

50639

N. 49.

MATHEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADEMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI

KÖNIG GYULA

OSZTÁLYTITKÁR.

HUSZONKETTEDIK KÖTET.

1904.

Egy szelvénytáblával és négy táblával.

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

1904.

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



N
131
1904



FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA.

TARTALOM.

	Lap
AUER HENRIK: Hydrogencyanid képződése az elektromos ívben	448
ÁRKÖY JÓZSEF: Néhány eddig ismeretlen reductiós jelenségről a fogakon	21
BAKAY LAJOS: Vizsgálatok emberi s néhány emlős embryo kéztövén	107
BODON KÁROLY: Vizsgálatok emberi kóros folyadékok molekulás concentratio-viszonyairól	173
BUGARSZKY ISTVÁN: Új módszer az æthylalkohol quantitativ meghatározására	54
DETRE LÁSZLÓ és SELLEI JÓZSEF: A sublimát véroldő hatásáról	199
FRÖHLICH IZIDOR: Üvegrácsokról visszaverődve-elhajlított fény polarizációs-viszonyai általános törvényszerűségének kísérleti megállapítása	207
GUSZMAN JÓZSEF: Kísérletes vizsgálatok bőrreszek implantatiójával	191
JANCSÓ MIKLÓS: Vizsgálatok a malaria-paraziták továbbfejlődéséről az Anophelesekben	123
KALECSINSZKY SÁNDOR: A nap melegének accumulatioja különféle folyadékokban	29
KÁROLY IRÉN: A Hertz-féle hullámok áthatolása az elektrolyteken	313
KHERNDL ANTAL: A statikailag határozatlan reactiójú csuklós tartók grafikai elméletéről	61
KÖCH ANTAL: A rudobánya-szentandrás hegyvonulat geologiai viszonyai. (Szelvénytáblával)	132
KONEK FRIGYES: Organikus vegyületek phosphor- és nitrogentartalmának quantitativ meghatározása natriumperoxyddal	92
— Natriumperoxyd-baryt-módszer	97
— és ZÖHLS ARTHUR: Quantitativ nitrogen-meghatározás szerves anyagokban natriumperoxyddal	168
KÖVESLIGETHY RADÓ: A nagy földrengések energiája	146
LENARD FÜLÖP és KLATT VIRGIL: Földalkáliphosphorokról	460
LÖRENTHEY IMRE: Palæontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből	160

	Lap
ÓNODI ADOLF: A homlokcsont üregeinek ismeretéhez	1
— Az orr melléküregeinek dehiscentiái	79
— és ENTZ BÉLA: Keratosis pharyngis (I.—IV. tábla)	341
RADOS GUSZTÁV: Adalék a szabályos sokszögek elméletéhez	66
— Az általános körosztási egyenlet discriminánsa	115
SCHAFARZIK FERENCZ: Adatok a szepes-gömöri érczhegység pontosabb geologiai ismeretéhez	414
SCHLESINGER LAJOS: Riemann-nak a lineár differenciálegyenletek elmé- letére vonatkozó töredékéről és az ahhoz csatlakozó újabb vizsgá- latokról	328
SCHLESINGER LAJOS: A lineár differenciálegyenletek elméletéhez	486
TANGL FERENCZ és FARKAS KÁLMÁN: Vizsgálatok a megtermékenyített pisztrángpete anyag- és energiaforgalmáról	180
WITTMANN FERENCZ: Változó áram- és mágneses jelenségek vizsgálata	373

A HOMLOKCSONT ÜREGEINEK ISMERETÉHEZ.

ÓNODI ADOLF I. tagtól.

Harmincz fej képezte vizsgálataim tárgyát a homlokcsont üregeit illetőleg. Ezen vizsgálatok eredményei nagyon érdekesek és tanulságosak gyakorlati szempontból. A szóban forgó üregek morphologiai részét nem érintem, mert elsősorban a sebészi beavatkozások, továbbá az orbitalis és cerebrealis szövődmények kérdését illetőleg jelentőséggel nem bír, azonfelül morphologiai kérdések még megoldásra várnak és különböző nézetek összehangzásba hozandók, melyekkel STEINER,¹ ZUCKERKANDL,² KILLIAN,³ GRAF SPEE⁴ stb. bonczani és fejlődéstani dolgozataiban és könyveiben találkozunk. Miután csak a leirandó viszonyok gyakorlati érdekét tartjuk szem előtt, azért a homlokcsont általános megjelölésére, a pikkelyes rész és az orbitalis rész üregeinek leírására szorítkozunk. Mint ismeretes, a homloküreg a látónyílásig és a homlokcsont orbitalis részében különböző nagyságban terjedhet. Gyakorlati szempontból azon üregekre nézve, melyek a homlokcsont orbitalis részében foglaltatnak és a homloküregtől csontos válaszfalak által teljesen vagy csak részben vannak elválasztva, az orbitalis sejt, cellula orbitalis megjelölést alkalmazzuk. Ezzel elkerülünk minden összetévesztést, miután az egyes üregek homologiáját nem érintjük, továbbá a morphologiai fejtegetéseknek, mint már említettük, gyakorlati szempontból jelentőségük nincsen.

¹ LANGENBECK's Archiv. 1872. Bd. XIII.

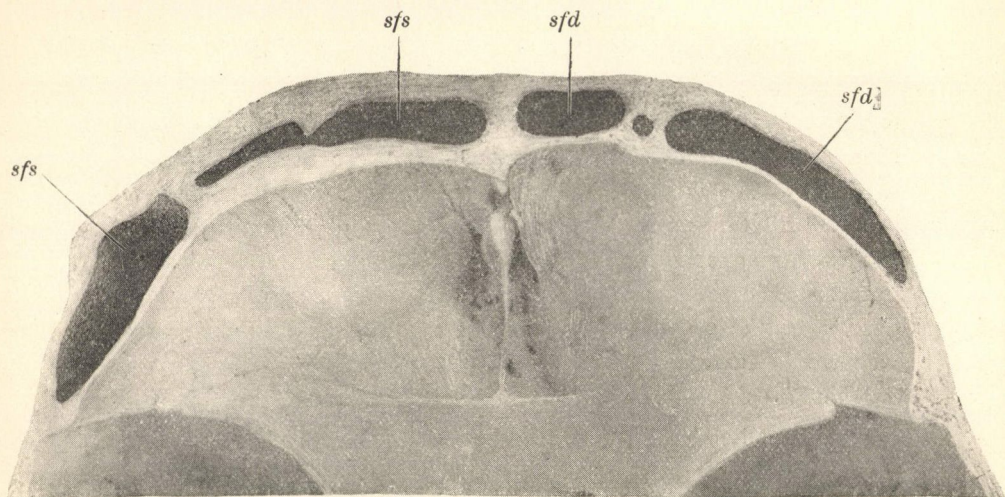
² Anatomie der Nasenhöhle, 1893.

³ Archiv f. Laryngologie, Bd. III., IV.

⁴ BARDELEBEN's Handbuch der Anatomie des Menschen, 1896.

Ezen bevezetés után rátérünk vizsgálataink eredményeinek leírására, melyek harmincz fejre vonatkoznak. Előbb az egyes készítményeket ismertetjük, melyeket természetes nagyságban adtunk vissza.

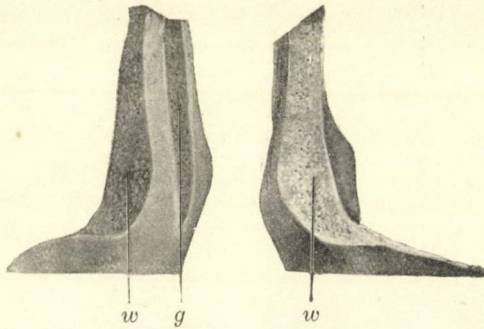
Ezen esetekben a homloküregnek legkülömbözőbb kiterjedését találtam. Egy esetben a homloküreg hátrafelé a látónyílásig ért, egy másik esetben a homlokdudorokig. Egy esetben a homlokön végig bal oldalt 20, jobb oldalt 10 mm.-nyire a halántékökbe. Ezen felette ritka kiterjedést érzékíti az 1. ábra. A bal homloküreg (*sfs*) a halántékökben egészen az íksont nagy szár-



1. ábra.

nyáig terjed, a középső koponyaárkot és a fissura orbitalis superiorit érinti. A homloküreg fala papírvékonyágú és a halántékök és a fissura orbitalis superior között 25 mm. széles és 10 mm. magas és egyidejűleg a legmellsőbb és legfelsőbb falát képezi a középső koponyaárkoknak. A jobb homloküreg (*sfd*) 10 mm.-nyire terjed a halántékökbe.

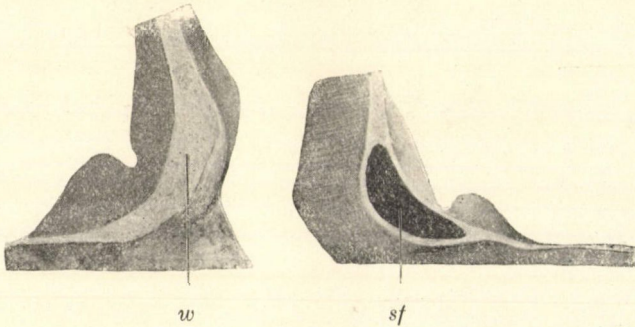
A homloküreg ezen jelzett nagy kiterjedései mellett a következő esetekben a homloküregnek és pikkelyes részletének hiányát észleltük. A 2. ábra egy készítményt mutat, hol mind a két homloküreg teljesen hiányzik.



2. ábra.

A középén egy cm. széles csontrészlet (*g*) lett kifürészelve és ott is csupán csontállományból áll a fal (*w*), melynek vastagsága itt 10 mm., oldalt 8 mm.

A 3. ábra egy készítményt érzékit, mely bal oldalt a homloküreg jelenlétét, jobb oldalt annak hiányát mutatja. A hol a hom-

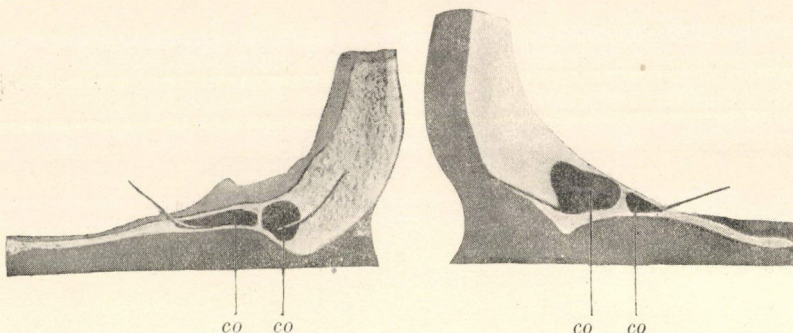


3. ábra.

loküreg hiányzik, ott a homlokcsont fala (*w*) 8 mm. vastag, a másik oldalon a homloküreg (*sf*) 23 mm. hosszú, 31 mm. magas, rendszeren nyílik, mellső fala 1 mm. vastag.

A 4. ábra egy készítményt érzékit, melyen mindkét oldalon a homloküreg a homlokcsont verticalis, vagyis pikkely részén hiányzik, és csupán a horizontális vagyis orbitalis részén egy válaszfal által nem teljesen elválasztott orbitalis sejtek (*co*) vannak jelen. A homlokcsont pikkely részének átmérője 10 mm.

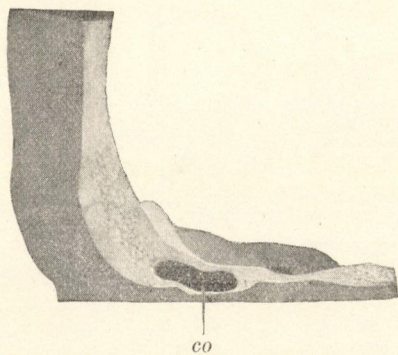
Jobb oldalt az orbitalis sejt egész hossza 16 mm., szélessége 11 mm., magassága 11 mm., egy nyílás vezet a középső orrjáratba.



4. ábra.

Bal oldalt az orbitalis sejt elől egy keveset a pikkely részhez ér, egészben 16 mm. hosszú és széles, 15 mm. magas, egy nyílás vezet a középső orrjáratba.

Az 5. ábra egy készítményt mutat, melyen bal oldalt a homloküreg a pikkely részén hiányzik, a homlokcsont itt 10 mm. vastag.



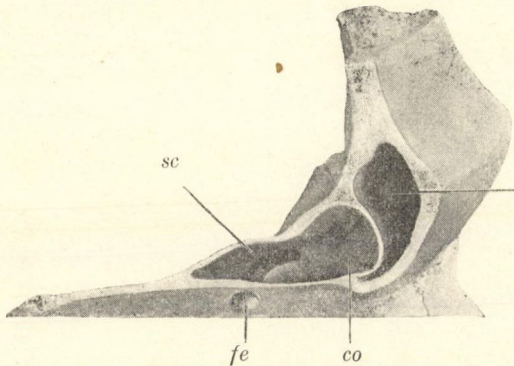
5. ábra.

Egy orbitalis sejt (co) van jelen, mely 14 mm. hosszú, 10 mm. széles, 12 mm. magas, a középső orrjáratba nyílik.

Jobb oldalt a homloküreg 25 mm. hosszú, 33 mm. széles, 24 mm. magas, rendszeren nyílik, a foramen ethmoideale anterius hátul és belül ívalakban egy 5 mm. hosszú félcsatornába vezet, mely a mellső koponyaárokba nyílik.

Mielőtt a többi készítmény leírását folytatnám, ezen épen említett félcsatornát egy ábrában érzékitem, miután különböző hosszú lefutásban többször fogunk vele találkozni. A 6. ábra szépen mutatja ezen félcsatorna egész lefutását egy orbitalis sejtben. Összeköti az orbitalis sejtet, más esetben a homloküregét belül-

ről a mellső koponyaárokka, kívülről a szemüreggel. A foramen ethmoideale anterius (*fe*) egy félcsatornába folytatódik (*sc*), mely az orbitalis sejt (*co*) hátsó mediális falán ezen esetben 10 mm. hosszú, egy hosszukás réshez vezet, mely a mellső koponyaárokba nyílik. Ezen készítmény egyenesen a demonstrálás céljából lett felvéve, a többi készítményeken az üregek vannak feltüntetve és a félcsatorna, a hol előfordul, csak említve van.

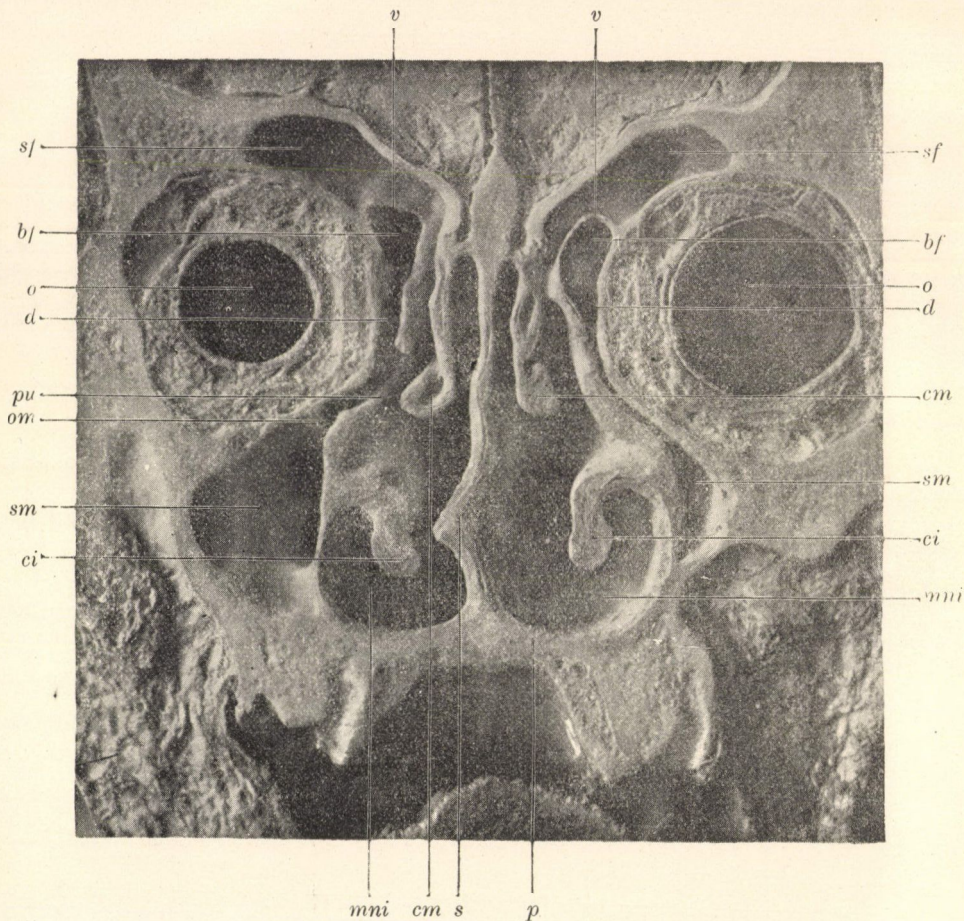


6. ábra.

A következőkben azon készítményeket mutatjuk be, a melyek a bulla frontalis viszonyát érzékitik a homloküreghez és az orbitalis sejtekhez. Öt esetben észleltük a bulla frontalist, egyszer mind a két oldalon.

Két felelkező homlokmetset érzékiti mindkét oldalon a bulla frontalis jelenlétét: mindkét oldalon 20 mm. magas és 13 mm. széles, a hossza bal oldalt 20 mm., jobboldalt 28 mm. Mindkét metszeten áttekinthető külön nyílása a középső orrjáratba. A homloküreg mindkét oldalon 30 mm. széles, és 11 mm. magas, hossza a bal oldalon 14 mm., a jobb oldalon 20 mm. A bulla frontalis előtt nyílik a középső orrjáratba.

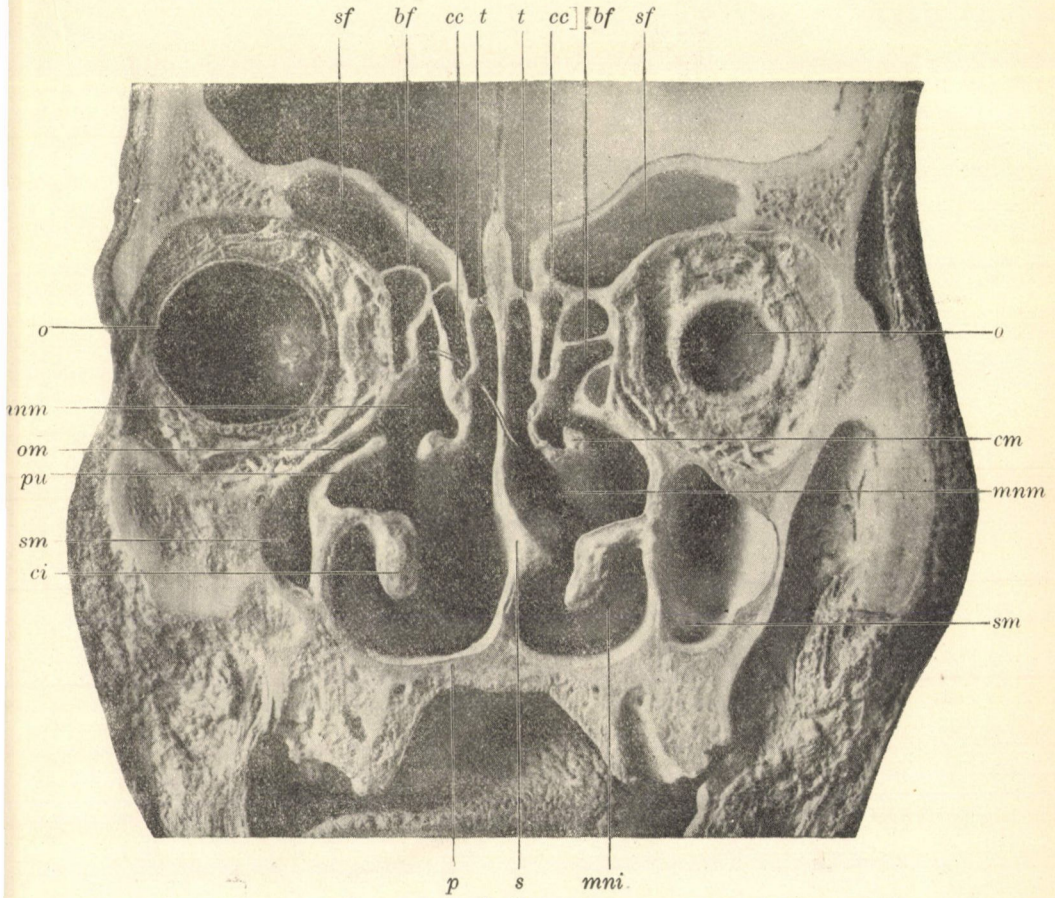
Az egyik fejen jobb oldalt, mint a 9. ábra mutatja, egy nagy bulla frontalis (*bf*) van jelen, mely 17 mm. hosszú, 22 mm. magas és 21 mm. széles, egy vékony falzatú üres golyót mutat, mely a homloküregbe van ékelve. A homloküreget mellső részében mintegy felényire szűkíti, a felső faltól helyenként csak egy-két



7. ábra.

Homlokmetset. Mindkét oldalon kiterjedt bulla frontalis van jelen, vékony fala által a homloküreg egy alsó és felső részletre látszik osztva lenni. *sf* homloküreg, *cm* középső kagyló, *o* szem, *om* a Highmorüreg nyílása, *pu* processus uncinatus, *sm* Highmorüreg, *ci* alsó kagyló, *s* orrsövény, *p* kemény szájpad, *mni* alsó orrjárat, *bf* bulla frontalis, *v* válaszfal a homloküreg és a bulla frontalis között, *d* bulla frontalis kivezető csatornája.

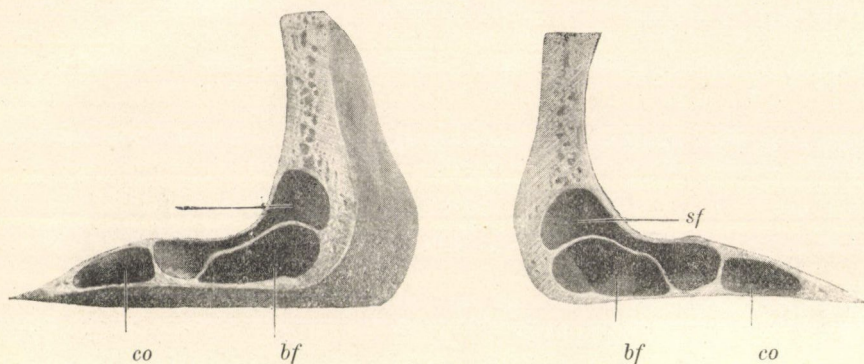
mm.-nyi tér választja el és a homloküreg előtt nyílik a középső orrjáratba. A homloküreg (*sf*) 25 mm. hosszú, 6 mm. magas és 34 mm. széles, mellső fala 5 mm. vastag, a középső orrjáratba a bulla frontalis mögött nyílik. Egy orbitalis sejt (*co*) van jelen, mely a homloküregtől teljesen el van különítve, 17 mm. hosszú,



8. ábra.

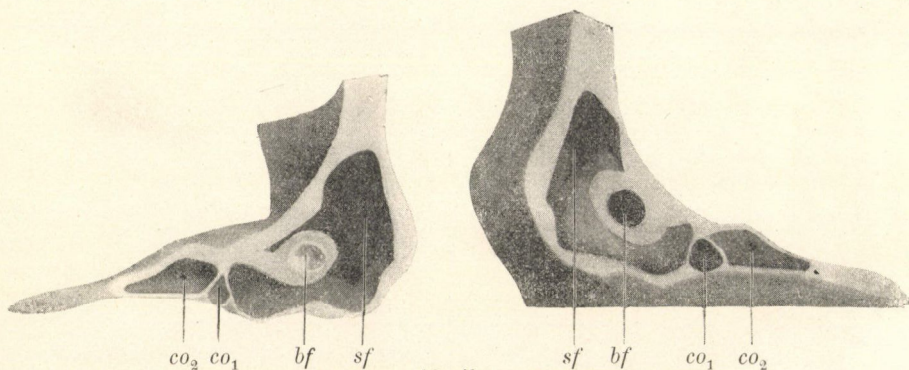
Homlokmetset, hátsó felelkező felülete az előbbi metsetnek. *sf* homloküreg, *cc* a középső kagyló sejtje, baloldalt a sörte a felső orrjáratba való nyílását jelzi, *t* az orrüreg teteje, *cm* középső kagyló, *mmm* középső orrjárat, *o* szem, *om* a Highmorüreg nyílása, *pu* processus uncinatus, *sm* Highmorüreg, *ci* alsó kagyló, *s* orrsövény, *p* kemény szájpad, *mni* alsó orrjárat, *bf* bulla frontalis.

