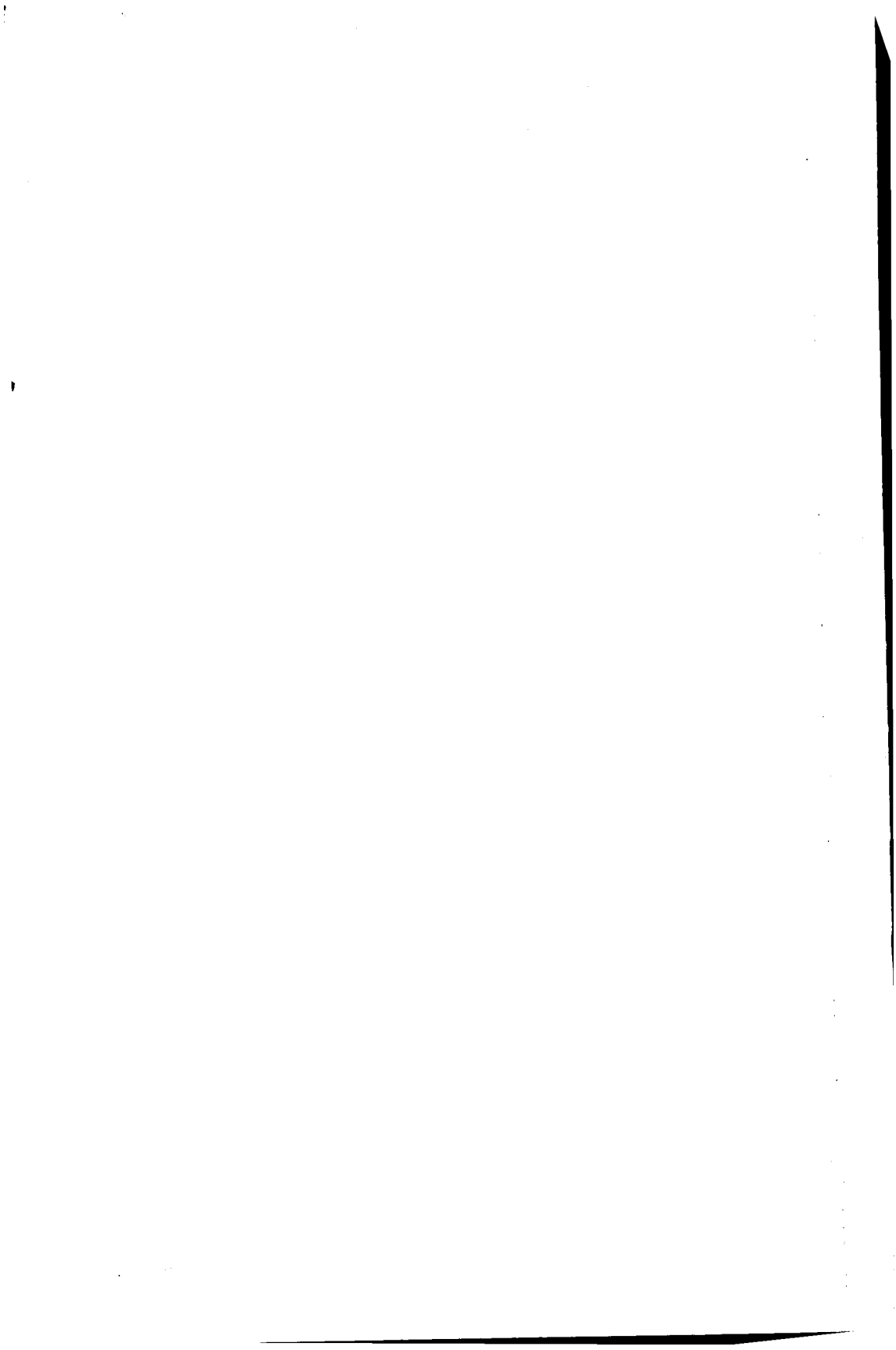




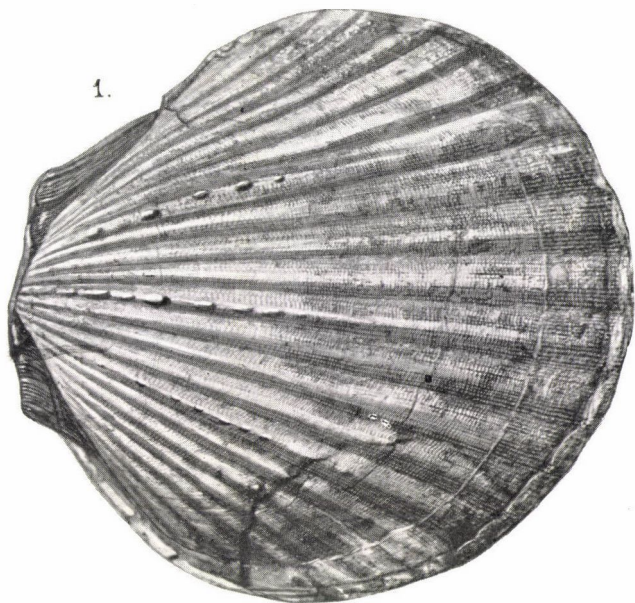
Ad nat. del. A. Richter.







1.



2.