10 mm. magas és 20 mm. széles. A középső orrjáratba nyílik. A foramen ethmoideale anterius ezen orbitalis sejtbe vezet és egy 8 mm. hosszú félszatornában folytatódik ívalakban és egy hosszú-
kás résen a mellső koponyaárokba nyílik. Bal oldalt a sinus fron-
talis 48 mm. széles, 30 mm. hosszú és 32 mm. magas, mellső
falának vastagsága 6 mm., a középső orrjáratba nyílik.



9. ábra.

Az egyik fejen (10. ábra) bal oldalt a homloküreg hátsó falával függ össze, különben vastag falú üres golyóként a homloküregben helyezkedik el a bulla frontalis (*bf*), mely 18 mm. hosszú, 24 mm. magas és 14 mm. széles és a homloküreg (*sf*) mögött

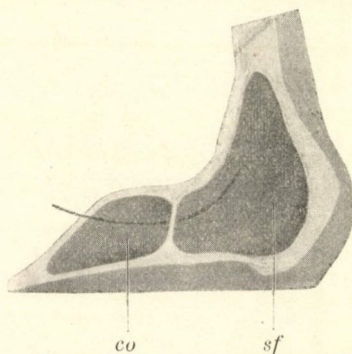


10. ábra.

nyúlik a középső orrjáratba. A homloküreg 26 mm. hosszú, 40 mm. széles és 31 mm. magas, mellső fala 3 mm. vastag és a bulla frontalis előtt nyílik a középső orrjáratba. A homloküreget vékony válaszfalak választják el az első (*co₁*) és második orbitalis sejtől (*co₂*). Mindkét orbitalis sejt egymástól teljesen el van különítve. Az első orbitalis sejt 12 mm. hosszú, 8 mm. magas, 18 mm. széles, a középső orrjáratba nyílik. Az orbitalis sejt hátsó falán, azon válaszfalon, mely a második orbitalis sejtől elkülöníti, a

foramen ethmoideale anterius egy félsatornába vezet, mely 8 mm. hosszúságban halad ívalakban a középső koponyaárokhoz. A második orbitalis sejt 25 mm. hosszú, 10 mm. magas és 21 mm. széles, a felső orrjáratba nyílik.

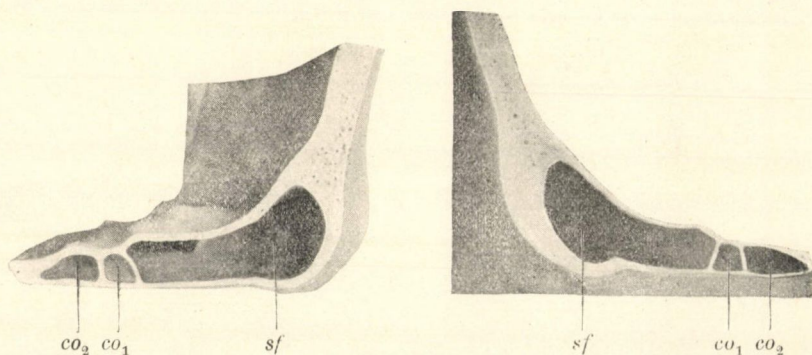
Jobb oldalt (11. ábra) a homloküreg egy részben elválasztott orbitalis sejttel összefolyik belül, a két üreg együttesen 35 mm. hosszú, 36 mm. széles és 31 mm. magas, a középső orrjáratba vezet. A homloküreg mellső falának vastagsága 3 mm.



11. ábra.

Egy kisebb, a homloküregbe emelkedő bulla frontalist egy fejen (12. ábra) a bal oldalon találtam.

Bal oldalt a sinus frontalis, (sf) 30 mm. hosszú, 25 mm. magas, 35 mm. széles. A homloküreg alsó falának hátsó részében egy bulla frontalis emelkedik be, mely 13 mm. hosszú, 10 mm.



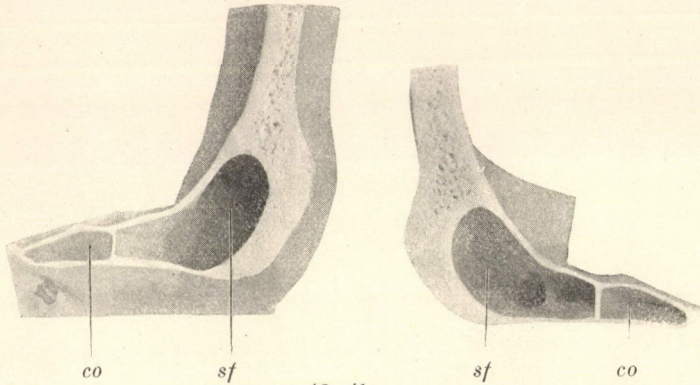
12. ábra.

széles és 3 mm. magas. A homloküreg rendszeren nyílik. Az első elkülönített orbitalis (co_1) sejt 5 mm. hosszú, 16 mm. széles, 11 mm. magas, a felső orrjáratba nyílik. A homloküreg mellső falának vastagsága 5 mm., a foramen ethmoideale anterius egy 7 mm. hosszú félsatornába vezet, mely az orbitalis sejt hátsó falán ívalakban halad a mellső koponyaárokhoz. A második



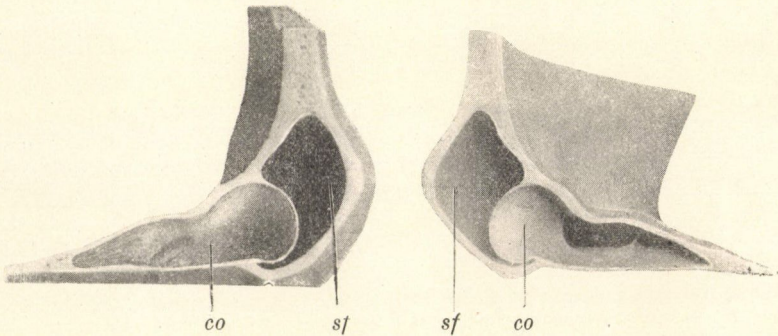
orbitalis sejt (co_2) 10 mm. hosszú, 16 mm. széles, 12 mm. magas, a felső orrjáratba nyílik.

Jobboldalt (13. ábra) a homloküreg (sf) 23 mm. hosszú, 32 mm. széles, 22 mm. magas, rendszeren nyílik, mellső falának



13. ábra.

vastagsága 5 mm. Az orbitalis sejt (co) elkülönített, 16 mm. hosszú, 22 mm. széles, 11 mm. magas, a felső orrjáratba nyílik. A foramen ethmoideale anterius az orbitalis sejtben egy 8 mm. hosszú félszatornába vezet, mely ívalakban a mellső koponya-árokba nyílik.

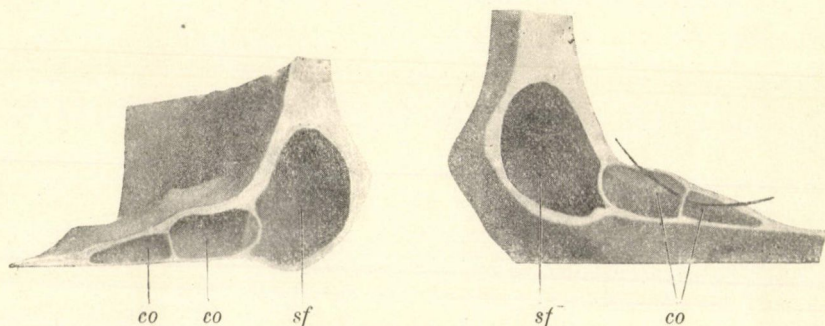


14. ábra.

Egy fejen (14. ábra) jobb oldalon egy homloküreg és egy orbitalis sejt van jelen. A jobb oldalon a homloküreg (sf) 23 mm. magas, 30 mm. széles, 13 mm. hosszú, mellső falának

vastagsága 2 mm., a középső orrjáratba nyílik. Az elkülönített orbitalis sejt (*co*) mellől erősen bedomborodik a homloküregbe, 27 mm. hosszú, 19 mm. magas és 29 mm. széles, a középső orrjáratba nyílik. A for. ethm. ant. egy 10 mm. és 1½ mm. átmérőjű félcsatornába vezet, mely az orbitalis sejt hátsó és medialis falán ívalakban fut egy ovalis nyíláshoz, mely a lamina cribrosa fölött a mellső koponyaárokban fekszik.

A bal oldalon (15. ábra) a homloküreg (*sf*) 28 mm. hosszú, 30 mm. széles, 23 mm. magas, mellső falának vastagsága 2 mm., a középső orrjáratba nyílik. Két orbitalis sejt (*co*) van jelen, melyeket egy válaszfal csak részben választ el, belül a két sejt

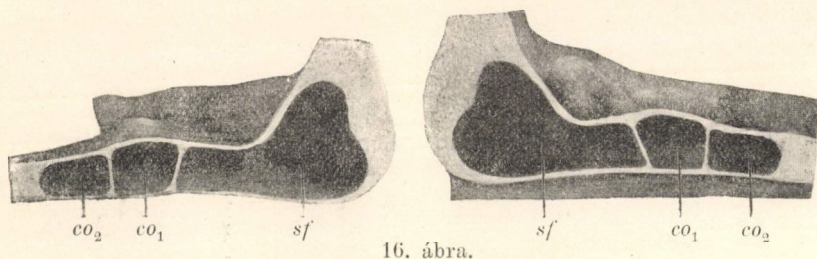


15. ábra.

közlekedik, mindkettő együttesen 21 mm. hosszú, 24 mm. széles és 18 mm. magas, egy nyílás vezet a középső orrjáratba. A foramen ethmoideale anterius egy 7 mm. hosszú félcsatornába vezet az orbitalis sejt hátsó és medialis falán ívalakban és a mellső koponyaárokba nyílik egy ovalis réssel.

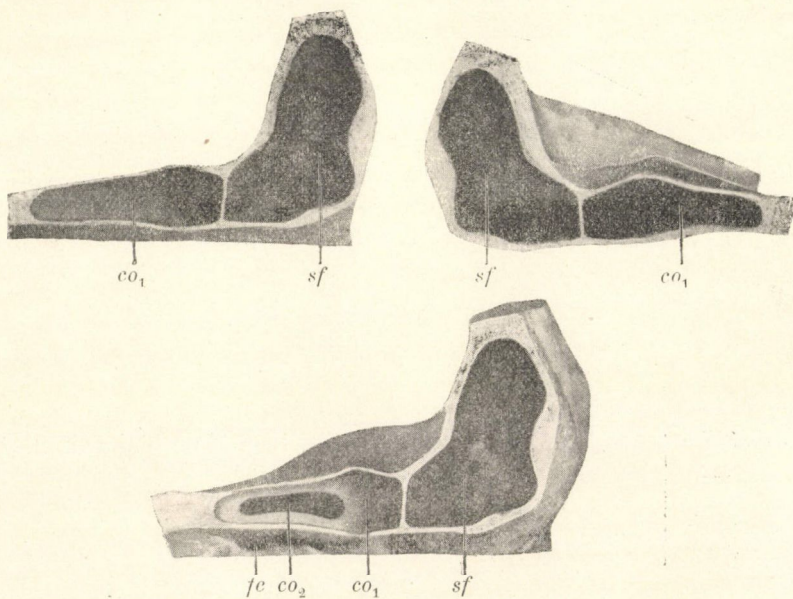
Egy fejen (17. ábra) jobb oldalt a homloküreg (*sf*) 19 mm. hosszú, 35 mm. magas, 32 mm. széles, rendszeren nyílik, mellső fala 2—3 mm. vastag. Az orbitalis sejt (*co*₁) 25 mm. hosszú, 13 mm. magas és 28 mm. széles, a középső orrjáratba nyílik. Ezen orbitalis sejtnek medialis falát 18 mm. hosszúságban egy másik orbitalis sejt (*co*₂) képezi, mely 13 mm. széles és a foramen ethmoideale anterius (*fe*) egy 10 mm. hosszú félcsatornába vezet, mely a mellső koponyaárokba nyílik, maga az orb. sejt a középső orrjáratba vezet.

Bal oldalt (16. ábra) a homloküreg (*sf*) 25 mm. hosszú és magas, 32 mm. széles, rendszeren nyílik, mellső falának vastagsága



16. ábra.

2—3 mm. Az első orbitalis sejt (*co₁*) 18 mm. hosszú, 11 mm. magas, 22 mm. széles, a középső orrjáratba nyílik. A második

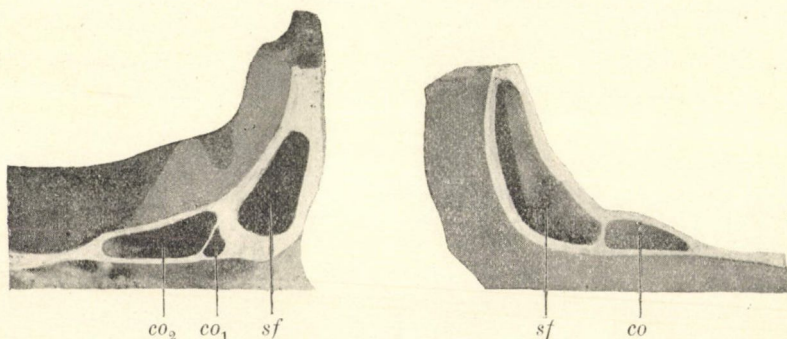


17. ábra.

orbitalis sejt (*co₂*) 4 mm. hosszú, 9 mm. magas, 21 mm. széles, nyílik a felső orrjáratba.

Egy fejen (18. ábra) jobb oldalt a homloküreg (*sf*) 29 mm. széles, 12 mm. hosszú, 30 mm. magas, rendszeren nyílik, mellső

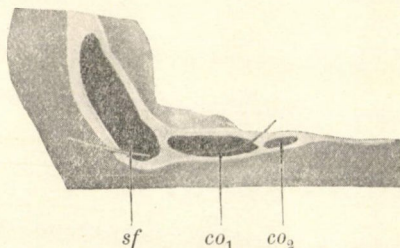
fala 2 mm. vastag. Az egyik orbitalis sejt (co_1) 11 mm. széles, 5 mm. hosszú, 9 mm. magas, a homloküreggel kis nyíláson összefolyik belül. A másik orbitalis sejt (co_2) 17 mm. hosszú, 21 mm. széles, 13 mm. magas, a középső orrjáratba nyílik,



18. ábra.

Bal oldalt a homloküreg (sf) 27 mm. magas, 14 mm. hosszú, 35 mm. széles, rendesen nyílik, mellső falának vastagsága $1\frac{1}{2}$ mm. Az orbitalis sejt (co) elkülönített, 12 mm. hosszú és magas, 15 mm. széles, a középső orrjáratba nyílik. A foramen ethmoidale anterius 7 mm. hosszú félsatornába vezet, mely a mellső koponyaárokba nyílik.

Egy fejen (19. ábra) bal oldalt a homloküreg (sf) 21 mm. hosszú, 32 mm. magas, 20 mm. széles, 2 mm. vastag. Az első orbitalis sejt (co_1) nincsen teljesen elkülönítve, közlekedik a homloküreggel, együtt egy nyílással bírnak a középső orrjáratba és az együttes hosszúság 21 mm.

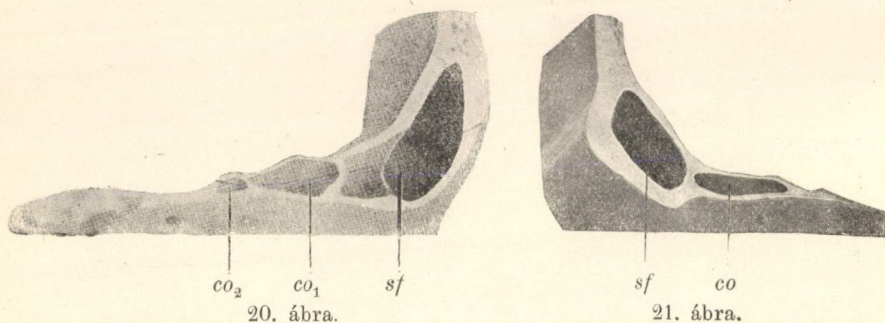


19. ábra.

A második orbitalis sejt (co_2) el van különítve, 9 mm. hosszú, 10 mm. magas és 12 mm. széles, a középső orrjáratba nyílik. A foramen ethmoidale anterius a második orbitalis sejt hátsó falán 4 mm. hosszú félsatornába vezet, mely a középső koponyaárokba nyílik. Jobboldalt a homloküreg hátsó falán a foramen

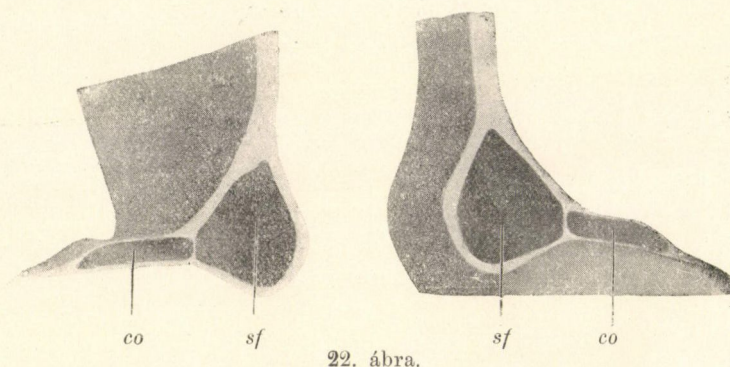
ethmoideale anterius egy 8 mm. hosszú félszatornába vezet, mely a mellső koponyaárokba nyílik.

Egy fejen (20. ábra) jobb oldalt a homloküreg két orbitalis sejttel egy-egy nyíláson belül közlekedik. Az egész hossza a három nem teljesen elkülönített üregnek 35 mm., a homloküreg



szélessége 28 mm., magasága 28 mm. Egy közös nyílás vezet a középső orrjáratba. A foramen ethmoideale anterius alul és belül halad egy félszatornában ívalakban a középső koponyaárokba, a hossza 7 mm.

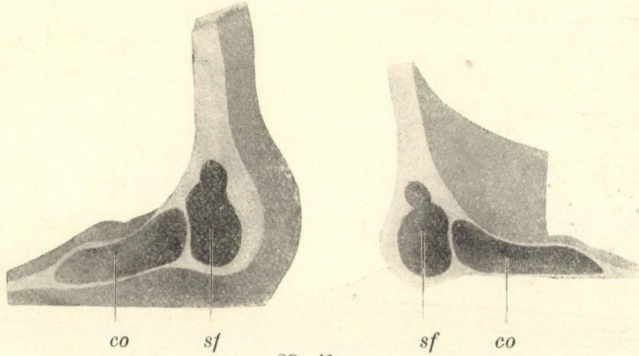
Egy fejen (21. ábra) bal oldalt a homloküreg (*sf*) 26 mm. széles, 23 mm. magas, 12 mm. hosszú, rendszeren nyílik, mellső



fala 3 mm. vastag. Az elkülönített orbitalis sejt (*co*) 28 mm. széles, 14 mm. magas, 18 mm. hosszú, a középső orrjáratba nyílik.

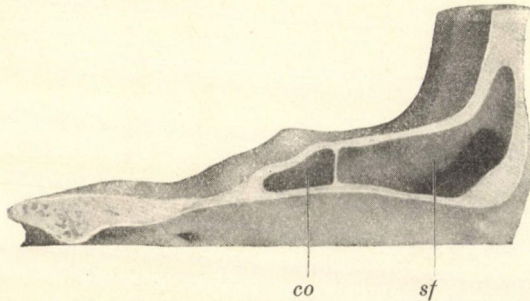
Egy fejen (22. ábra) bal oldalt a homloküreg (*sf*) 33 mm.

széles, 21 mm. magas, 15 mm. hosszú, rendszeren nyílik, mellső falának vastagsága 2 mm. Egy orbitalis sejt (*co*) van jelen, mely 27 mm. széles, 17 mm. hosszú, 12 mm. magas, a középső orrjáratba nyílik. Jobb oldalt (23. ábra) a homloküreg (*sf*)



23. ábra.

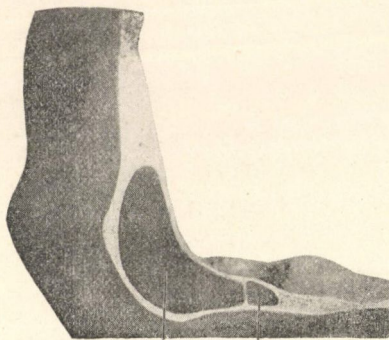
31 mm. széles, 11 mm. hosszú, 22 mm. magas, mellső falának vastagsága 4 mm., rendszeren nyílik. Az elkülönített orbitalis sejt (*co*) 27 mm. széles, 22 mm. hosszú, 17 mm. magas, a középső orrjáratba nyílik.



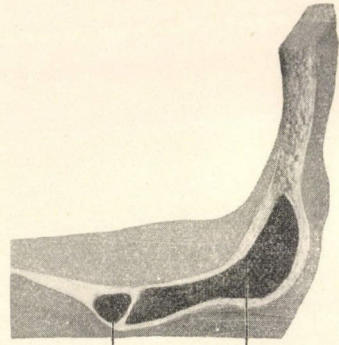
24. ábra.

Egy fejen (24. ábra) jobb oldalt a homloküreg 27 mm. széles, 26 mm. magas, 23 mm. hosszú, mellső falának vastagsága 2 mm. Az orbitalis sejt 21 mm. széles, 20 mm. hosszú, 14 mm. magas, a középső orrjáratba nyílik. A foramen ethmoideale hátul alul egy 7 mm. hosszú félcsatornába vezet, mely ívalakban a mellső koponyaárokba nyílik.

Egy fejen (25. ábra) bal oldalt a homloküreg (*sf*) 20 mm. hosszú, 25 mm. magas, 26 mm. széles, rendszeren nyílik, mellső fala 2 mm. vastag. Az orbitalis elkülönített sejt (*co*) 11 mm. széles, 10 mm. hosszú, 11 mm. magas, a középső orrjáratba

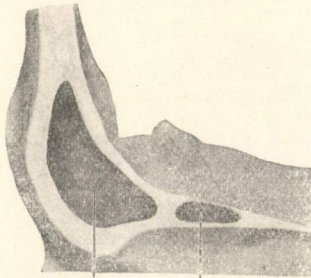


sf *co*
25. ábra.



co *sf*
26. ábra.

nyílik. Jobb oldalt (26. ábra) a homloküreg (*sf*) 23 mm. hosszú, 26 mm. magas, 27 mm. széles, rendszeren nyílik, mellső fala 2 mm. vastag. Az orbitalis sejt (*co*) 9 mm. hosszú, 12 mm. széles, 10 mm. magas, a középső orrjáratba nyílik. A foramen ethmoideale anterius egy 6 mm. hosszú félcsatornába vezet, mely ívalakban a mellső koponyaárokba vezet.

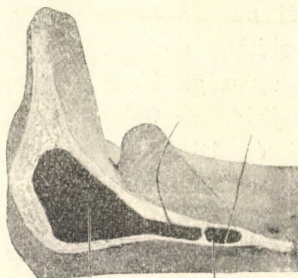


sf *co*
27. ábra.

Egy fejen (27. ábra) bal oldalt a homloküreg 25 mm. hosszú, 26 mm. magas, 21 mm. széles, rendszeren nyílik, mellső falának vastagsága 3 mm. Az orbitalis sejt 16 mm. hosszú, 13 mm. széles, 7 mm. magas, a középső orrjáratba nyílik. A foramen ethmoideale anterius 8 mm. hosszú barázdába vezet, mely ívalakban a mellső koponyaárokba nyílik.

Egy fejen (28. ábra) baloldalt a homloküreg (*sf*) 25 mm. hosszú, 22 mm. magas, 21 mm. széles, a középső orrjáratba

nyílik, mellső fala $2\frac{1}{2}$ mm. vastag közlekedik egy kis orbitalis sejttel (*co*); a foramen ethmoideale anterius 4 mm. hosszú félcsatornába vezet, mely a mellső koponyaárokba nyílik. Egy fejen bal oldalt a homloküreg 28 mm. hosszú, 22 mm. magas, 25 mm. széles, a középső orrjáratba vezet; a foramen ethmoideale anterius benne egy 5 mm. hosszú félcsatornába vezet, mely a mellső koponyaárokba nyílik.



28. ábra.

Feltűnő és gyakorlati szempontból tanulságos a harmincz fejen talált viszonyok összképe. Tanulságos az átvilágítás diagnostikai értékének megítélésére, továbbá a sebészi beavatkozás szempontjából, az orbitalis és cerebrealis complicatiók magyarázatára.

Az üregek kiterjedése a homlokcsontban legkülömbözőbb alakban mutatkozott; egy esetben a szemüreg tetejének lemezei között hátrafelé a foramen opticumig, máskor felfelé a homlokudorokig, egy esetben pedig mindkét oldalon a halántékárokban az iksont nagy szárnyáig terjedtek. Hat esetben hiányzott a homloküreg, és ilyenkor ezen esetekben a homlokcsont átmérője 8 és 10 mm. között ingadozott, különben a homloküreg mellső falának vastagsága 1 és 5 mm. között ingadozott. A könnyebb áttekinthetőség czéljából a homlokcsont függőleges vagy homloki részében levő üreget homloküregnek, a vízszintes vagy szemüri részében levő üreget orbitalis sejtnak jelzem. A homloküreg terjedhet a középső koponyaárokig, csontos válaszfalak teljesen vagy csak részben választhatják el az orbitalis sejtektől. Homloküreg és egy vékony válaszfallal elkülönített orbitalis sejt 11 esetben, homloküreg és egy közlekedő orbitalis sejt 2 esetben, homloküreg és két orbitalis sejt egymástól elkülönítve 2 esetben, homloküreg, közlekedő első orbitalis sejttel és elkülönített második orbitalis sejttel két esetben, homloküreg és két orbitalis sejt egymással közlekedésben egy esetben, elkülönített homloküreg és két közlekedő orbitalis sejt egy esetben volt jelen. Homloküreg egy bulla frontalissal két esetben, homloküreg egy bulla frontalissal és egy

elkülönített orbitalis sejt egy esetben, homloküreg bulla frontalis-sal és két elkülönített orbitalis sejt két esetben volt jelen.

A bulla frontalis hossza 13 és 28 mm., szélessége 10 és 21 mm., a magassága 3 és 24 mm. között ingadozott. Az első orbitalis sejt hossza 5 és 27 mm., szélessége 10 és 29 mm., magassága 10 és 19 mm. között változott. A második orbitalis sejt hossza 9 és 25 mm., szélessége 12 és 21 mm., magassága 9 és 13 mm. között ingadozott. A homloküreg — említett legszélsőbb kiterjedésein kívül — hosszúsága 11 és 35 mm., a szélessége 20 és 40 mm., a magassága 6 és 32 mm. között ingadozott. A homloküreget a jelzett méretekből az orbitalis sejtektől részben vagy teljesen elkülönítő csontos válaszfalak többnyire papírvékonyaságúak. Az orbitalis sejtek szemüri és koponyaüri csontfalai papírvékonyaságúak lehetnek, épenúgy a homloküreg falai, a szemüreg, a mellső koponyaárok felől. Ezen üregek, néhány második orbitalis sejt kivételével, a középső orrjáratba nyílnak.

Vizsgálatainknál észleltük, hogy a foramen ethmoideale anterius vagy a homloküregbe, vagy a tőle részben vagy teljesen elkülönített orbitalis sejtekbe nyílik, ott egy különböző hosszú félcsatornában folytatódik, mely egy hosszukás réssel a mellső koponyaárokba nyílik. *Ezen félcsatornára nézve az irodalomban feljegyzések nincsenek*, gyakorlati fontossága abban van, hogy benne halad a vena ethmoidealis anterior, az ütérrel és ideggel. Ezen félcsatornát 17 esetben találtuk 4, 5, 6, 7, 8 és 10 mm. hosszúságban.

Midőn felhívom a szaktársak figyelmét a homlokcsont üregeinek viszonyaira, elegendő rámutatni gyakorlati jelentőségükre. Részünkről csupán két pontot akarunk röviden érinteni: a sebészi beavatkozást és a complicatiókat a szem és a koponyaűr részéről. A sebészi beavatkozást illetőleg már jeleztem álláspontomat, mely határozottan a teljesen gyökeres sebészi beavatkozás mellett szól, a Killian-féle eljárás mellett. Az alakviszonyok nagy változatossága, valamint az ismertett és érzékített viszonyok mellett csupán a homloküreg gyökeres megnyitásáról és feltárásáról lehet szó.

Az OGSTON-LUC-féle eljárás természetesen gyakran recidivák-

kal van összekötve, mit LERMOYEZ és HAJEK is hangsúlyoznak és maga Luc is említ. A mellső fal részleges eltávolításánál recessusok elnézhetőek és a jelzett üregek a homlokcsontban érintetlenül maradnak. A mellső fal teljes eltávolításával KUHT a helyes utat választotta és az egyidejű alsó fal eltávolítással KILLIAN a radikális eljárást sikerrel tökéletesítette. A csonthid megtartásával cosmetikus szempontból is a szemüreg configurációját megőrizte. A homlok beesése az egyetlen cosmetikus árnyoldala, ez azonban óvatos paraffin-injectiókkal kiegyenlíthető. Az ismertetett viszonyok az egyedül helyes irányt igazolják, a mellső és alsó fal teljes eltávolítását, mely megengedi a recessusok áttekintését, a beékelt zárt üregek eltávolítását, és a homloküreggel kis nyíláson közlekedő vagy tőle vékony falakkal elkülönített orbitalis sejteknek a sebészi feltárás területébe való bevonását.

Másik megjegyzésünk a cerebralis és orbitalis complicatiókra vonatkozik. A vázolt viszonyok mutatják, hogy a kóros folyamatok mily könnyen terjedhetnek a homloküregből a közlekedő nyílásokon vagy a vékony válaszfalakon át az orbitalis sejtekre, továbbá a rostalabyrinthusra és esetleg az iköbölre. A vázolt viszonyok megmagyarázzák, hogy a megnyitás daczára a közlekedő vagy izolált orbitalis sejtek bántalma fennállhat és orbitalis vagy cerebralis complicatiókhoz vezethet. Ezen complicatiók támadhatnak a homloküreg papírvékony falának perforatiója által a szemüreg felé, a mellső és középső koponyaárok felé, továbbá a papírvékony válaszfalakon át az orbitalis sejtek útján a szemüreg és a mellső koponyaárok felé. Az aetiologiában többi közt fel van említve a dehiscencia, továbbá a viszerek, melyek a homloküreget a duralis viszérhálózattal összekötik. A leirt félcsatorna kívül a szemürbe nyílik a foramen ethmoideale anteriuson át, belül hosszukás réssel a mellső koponyaárokka. Ez által a homloküreg és a vele közlekedő vagy tőle elválasztott orbitalis sejtek nyákhártyája érintkezésbe jön a szemüreg csonthártyájával és a mellső koponyaárok dura materével, és a kóros folyamat mindkét irányban terjedhet. Továbbá ezen félcsatornában halad az arteria ethmoidealis anteriort kísérő vena ethmoidealis anterior, ez thrombophlebitisnek lehet kitéve, mely a duralis és orbitalis viszérhálózatba folytatódhatik. A ZUCKERKANDL és KUHT által

leirt viszérösszeköttetések thrombophlebitisén kívül a figyelmet ezen félcsatornában haladó vena ethmoidealis anteriorra hívom fel, mely egyenesen keletkezhető thrombophlebitis által orbitalis vagy cerebralis complicatiókhöz vezethet. A vizsérhálózatra vonatkozó vizsgálatok folynak, melyek befejezése után ezen kérdést részletesen fogom tárgyalni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1903 április 20.-án tartott üléséből.)

NÉHÁNY EDDIG ISMERETLEN REDUCTIÓS JELENSÉGRŐL A FOGAKON, STATISZTIKAILAG MEGVIZSGÁLVA.

ARKÖVY JÓZSEF-től.

Mai nap általánosan elfogadott igazság, hogy az emberi nem fogazata a regressiv, azaz sorvadó félben levő szervek közé tartozik, a mit legelőször OWEN mutatott ki. A reductio jelenségei a legszembeötlőbbek a 3. őrlőfogon vagy bölcsességfogon (MARGITOT, BAUME, ZUCKERKANDL, LAMBERT és mások), a mely nemcsak bizonyos alakbeli viszonyaiban tünteti fel az elcsenevészes jeleit (különösen a felső), hanem gyakran ki sem fejlődik, a mint ezt már a múlt század közepe óta tudjuk.

A reductio tekintetében a második helyet a felső oldalsó metszőfog foglalja el. Mintegy 25 év óta klinikai megfigyelésekből kiderült, hogy ez a fog is hol hiányos fejlődésű, hol meg retenciónak van alávetve, sőt hogy néha teljes kimaradása által a fogak számának csökkenését is okozza.* Hogy mi e sorvadás oka, azt nem tudjuk s e kérdésre csak hypothesisekkel felelhetünk. Annyi bizonyos, hogy kapcsolatban van a felső és alsó állkapocsnak az emberre jellegző megrövidülésével, mely az emberi arczél merőleges, prognath voltában nyer kifejezést. DARWIN óta sokan összefüggésbe hozzák a reductiót az ember életmódjával, nevezetesen tápláléka minőségével is, a mire alapot főképen azon észlelet szolgáltat, hogy mind e regressiv jelenségek sokkal kevésbé szembeötlők a civilizálatlan, egyszerűbb életmódú néptörzsek fogain.

A fogak e számbeli csökkenése bizonyára igen lassú folya-

* L. erről bővebben: R. WIEDERSHEIM: Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. III. Aufl. 1901. pag. 172.

mat, melyről feltehetjük, hogy sok évszázad, sőt évezred szükséges ahhoz, hogy csak egy-egy fogra nézve is a maga teljességében érvényesüljön. De épen így feltehető már eleve, hogy e reductió folyamat, mielőtt a fog teljes kimaradásáig jutna, már előbb megnyilvánul az illető fog bizonyos időbeli elváltozásai-ban, melyek a fognak decadentiáját jelzik s a melyek biztos jelei annak, hogy az illető fog úgyszólván lejtőre jutott. Ezen felfogásban nyerte kiindulási pontját a következőkben közlendő vizsgálati sorozat.

Ezen év július havában megjelent egy kis dolgozat dr. ZSIGMONDY OTTÓ (Bécs) tollából,* mely a pofafogakon és zápfogakon előforduló, már TOMES ** (1848) óta ismert rendellenes mélységű intercuspidalis hasadék fejlődéstani magyarázatával foglalkozik. ZSIGMONDY leletei közül a legmeglepőbb az, hogy a vizsgált præmolárisoknak 80%-ában fordult elő u. n. diverticulum, a mi alatt a fognak azt a kedvezőtlen alakulását értjük, hogy a rágó felszín gumói közti hasadék nemcsak szokatlanul keskeny és mély, hanem hogy a legfenekén ismét kitágulva, valóságos kis reservoirt képez a pangó és bomlásukkal a fog épségét veszélyeztető szájnédveknek. A diverticulum e feltűnő gyakorisága a jelenkori fogakon azon kérdést támasztotta bennem, vajjon nem állunk-e itten is egy olyan jelenséggel szemben, a mely kapcsolatba hozható a fogak reductiójával?

E kérdés megoldására az egyedül helyes út csak az lehet, hogy megvizsgáljuk, vajjon nem fordul-e elő ritkábban e diverticulum a régibb korszakokból származó koponyákon, mint a jelenkoriakon. Ezt az utat választottam én is, a mennyiben dr. TÖRÖK AURÉL egyetemi tanár úr szíves engedelmével — kinek ezért köszönetemet fejezem ki — átkutattam az egyetemi anthropologiai intézet régi koponyáit. Az eredmény csakugyan beigazolta feltevésem helyességét, a mennyiben már felületes vizsgálá-

* Dr. O. ZSIGMONDY: Ueber die Entstehung der Fissuren in der die Kaufflächenfurchen überkleidenden Schmelzdecke bei Præmolar- und Molarzähnen. Oesterr.-ung. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. XIX. Jahrg. Juli 1903.

** JOHN TOMES: Dental Physiology and Surgery. London, 1848.

latra is feltűnt e koponyák pofafogain, hogy az intercuspídalís távolság kissé nagyobb, mint a modern embereknél s hogy a rágófelszín gumóinak egymás felé tekintő felszínei sokkal kevésbé meredek a régi, mint a jelenkori *præmolaris*okon. Magának a *diverticulum*nak vizsgálata természetesen csak hossz-metszetek készítése útján volt várható, a miről utóbb számolok majd be.

E vizsgálataim alkalmával figyelmemet lekötötte az is, hogy a kezembe kerülő régi koponyákon két más jelenség — mely a jelenkori fogakon rendkívül gyakran ölik szembe — alig fordul elő. E két jelenség: a felső oldalsó metszőfog *cingulum*a és a felső és alsó molarisokon észlelhető *foramen cœcum*. A *cingulum* alatt tudvalevőleg egy zománczredőt értünk, mely a felső oldalsó metszőfogak *lingualis* felszínén észlelhető a fog nyaka és egymás felé hajló két léczszerű kiemelkedés alakjában, a melyek találkozási helyén egy kis gumó képződik; e két lécz bemélyedést fog közre, a mely legfelül, a gumó alatt, a legmélyebb. ZUCKERKANDL* e *cingulum*nak kétféle alakját írja le és a gödröcskét a léczek közt nem *foramen cœcum*nak nevezi, mint más szerzők, hanem *foveolának*, a mi helyesebb is, mivel az előbbi elnevezés már le van foglalva az őrlőfogak egy sajátóságára.

E fogak pofai felszínén ugyanis gyakran egy csekély barázda húzódik a fog medial és distal csücske között a fog nyaka felé, felterjedve egészen a korona első harmadáig vagy néha a feléig is. E barázda végpontján egy sekélyebb vagy mélyebb bemélyedést találunk: ez az, a mit *foramen cœcum*nak nevezünk.

Mind a három hely, a *diverticulum*, a *cingulum foveolája* s a *foramen cœcum* kedvelt helye a fogak leggyakoribb megbetegedésének, a *caries*nek. Ha már most szembeállítjuk a *caries* rendkívüli gyakoriságát napjainkban — mely annyira megy, hogy széles körű statistikai vizsgálatok szerint jelenleg a fogak 85—95%-a *cariousus*, míg régi koponyákon a *caries* csak alig néhány százalékban vehető észre — e *reductiós* jelenségek gyakoriságával, úgy nyilvánvalóvá lesz, hogy okozatbeli összefüggés keres-

* E. ZUCKERKANDL: Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde. Capitel Anatomie. Wien. A. Hölder. II. Aufl. 1903.

hető az említett regressiv alakulás s a fogak cariesének roppant és rohamosan növekedő elterjedtsége között.

Vizsgálataimra a jelenlegi fogakat illetőleg bő anyagot szolgáltatott a vezetésem alatt álló intézet betegforgalma. Régi koponyákból és race-koponyákból 169-et vizsgálhattam meg, legnagyobb részt az anthropologiai intézetből s 20—20-at az egyetemi I. számú anatómiai intézet és egyetemi előkészítő fogászati intézet gyűjteménytárából. — Részletesebben feltüntetve, a következő anyag állott rendelkezésemre:

I. a diverticulumra: 24 præmolaris fog, melyek eloszlása ez: római 8; népvándorlásbeli 3; avar 3; I. Endre korabeli 2; 1550—1568 közti időből származó magyar koponyák 4; budapesti koponyák 1800 elejéről 4.

II. a cingulumra: 183 felső oldalsó metszőfog, a melyek eloszlása ez: római 9; népvándorlásbeli 24; avar 28; I. Endre korabeli 2; XVI—XVII. századbeli magyar 34; budapesti koponyák 1800 elejéről 20; jelenkori koponyák 20 = 149.

Race-koponyák közül megvizsgáltam a következőket: ógörög 3; maori 7; sudani 1; néger 2; grönlandi eszkimo 3; kelet-szibériai eszkimo 1; chinai 12; cigány 6; római 3; bolgár 2 = 40.

III. a foramen cæcumra: 752 felső és 515 alsó molaris fog, melyek eloszlása ez: római felső 60, alsó 19; népvándorlaskorabeli felső 82, alsó 54; avar felső 71, alsó 30; I. Endre korabeli felső 38, alsó 34; XVI—XVII. századbeli magyar felső 89, alsó 77; budapesti koponyák 1800 elejéről felső 95, alsó 49; jelenkori koponyák felső 84, alsó 80.

Race-koponyák: régi egyiptomi felső 7, alsó 0; ógörög felső 7, alsó 9; maori felső 26, alsó 16; maláji felső 22, alsó 14; sudani felső 6, alsó 6; anchoritesi felső 0, alsó 6; néger felső 6, alsó 6; grönlandi eszkimo felső 8, alsó 8; labradori eszkimo felső 9, alsó 11; kelet-szibériai felső 4, alsó 11; chinai felső 41, alsó 50; keletindiai felső 23, alsó 12; cigány felső 14, alsó 19; román felső 5, alsó 0; olasz felső 5, alsó 0; bolgár felső 6, alsó 5.

A vizsgálati módszerre nézve csak annyit jegyzek meg, hogy a diverticulum vizsgálatára a præmolarisokat sagittalis irányban ketté metszettem villamosan hajtott fűrész segítségével. A többire nézve az egyszerű megtekintés is elegendő volt, mihez a cingu-

lumra vonatkozólag a korona szélességi méreteinek pontos felvétele is járult. Úgy a cingulumnál, mint a foramen cœcumnál a kifejezett alakokon kívül átmeneti alakok is előfordultak. Táblázataimban — melyeket e dolgozatban nem közlök, melyeket azonban szívesen bocsátok bárkinék rendelkezésére — ezen átmeneti alakok kérdőjellel szerepelnek. A cingulumnál az átmeneti alakok leginkább abban nyilvánulnak, hogy az összefolyó zománczpárkányok csak igen elmosódott kiemelkedések alakjában vannak meg. A foramen cœcumnál az átmeneti alakok esetiben — a melyek kivált néhány igen régi koponyán voltak észlelhetők — csak egy rövid barázda van jelen a medial és distal csücsök között a nélkül, hogy ez foramen cœcummal végződnek.

Vizsgálataim nagyjában beigazolták azon feltevésem helyességét, a mely kutatásaimnak kiinduló pontját képezte. Igaz ugyan, hogy kifogásolható lehetne vizsgálataimban, hogy nem terjednek ki elég nagy statistikai anyagra, valamint hogy nem ölelik fel a legrégebbi időket is, a mennyiben csak a Krisztus utáni első századokkal kezdődnek. Vizsgálataim e hiányát magam is érzem, de arról nem tehetek, mert nem mulasztottam volna el, ha módomban lett volna még több és még régebbi koponyát átvizsgálni. Minthogy azonban a mi muzeumaink ily koponyákkal nem rendelkeznek, be kellett azzal az anyaggal érnem, a mely részemre hozzáférhető volt. Ha őskori, præhistorikus koponyák állottak volna rendelkezésemre, talán sikerült volna a szóban forgó regressiv jelenségek első megjelenésének idejét is megállapítani, míg így a regressiv folyamatot már csak menete közben mutathatom ki.

Vizsgálataimnak nemcsak a százalékszámokban kifejezhető eredménye érdekes, hanem figyelemreméltó azon észleletem is, hogy a cingulumot és a foramen cœcumot illetőleg a régi és különösen a race-koponyákon elvéve az illető fognak olyan alakulása volt észlelhető, a mely jelenleg alig fordul elő s a mely a reductiónak épen ellenkezője. Így konstatálható volt maori, népvándorláskorabeli, avar és régi magyar koponyákon, hogy a cingulum helyén nemcsak hogy barázdaképződés nincs, de a foveola helyén épenséggel egy szép sima kidudorodás foglal helyet. A foramen cœcumot illetőleg pedig ugyane koponyákon észlelhettem néha,

hogy az összes molarisokon nemcsak hogy barázdának vagy foramen cœcumnak nyoma sincs, de az illető helyen határozott convexitas észlelhető.

Észleleteimet részletesebben a következőkben adhatom elő:

I. Diverticulum (præmolaris). A diverticulum jelenléte szabad szemmel csakis az újkori koponyákon, illetve fogakon volt megállapítható, régi fogakon a fog átmetszetéről háromszoros nagyítással fényképet kellett felvenni és még e nagyított képen is leginkább csak lupéval sikerült a diverticulumot — ha jelen volt — látni. Statistikai vizsgálataimból azt következtetem, hogy a diverticulum megjelenése igen régi időkre terjed vissza. Mert még a legrégebb koponyák között is — a melyek rendelkezésemre állottak — találtam néha diverticulumot. De konstatalható volt mégis, hogy a diverticulum nemcsak hogy ritkábban fordul elő régebb koponyákon, mint a jelenkoriakon, hanem kifejezettség szempontjából is mögötte marad a jelenkori fogaknak.

Nem volt jelen a diverticulum 8 római præmolaris közül 3-nál, 3 népvándorlás korabeli præmolaris közül 2-nél, 3 avar közül 1-nél, 2 I. Endre korabeli közül egynél sem, 4 régi magyar közül 2-nél és 4 budapesti közül a XIX. század elejéről 2-nél. E számadatokkal szemben újólag felemlítem, hogy ZSIGMONDY vizsgálatai szerint a diverticulum gyakorisága jelenleg 80%.

II. Cingulum (incisivus lateralis superior). A cingulumra nézve nyert számadatok már határozottabban szólnak a mellett, hogy ez a jelenkor felé mind kifejezettebben érvényesül. Így míg a megvizsgáltam római koponyákon (200—300 Kr. u.) cingulumot egyáltalában nem észleltem, már a népvándorláskorabeli koponyákon (600—700 Kr. u.) a gyakorisága 25·34%, az avarokon (700—800 Kr. u.) 39·28%, az I. Endre idejéből való koponyákon (1046—1061) 53·33%, a XVI. századbeli magyar koponyákon 52·94%, a XIX. század elejéről való budapesti koponyákon 70·26%, s a jelenkori koponyákon 94·59%. Csaknem teljesen hiányzik a cingulum azon néhány race-koponyán, melyeket megvizsgálhattam (maori és néger koponyák) a chinai koponyák kivételével, a melyeken igen szembeötlően találtam kifejlődve, a mi talán kapcsolatba hozható azzal, hogy a chinaiaknak a miénktől ugyan elütő, de ősrégi, fejlett kulturájuk van s evvel kapcsolat-

ban életmódjuk sem oly egyszerű és nyers, mint a tulajdonképeni civilizálatlan népeké.

III. Foramen cœcum molarium. Vizsgálataimból az derül ki, hogy a foramen cœcum igen ritka a felső zápfogakon, ellenben gyakori az alsókon. A foramen cœcumra nézve is ki volt mutatható szaporodásra hajlandósága a jelenkor felé, valamint ritkább volta a race-koponyákon. Így pl. egyáltalában nem észlelhettem a maori, maláji, néger és eszkimo koponyákon, viszont jelentékeny arányban (14%) konstatálhattam a jelenlétét a megvizsgáltam chinai koponyákon. Régi koponyákon a következő számadatokat nyertem: római felső molarisokon 1·66%, alsó molarisokon 0% (kevés anyag); népvándorlásbelieken a felsőkön 7·31%, alsókön 16·66%; avar koponyákon a felsőkön 0%, az alsókön 10%; I. Endre korabeli magyar koponyákon a felsőkön 0%, az alsókön 5·88%; a XVI. századbéli magyar koponyákon a felsőkön 4·49%, az alsókön 14·28%; a XIX. század elejéről származó budapesti koponyákon a felsőkön 6·66%, az alsókön 44·89%; végül a jelenkori koponyákon a felsőkön 8·33%, az alsókön 32·5%.

Vizsgálataimat kiterjesztettem az anthropoid majmokra is, különösen a cingulum és a foramen cœcum fenforgása szempontjából. Az e tekintetben rendelkezésemre álló anyag a következő volt: 2 gorilla, 4 csimpanz, 3 orangutang és 2 hylobates koponyája. Valamennyin azt találtam, hogy a metszőfogak hátulsó felszínén, ott, ahol az embernél a cingulum van, domború, sima zománcfelszín észlelhető minden bemélyedés nélkül, a molarisokon pedig nyoma sincs nemcsak foramen cœcumnak, de még csak barázdának sem.

Vizsgálataim főbb eredményeit a következőkben foglalhatom össze:

1. Fejlődéstani szempontból mindhárom jelenség: a diverticulum, a cingulum és a foramen cœcum a zománc hiányos képződése gyanánt fogható fel (zománc-hypoplasia), a mennyiben mindhárom helynek a mélyében a zománc egy igen vékony rétegre szorítkozik, sőt épenséggel hiányozva csupaszon is hagyhat egy kis dentinterületet.

2. Evvel függ össze e három jelenség pathologiai fontos-

sága is, a mennyiben a védő zománcréteg fogyatékos fejlődése következtében mindhárom jelenség a caries okai között mint passiv tényező (prædispositio) szerepel.

3. Phylogenetikai szempontból mindhárom jelenség, a mennyire erre egy 1600 évet felölelő időkor megvizsgálásából következtethetünk, a fogak reductiójára utaló morfológiai sajátosságyanánt fogható fel, melyről feltehető, hogy általuk mintegy előreveti árnyékát az illető fogaknak majdan bekövetkező teljes kimaradása.

4. A diverticulum (TOMES-ZSIGMONDY) régibb eredetű, mint a másik két jelenség. Első nyomait præhistorikus időkre vezethetjük vissza, erősebben kifejlődve azonban a XIX. század elején jelenik meg s teljes kifejezettségre csak a jelenkorban jut.

5. A cingulum (incisivi lat. sup.) semmi esetre sem fogható fel a metszőfog typusa eredeti morfológiai sajátosságának, mert helyette az anthropoid majmok metszőfogain épenséggel kidudorodás észlelhető és teljesen hiányzik vagy csak elvétve fordul elő egyszerű életmódú, civilizálatlan népek fogain is. — Ha nem sikerült is vizsgálataimban kellő anyag hijján azt az időpontot megállapítani, a melyre a cingulum első megjelenésének ideje esik, mégis határozottan kimutathattam fejlődésének fokozatosságát a legrégebb időktől a jelenkor felé.

Ezen vizsgálatok kivételében dr. WALLHEIM BÉLA úr serényen támogatott, a miért köszönetet mondok neki.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1903 november 16.-án tartott üléséből.)

A NAP MELEGÉNEK ACCUMULATIÓJA KÜLÖNFÉLE FOLYADÉKOKBAN.

KALECSINSZKY SÁNDOR I. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

A M. T. Akadémia III. osztályának 1901 október havi ülésén beterjesztett értekezésemben* a szovátai sóstavakra vonatkozó kísérleteim eredménye gyanánt kimondtam:

1. Hogy a szovátai sóstavaknak a felszín alatt mélyebben, két hidegebb réteg között fekvő s több méter vastagságban kiterjedő meleg-forró rétege melegségét csakis a naptól nyerheti.

2. Hogy a természetes, valamint a mesterségesen készített sóstó csak azon esetben melegszik fel nagyobb fokban, ha felszínét édes- vagy hígított sósvízréteg takarja.

3. Hogy mivel az ilyen sóstavak a nap melegét 70° C.-on felül is összegyűjtik és a melegséget jó ideig megtartják — még télen a jég alatt is a Medvetó 30° — 32° C.-t mutat —, azért ezeket a sóstavakat hőaccumulatoroknak kell tekintenünk.

A következő (1902) év nyarán Szováta mellett a korondi sósvízre is kiterjesztettem kísérleteimet.

A korondi sósvíz a szovátaitól teljesen elütő sajátságokkal bír. Vize nem olyan tömény, mint a szovátai forrásoknak vize, mert fajsúlya 1.066—1.135 és a konyhasó-tartalma 9—18% közt ingadozik, ezenkívül nagyobb mennyiségű szénsavsókat, különösen pedig szénsavas meszet, továbbá széndioxydot és kéntartalmu

* KALECSINSZKY S.: A szovátai meleg és forró sóstavak mint természetes hőaccumulatorok. «Math. és Természettudományi Értesítő» 1901. XIX. kötet, p. 450—469. Kivonatossan: «Akadémia Értesítő» XIII. kötet 1902, p. 5—10. — «Földtani Közlöny» XXXI. kötet 1901.

gázokat is tartalmaz. A szénsavas mész oly nagy mennyiségben van benne, hogy a források közelében arragonit-halmokat alkot,* míg ha a vizet nyitott csatornában vezetjük, ez csakhamar üledékkal vonódik be.

A midőn ezen sósvizet földbe ásott fakádakban összegyűjtöttem és fölszínre óvatosan édesvizet öntöttem, ez napsütéskor már néhány óra múlva 3—4 C. fokkal jobban felmelegedett az alsóbb rétegében, mint a felszínén, vagy mint egy másik kádban levő tiszta víz.

Hasonló próbát végeztem a nagyobb terjedelmű korondi, úgynevezett hideg sósfürdőben is. Ha ennek felszínére édesvizet vezettem, úgy ez is a felszín alatt az alsóbb rétegben 2—3 C. fokkal felmelegedett, bár az időjárás nem volt kedvező és a nap a faépülettől csak részben süthetett a víz tükrére.

A korondi sósvizzel végzett kísérleteim tehát a szovátai eredményeket minden tekintetben igazolták.

Ugyancsak említett értekezésemben kifejezést adtam azon meggyőződésemnek, hogy a nap melegének felhalmozódása — hasonló viszonyok között — a konyhasóoldaton kívül más oldatokban és folyadékokban is lehetséges.

Ennek bizonyítására kisebb méretű és összehasonlítható kísérleteket végeztem az idei (1903) nyár folyamán különböző sóoldatokkal és egyéb folyadékokkal.

Fahordókat mintegy 200 liter tartalommal, melyeknek átmérője 50 cm., magassága pedig körülbelül 78 cm. volt, a földtani intézet kertjében, napsütötte helyen a földbe ásattam. A tiszta hordókat a jelig vezetéki vízzel töltöttem meg.

¹ Az I. számúban összehasonlításul csupán víz volt, míg a többiekben külön-külön a különféle sóknak körülbelül 60 kgr.-ját oldottam fel, és pedig a II. számú hordóban keserűsót ($MgSO_4$ -t), a III. számúban glaubersót (Na_2SO_4 -t), a IV. számú hordóban szalmiakot ($(H_4N) Cl$ -t), végül az V. számúban szódát (Na_2CO_3 -t).

* Ezen sósforrások lassanként bedugulnak és a víz más helyütt jön ki a napvilágra. Az arragonit átfurása vagy helyenként való szétrobantása által a felszálló víz bőséget bizonyára nagy mértékben lehetne fokozni.

A II., III., IV. és V. számú hordókban a sóoldatok felszínére óvatosan körülbelül 10 cm. vastag rétegben vezetéki vizet öntöttem és az elpárolgó vizet időnként a megfelelő óvatossággal pótoltam. A hordókban a napsütötte folyadék hőmérséklete különböző mélységekben, és pedig a felszínen, továbbá a felszín alatt 15, 40 és 75 cm.-nyire, rendszerint d. u. 1 óraker mérített meg.

A hőmérséklet mérése egyszerűen úgy történt, hogy egy faléczre a kijelölt helyeken 200 cc. tartalmú és a megfelelő folyadékkal megtöltött üvegpalaczkokat erősítettünk meg külön-külön minden hordóban. Az üvegpalaczkok mindegyikében állandóan üveghőmérők voltak. Ezen mérőszervezet állandóan a hordókban volt, ezáltal a hőmérsékletet felvéve, a lécz kiemelésénél a mélységeknek megfelelő hőfokot bármely időben gyorsan lehetett leolvasni.

A következő táblázatok a különböző oldatokon 1903 május, június, július és augusztus hónapokban történt megfigyelések adatait tartalmazzák. A megfigyelések ideje alatt többnyire abnormális hideg és borús időjárás volt.

I.

Víz.

Datum 1903	t°C a fel- szinen	t°C a fel- szin alatt 15 cm. nyire	t°C a fel- szin alatt 40 cm. nyire	t°C a fel- szin alatt 75 cm. nyire	a levegő hőfoka árnyék- ban délután 1 órakor	Jegyzet
Máj. 16	18	18	17	16	—	
« 18	15	15	15	14	11	Hideg, viharos, teljesen borult
« 19	13	13	13	13	12	« « « «
« 20	15	15	13.3	12	19	Félig borult, szeles
« 22	21	18.5	16	15.7	21	Erős szél, hűvös idő
« 23	19	18	16	16	21	Szeles, $\frac{2}{3}$ részben borult
« 24	19	19	17	16.5	20	« « « «
« 25	17.5	17.5	16.5	16	22	« « « «
« 27	21	19	17.3	17	23	« « « «
« 28	25	21	19	18	26	Félig borult, d. u. és éjjel eső és vihar
« 29	21	20	18.5	18	23	
« 31	—	18	17.8	17.4	—	
Jun. 1	—	20.8	18.8	18	—	
« 3	25	23	20	19	27	D. u. 1 órakor napos, meleg
« 3	25	25	20.5	19	—	D. u. 5 órakor
« 4	26	22.3	20.8	19	—	Teljesen borult
« 7	22	22	20	19	—	Borus, esős, hűvös
« 9	25	22	20	18.8	—	
Jul. 16	26	24	22	21	—	
« 17	25	25	23	21	—	
« 18	26	26	23	21.8	—	
« 20	28	28	25	23	—	
« 25	25	24.8	21	20.5	—	
« 27	25	24	21.5	20.3	—	
« 29	25	24.8	21	20.5	—	
« 30	25	24.5	21.3	20.3	—	
Aug. 2	24	23	21.5	20.3	—	
« 10	24.3	24.5	20.5	19.5	—	
« 11	23	23.3	20.8	20	—	
« 13	26	26	21.8	21	—	
« 14	26	26	21.8	21	—	
« 16	26.3	26	21.8	21	—	
« 29	22.8	22.8	19.3	19	—	

II.

$MgSO_4$ oldat (fajsúlya = 1.147), fölötte kb. 10 cm. vastag vízréteg.

Datum 1903	t°C a fel- szinen	t°C	t°C	t°C	Jegyzet
		a felszin alatt 15 cm.- nyire	a felszin alatt 40 cm.- nyire	a felszin alatt 75 cm.- nyire	
Máj. 18	11	18.5	18.5	16	A felső vízréteg lassanként elpárolgott és nem pótolta- tott, kivéve ha esett az eső, s ezért volt a felmelegedés rendszerint a felszinen a leg- nagyobb
" 19	11	16.5	17	16	
" 20	16	17.6	16.8	16	
" 22	21	21.7	19	17	
" 23	19	21	19.5	17	
" 24	19	22.2	20.0	17.5	
" 25	18	20	19.7	17.7	
" 27	22	21	20	17	
" 28	26	23.4	21	18.5	
" 29	21	22	21	18.4	
Jun. 3	25	25	21.7	19	
" 3	25	25.3	22	19	
" 4	27	24.8	22	19	
" 7	26	27	23	20	
Jul. 16	25	27	24	21	
" 17	24	27	24.3	21.5	
" 18	25	31	25	22	
" 20	28	31	26	23	
" 25	25	28	23	21.8	
" 27	25	28	23	21.8	
" 29	25	28	23	21.5	
" 30	25	27	22	21.5	
Aug. 2	24	26	22	21	
" 10	24	29	22	20.5	
" 11	23	28	22	21	
" 13	26.5	28.8	23	21	
" 14	27.8	29.5	23.3	21.8	
" 16	28	29	23.8	22	
" 29	23	25	22.3	21.5	

III.

Na_2SO_4 oldat (fajsúlya = 1.063), fölötte kb. 10 cm. vastag vizréteg.

Datum 1903	t°C a fel- szinen	t°C a felszin alatt 15 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 40 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 75 cm.- nyire	Jegyzet
Máj. 18	11	17	18	16	A felső vizréteg elpárolgott és nem pótoltatott
« 19	11	14	17	16	
« 20	16	16	17	16.2	
« 23	19	20	19	16.5	
« 24	19	21.8	19.5	17	
« 25	17.5	19.3	19.5	17	
« 27	22	21	19.3	17.1	
« 28	26	23.5	20.5	17.8	
Jun. 3	27	25	21	18.5	
« 4	29	24.8	21.8	18.8	
« 7	29	27.8	21	19.5	
Jul. 16	25	26.7	24	21	
« 17	25	25.5	24	21	
« 18	25	27	24.8	22	
« 20	28.5	29.3	27	23	
« 29	25	27	22	21	
« 30	25	26	22	21	
Aug. 2	24	25	22	21	
« 10	24	28.3	22	20.3	
« 11	23	27	22.8	21	
« 13	26.5	28	23	21	
« 14	27	28	23.8	21.8	
« 16	28	28.5	24	22	
« 29	23	25.8	23.5	22	

IV.

(H_4N) Cl oldat (fajsúlya = 1.100), fölötté 10 cm. vastag vízréteg.

Datum 1903	t°C a fel- szinen	t°C a felszin alatt 15 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 40 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 75 cm.- nyire	Jegyzet
Máj. 18	11	17	19	16	A felső vízréteg elpárolgott és nem pótoltatott
" 19	11.5	15	17	16	
" 20	16	17	17	17	
" 22	21	22	19.8	17.8	
" 23	19	21	20	17.3	
" 24	19	22	20	18	
" 25	17.5	20	20	17.6	
" 27	22	21.8	20.2	18	
" 28	26	24	21.8	18.5	
Jun. 3	27	25.3	22	19	
" 4	27	25	22.5	19.5	
" 7	27	26	23	20	
Jul. 16	26	26.7	24	21	
" 17	26	27	24.8	21.5	
" 18	26	32	25.3	22	
" 20	29	32	27	23	
" 25	26	27	24	22	
" 29	25	29	24	21.8	
" 30	25	28	23	21.5	
Aug. 2	24	27	22.5	21	
" 10	24	29	23.8	21	
" 11	23	28	24	21.3	
" 13	27.5	28.8	25	22	
" 14	27	30	25.5	22.3	
" 16	29	30	25.8	22.8	
" 29	25	25.3	24.3	22.3	

V.

Na_2CO_3 oldat (fajsúlya = 1.077), fölötte 10 cm. vastag vízréteg.

Datum 1903	t°C a fel- szinen	t°C a felszin alatt 15 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 40 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 75 cm.- nyire	Jegyzet
Máj. 18	11	17	18	15.5	
« 19	12	15.6	16.8	15.8	
« 20	16	17	16.8	16.1	
« 22	21	22	18.5	16.5	
« 23	19	21	19	17	
« 24	19	22.3	19.2	17	
« 25	17	20	19	17	
« 28	26	24.5	21	18	
Jun. 3	27	25.3	21	18.7	A felső vízréteg elpárolgott
« 4	27	24	21.3	19	
« 9	26	24	21	20	
Jul. 16	26	26.6	23.5	21	
« 17	25	26	23.5	21	
« 18	25.8	29	24	22	
« 20	29	32	26	23	
« 25	25.3	27.5	23	21.3	
« 29	25	27	23	21	
« 30	25	26	22.5	21	
Aug. 2	24	26	22.5	21	
« 10	24	27.5	22	20.5	
« 11	23	26	23	21	
« 13	27	28	23	21	
« 14	27	28	23.8	21.7	
« 29	23	24	22.8	21.3	

Ezen táblázatokban közölt adatokból azt látjuk, hogy a tiszta víz a naptól úgy melegszik fel, hogy ennek a felszine a legmelegebb, a hőmérséklet azután az alsóbb rétegekben fokozatosan csökken. A legnagyobb hőmérséklet a 30° C.-t nem haladta meg.

A keserűs, a glaubersó, a szalmiak és a szóda töményebb oldatai ellenben, ha vékony rétegben édesvíz takarja, a naptól nem olyan módon melegednek fel, mint az édesvíz, azaz a legmagasabb hőmérséklet nem a felszinen található, hanem ez alatt mélyebben, közel azon mélységhez, ahol a töményebb sóoldat az édesvízzel érintkezik, hasonlóképen mint például a szovátai meleg sóstavak.

A tapasztalat mutatta azt is, hogy ha az édesvízréteg a töményebb oldatoknál elpárolgott és ezt nem pótoltuk, úgy a sóoldatok hasonló módon melegedtek fel, mint a tiszta víz, továbbá a felmelegedés az alsóbb rétegben csupán akkor ismétlődött, ha a felszinen óvatosan pótoltuk az elpárolgott édesvizet.

Kísérleteket különféle hígítású sóoldatokkal a megfelelő berendezés hiányában nem végezhettem, de analógia útján ezen sók oldataira nézve ugyanazon törvényszerű összefüggés fog állani, minőket szovátai tanulmányomban a sósvízre kimondottam.

Ezek után az előbbeni kísérletekkel kapcsolatosan olyan megfigyeléseket is tettem, hogy a sóoldatok helyett tiszta vizet, erre pedig kis fajsúlyú olajokat vettem. Az egyik tiszta vízzel megtöltött hordó felszínére körülbelül két ujnyi vastag rétegben, mintegy 3 liter petrolomot, egy másik hordóban ugyanennyi faolajat öntöttem.

VI.

Víz és fölötte kb. 3 liter petroleum.

Datum 1903	Ugyan- ekkor a tisza víz- nek hő- foka fent	t°C a fel- szinen	t°C a felszín alatt 15 cm- nyire	t°C a felszín alatt 40 cm- nyire	t°C a felszín alatt 75 cm- nyire	Jegyzet
Máj. 16	—	—	22	17	16	
" 18	—	11	17	17.5	16	
" 19	—	15	16	16	16	
" 20	15	22	18	15	15	
" 22	21	29	22.6	18	16	
" 23	19	27	22	18.5	17	
" 24	19	—	23	18.3	17	
" 25	17.5	22	20	18.5	17.5	
" 27	21	30	21	19	17	
" 28	25	35	23	20	18	
" 29	21	27	22.3	20	17.8	
" 31	—	—	19	18	17.5	
Jun. 1	—	—	22.3	19.3	18	
" 3	25	33	25	20.8	18.5	1 óraker
" 3	25	33.8	28.3	21	18.8	5 óraker
" 4	26	31	25	22	19	
" 7	22	30	26	22	19.5	
" 9	25	35	25	21	19	
Jul. 16	26	27	25	23	21.5	
" 17	25	27	25	22.8	21.3	
" 18	26	26	26	22.8	21.3	
" 20	28	29	30	24	22	
" 25	25	30	29	21	20	
" 29	25	38	29	21.4	20.5	
" 30	25	37	29	21.5	20.5	
Aug. 2	24	30	27	21.3	20.3	
" 10	24.3	25.8	26	20	19.5	
" 11	23	25	25	20.5	20	
" 13	26	29	28	21.8	20.8	
" 14	26	28	27.8	21.3	20.5	
" 16	26.3	29	28	21.8	21	
" 29	22.8	24.5	24.3	20	19.5	A petroleum legnagyobb része elpárolgott

VII.

Víz és fölötte kb. 3 liter faolaj.

Datum 1903	Ugyan- ekkor a tisztá víz hőfoka a felszinen	t°C a fel- szinen	t°C a felszin alatt 15 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 40 cm.- nyire	t°C a felszin alatt 75 cm.- nyire	Jegyzet
Máj. 27	21	28	20	18	16	
" 28	25	34	23	20	17	
" 29	21	28	22	20	18	
Jun. 3	25	37	26	21	19	
" 4	26	33	25	22	19	
" 7	22	28	25	21.8	19.8	
" 9	25	38	22	20.5	19.5	
Jul. 4	26	37	30.7	24	22	
" 5	28	46	30	25	23	
" 18	26	38	31	23.8	22	
" 19	30	49	30.5	26.0	23	
" 20	28	40	32	25	23	
" 29	25	36	27	23	22	
" 30	25	35	26	22.5	21.5	
Aug. 10	24	35	28	23	22	
" 12	26	44	28	24	22.3	
" 13	26	36	28.8	24.5	22.5	
" 14	26	35	29	24.8	23	
" 16	26	41	29	25	23	
" 29	23	38	25	23.5	22	

A VI. és VII. táblázat kísérleti adatai mutatják a megfigyelések eredményeit.

Ezekből az adatokból azt látjuk, hogy a petrolummal vagy a faolajjal elzárt víz tömege jóval nagyobb mértékben melegedett fel, mint ugyanakkor a víz vagy a sóoldatok.

A rossz, abnormális idő daczára a víznek olaj alatti része csakhamar 49° C.-fokra is felmelegedett, míg a tiszta víz 30° C.-nál nagyobb hőmérsékletű sohasem volt. A felmelegedett víztömeg azután lassanként a vékony olajréteget is felmelegítette. Ezen magas hőmérséklet a faolajon, a felmelegedésen kívül, alig tett változást, míg a petroleum, mely eléggé tiszta volt, a magas hőmérséklettől lassanként elpárolgott, ami azután azt okozta, hogy a hordó vizének a hőmérséklete is alább kezdett szállani és körülbelül olyan módon melegedett csak fel, mint az I. számú hordó tiszta vize.

A nagyobb mérvű felmelegedés ujólag csakis akkor történt, ha a víz színére újból petrolumot öntöttünk. A petroleum elpárolgása sokkal lassúbb lett akkor, ha benne parafin oldatott fel, vagy ha nyers petrolumot használtunk.

Hasonló kísérletet vízzel és petrolummal 1902-ben Korondon is végeztem, a midőn a földbe ásott fakádban a víz már néhány órai napsütés után 38° C.-ra emelkedett, míg a szomszédos és ugyancsak a földbe ásott fakádban levő víz a 30° C.-t el nem érte.

Az olaj a vízben nem oldódik, ennél fogva közöttük a fajsúly-különbség hirtelen, míg a sóoldatok a vízzel, ha másképen nem, úgy legalább diffusio útján oldódnak, a fajsúly-különbség fokozatosabb; ezzel magyarázható meg az, hogy a petrolummal vagy a faolajjal befedett víztömeg a legfelsőbb rétegben, közvetlen az olaj alatt melegszik fel a legjobban, míg a sóoldatoknál a felmelegedés a vízréteg alatt valamivel mélyebben történik.

Látjuk továbbá, hogy a felszínen faolajat használva, a folyadéknek a naptól való felmelegedése sokkal előnyösebb, főképen azért, mert az olaj a közönséges hőnél nem párolog és így az elpárolgással járó lehülés elmarad.

Hasonlítsuk most össze az eddigi (I—VII.) táblázatokban ugyanegy időben talált néhány legmagosabb hőmérsékletet (VIII. tábla), és ekkor a következő eredményre jutunk:

VIII.

Az I.—VII. táblázatokban levő néhány legmagasabb hőmérséklet összehasonlítása.

Datum 1903	I. Víz t°C	II. MgSO ₄ + víz t°C	III. Na ₂ SO ₄ + víz t°C	IV. (H ₃ N)Cl+ víz t°C	V. Na ₂ CO ₃ + víz t°C	VI. Víz+ petro- leum t°C	VII. Víz+fa- olaj t°C
Máj. 16	18	23	22	21	21	22	—
„ 18	15	18.5	17	17	17	17	—
„ 19	13	18.5	14	15	15.6	16	—
„ 20	15	17.6	16	17	17	22	—
„ 22	21	21.7	20.5	22	22	29	—
„ 23	19	21	20	21	21	27	—
„ 24	19	22.2	21.8	22	22	23	—
„ 25	17.5	20	19.3	20	20	22	—
Jul. 18	26	31	27	32	29	26	38
„ 20	28	31	29.3	32	32	30	40
„ 25	25	28	25	27	27.5	30	32
„ 29	25	28	27	29	27	38	36
„ 30	25	27	26	28	26	37	35
Aug. 2	24	26	25	27	26	30	33
„ 10	24.3	29	28.3	29	27.5	25.8*	35
„ 11	23	28	27	28	26	25*	29
„ 13	26	28.8	28	28.8	28	29	36
„ 14	26	29.5	28	30	23.8	28	35
„ 16	26.3	20	28.5	30	28	29	41
„ 29	22.8	25	25.8	25.3	24	24.5	38

* A petroleum legnagyobb része elpárolgott.

Határozottan kimutatható az, hogy a különféle sóoldatok, ha felszínükön vékony rétegben édesvíz van, a mélyebb rétegben jobban felmelegednek, mint a felszínükön. Az eltérés a tiszta víz felmelegedésétől több esetben az 5° C.-t is meghaladta. Azon víztömeg pedig, a melynek felszínén vékonyabb petroleum- vagy faolajréteg volt, $10\text{--}20^{\circ}$ C.-szal jobban melegedett fel, mint ugyanakkor a tiszta víz.*

Meg kell itt jegyezni, hogy a kísérletezés feltételei kedvezők nem voltak, főképen azért, mert a próbák kis méretűek voltak és az időjárás sem kedvezett. A nyári hónapok alatt abnormalis hideg, szeles és borus idő uralkodott, végül a kísérletezés helye sem volt a szelektől olyan jól megvédve, mint pl. a szovátai Medvetó.

És mindezek daczára a kísérletezés eredménye positiv adatokat szolgáltatott.

Idézett dolgozatom a külföldön is általános érdeklődést keltett. Némely szaklap az egészet szószerinti terjedelemben átvette, mások kimerítő ismertetéseket hoztak róla; több szaktársulatban pedig előadások tárgyát képezte.

Ugyanezen alkalomból sok külföldi szakembertől kaptam leveleket, melyek közül egy-kettőnek kivonatos közlését azért is jónak tartom, mert érdekes és értékes adatokat tartalmaznak arra nézve, hogy ilyen természetű meleg sóstavak másutt is vannak.

* Ezeket tudva, ha valamely kisebb terjedelmű, sekély, édesvízű tóra unnyi petroleumot vagy olajat öntenénk, hogy azt elfedje, úgy rövidebb-hosszabb idő alatt a vízben élő állatéletnek, valamint a növényéletnek is lassanként ki kell pusztulnia. Két okból is; mert a tó vize a levegőtől el van zárva és így az élethez szükséges levegő, illetőleg oxygen nem juthat hozzá, pedig ki van mutatva, hogy pl. a halak kis mennyiségű vízben is egészségesek maradnak, ha a víz 1 literében 1 cm^3 oxygen van, de elpusztulnak, ha esupán 0.5 cm^3 vagy kevesebb az oxygen mennyisége. De ha a tó vizéhez a levegőt mesterséges úton vezetnék be, úgy még ezen esetben is az állat- és növényvilág előbb-utóbb elveszne, főképen azért, mert az ilyen víz a naptól mindjobban fel fog melegedni s a szokatlan hőmérséklethez az állati és növényi szervezet oly gyorsan nem alkalmazkodhatik. Így pl. a hirtelen 34.5° C.-ra felmelegedett Ostravik-tóban, a később említett norvég meleg laguna-tóban, 1885-ben az osztrigák kivesztek.

Dr. L. MRAZEC bukaresti egyetemi tanár azt írja: «Nálunk az úgynevezett sóstavakban hasonló tünetényt figyeltek meg, a tavak valószínűleg szintén a naptól melegednek fel, de nem olyan nagy mértékben, mint az erdélyi tavak.»

Dr. A. G. HÖGBOM Upsalából a következőket írja: «Bizonyára érdekelni fogja önt, hogy Norvégia nyugati partjain — Bergen környékén — a tengerparton meleg lagunatavak vannak, a melyek valószínűleg hasonló módon nyerik hőmérsékleti anomáliájukat. Ezek erősen sós tengervizből állanak, vékony, kevésbé sós-vízréteggel befödve. Hőmérsékletük a mélységben az adatok szerint 30° C.-on felül emelkedik, míg a felszínen levő víz sokkalta alacsonyabb hőfokot mutat. Tudomásom szerint ezek még nincsenek részletesen tanulmányozva. Ezen tavakat osztriga-tenyésztésre használják s mint hallom, jó eredménnyel.»

HÖGBOM ajánlatára részletesebb adatokért dr. A. APPELOF úrhoz, a bergeni muzeum conservatorához fordultam, a ki ezen lagunatavakra vonatkozó egy norvég és egy angol ismertetést volt szives küldeni.

Ezen ismertetésekből,* valamint dr. HÄPKE tanár leírásából** a következőket veszem át:

Bergen városától mintegy 4 órai gyors hajózás után Tysnäs szigetére jutunk. *Espevik*-nél a nagy sziget délkeleti részén egy természetes, majdnem tojásalakú medenceze van, mely délnyugatról északkelet felé terül el és 300 m. hosszú, továbbá 170 m. széles, mélysége 5 m., környéke erdős hegyekkel van körülvéve.

Ezen tavat egy társaság osztriga-tenyésztésre rendezte be és 45 m. hosszú csatorna segítségével a Fjorddal és a tengerrel kötötte össze.

E kis tó sajátos látványt nyújt, a mennyiben a felszínen 160 drb, feketére kátrányozott hordó úszik egymás mellett, meg-

* The Oyster ponds on the West Coast of Norway. By Hermann Friele B. S. Vortrag, gehalten auf dem internationalen Fischereikongresse in Bergen 1898.

Temperaturen in Osterstjernene (af Amund Helland) «Norsk Fiskeritidende» 1889.

** Die Warmwasserteiche an der Westküste Norwegens. von Prof. Dr. HÄPKE in Brennen. Himmel und Erde XII. p. 316.

felelő távolságban. Ezen hordók tartják a partok között kifeszített zinkezett vasdrótokat, a melyeken nyirfa rözsenyalábokból álló, mintegy 3000 ú. n. kollektor függ; ezeken tenyésznek az osztrigák. A fiatal osztrigákat 1—2 éves korukban leszedik és a Stavanger mellett fekvő osztriga-parkba küldik, a hol annyira megnőnek, hogy a kereskedésnek átadhatók. A környező hegyekről az esővíz kis pataokban a tóba folyik. A szabályozható csatorna létesítése előtt a tengervíz csupán a viharok alkalmával, nagyjából a téli hónapokban jutott ide s ennek elpárolgása által a víz sótartalma nagyobbodott.

Az *Espevik-tó* 1888 június 30-án HELLAND tanár mérései szerint a következő adatokat szolgáltatotta:

	C. hőfok.	Sótartalom 1000 részben.
A felszínen	22·3° C.	24·51 s. r.
0·5 m. mélységben	22·7	24·53 "
1·0 m. "	23·0	25·15 "
1·5 m. "	27·0	27·26 "
2·0 m. "	27·4	27·93 "
2·5 m. "	26·8	30·73 "
3·0 m. "	25·3	30·81 "
3·5 m. "	25·2	30·73 "
4·0 m. "	23·7	30·24 "
4·5 m. "	23·2	31·19 "
5·0 m. "	22·6	31·99 "

ARNOLD tanár (St. Petersburgból) vizsgálatai 1898 aug. 4.-én és okt. 20.-án:

	1898 aug. 4.-én. Sótartalom areometerrel	Okt. 20.-án. Titrálás útján.
Felszín	11·79‰	6·13‰
1/2 m.	—	17·37
1 m.	25·89	21·14
2 m.	26·62	25·04
3 m.	26·65	26·02
4 m.	26·84	26·09

Espeviktől mintegy 5 km.-nyire *Seló* kis szigeten is hasonló osztrigás medence van, mely körülbelül hasonló nagyságú és hasonló hőmérsékletű. Az édesvíz hozzáfolyása kevesebb, mint az

előbbinél, de azért a hőmérséklet 30 fokra és magasabbra is fel-emelkedik. Az állat- és a növényélet benne igen gazdag.

A *Selő-tó* HELLAND tanár szerint 1888 július 1-én.

	t°	Sótartalom.
0·0	20·5° C	18·1‰
0·5	20·0	19·1
1·0	26·5	25·2
1·5	27·5	27·3
2·0	29·0	28·0
2·5	27·3	28·2
3·0	26·2	27·6
3·5	25·2	26·2
4·0	24·1	25·3

Van még egy harmadik ilyen meleg medence, az *Ostravik-tó*, melyet 1878-ban Egersund mellett Norvégia déli részében Basch tanár talált 28° C. hőmérséklettel. Ennek mélysége 12 m. Felületén csekély a só-tartalom, míg 1—1·5 m.-nél olyan sós, mint a tengervíz.

Az Espevik és Selő tavakat 1884-ben fedezték fel. Ezen tavak hőmérsékletére a meteorológiai viszonyok nagy befolyással vannak, úgy, hogy némely évben a maximum májusra, máskor augusztusra és szeptemberre esik.

1885-ben augusztus hónapban az Ostravik-tóban 3—3 m. mélységig a hőmérséklet 34·5° C. volt, a midőn az osztrigák kivesztek. Ekkor kötötték össze a meleg tavat zsilippel szabályozható csatorna segítségével a közeli tengerrel.

Basch tanár a meleg tavak felmelegedését az iszap és az organikus anyagok bomlásával és erjedésével igyekezett kimagyarázni. Helland az insolatióval magyarázta, míg Hápke ezt nem tartotta valószínűnek. Mások helyi földalatti okokra gondoltak.

Ujabbán az erdélyi sóstavak és a fürdők tanulmányozása dr. RIGLER GUSZTÁV kolozsvári egyetemi tanár személyében igen lelkes és ügybuzgó szakemberre talált. Ezekre vonatkozó tanulmányait «*Erdély nevesebb fürdői 1902-ben*»* czimű munkában részletesen közzé is tette.

* P. 142. és 150.

Dr. Rigler a többi erdélyi sóstavakat is megvizsgálta azon szempontból, vajjon nem melegednek-e fel azok is a naptól a mélyebb rétegben, és azt találta, hogy ezek közül némelyek hasonlóan melegednek, mint a szovátai Medve-tó, csakhogy a felmelegedés sokkal kisebb mérvű; így

a *kolozsi Dörgő* vize 2 m.-nél két fokkal melegebb, mint a felszínen és az összes szilárd alkotó részek mennyisége a mélységgel nagyobbodik:

Mélységnél	Összes szilárd részek	t° C.
0·0	105·67 ⁰ / ₀₀	28·—
0·5	108·60 „	28·5
1·0	108·67 „	28·5
1·5	108·76 „	28·5
2·0	128·72 „	30·0
5·0	208·07 „	22·4
10·0	276·16 „	18·4
15·0	294·55 „	18·4
17·5	266·70 „	18·4

A *tordai Római-tó*:

Mélységnél	Összes szilárd részek	t° C.
0·0	24·160	21·2
0·5	31·345	24·0
1·0	40·050	27·9
2·0	57·750	26·6
3·0	97·850	21·4
5·0	101·910	18·8
7·0	97·260	17·8

A *vizaknai Tököli-tó*:

0·0	176·360	23·25
0·5	176·637	23·75
1·0	177·050	23·5
1·5	177·770	23·0
2·0	233·350	27·0
2·5	288·690	29·0
3·0	315·760	30·0
5·0	307·770	26·25

Szibéria nyugati részében, Akmolinsk kormányzóságában fekvő *Kysilkak* tónak sós vizét IGNATOFF orosz geográfus vizsgálta meg.* A tó 15 km. hosszú és 12 km. széles. A víz hőmérséklete a fölületen 20—27° C. között változott, míg ugyanakkor a mélységben 34 fokú volt.

A két szomszédos *Teke* és *Selety Dongis* még nagyobb tavak (az utóbbi 50° É és 60° K között fekszik) hasonló tüneményt mutattak. A körüllakó kirgizek azt állítják, hogy ezen tavak vize a legnagyobb hidegben sem fagy be.

Valószínű, hogy ilyen naptól felmelegített sóstavak még nagyobb számban fognak találatni.

A szovétai sóstavakat 1902. év nyarán újlag meglátogattam. A sós víz felmelegedése az időjáráshoz mérten ez ideig szabályszerűen mutatkozott, bár a tavon újabb változások is történtek.

A Medve-tó felszínére eddig folyt patak vizének egy részét most az új fürdőháznál is használják, ennél fogva nincsen kizárva az, hogy a Medve-tónak eddigi természetrajza megváltozhatik.** A Medve-tavon ezenkívül azon változás is történt, hogy kifolyásánál zsilipes gátat építettek, a melylyel úgy a víz magassága, mint a kifolyó víz mennyisége is szabályozható. Továbbá az utóbbi időben a Medvetavon igen sokat csolnakáznak, az evezéssel pedig a vizet nagyban felkavarják, ennél fogva a felszínen a fajsúlykülönbség megváltozik, másrészt a patak a tóból évente több sót fog tova vinni. Ezen változások szintén nagy változásokat okozhatnak a Medve-tó hőmérsékleti és egyéb viszonyaiban.

A Mogyorósi-tó 1902-től kezdve a nyári időszakban annyiban változott meg, hogy a Medve-tónak szabályozható vize csatornán zuhanyszerűleg esik a tó tükrére, a mi a fürdőzőknek talán kellemes lehet, de azt hiszem, hogy a tóra, mint sós és meleg tóra nézve idővel végzetessé válhatik. A Mogyorósi-tó sós vize, a zuhogó víztől mindjobban fel fog kavarodni és az ár a sós vizet nagyobb mértékben fogja elsodorni, mint azt eddig tette és az

* PETERMANN, Mittheilungen, 1902.

** Tanácsosabb volna ezért a fürdőház és az ujonnan épített lakóházak szükségletére, az édesvizet a közelfekvő Sebespatak vizéből venni. Ezen patak vízerejét egyúttal elektromos világításra és munkára is lehetne felhasználni.

alsó töményebb sósvíz rétege mélyebb szintet fog elfoglalni, azaz más szavakkal, a Mogyorósi-tó melegsége és az alsó töményebb sósvíze sokkal gyorsabban fog eltűnni, mint a régi állapotban.

A szovátai Medve-tavat és a Fekete-tavat 1902 július havában Dr. RIGLER GUSZTÁV egyetemi tanár is meglátogatta és vizsgálatairól a következőket közli:*

Szovátai Medve-tó:

Méter	Összes szilárd rész	Chlór	Kötött szén-sav	Hőfok C°.
0·0	83·62	44·375	0·075	29·5
0·25	109·55	60·35	0·076	36·5
0·5	183·85	110·40	0·154	54·5
1·0	227·48	134·365	0·160	61·0
1·5	210·08	127·50	0·144	58·0
2·0	210·08	127·50	0·148	52·3
2·5	230·28	129·63	0·140	48·9
3·0	255·77	136·55	0·140	43·4
5·0	278·54	160·76	0·136	34·5
7·0	307·45	180·76	0·136	32·5
10·0	305·59	182·115	0·140	29·25
15·0	326·76	179·63	0·142	26·0

Szovátai Fekete-tó:

0·0	23·87	14·20	0·154	25·0
0·5	23·88	14·317	0·168	23·6
1·0	23·86	14·277	0·156	22·6
1·5	23·97	14·302	0·162	22·7
2·0	49·30	29·110	0·208	24·25
5·0	239·35	136·320	0·324	18·0

E helyen közlöm a szovátai Medve-tóból 1901. évben tőlem meritett és hozott sósvíznek dr. EMSZT KÁLMÁN collegámtól származó részletesebb analysisét.

Az elemzéshez használt víz a Medve-tónak, a Vörös-tó mellett fekvő öblös részének 12 m. mélységéből való. A víz hőmérséklete 20° C. volt és fajsúlya a közönséges hőfoknál = 1·194.

* Erdély nevesebb fürdői 1902.

A szovátai Medve-tó vizének chemiai alkotása.

Egy liter vízben van grammokban :

Kalium (<i>K</i>)	0.0352 gr.
Natrium (<i>Na</i>)	119.8390 "
Calcium (<i>Ca</i>)	0.8106 "
Magnesium (<i>Mg</i>)	0.1452 "
Chlór (<i>Cl</i>)	185.2155 "
Bróm (<i>Br</i>)	0.0132 "
Jód (<i>I</i>)	0.0048 "
Hydroszénsav (<i>HCO₃</i>)	0.0622 "
Kénsav (<i>SO₄</i>)	1.1773 "
Összesen	307.3030 gr.

Az alkotórészek egyenértékei százalékokban :

Kalium	0.017	Chlór	99.249
Natrium	98.984	Bróm	0.003
Calcium	0.769	Jód	0.001
Magnesium	0.230	Kénsav	0.466
Összesen	100.00	Hydroszénsav	0.281
		Összesen	100.00

Az alkotórészeket szokásos módon sókká átszámítva :

Natriumchlorid (<i>NaCl</i>)	304.1000 gr.
Kaliumchlorid (<i>KCl</i>)	0.0520 "
Kaliumbromid (<i>KBr</i>)	0.0197 "
Kaliumjodid (<i>KJ</i>)	0.0063 "
Magnesiumchlorid (<i>MgCl₂</i>)	0.5677 "
Calciumchlorid (<i>CaCl₂</i>)	0.7932 "
Calciumhydrocarbonát (<i>CaHCO₃</i>)	0.1046 "
Calciumsulfát (<i>CaSO₄</i>)	1.6472 "
Vas (<i>Fe</i>)	nyomokban
Kovasav (<i>SiO₂</i>)	0.0123 "
Összesen	307.3030 gr.



Az eddgiekből tudjuk azt, hogy naptól felmelegített melegforró tavak a mai korban nemcsak Szovátán, hanem sok más helyen is vannak, sőt mesterséges úton is előállíthatók.

Hogy a geologiai multban is voltak kisebb-nagyobb terjedelmű sóstavak, arra nézve bizonyosságul szolgálnak a föld ke-rekségén számos helyen talált kősó-telepek.

Analógia útján pedig állíthatjuk, hogy ezen régi, pl. a miocenkori sóstavak felszínére is reá juthatott a patakok, a folyók vagy az esőnek édesvize és ha az ilyen sóstóra a nap sütött, akkor vizének a mélyebb rétegekben okvetlenül fel kellett melegednie. Évszázadok, évezredek alatt a felmelegedés az egész folyadék-tömegre, sőt vezetés útján magára a szilárd sóra is nagy mértékben kiterjedhetett, a mint azt a szovátai Medve-tónál* már érintettem. A hőmérséklet-változás e régi sóstavaknál is az idő-járástól és a téli vagy nyári időszaktól, továbbá a felszínen hiányzó vagy jelen levő édes-, illetőleg hígított sósviztől függ-hetett csupán. Meg volt tehát a lehetősége annak, hogy ezen régi tavak sósvizének a hőmérséklete az alacsony hőfoktól kezdve időszakonként a 70° C.-nál is magasabb lehetett, úgy miként azt manapság a Medve-tónál is tapasztaljuk.

USIGLIO** olasz chemikus volt az első, a ki a tenger vizének nagyban való elpárolgását részletesebben tanyulmányozta. Kísér-leténél szénsavas meszet ($CaCO_3$); $NaCl$; gipsz ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$); $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; $MgSO_4 \cdot 6H_2O$; Schönit ($MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 6H_2O$); KCl ; Karnallit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) és $MgCl_2$ vegyületeket talált. Másrészt igen lényeges ásványok, vegyületek teljesen hiányoztak, ú. m. az Anhydrit ($CaSO_4$), Polyhalit ($2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2H_2O$), Kieserit ($MgSO_4 \cdot H_2O$) és mások.

VAN 'T HOFF és MEYERHOFFER nagyszabású tanulmányaik-ban*** kimutatták, hogy a legtöbbje azon sóknak, a melyek a Stass-furti sótelepekben is előfordulnak, de a tengervíznek egyszerű és

* A szovátai meleg és forró konyhasótavakról, mint természetes hőaccumulatorokról. Földtani Közlöny XXXI. kötet, p. 23.

** Compt. rendus 27,429; Annal chim. et phys. 27,172.

*** Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagern. Sitzungsberichte d. k. preus. Akademie d. Wissenschaften, 1897-től mai napig.

gyorsabb elpárolgásánál nem keletkeznek, mesterséges úton 25° C.-nál előállíthatók, sőt a Polyhalit, a melyet Usiglio nem talált 25° C.-nál, könnyen keletkezik.

Más sók azonban magasabb hőfoknál keletkeznek, így:

- a Langbeinit ($2MgSO_4 \cdot K_2SO_4$) 37° C.-on felül,
- a Löweit ($MgSO_4 \cdot Na_2SO_4 \cdot 2H_2O$) 43° C.-nál,
- a Schönit ($MgSO_4 \cdot 5H_2O \cdot K_2SO_4 \cdot H_2O$) 47·5° C.-nál,
- a Reichardtít ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 47° C.-nál,
- az úgynevezett Hartsalz ($NaCl \cdot KCl \cdot MgSO_4 \cdot H_2O$) 72°-nál.

A felsoroltakból látjuk egyrészt azt, hogy a különféle sók-
nak keletkezésére alacsonyabb vagy magasabb hőmérséklet szük-
séges, másrészt analogia útján kimutattuk azt, hogy a régi sós-
tavak is a naptól alacsonyabb vagy magasabb hőfokra felmeleged-
hettek, megvolt tehát mindazon feltétel, a mely a különféle
vegyületek, sónemek képződéséhez szükséges.

De ezen ismeretünket másféleképen is kifejezhetjük és mond-
hatjuk, hogy pl. a stassfurti sótelepen, a hol a különféle sókat talál-
juk, azon a helyen, a régi geológiai időszakban, oly hőmérsékletnek
kellett uralkodni, a melynél az illető só képződési hőfoka meg
van állapítva. Pl. a hol Langbeinitot találunk, ott képződésekor
37° C. volt az uralkodó hőmérséklet, a hol pedig az úgynevezett
«Hartsalz» van, ott 70° C.-nál magasabb hőfoknak kellett lenni
és így tovább.

Ezen ismert vegyületeket, ásványokat, sónemeket az illető
geológiai korszakból visszamaradt bizonyítékoknak — geológiai
hőmérőknek — tekinthetjük.

Más szavakkal, ezen sónemek jelenléte az illető geológiai
korszak helyének hőmérsékletére olyan, vagy még nagyobb bizo-
nyítékot szolgáltat, mint a kövületek a geológiai kor megállá-
pítására.

Tudjuk azt, hogy a sóstavakban időszakonként a hőmérséklet
változásnak van alávetve. Ismerjük továbbá az egyes vegyületek-
nek oldhatósági viszonyát különféle hőmérsékleteknél, ezekből
aztán következtetni lehet, hogy minő sók, mely időszakban fognak
leginkább kiválni.

A sótelepeknél, pl. a stassfurtinál, azt látjuk, hogy az alsó

regióban vékonyabb Anhydrit-, a felsőbb régióban Polyhalit-rétegek váltakoznak a sótömegben. Ezek a váltakozások olyanfélék, mint a fánál az évgyűrűk és a bányászok ezen rétegeket tényleg évgyűrűknek is nevezik, és fellépésüket az évszakok változásával hozták összefüggésbe. A fentebbiek után most már tisztábban látjuk az évgyűrűk keletkezésének kérdését.

A magyarázatát, bár magam is ilyenformán kerestem, *Van 't Hoff* adta meg először 1902. évi május 28.-án hozzám írott levelében.

VAN 'T HOFF levelének ide vonatkozó része, szives beleegyezésével, következőképen hangzik:

«Igen érdekes munkája alkalmat ad egy kérdésre, a mely talán már most feleletet találhat, és pedig az évgyűrűk képződésére vonatkozólag.

Én igen hajlandó vagyok azon feltevésre, hogy ez (t. i. az évgyűrűk képződése) a hőmérséklet befolyásától függő oldhatóság emelkedésével és csökkenésével van összefüggésben.

Vegyük pl. az anhydritot és a chlornatriumot és gondoljunk a hőmérsékletnek váltakozó süllyedése és emelkedése alatt a besűrűsödéssre. Az anhydrit oldhatósága az emelkedő hőmérséklettel lényegesen csökken, míg a chlornatriumé valamivel emelkedik. A hőmérséklet emelkedésénél, tehát nyáron, anhydrit-leválás fog beállani, míg télen ez megszűnik és csakis konyhasó válik le. Oldhatóság tekintetében ugyanezt az ellentétes viselkedést tapasztaljuk egyéb évgyűrű-képződéseknél is, pl. a Langbeinitnél, a Polyhalitnál, a Kieseritnél; mindannyinak az oldhatósága a hőmérséklet emelkedéssel csökken.»

*

Röviden egybefoglalva a mondottakat, kísérletileg kimutatam, hogy a naptól való felmelegedés nemcsak a szovátai sóstónak — sósvíznek — a sajátja, hanem ugyanilyen módon melegedik a korondi sósvíz, a keserűs, a gläubersó, a szalmiák és a szóda töményebb oldata is, ha felszínükön vékonyabb rétegben édezvíz vagy hígítottabb oldat van; sőt maga az édesvíz is jelentékenyen felmelegszik, ha felszínén petroleum vagy faolaj úszik. A felmelegedés tüneténye az oldatnak, a folyadéknak nem ché-

miai, hanem fizikai tulajdonságaiban és elrendezésében rejlik. Láttuk egyuttal, hogy a mai korban a naptól felmelegített meleg sóstavak nem csak Szovátán, hanem a földkerekségén sok más helyen is vannak, bár ezek nem olyan melegek, továbbá hogy a geológiai múltban is voltak hasonló meleg tavak.

A tavakban jelentkező s időnként változó melegmennyiség és az egyes sók oldhatósági viszonyai pedig geológiai tényezőként hozzájárultak a mai napig is visszamaradt sótelepek keletkezéséhez.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1903 december 14.-én tartott üléséből.)

ÚJ MÓDSZER AZ ÆTHYLALKOHOL QUANTITATIV MEGHATÁROZÁSÁRA.

BUGARSZKY ISTVÁN I. tagtól.¹

Az æthylalkohol mennyiségi meghatározására eddig kidolgozott eljárások mind a felmangansavnak² vagy a chromsavnak³ oxydáló hatásán alapszanak. Egész kifogástalan eredményeket azonban ezen eljárások egyike sem nyújt,⁴ minthogy az alkoholt sem a felmangansav, sem a chromsav nem oxydálja símán, t. i. a concentratioviszonyoktól függetlenül bizonyos egyszerű stöchiometriai arány szerint; ezért csak bizonyos szorosan betartott feltételek mellett sikerül tűrhető eredményeket elérni. Az alkoholnak igen kis mennyiségeit azonban, pl. ha a víz alkoholtartalma csak néhány századszázalék, vagy még ennél is alacsonyabb, az eddig kidolgozott eljárásokkal nem lehet meghatározni. Ezért midőn más irányu vizsgálataim közben annak szüksége merült fel, hogy igen alacsony alkoholtartalmat a vízben mennyiségileg meghatározzak, igyekeztem olyan analytikai módszert kidolgozni, mely az æthylalkohol quantitativ meghatározását annak igen alacsony concentratioja mellett is lehetővé teszi.

¹ A m. kir. állatorvosi főiskola vegytani intézetében készült dolgozat.

² RÖSE: Zeitschr. f. angew. Chemie 1888, 31; BENEDICT és NORRIS: Journal Americ. Chem. Soc. 20, 293 (1897).

³ BOURCART: Zeitschr. f. analyt. Chemie 29, 609 (1890); NICLOUX: Comptes rendus de la Soc. de biol. [10] 3, 841 (1896); BORDAS és RACZKOWSKI: Comptes rendus d. l. Acad. des sciences 123, 1071 (1896); KURILOFF: Ber. d. deutsch. chem. Ges. 30, 741 (1897).

⁴ L. BENEDICT és NORRIS [Journal Americ. Chem. Soc. 20, 293 (1897)], továbbá Pozzi-Escot [Annales Chim. anal. appl. 7, 11 (1901)] kritikai tanulmányát.

Ezt a feladatot egy másik oxydáló anyagnak, a *brómnak* alkalmazása által sikerült elérnem, miként ezt az alább részletesen közölt kísérleti adatok bizonyítják.

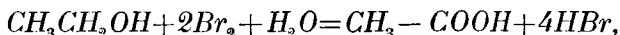
A mikor 0·1135 gr. absolut alkoholt 50 k. cz.-es köszörült dugós lombikban 25°-os vízben feloldottam, majd a jelig felhigítottam s azután 0·50 k. cz. (1·54 gr.) vegytiszta brómot oldatba vittem (a mit erélyes rázás által 5 percnyi idő alatt sikerült elérnem), mindjárt a hatás kezdetén az 1 k. cz.-ben foglalt brómot jodometriás úton meghatározva, elfogyott 7·63 k. cz. $\frac{1}{20}$ -n. thio-sulfat-oldat. A reactioelegyet thermostat alkalmazása által állandóan 25°-on tartva, 2 óra múlva kivettem belőle 1 k. cz.-t, ezt jódkalium-oldatba eresztettem, s a kivált jódot $\frac{1}{20}$ -n. thiosulfat-oldattal megtitráltam. Elfogyott 7·18, 5 óra múlva, hasonlóan eljárva, 6·64 s 24 óra múlva 5·30 k. cz. Ezek az adatok azt mutatják, hogy a bróm és alkohol *közönséges hőmérsékleten* híg vizes oldatban igen *lassan* hatnak egymásra.

Miként a chemiai kinetikából ismeretes, a reactiosebesség a hőmérséklettel rendszerint igen hirtelen nő, úgy, hogy chemiai változások, melyek gyakorlatilag teljesnek tekinthető lefolyásához közönséges hőmérsékleten igen hosszú, pl. több heti idő szükséges, 100° C közelében néhány óra alatt practice teljesen lefolyhatnak.* Ez okból a mikor a fenti kísérleti adatok arról győztek meg, hogy a tervbe vett eljárás közönséges hőmérsékleten a reactio lassúsága miatt eredményre nem vezetett, annak megvizsgálására tértem, hogy 25°-nál jóval magasabb hőmérséklet alkalmazása mellett rövid, néhány órai időtartam alatt a reactio practice teljesen lefolyik-e. E végből a fenti reactioelegyet (a melyből tehát a brómtartalom meghatározása czéljából 4 k. cz. már elhasználtatott) — a brómvesztéséget a jól beköszörült dugó alkalmazása által megakadályozva — 80°-ra felmelegített s Bunsen-láng alkalmazása által (néhány foknyi ingadozással) ezen a hőmérsékleten tartott vízbe helyeztem s ebben 2 órán keresztül állni hagytam. 2 óra múlva a lombikot a meleg vízből kivettem s kihülés és erős összerázás után az 1 k. cz.-ben foglalt brómot

* VAN 'T HOFF: Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie, Heft 1, 223 (1898).

jodometriás úton meghatároztam. $\frac{1}{20}$ -n. thiosulfat-oldatból elfogyott 3·72 k. cz. Ezután a reactioelegyet a meleg vízbe újból visszahelyeztem s 1 órán keresztül tartottam abban, majd abból kivettem s a szobahőmérséklet felvétele után a reactioelegy 1 k. cz.-ében a brómtartalmat újból megtitráltam. Elfogyott ekkor 3·68 k. cz., a mi — szem előtt tartva a bróm illékonyágát — a 2 órai hatás után nyert értékkel, 3·72-vel eléggé egyezik s azt mutatja, hogy 100° körüli hőmérsékleten 2 órai időtartam elegendő az átalakulásnak praktice teljes lefolyásához.

Annak a reactioegyenletnek a megállapítása céljából, melynek értelmében az æthylalkohol és bróm között (az utóbbinak feleslege mellett) a hatás végbemegy, mindenekelőtt a reactioelegy egy újabb részletében, még pedig, hogy pontosabb értéket nyerjek, annak nagyobb, 5 k. cz.-nyi mennyiségében a brómtartalmat jodometriás úton újból meghatároztam. A bróm által kiválasztott jód átalakítására elfogyott 18·30 k. cz. $\frac{1}{20}$ -n. thiosulfat-oldat, majd, pár csepp phenolphtalein hozzáadása után, a savtartalom közönbösítésére 12·42 k. cz. $\frac{1}{10}$ -n. lúgot használtam el. A reactioelegy egy másik 5 k. cz.-nyi részletét Erlenmeyer-lombikba vittem s (10 k. cz.-nyi vízzel történt hígítás s néhány habkődarabka hozzátétele után) a brómot forralással elűzve, kihülés után a brómhydrogent VOLHARD eljárása szerint megtitráltam. Elfogyott 9·88 k. cz. $\frac{1}{10}$ -n. ezüstnitrátoldat. Ezek az adatok — figyelembe véve még a bróm eredeti concentratioját, továbbá, hogy az 5 k. cz.-ben foglalt alkoholmennyiség 0·01135 gr. volt — azt mutatják: 1. hogy 1 mól alkohol oxydatiójához 2 mól bróm szükséges; 2. hogy az eltűnt brómmal æquivalens mennyiségben brómhydrogen képződik; 3. hogy a brómhydrogennek egyidejűleg egy más sav is képződik, még pedig olyan mennyiségben, hogy a brómhydrogennek 4 æquivalensére az utóbbinak 1 æquivalense esik. Mindezen tapasztalati tények a következő reactioegyenlet felállításához vezetnek:



melynek értelmében tehát a bróm feleslege az alkoholt híg vizes oldatban *eczetsavvá** oxydálja.

* Bár a felsorolt kísérleti adatok alig hagyhatnak fenn kétséget az

Az előbbi reactioegyenlet alapján az alkohol quantitativ meghatározása történhetnék: 1. jodometriás úton, t. i. ha az alkohol mennyiségét az oxydatiónál felhasznált bróm mennyiségéből számítanók ki; 2. a képződött brómhydrogen mennyiségéből, az utóbbit VOLHARD eljárása szerint meghatározva; 3. acidimetriás úton, t. i. kiszámítva az alkohol mennyiségét az összes képződött sav mennyiségéből, mely a brómnak eltávolítása után (jódkalium-, majd nathiumthiosulfat-oldat alkalmazása által) ismert concentrációju lúggal való titrálás útján meghatározható. Tekintettel azonban a bróm illékonyasága miatt a kísérlet közben alig elkerülhető brómveszteségre, a jodometriás eljárásnál czélszerűbb, kényelmesebb és pontosabb, ha a VOLHARD eljárása szerint meghatározott brómhydrogen mennyiségéből (azon az alapon, hogy 4 mól brómhydrogen 1 mól æthylalkoholnak felel meg) számítjuk ki az æthylalkohol mennyiségét, vagy ha az utóbbi számítást (szem előtt tartva, hogy 5 æquivalens sav 1 mól æthylalkoholnak felel meg) a savtartalom meghatározása alapján végezzük el. A VOLHARD eljárása mindenesetre előnyösebb az acidimetriásnál is, mert igen híg oldatok lúggal végzett titrálásánál a levegő szénsava zavaró hatást gyakorol, míg VOLHARD eljárásánál az átmenet mindig éles marad.

A bróm direkt napfény behatása alatt tudvalevőleg a vizet is elbontani képes, de diffus világosságon ez a bomlás kimutatható mértékben csak napok mulva következik be. Magas hőmérsékleten, mint a milyet az alkohol teljes oxydálása czéljából (két órai időtartam alatt) nekem alkalmaznom kellett, fel volt tehető, hogy két óra alatt a brómnak esetleg nem elhanyagolható mennyisége a víz elbontására használtatik fel. Ennek megvizsgálása czéljából a brómot két órán keresztül az egyik kísérletben 0·2, a másokban 0·1 n. concentratio mellett tiszta vízre engedtem hatni 80° körüli hőmérsékleten. A képződött brómhydrogen

iránt, hogy a brómhydrogen mellett keletkező reactiatermék eczetsav, mégis az utóbbinak azonosságáról külön kísérlet útján is meggyőződtem. E végből előállítottam a képződött organikus sav ezüstsóját s meghatároztam annak ezüsttartalmát. 0·3585 gr. anyag izzítási maradéka 0·2330 gr. volt, a mi 64·98% ezüsttartalomra mutat az eczetsavas ezüst képletéből számított 64·67%-kal szemben.

mennyisége az első esetben 0·00065, a másodikban 0·00029 n. volt, tehát arányos az alkalmazott bróm mennyiségével, s így igen nagy pontosságot igénylő meghatározásoknál ez a hibaforrás a szükséges correctura alkalmazása által eliminálható. Én a módszer kipróbálása céljából végzett kísérleteimnél, tekintettel a volumetrikus eljárásnál el nem kerülhető különböző egyéb hibaforrásokra, ezt a correcturát kicsinyisége miatt nem alkalmaztam.

A módszer kipróbálása céljából végzett meghatározások eredménye az alább következő táblázatban látható. Az eljárás a következő. Az alkoholtartalmu folyadék aliquot részét (t. i. akkora mennyiségét, hogy a vízzel 100 k. cz.-re végzett higitás után az alkoholtartalom kevesebb legyen mint 0·5%) 100 k. cz.-es közörrült dugós lombikba visszük, azután destillált vízzel a lombik nyakáig (és nem a jelig) higitjuk fel. Ezután, ha az alkalmazott higitás mellett az alkoholtartalom 0·05%-nál kevesebbre becsülhető, 0·30 k. cz., ha több mint 0·05%, de kevesebb mint 0·25%, úgy 0·70 k. cz., s végül ha 0·25—0·50% közt ingadozhatik, úgy 1·00 k. cz. brómot bocsátunk hozzá. Miután a brómot erős rázás által (közönséges hőmérsékleten) oldatba vittük, a lombikot 80° körüli ($\pm 5^\circ$) hőmérsékletű vízbe helyezzük s 2 órán keresztül abban állani hagyjuk. A 2 órai idő elteltével a lombikot a meleg vízből kiveszszük, s miután a folyadék kihülése után a reactionelegyet a jelig destillált vízzel felhigitottuk, annak aliquot részében (a brómnak forralással történt elűzése után) a brómhydrogen-tartalmat VOLHARD eljárása szerint megtitráljuk. Az alkohol mennyiségének kiszámítása azon azon az alapon történik, hogy 4 mól brómhydrogen 1 mól æthyalkoholnak felel meg.

Táblázat.

A kísérlet száma	Alkoholtartalom százalékokban	Az alkohol oxydálása céljából alkalmazott bróm közlítő mennyisége köbcm.-ekben	Az alkohol oxydálása céljából alkalmazott bróm közlítő mennyisége grammokban	A Volhard-féle eljárással valamint az acidimetriás uton megítélt elegyrészek térfajata köbcentiméterekben	Az $\frac{1}{10}$ -n. ezüstnitrát-oltat elfogasztott köbcentiméterei nek száma	Az $\frac{1}{10}$ -n. lúgnak az összes sav közömbösítőjére felhasznált mennyisége köbcentiméterekben	Az a'koholv-nak (100 köbcentiméternyi oldatban) alkalmazott mennyisége grammokban	Az alkoholnak az ezüstnitrát elfogasztott mennyiségéből kiszámított nagyság talált mennyisége grammokban	Az alkalmazott és talált mennyiség közötti eltérés grammokban	Eltérés százalékokban
1	0.4650	1.50	4.5	5.00	20.08	25.00	0.4600	0.4618	+0.0018	+0.39
2	0.2315	0.70	2.2	10.01	20.09	25.05	0.2300	0.2309	+0.0009	+0.39
3	0.1850	1.00	3.3	5.00	8.04	9.95	0.1840	0.1849	+0.0009	+0.48
4	0.1387	0.50	1.5	10.01	12.08	15.08	0.1380	0.1388	+0.0008	+0.58
5	0.0925	0.60	1.8	10.01	8.05	10.10	0.0920	0.0924	+0.0004	+0.43
6	0.0460	0.30	1.8	10.03	4.00	4.95	0.0460	0.0459	-0.0001	-0.21
7	0.0345	0.30	1.8	20.05	6.04	7.60	0.0345	0.0346	+0.0001	+0.29
8	0.0230	0.30	1.8	20.00	4.03	4.98	0.0230	0.0232	+0.0002	+0.87
9	0.0115	0.20	1.2	49.97	4.98	6.32	0.01150	0.01145	-0.00005	-0.43
10	0.0092	0.30	1.8	49.97	4.04	5.10	0.00920	0.00929	+0.00009	+0.97

Ezen táblázat adatai azt bizonyítják, hogy a leirt egyszerű eljárással 0.5—0.01 % tartalomig, tehát igen tág határok között az æthylalkohol mennyiségét vízben kielégítő pontossággal meg lehet határozni. Minthogy ezen oxydatiós folyamat (melynek időbeli lefolyására és mechanismusára vonatkozólag végzett vizsgálataim eredményeit, minthogy e vizsgálatok még befejezve nincsenek, egy másik dolgozatban fogom közzé tenni) nem pillanat-szerűleg folyik le, azért ezen módszer alkalmazásánál arra kell ügyelni, hogy a brómot kellő feleslegben alkalmazzuk és nem az æquivalensnél csak igen csekélylyel nagyobb mennyiségben; az utóbbi esetben ugyanis 2 órai időtartam alatt előreláthatólag az alkohol nem oxydáltatnék teljesen. Annak felismerése különben, hogy az alkohol oxydálása céljából a kellő brómmennyiség volt-e alkalmazva, igen könnyű, mert a 2 órai hatás után még megmaradt bróm okozta szineződés megfigyelése lehetővé teszi a brómtartalom durva megbecsülését; ha ezt (p. o. mintegy $\frac{1}{20}$ -n. brómvízzel történt összehasonlítás alapján) közel $\frac{1}{20}$ -normalnak vagy ennél magasabbnak találjuk, akkor az oxydatióhoz a kellő brómmennyiséget alkalmazzuk.

A STATIKAILAG HATÁROZATLAN REACTIÓJÚ CSUKLÓS TARTÓK GRAFIKAI ELMÉLETÉRŐL.

KHERNDL ANTAL r. tagtól.

(Székfoglaló értekezés kivonata.)

Értekező mindenekelőtt meleg szavakban köszönetét fejezi ki az Akadémiának rendes taggá történt megválasztásáért.

Folytatólag előadásának tárgyára térve, főlemlíti, hogy az utóbbi évek folyamán többször terveztek és építettek is oly hidakat, amelyek tartóin vannak ugyan elválasztó csuklók, de nem oly számban, hogy a reactiókat statikailag határozottakká tennék.

A tartók e hidakon vagy gerendák (függőleges reactiójú tartók) vagy gerendák és ívek oly combinatiói, melyeken két támasz nemcsak a függőleges, de a vízszintes mozgást, s esetleg a forgást is megakadályozza, a többi támasz ellenben csak függőleges reactióval képes a tartóra hatni.

Értekező e tartók grafikai elméletéről irt, a jelen hó folyamán a M. Mérn. és Épít. E. Közl.-ben közzéteendő dolgozatának főbb részeit ismerteti, megjegyezve, hogy ugyane tartók elméletét, más úton, már MÜLLER-BRESLAU is tárgyalta, először a Zentr. Bl. d. Bauverw. 1897. évf.-ban, újabban pedig a Graph. Statik der Baukonstr. czimű nagybecsű művének a mult év elején megjelent kiadásában. (Band II, 1-te Abt. 3-te Aufl. 1903.)

Értekező a legegyszerűbbnek véli a szóban forgó csuklós tartók grafikai elméletét egyfelől a csuklótlan többtámaszú gerendák elméletének elveire, másfelől ama csuklótlan, többtámaszú ívek elméletére visszavezetni, amelyeken a középső oszlopok reactiói függőlegesek, s amelyek elméletéről szóló a M. Mérn. és Épít. E. Közl. 1897. évfolyamában tett közzé értekezést.

A kérdés megoldásának alapja a következő:

1. *A csuklós gerendák.* Mindenekelőtt megjegyzendő, hogy a főnnforgó föladatra való tekintettel föl lehet tételezni, hogy a gerenda szélső hidnyilásain nincs csukló, a középsőkön pedig csak egy-egy. Az ellenkező esetben ugyanis a tartó egy vagy több része, különvéve, statikailag határozott reactiójúnak nézhető, a többi részen pedig a csuklók az ép föltételezettek szerint vannak elhelyezve.

Hogy a keresett reactiókat az ily gerendán (esetleg gerendarészen) megállapíthassuk, fölbontjuk a nyomatékok ábráját — úgy ahogy a csuklónélküli gerendák elméletében tesszük — hidnyilásonként a nyomaték-segmentre és a nyomaték-háromszögekre. A rugalmas forgások mértékeiből képzelt függőleges erőket pedig fölosztjuk ezzel kapcsolatosan — akár tömör, akár rácsos a tartó — a középső hidnyilásokon három-három, a szélsőkön pedig, ha a tartó vége nincs befalazva, két-két csoportra, szintén azon módon, ahogy a csuklótlan gerendákon.

Nyilvánvaló, hogy ekkor a fixegyenesek és fixpontok, az egyik vagy másik szélső hidnyilástól kezdve, egész az első sorra kerülő csuklós hidnyilásig ugyanazok, amelyek a csukló nélküli gerendán lennének.

Ha tehát a legelső sorra kerülő csuklós hidnyiláson n_1 a bal, n_2 a jobboldali nyomaték-háromszöghöz tartozó képzelt erő, akkor, ha jobbfelé haladunk, az n_1 -re következő kötélpolygon-oldal (1) fixpontja és e pont fixegyenesese még ugyanaz, amely a csuklótlan tartón lenne.

Ami a képzelt erők kötélpolygonjának további részét illeti: értekező bebizonyítja, hogy ha jobbfelé haladunk a csuklós hidnyiláson, az n_2 erő előtti kötélpolygon-oldal is fixpont körül forog, és hogy ez a (2) fixpont is függőleges fixegyenesen mozdul el, csak hogy e fixegyenes nem esik össze az ép említett (1) fixpontéval.

A tovább következő hidnyilásokon ennek következtében az n_1 utáni és az n_2 előtti kötélpolygon oldal szintén egy-egy fixpont körül forog s e két pont fixegyenesese a csuklónélküli hidnyilásokon ugyanegy, a csuklótlanokon ellenben más-más függőlegesre esik.

Hasonló eredmények találhatók, ha jobbról balra haladva, a képzelt erők számára második kötélpolygont rajzolunk.

Mindössze tehát a csuklótlan hidnyilásokon két-két fixegyenes s ezek mindegyikén két-két fixpont van, ahhoz hasonlólag mint a csuklótlan gerendákon. Egy-egy csuklós hidnyiláson ellenben négy-négy fixegyenes és ezek mindegyikén egy-egy fixpont található.

Értekező megmutatja, hogy minde fixegyenesek és fixpontok úgy a csuklós, mint a rájuk következő csuklónélküli hidnyilásokon igen egyszerűen megszerkeszthetők.

A valóságban ható külső erők nyomatókainak y mérőhosszaival arányos z hosszak végpontjait e fixpontok megkeresése után azzal kapjuk meg, úgy a csuklónélküli, mint a csuklós hidnyilásokon, hogy megnyújtjuk az (1) és (4) fixpontokat összekötő egyenest, míg a bal oszlop függőlegesét metszi, a (2) (3) egyenest pedig, míg a jobb oszlop függőlegesét vágja.

Abban az esetben, ha a gerenda az elhajlás előtt nem fekszi meg támaszait, az imént mondottak magától érthetőleg a ráillesztésre szükséges reactiók megállapítására is fölhasználhatók.

2. *Különleges eset.* Értekező megjegyzi, hogy egyszerűbb esetekben a reactiókat az ép magyarázottnál egyszerűbben is meghatározhatjuk.

Példaképen megmutatja, hogy a gyakorlatban fontos azon esetben, ha csak egy csukló van a tetszőleges számú nyilásban épült gerendán: a reactiókat igen könnyen a csuklónélküli gerendák elméletének alkalmazásával is megállapíthatjuk.

Csuklótlannak képzeljük ugyanis a gerendát s meghatározuk — két csoportra osztva az összes külső erőket — előbb azokat a nyomatókat, amelyek e csuklónélküli gerendán jönnének létre az öt megterhelő sulyok következtében.

Most rugalmas forgást veszünk föl azon a ponton, amelyen valóságban csukló van, s megkeressük azokat a nyomatókat, amelyek arra szükségesek, hogy a fölvett forgás után támaszait meg nem fekvő (csuklótlan) tartó támaszaira ráilleszkedjék.

Végre hozzáadjuk e nyomatókat az előbb találtakhoz, kifejezve, az értekezőtől mutatott, igen egyszerű úton azt, hogy az összes nyomatóknak a csukló függőlegesén zérust kell tennie.

Az imént mondottakkal kapcsolatosan megmutatja értekező, hogy a külső erőknek ugyanily két csoportra választása útján meghatározhatjuk a reakciókat, a gerendának akárhány nyílásán van csukló. De mivel ekkor a forgásoktól támasztott nyomtérkökat a csuklós gerendák elméletének alkalmazásával kell megkeresnünk: e megoldás az általános módszerből folyónál nem egyszerűbb.

3. *A kombinált tartók.* Azokon a tartókon, amelyeken a megtámasztás két oszlopon helytálló, a többin pedig a tartó vízszintes mozgását megengedi, értekező azon módon állapítja meg a reakciókat, hogy mindenekelőtt olyképen megváltoztatottnak képzeli a valóságban helytálló két támasz egyikének, k -nak szerkezetét, hogy ez a támasz a vízszintes mozgást ne akadályozza meg. Ezután a külön H erőt veszi föl a tartó megváltoztatott támaszú k pontján, külső erő gyanánt, s akképen határozza meg e H erőt, hogy a vele kiegészített külső erők, reakcióikkal együttvéve, a tartó k pontját ne mozdítsák el helyéből.

E végből oly két csoportra osztja értekező a H -val kiegészített külső erőket, amelyek mindegyike külön egyensúlyban van. Az egyikbe a tartót megterhelő súlyokat s a tőlük külön létrehozott reakciókat, a másikba a H erőt s a tőle támasztott reakciókat számítja. És minthogy a tartó támasztásának megváltoztatása következtében gerendává lett: értekező mindegyik csoportra a csuklós gerendák elméletéről ép mondottakat alkalmazza.

Ha eredetileg nem fekszi meg a tartó támaszait, legegyszerűbb, ha megint külön keressük meg azokat a reakciókat, amelyek a nem illeszkedésnek folyományai.

E végből megint két csoportra osztja értekező a külső erőket, s előbb oly — maguk között egyensúlyban levő — reakciókat keres, a külső erők első csoportja gyanánt, a megváltoztatott támaszú tartón, amelyek a közte és a támaszok között mutatkozó függőleges különbségeket kiegyenlítik. Ezután akképen állapítja meg a megváltoztatott támaszú ponton fölvett, már fentebb is említett H erőt és ennek reakcióit, hogy a külső erők e második csoportja a megtámasztott pontokon ne okozzon függőleges mozgásokat, a vízszintes irányban való eltérést pedig a

megváltoztatott támasztású ponton az első csoport erőivel együttvéve megszüntesse.

A szükséges szerkesztések rendezését és végrehajtását értekező három nyílású, ívalakú oly tartó példájában mutatja meg, mely tartó a két középső oszlopon helytálló, a két szélsőn pedig vízszintesen elmozduló csuklóra támaszkodik s a melyen a középső hidnyíláson egy csukló van elhelyezve.

A megelőzőkben elvi részében megismertetett grafikai elmélet kapcsán megmutatja még értekező, hogy az eredetileg a többtámaszú csuklótlan gerendákra CLAPEYRON-tól fölállított egyenletek igen könnyen általánosíthatók a csuklós gerendákra és csuklós kombinált tartókra is.

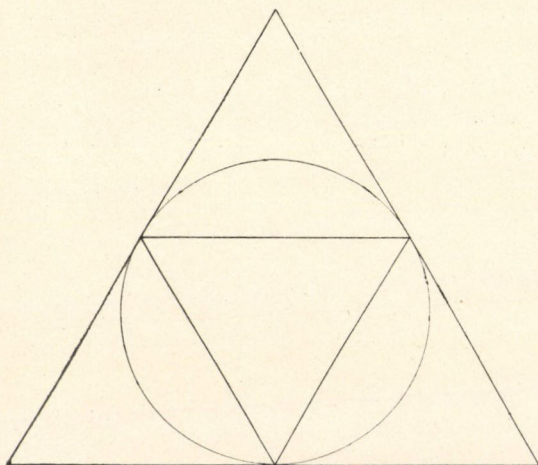
Végül átnyújtja az előadó az Akadémiának a «Tartók grafosztatikája» című művének a M. Mérn. és Épít. E. könyvkiadó vállalatában legutóbb megjelent 2-ik füzetét (28¹/₂ íven, 16 rajzlappal) s megemlíti, hogy szándékában lett volna ennek tartalmából is egyet-mást megismertetni, hogy azonban időhiány következtében kénytelen e szándékáról jelenleg lemondani.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 január 18.-án tartott üléséből.)

ADALÉK A SZABÁLYOS SOKSZÖGEK ELMÉLETÉHEZ.

RADOS GUSZTÁV 1. tagtól.

Ha valamely kör területét három egyenlő részre osztjuk,
akkor az osztópontok meghatározta beírt és körülírt szabályos.



1. ábra.

háromszögek területének viszonya racionális szám, a mint erről
az 1. ábra szemlélete tüstént meggyőz bennünket. Ugyanis

$$\frac{I_3}{C_3} = \frac{1}{4}, \quad (1)$$

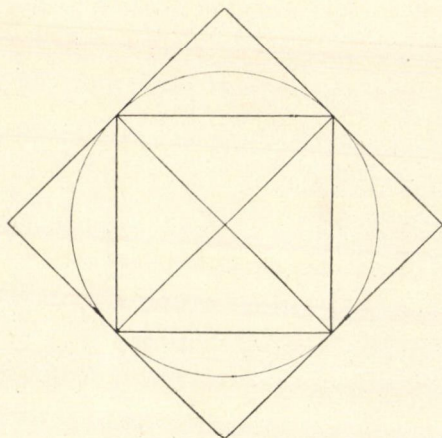
hol I_3 a beírt és C_3 a körülírt szabályos háromszög területének
mérőszáma.

Hasonlót tapasztalunk akkor, ha a beírt és körülírt szabályos

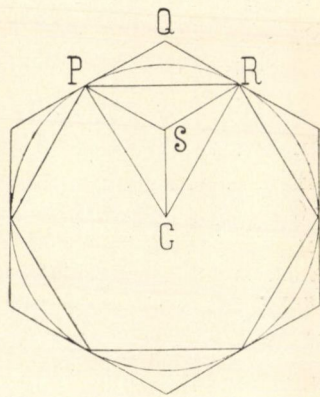
négyszögek területét I_4 -et és C_4 -et összehasonlítjuk (l. 2. ábra). Ha a beírt négyszög két diagonálisát meghúzzuk, akkor ezek valamint a beírt szabályos négyszög oldalai a körülírt szabályos négyszög területét C_4 -et 8 kongruens háromszögre darabolják fel, a melyből 4 darabnak összege éppen I_4 -et adja, úgy hogy

$$\frac{I_4}{C_4} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}. \quad (2)$$

Végül ha (3. ábra) a beírt szabályos hatszögnek OPR hatodrészét összehasonlítjuk a körülírt szabályos hatszög hatodrészé-



2. ábra.



3. ábra.

vel az $OPQR$ négyszöggel, akkor az OPR háromszög szögeit felező OS , PS , RS egyenesek meghúzását után az $OPQR$ négyszög a PQR , PSO , RSO , PRS kongruens háromszögekre esik szét, úgy hogy

$$\frac{1}{6} I_6 = 3PRS \quad \frac{1}{6} C_6 = 4PRS$$

s így

$$\frac{I_6}{C_6} = \frac{3}{4}. \quad (3)$$

Ha azonban a kör kerületét 5, 7, 8, 9, 10, ..., n egyenlő részre osztjuk, akkor az osztópontok meghatározta beírt és körül-

írt szabályos n -szögek területének viszonyszáma raczionális többé sohasem lesz; ugyanis elemi megfontolások mutatják, hogy $\frac{I_n}{C_n}$ kizárólagosan csakis az

$$n = 3, 4, 6$$

esetekben raczionális szám.

E ténynyel szemben az a kérdés merül fel, *hoggy nem lehetséges-e a beírt és körülírt szabályos n -szögek területének mérőszámaira vonatkozó oly általános tételt felállítani, a mely minden n -re egyaránt érvényes s az 1), 2), 3) alatti egyenlőségekben kifejezett tételeket mint speciális eseteket felöleli?*

Hogy ez a felsorolt valamint más hasonló elemi sokszögtételekre lehetséges, annak a kimutatása képezi a jelen dolgozat tárgyát.

Ha a

$$0, 1, 2, \dots, n-1$$

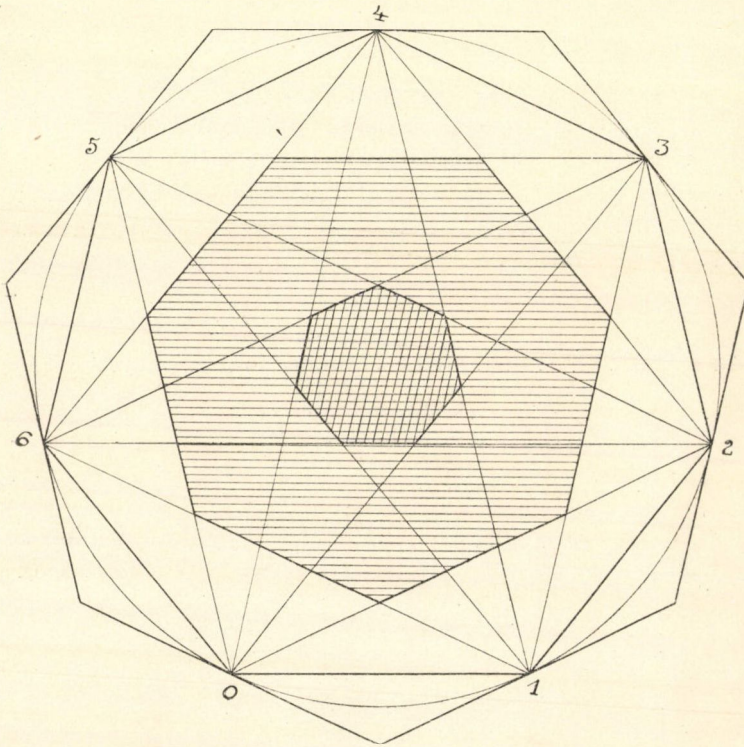
pontok a kör kerületét n egyenlő részre osztják, akkor ezek — a mint az elemi geometriából ismeretes — nem csak egy, hanem $\frac{\varphi(n)}{2}$ számban levő beírt szabályos n -szöget határoznak* meg, ha szabályos n -szög alatt oly sokszöget értünk, a melynek összes oldalai és összes szögei egyenlők. (Igy pl. a 4. ábrában a kör kerületét a 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 pontok 7 egyenlő részre osztják és a tőlük meghatározott $\frac{\varphi(7)}{2} = 3$ szabályos hétszög a következő: 0 1 2 3 4 5 6, 0 2 4 6 1 3 5; 0 3 6 2 5 1 4). Ugyanis a $0k$ húr mindannyiszor szabályos n -szögnek oldala, valahányszor k az n -hez relativ törzsszám s mivel a $0k$ és $0n-k$ húrok ugyanazt a szabályos n -szöget szolgáltatják, azért a különböző beírt szabályos n -szögek száma $\frac{\varphi(n)}{2}$. E sokszögek sorában a 012... $(n-1)$ a közönséges szabályos n -szög, míg a $0k(2k)\dots(n-1)l$: n -szögek szabályos csillagsokszögek. Ily csillagsokszögnek területe különböző cellákból tevődik össze; ezek mindegyikéhez JACOBI

* $\varphi(n)$ az

$$1, 2, \dots, n-1$$

sorozatban előforduló ama számoknak számát jelenti, a melyek n -hez képest relativ törzsszámok.

ismeretes szabálya szerint egy-egy számbeli coefficiens tartozik. A legbelsőbb czellához (a 4. ábrában az egyszerűen és kettősen sraffozott czellák), melyet a csillagsokszög magvának akarunk nevezni, a legnagyobb Jacobi-féle coefficiens tartozik. Ez a mag



4. ábra.

tehát nem egyéb, mint ama kör köré írt szabályos n -szög, a melynek sugara az eredeti kör Ok húrjának távolsága a középponttól és középpontja az eredeti kör középpontjával összeesik.

Ha most már abban állapotunk meg, hogy minden csillagsokszög területe helyett az imént értelmezett magvának területét veszszük, akkor a fent felvetett kérdéstételre a következő tétellel adhatjuk meg a választ:

I. A körbe írt $\frac{\varphi(n)}{2}$ számú szabályos n -szögek területének összege I_n és az ugyanezen kör köré írt szabályos n -szög területének C_n -nek viszonya racionális szám, oly módon, hogy

$$\frac{I_n}{C_n} = \frac{\varphi(n) + \varepsilon_n}{4},$$

a hol

$$I_n = \sum I_n^{(j)}$$

és $I_n^{(j)}$ a $0k_j(2k_j) \dots (n-1k_j)$ szabályos n -szög magvának területét jelöli, ε_n ismeretes számelméleti symbolum pedig zérust jelent, ha n valamely egész szám négyzetével osztható; ha azonban n összes törzstényezői különbözők, $+1$ -et vagy -1 -et jelent, a szerint a mint n törzstényezőinek száma páros vagy páratlan.

1. Az I. alatti tétel analitikai fogalmazása és bebizonyítása.

Oszzsák fel ismét a

$$0, 1, 2, \dots, n-1$$

pontok az egységnyi sugárral leírt kör kerületét n egyenlő részre; legyenek továbbá az n -nél kisebb és n -hez relatív törzsszámok

$$k_1 (=1), k_2, \dots, k_j, \dots, k_{\varphi(n)};$$

$[j=1, 2, \dots, \varphi(n)]$

akkor a

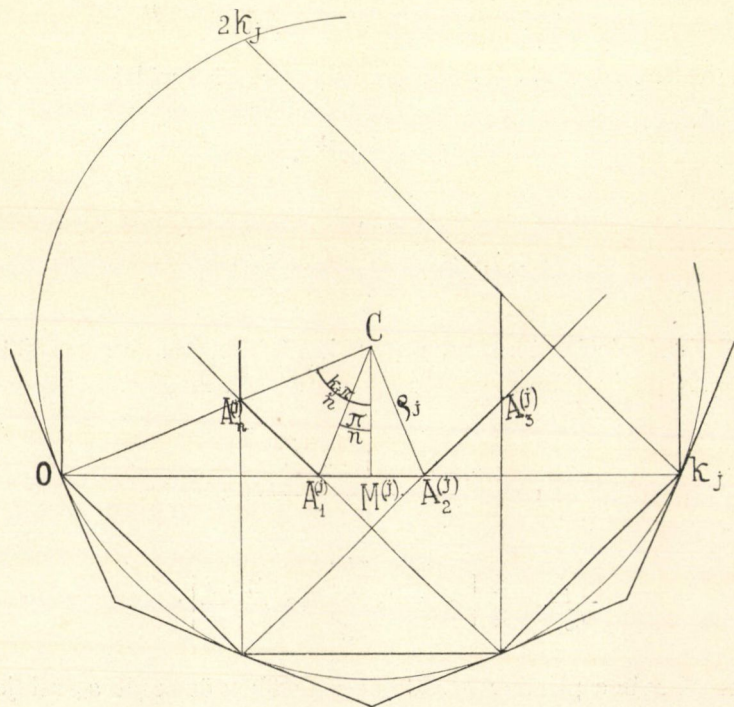
$$0, k_j, 2k_j, \dots, n-1k_j$$

$[j=1, 2, \dots, \varphi(n)]$

szabályos n -szögek sorában a lehetséges és $\frac{\varphi(n)}{2}$ számban lévő szabályos n -szögek mindegyike kétszer fordul elő. Jelöljük most már a $0k_j 2k_j \dots n-1k_j$ szabályos n -szög magvának területét $I_n^{(j)}$ -vel, akkor a körbe írt különböző szabályos n -szögek területeinek összege a fentebbi megállapodás értelmében

$$I_n = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{\varphi(n)} I_n^{(j)}.$$

Ezzel az összeggel kell most már behatóbban foglalkoznunk. Ha az 5. ábrában a $0 k_j 2k_j \dots n-1k_j$ sokszöget ábrázoljuk, akkor ennek magvát az $A_1^{(j)} A_2^{(j)} \dots A_n^{(j)}$ közönséges szabályos n -szög szolgáltatja s ennek területe az, melyet $I_n^{(j)}$ -vel jelöltünk. $I_n^{(j)}$ most már könnyen kifejezhető. Ha ugyanis az $A_1^{(j)} A_2^{(j)} O$ háromszög



5. ábra.

$A_1^{(j)} A_2^{(j)}$ oldalának mérőszámát a_j -vel, az erre merőleges magasság mérőszámát pedig m_j -vel jelöljük, akkor

$$m_j = \cos. \frac{k_j \pi}{n}$$

$$a_j = 2m_j \operatorname{tg.} \frac{\pi}{n} = 2 \cos. \frac{k_j \pi}{n} \operatorname{tg.} \frac{\pi}{n}$$

és

$$I_n^{(j)} = n \frac{a_j m_j}{2} = n \cos^2 \frac{k_j \pi}{n} \operatorname{tg} \frac{\pi}{n}$$

és így a különböző beírható szabályos n -szögek területének összege

$$I_n = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{\varphi(n)} I_n^{(j)} = \frac{1}{2} n \operatorname{tg} \frac{\pi}{n} \sum_{j=1}^{\varphi(n)} \cos^2 \frac{k_j \pi}{n}$$

és mivel az adott kör köré írt szabályos n -szög területének mérőszáma

$$C_n = n \operatorname{tg} \frac{\pi}{n},$$

azért

$$\frac{I_n}{C_n} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\varphi(n)} \cos^2 \frac{k_j \pi}{n};$$

erről a számértékről kell most már kimutatnunk, hogy racionális. Ez pedig a következőképen történhetik. Ismeretes, hogy

$$\cos^2 \frac{k_j \pi}{n} = \frac{1 + \cos \frac{2k_j \pi}{n}}{2},$$

tehát

$$\frac{I_n}{C_n} = \frac{1}{4} \left[\varphi(n) + \sum_{j=1}^{\varphi(n)} \cos \frac{2k_j \pi}{n} \right];$$

ha most már a primitív n -edik egységgyökök összegét s_n -nel jelöljük, akkor

$$s_n = \sum_{j=1}^{\varphi(n)} \left(\cos \frac{2k_j \pi}{n} + i \sin \frac{2k_j \pi}{n} \right)$$

és így

$$\sum_{j=1}^{\varphi(n)} \cos \frac{2k_j \pi}{n} = \Re(s_n),$$

a hol az $\Re(z)$ symbolum a z komplexszám valós részét jelenti. Ha ezt figyelembe vesszük, akkor

$$\frac{I_n}{C_n} = \frac{\varphi(n) + \Re(s_n)}{4}$$

és mivel s_n mint a primitív n -edik egységgyökök szimmetrikus függvénye racionális egész szám, azért

$$\Re(s_n) = s_n,$$

tehát

$$\frac{I_n}{C_n} = \frac{\varphi(n) + s_n}{4}.$$

Ha most már a primitív n -edik egységgyökök hatványösszegeinek meghatározására vonatkozó, DEDEKIND-tól származó módszert (l. DIRICHLET-DEDEKIND, Vorlesungen über Zahlentheorie, IV. kiadás, VII. supplementum, 369. l. szöveg alatti jegyzetet) a jelen esetre alkalmazzuk,

$$s_n = \varepsilon_n$$

adódik, tehát

$$\frac{I_n}{C_n} = \frac{\varphi(n) + \varepsilon_n}{4}$$

és ez épen az a tétel, a melyet be akartunk bizonyítani.

E képlet elemzése mindenekelőtt mutatja, hogy ha $n=3$, akkor először is $\frac{\varphi(3)}{2} = 1$, tehát egyetlen egy beírt szabályos háromszög létezik, továbbá

$$\varphi(3) = 2 \quad \varepsilon_3 = -1$$

lévén,

$$\frac{I_3}{C_3} = \frac{1}{4};$$

ha $n=4$, akkor is, mivel $\frac{\varphi(4)}{2} = 1$, ismét egyetlen egy szabályos négyszög létezik és

$$\varphi(4) = 2 \quad \varepsilon_4 = 0,$$

tehát

$$\frac{I_4}{C_4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2};$$

végül ha $n=6$, akkor ismét, mivel $\frac{\varphi(6)}{2} = 1$, egyetlen egy sza-

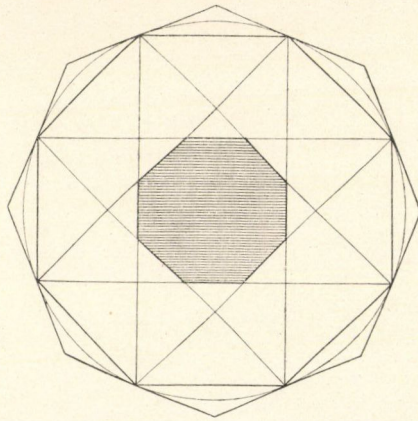
bályos hatszög létezik és mivel

$$\varphi(6) = 2 \quad \varepsilon_6 = 1$$

lesz

$$\frac{I_6}{C_6} = \frac{3}{4}.$$

De e megjegyzések világosan mutatják, hogy a bebizonyított tétel valóban a bevezetésben felsorolt elemi tételeknek általánosítása.



6. ábra.

Mint érdekes észrevételt még ideiktatjuk, hogy

$$\text{ha } n=8 \quad \varphi(n)=4 \quad \varepsilon_n=0 \quad \frac{I_n}{C_n} = 1, \quad \text{tehát } I_8 = C_8$$

$$\text{„ } n=12 \quad \varphi(n)=4 \quad \varepsilon_n=0 \quad \frac{I_n}{C_n} = 1, \quad \text{„ } I_{12} = C_{12},$$

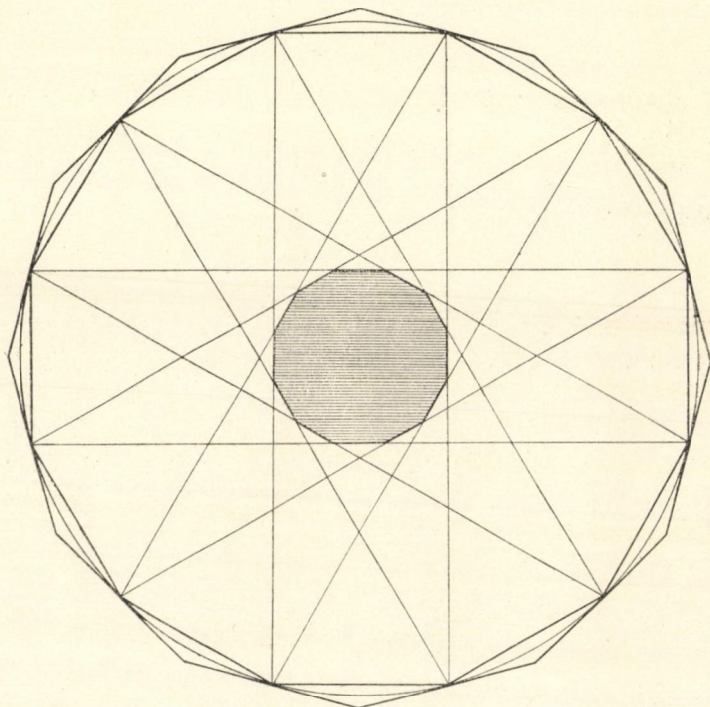
tehát a két beírt szabályos nyolczszög területének összege egyenlő a körülírt szabályos nyolczszög területével (l. 6. ábra); úgyszintén a két beírt szabályos tizenkétszög területének összege pontosan a körülírt szabályos tizenkétszög területét adja (l. 7. ábra).

Nyilvánvaló, hogy

$$I_n = C_n$$

egyenlőség csak a felsorolt esetben következhetik be, mert ha

$$\frac{\varphi(n) + \varepsilon_n}{4} = 1,$$



7. ábra.

akkor kell, hogy $\varepsilon_n=0$ és $\varphi(n)=4$ legyen, ez pedig csak akkor áll, ha

$$n = 8, 12.$$

Az

$$\frac{I_n}{C_n} = \frac{\varphi(n) + \varepsilon_n}{4}$$

képlet szerkezetéből pedig következik, hogy e viszony csak akkor nem lesz egész szám, ha n vagy különböző törzsszámok szorzata, vagy pedig egyetlen $4k+3$ alakú törzsszámnak hatványa.

2. Egy másik elemi sokszögtétel általánosítása.

Az elemekből ismeretes, hogy az egységnyi sugarú körbe írt szabályos háromszög területének mérőszáma

$$I_3 = \frac{3^2}{4}$$

míg az ugyane kör köré írt szabályos hatszög területének mérőszámát a

$$C_6 = 2 \cdot 3^{\frac{1}{2}}$$

képlet szolgáltatja, úgy hogy I_3 és C_6 szorzata

$$I_3 \cdot C_6 = \frac{3^2}{2}$$

raczionális szám.

Ez a tétel is általánosítható, ha a csillagszögek területének mérőszámát illő módon megállapítjuk.

Be fogjuk bizonyítani, hogy ha a csillagsokszögek területének meghatározására JACOBI szabályát használjuk fel,* akkor valahányszor a szóban forgó szabályos sokszögek oldalszáma, p , törzsszám, mindannyiszor

$$C_{2p} \cdot \sum_{j=1}^{\frac{p-1}{2}} I_p^{(j)} = \frac{p^2}{2},$$

a hol $I_p^{(j)}$ a j -dik csillagszögnek a JACOBI szabálya szerint megállapított mérőszáma, C_{2p} pedig a körülírt szabályos $2p$ -szög területének mérőszámát jelenti.

JACOBI szabálya szerint valamely n -szög területének mérőszámát az

$$\frac{1}{2} [x_1 y_2 - x_2 y_1 + x_2 y_3 - x_3 y_2 + \dots + \\ + x_{n-1} y_n - x_n y_{n-1} + x_n y_1 - x_1 y_n]$$

kifejezés szolgáltatja, ha

$$x_1, y; \quad x_2, y_2; \quad \dots, \quad x_n, y_n$$

a szögpontok coordinatáit jelölik.

* Lásd: JACOBI «Regel zur Bestimmung des Inhalts der Sternpolygone» Crelle Journal 65. k. 173. l.

Ha a

$$0, 1, 2, \dots, p-1$$

pontok a kör kerületét p egyenlő részre osztják és a koordinata-rendszert úgy választjuk, hogy x -tengelye a 0 ponton áthaladjon, akkor a j -dik csillag p -szög szögpontjainak koordinátáit az

$$\begin{aligned} x_1 &= \cos. \frac{2k_j \pi}{p}, & x_2 &= \cos. 2 \cdot \frac{2k_j \pi}{p}, & \dots \\ x_{p-1} &= \cos. (p-1) \cdot \frac{2k_j \pi}{p}, & x_p &= \cos. 2p \frac{2k_j \pi}{p} = 1 \\ y_1 &= \sin. \frac{2k_j \pi}{p}, & y_2 &= \sin. 2 \cdot \frac{2k_j \pi}{p}, & \dots \\ y_{p-1} &= \sin. (p-1) \frac{2k_j \pi}{p}, & y_p &= \sin. 2p \frac{2k_j \pi}{p} = 0 \\ & & & (j=1, 2, \dots, \frac{p-1}{2}) \end{aligned}$$

képletek szolgáltatják, a melyekben

$$k_1, k_2, \dots$$

a $\frac{p}{2}$ -nél kisebb és p -hez relativ törzsszámokat jelentik. Ha figyelembe vesszük, hogy

$$\begin{aligned} x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i &= \cos. i \frac{2k_j \pi}{p} \sin. (i+1) \frac{2k_j \pi}{p} - \\ &- \cos. (i+1) \frac{2k_j \pi}{p} \sin. i \frac{2k_j \pi}{p} = \sin. \frac{2k_j \pi}{p}, \end{aligned}$$

akkor JACOBI szabálya szerint a j -dik beírt szabályos p -szög területének mérőszáma

$$I_p^{(j)} = \sum_{i=1}^{p-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) = \frac{p}{2} \sin \frac{2k_j \pi}{p},$$

és így a beírt szabályos n -szögek területeinek összege:

$$\sum_{j=1}^{\frac{p-1}{2}} I_p^{(j)} = \frac{p}{2} \left[\sin. \frac{2\pi}{p} + \sin. 2 \frac{2\pi}{p} + \dots + \sin. \frac{p-1}{2} \frac{2\pi}{p} \right] =$$

$$= \frac{p}{4} \operatorname{cotg}. \frac{\pi}{2p},$$

mivel pedig a körülírt szabályos $2p$ -szög területének mérőszáma

$$C_{2p} = 2p \operatorname{tg}. \frac{\pi}{2p},$$

azért

$$C_{2p} \cdot \sum_{j=1}^{\frac{p-1}{2}} I_p^{(j)} = \frac{p^2}{2},$$

de ez az egyenlőség épen azt a tételt fejezi ki, melyet be akarunk bizonyítani.

Még megemlítem, hogy hasonló tételek felállíthatók a körülírt csillagsokszögekre vonatkozólag is, de ezeknek felállítása és bebizonyítása teljesen azon a módon történhetik, a mint az e dolgozatban tárgyaltaké.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. évi jan. 18.-án tartott üléséből.)

AZ ORR MELLÉKÜREGGEINEK DEHISCENTIÁI.

ÓNODI ADOLF 1. tagtól.

Az orr melléküreggeinek dehiscenciái gyakorlati fontosságuk folytán képezték vizsgálataink tárgyát. E célból rendelkezésemre bocsájtani szivesek voltak TÖRÖK AUREL egyetemi tanár nagy craniológiai gyűjteményét, THANHOFFER LAJOS és LENHOSSÉK MIHÁLY egyetemi tanárok koponya-gyűjteményüket. A dehiscenciák lehetnek kóros elváltozások, traumák, senilis atrophia következményei, lehetnek artefactumok és végül fejlődési rendellenességek. A kóros elváltozások, a traumák, az artefactumok annyira feltűnő és megfelelő tiszta képet és jelleget mutatnak, hogy felesleges ezeket részletesebben fejtegetni. Csupán két alakjáról a dehiscenciának akarunk megjegyzést tenni, az egyik a senilis atrophianak, a másik a rendellenes fejlődésnek köszöni létrejöttét. A senilis atrophia, mint ismeretes, csonthiányok fellépéséhez vezethet az orr melléküreggeinek területében. Idősebb koponyákon észlelhetők és ilyenkor a csonthiányokat környező csontrészek is a sorvadás tüneteit mutatják, vékonyak, áttűnők, porosusak, a dehiscencia szélei érdesek, csipkézettek, mélyebben nyuló hasadékokkal és kiálló tövisekkel bírók. Helyenként a csontfelszívódás jellegzetes tüneteivel találkozunk, elvékonyodott, átlátszó, likacsos csontrészekkel. A veleszületett dehiscenciákat, a fejlődési rendellenességeket olyan koponyákon látjuk, melyeken úgy az öreg kornak, mint a senilis atrophianak nyoma sincsen, fiatalabb koponyákon is előfordulnak, a dehiscenciák szélei épek, simák, gyakrabban vastagok, a környező csontrészek semminemű eltérést nem mutatnak, rendes összeállásúak és külsejűek, egyéb kóros elváltozásoknak nyoma sincsen jelen.

Vizsgálatainkkal kiterjeszkedtünk az összes melléküregekre és az óriási anyagból 4000 egész koponya és csupán néhány száz felfürészelt koponya állt rendelkezésünkre.

A mi a Highmorüreg dehiscentiáit illeti, úgy mint ZUCKERKANDL¹, mi is többször észleltük senilis atrophianál a Highmorüreg falainak nagymérvű elvékonyodását, helyenként résekkel, kisebb-nagyobb csonthiánnyal, épen úgy előfordulhatnak dehiscenciák a nagyobb edénybarázdákban, a canalis infraorbitalisban. Ezek mellett mint ritka jelenség említhető fel a fejlődési rendellenesség, melyent mi egy esetben sem láttunk, ZUCKERKANDL² négyet, MERLIN³ kettőt említ fel. ZUCKERKANDL eseteiben kétszer a Highmorüreg csonthiányai együttesen fordultak elő a rostacsont papirlemezőnek fejlődési rendellenességeivel, mind a négy esetben a dehiscencia az alsó orbitalis falon székelt, egy esetben egyidejűleg a tuber maxillæ is mutatott egy dehiscentiát. MERLIN két esetben látott az alsó orbitalis falon ilyen dehiscentiát.

A mi a homloküreg dehiscentiáit illeti, ZUCKERKANDL észlelt egy esetben egy senilis atrophiaból támadt dehiscentiát az orbitalis rész felső lemezén, mi által a homloküreg a koponyaüreggel közlekedett. MERLIN is egy esetben észlelte a senilis atrophia következményeként az orbitalis rész dehiscentiáját, miáltal a homloküreg a szemüreggel érintkezett. Nekünk is volt alkalmunk észlelni egyrészt a szemüreg felső falának lemezei között levő homloküreg felső falának nagymérvű elvékonyodását, másrészt egyes pontszerű és linearis dehiscenciákat. Egy rendkívül érdekes és ritka dehiscencia a homloköböl mellső falán a szemöldök ív helyén fordul elő. A szemöldökív medialis részétől egy barázda fut felfelé, mely helyenként meg van szakítva és a homloköböllel közlekedik. ZUCKERKANDL egy esetben észlelte ezen dehiscentiát, melyet fejlődési rendellenességnek tekint. HELLY⁴ 474 koponya közül csupán egyben talált egy veleszületett dehiscentiát, a bal oldalon a szemgödör feletti széltől 2 ctm.-nyire és a középvonaltól 17 mm.-nyire egy 4 mm. hosszú és 1 mm. széles verticalis

¹ Anatomie der Nasenhöhle, 1893.

² l. c.

³ Berichte des naturw.-med. Vereins in Innsbruck, 1884—85, 1885—86.

⁴ Langenbeck's Archiv, Bd. 41.

rés volt jelen, a réstől úgy a szemgödörfeletti szél felé, mint a koronavarrat felé egy-egy barázda indult. HELLY felveszi, hogy «das Stirnbein einer Seite aus zwei unteren Furchenlinien entsprechenden Stücken entstehe». Észlelt továbbá edényréseket, melyek a homloküreget a homlokcsont mellső felszínével összekötik. Ilyen edényréseket mi is észleltünk kisebb-nagyobb nyílások alakjában úgy a szemgödörfeletti szél, mint a szemöldökiv területében. A dehiscentia, mely a homloköböl mellső falán előfordul, lehet veleszületett fejlődési rendellenesség, keletkezhetik az említett edényrésekből, végül támadhat traumából és lobos folyamatokból.

Az OLAF ACREL¹ esete ilyen veleszületett dehiscentia felvételéből nyeri magyarázatát; egy férfi homlokán súlyos teher emeléskor pneumatocele támadt, mely kezelésre eltűnt és a homlok ismét rendes képet öltött. A pneumatocele keletkezésének kóroktanában ezen veleszületett dehiscentiák vagy az említett edényrések szerepet játszanak. Magamnak is volt alkalmam Bartha tanár szivességéből egy ilyen veleszületett dehiscentia esetét in vivo észlelnem. Az esetet BARTHA fogja részletesen ismertetni, itt csak néhány szóval említem fel, hogy a műegyetemi hallgató bal szemöldökivének gyökén egy kis duzzanat támadt, mely bemetszéskor a homloküreggel összefüggő nyákpolypnak bizonyult. A résen át még puha nyákpolyp ürült. A sondával 30 mm.-nyire jutottam a vizsgálatnál, továbbá az átvilágításnál a baloldali homloköböl sötétben maradt, éles ellentétben a jobb oldali homloköböllel, azonfelül a bal homloköböl helyén érzékenység is állott fen. Ez okból a gyökeres feltárást Bartha tanár végre is hajtotta, ez alkalommal jól láttam az orrgyök és a szemöldökiv között a 10 mm. hosszú verticalis rést, annak ép, sima mediális szélét, míg laterális szélén az első beavatkozásnál eszközölt kanalizás nyomai voltak láthatók. A feltárásnál az üreget kitöltő apró nyákpolypok voltak láthatók. Az eset anamnesise és lefolyása kétségenkívülivé teszi, hogy itt egy veleszületett dehiscentiával van dolgunk, melyen a homloköbölben fejlődött nyákpolyp keresztül hatolt és a bőr alá jutott. Természetes, hogy úgy a vele-

¹ Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd. III.

született dehiscentiák, mint az edényrések, a homloküreg kóros folyamatait egyrészt tágitani képesek, másrészt palpebralis és supraorbitalis szövődményekhez vezethetnek.

A homloköbölnek veleszületett dehiscentiáihoz tartoznak azok a ritka esetek is, midőn a rostacsont papirlemezőnek dehiscentiái egyszersmind megnyitják a homloküreg orbitalis falát. Ilyen dehiscentiát ZUCKERKANDL három esetben észlelt, kétszer a bal oldalon, egyszer a jobb oldalon. MERLIN egyszer észlelt bal oldalon ilyen dehiscentiát. A mi eseteinkben kétszer fordul elő ez a dehiscentia a jobb oldalon és egyszer a bal oldalon. Ezen dehiscentiákról még a rostacsontnál lesz bővebben szó.

Még néhány szót a homloköböl válaszfalának dehiscentiájáról, melyet KILLIAN¹ bővebben ismertetett. Koponyákon előfordul a septum frontale kisebb-nagyobb csonthiánya, mely ép úgy lehet kóros folyamat következménye (geny áttörése stb.) mint veleszületett dehiscentia. KILLIAN a következőképen magyarázza ezen nyílások keletkezését: «solche Löcher entstehen offenbar ebenso, wie accessorische Kieferhöhlenmündungen. An einer Stelle, an welcher die Stirnhöhlscheidewand rein häutig beschaffen ist, man könnte das eine Fontanelle des Septum frontale nennen, bildet sich eine Verdünnung heraus und gelegentlich kommt es bei heftigen Schnäuzen, Niesen u. dgl. mehr zum Durchbruch. Das so entstandene Loch vergrößert sich in Folge der vorhandenen straffen Spannung der Schleimhaut und seine Ränder umsäumen sich.» Rendes homloküregéknél DENOUVILLIERS és GOSSLIN² szerint néha egy vagy több foramen interfrontale szokott előfordulni. BORNHAUPT³ szerint ez többnyire az aggkorban felszívódási folyamat következményeként lép fel. WINKLER⁴ egy készítményen szintén a homloküregek közlekedését észlelte. Mi is észleltünk egy esetben a septum interfrontalén egy 1·5 mm.-nyi. kerek, sima szélű nyílást.

Ezen csonthiányok, nyílások vagy különböző nagyságú rések alakjában a válaszfalon, a homloküreg megbetegedéseinél jelen-

¹ Münchener medic. Wochenschrift. 1897. No. 35.

² Compend. de chir. prat. 1882.

³ Archiv f. klin. Chirurgie 1881.

⁴ Arch. f. Laryngologie 1894.

tőséggel birnak, akár csak a csontfalra szorítkoznak, akár a nyák-hártyára is átterjednek. Az egyik oldali kóros elváltozás egyenes vagy könnyebb átterjedése ez által lehetővé van téve, a mint különben kétoldali sinusitis frontalis eseteiben a homloküregék közlekedése kimutatva is lett.

A mi az ikcsont testének, illetve a benne elhelyezett iköböl falainak physiologiai dehiscentiáit illeti, úgy ZUCKERKANDL az oldalsó falon észlelt kicsiny réseket, dehiscentiákat, melyek az iköbölt a középső koponyaárokkaal kötik össze. SPEE¹ a sulcus caroticus helyén észlelt csonthiányt egy esetben. Mi a magunk részéről több fejen észleltünk edényréseket, néha symmetrikusan mindkét oldalon, közvetlenül az ikcsont kis szárnyának lateralis gyökere alatt. Ezen edényrésekhez mellfelé egyes esetekben egy edénybarázda is csatlakozott, melyen kisebb-nagyobb hosszukás dehiscencia fordult elő. Itt felemlítjük még azon ritka fejlődési rendellenességet, mely a fenmaradt canalis craniopharyngeus alakjában a sella turcica fenekét az orrgaratüreg tetejével hozza összefüggésbe, ezen fejlődési rendellenesség a hypophysis járatának megfelelően nyitva maradt csatornát képez.

Egyik dolgozatomban² bővebben ismertettem azon viszonyt, a mely a látóideget tartalmazó canalis opticus és az iköböl, valamint a leghátsóbb rostasejt között fennáll. Vizsgálataink azt mutatták, hogy a canalis opticus fala azon esetekben, midőn azt a leghátsóbb rostasejt képezi, állandóan papirvékonyságu, áttűnő, az iköböl egyes esetekben különböző vastagságu falat tud felmutatni, különben az általa képezett fala a látóideg-csatornának többnyire vékony. Ezen canalis opticus jelzett falain ritkán fordulnak elő dehiscentiák, GALLMÄRTS³ 200 esetben kétszer, HOLMES⁴ 50 esetben kétszer, mi 300 esetben csak egyszer észleltünk két pontszerű dehiscentiát a canalis opticus falán. Úgy az iköbölnek, mint a leghátsóbb rostasejtnak vékony falzata, valamint az említett dehiscentiák kóros elváltozásoknál a folyamatnak a látóideg hüvelyére és a látóidegre való terjedése miatt súlyos látási és

¹ Bardeleben's Handbuch der Anatomie, 1896.

² Ónodi, Archiv. f. Laryngologie, 14. Bd. 2 H.

³ Ann. d'Ocul. 1900.

⁴ Arch. of. Ophtalm. 1896.

meningealis szövödményekhez vezethetnek. A mi a rostacsont papirlemezének dehiscenciáit illeti, már HYRTL¹ tett róluk említést. ZUCKERKANDL² a bécsi craniologiai gyűjteményben 14 esetben észlelte, melyeket ritkaságuknál fogva egyenként leír. Ezen esetekben a dehiscencia többnyire a baloldalon fordult elő, kilencszer 14 eset közül, friss fejen kétszer észlelte, hogy a dehiscenciát vékony hártya zárta el. A dehiscencia széle legömbölyített, négy esetben a papirlemez az orrüreg felé volt behorpadva, a rostasejtek a szemüreggel közlekedtek, három esetben a dehiscencia a homloküreget is megnyitotta. ZUCKERKANDL ezen dehiscenciákat fejlődési rendellenességnek tekinti és azt mondja, hogy eseteiben «weder ein Artefact, noch eine durch Altersatrophie entstandene Dehiscenz, sondern sicherlich eine Bildungshemmung der Papierplatte vorliegt.» MERLIN³ 132 fej közül háromszor talált veleszületett dehiscenciát a papirlemezen, kétszer a bal oldalon, egyszer a jobb oldalon. Egyszer egy 38 éves női fejen a papirlemez 5 dehiscenciája a rostasejteket a szemüreggel, a homloküreggel és az iköböllel kötötte össze. A medialis orbitalis fal nem tökéletes csontosodásából magyarázza ezen dehiscenciák keletkezését.

Vizsgálataimat Török AUREL tanár úr nagy craniologiai gyűjteményén eszközöltem és Török tanár úr volt szives a talált 18 esetet szintén átvizsgálni és velem együtt a fejlődési rendellenességet megállapítani, egyszersmind meggyőződni, hogy kóros elváltozásoknak, senilis atrophianak vagy artefactumnak nyoma sem volt jelen. Török tanár szerint hozzávetőleg az egyes koponyák kora 16 és 40 év között ingadozhatnak, három fejnél 40 és 50 év között. Az 1-ső ábra készítményét volt alkalmam ZUCKERKANDL tanárnak is bemutatni.

Az esetek a következők:

1. A rostacsont papirlemezének mellső felső részén baloldalt két négy mm. átmérőjű dehiscencia.
2. A papirlemez mellső felső részén baloldalt egy dehiscencia, melynek sagittalis átmérője 12 mm., verticalis átmérője 5 mm.

¹ Vergangenheit und Gegenwart des Museums f. menschliche Anat. 1869.

² Anatomie der Nasenhöhle, 1893

³ l. c.

3. A papirlemez mellső felső részén jobboldalt egy dehiscencia, 13 mm. sagittalis és 6 mm. verticalis átmérővel.

4. A papirlemez felső részén baloldalt egy dehiscencia 28 mm. sagittalis és 5 mm. verticalis átmérővel. A dehiscencia, közlekedik a homloküreggel.

5. A papirlemez mellső felső részén jobboldalt egy dehiscencia, 9 mm. sagittalis és 4 mm. verticalis átmérővel. A foramen ethmoideale anterius egy 8 mm. hosszú félszatornába vezet.

6. A papirlemez mellső felső részén baloldalt egy dehiscencia, 8 mm. sagittalis és 6 mm. verticalis átmérővel.

7. A papirlemez mellső felső részén baloldalt egy dehiscencia, 4 mm. átmérővel.

8. A papirlemez mellső felső részén jobboldalt egy dehiscencia, 7 mm. sagittalis és 5 mm. verticalis átmérővel. A dehiscencia közlekedik a homloküreggel. A foramen ethmoideale anterius egy 9 mm. hosszú félszatornába vezet.

9. A papirlemez mellső felső részén jobboldalt egy dehiscencia, 11 mm. sagittalis és 4 mm. verticalis átmérővel.

10. A papirlemez felső mellső részén jobboldalt egy dehiscencia, 9 mm. sagittalis és 5 mm. verticalis átmérővel. A dehiscencia a homloküreggel közlekedik.

11. A papirlemez mellső felső részén baloldalt egy dehiscencia, 18 mm. sagittalis és 8 mm. verticalis átmérővel.

12. A rostacsont papirlemeze az orrüreg felé behorpadt és rajta több lencsényi dehiscencia.

13. A rostacsont papirlemezének felső mellső részén egy 7 mm. sagittalis és 4 mm. verticalis átmérőjű dehiscencia a bal oldalon.

14. A papirlemez bal oldalt behorpadt, rajta egy lencsényi és négy kisebb dehiscencia.

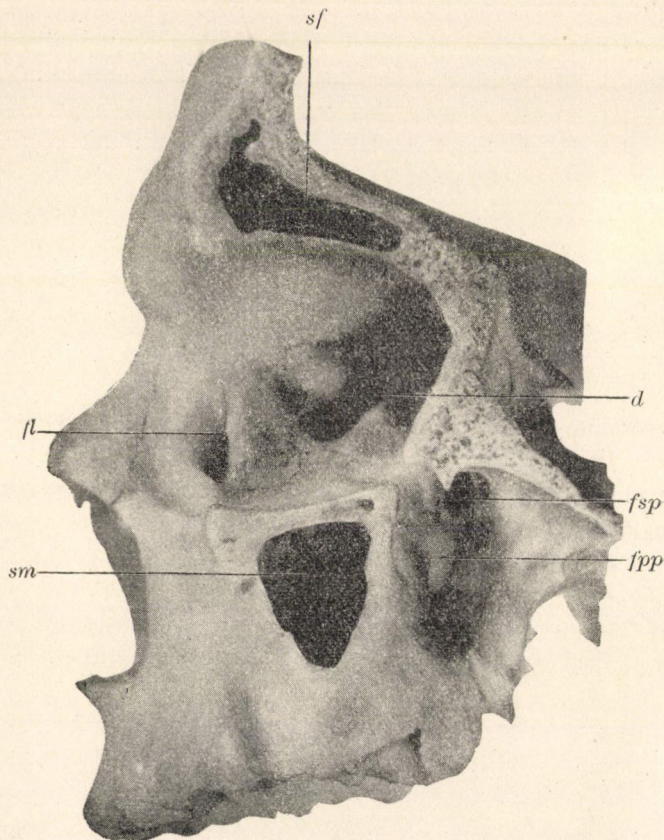
15. A papirlemez felső részén baloldalt egy 14 mm. sagittalis és 5 mm. verticalis átmérőjű dehiscencia.

16. A papirlemez alsó részén baloldalt egy 9 mm. sagittalis és 5 mm. verticalis átmérőjű dehiscencia.

17. A papirlemez alsó részén baloldalt egy 6 mm. átmérőjű dehiscencia.

18. A papirlemez felső részén baloldalt egy 5 mm. átmérőjű dehiscencia.

Vizsgálataink azt mutatták, hogy a rostacsont papirlemezé-
nek veleszületett hiánya tizenhét esetben volt található és
pedig 13 esetben a bal oldalon, 5 esetben a jobb oldalon. A dehis-
centiák sagittális átmérője 4 és 28 mm. között ingadozott, a



sf homloküreg, *d* veleszületett hiány a rostacsont papirlemezén, *fl* köny-
árok, *sm* Highmorüreg, *fsp* foramen sphenopalatinum, *fpp* fossa pterygo-
palatina.

verticalis átmérője 4 és 8 mm. között váltakozott. A dehiscencia
folytán a rostasejtek a szemüreggel közlekedtek, három esetben
a dehiscencia a homloküreget is megnyitotta; ezen utóbbi esetek-
ben a homloküreg a rostasejtekkel és a szemüreggel közlekedett.

Ezen veleszületett dehiscentiák gyakorlati fontosságát ZUCKERKANDL, BERGER-TYRMANN és HAJEK hangsúlyozzák, vele magyarázatot talál az orbitalis emphysema és az orbitalis szövődmények fellépése. Általában az orbitalis emphysema kóroktanában a lamina papyracea, illetve a szemüreg belső falainak traumatikus direkt vagy indirekt sérülései ismeretesek, miáltal az orrüreg és a melléküregek a szemüreggel jutnak közlekedésbe, a levegő erősebb kilégzésnél, köhögésnél stb. behatol a szemüregbe. Ugyanezen állapot előfordulhat, ha kóros elváltozások ezen jelzett közlekedést előidéznek. A papirlemez veleszületett dehiscentiája megmagyarázza az irodalomból ismert azon tényt, hogy rendes bonczani viszonyok között erős orrfúvás is képes orbitalis emphysemát előidézni. Ezen veleszületett dehiscentiáknak nagyobb jelentősége van azon esetekben, midőn egyidejűleg a melléküregek megbetegedése van jelen; ilyenkor az orbitalis complicatióknak egyenes útja meg van adva és ezek könnyen bekövetkezhetnek, az áttörés orbitalis tályoghoz, retrobulbaris és meningealis szövődményekhez vezet.

THOMSON¹ a papirlemez mellső részét egy rés által a hátsótól elválasztva találta. Egyes esetekben a papirlemezen aggkori elváltozások is csonthiányokhoz vezethetnek.

Végül megemlítjük még azon fejlődési rendellenességet, melyet a canalis ethmoidealis feltüntet. Már egyik dolgozatomban röviden felemlítettem és leírtam azon félcatornát, mely különböző hosszúságban a szemüregben a foramen ethmoideale helyétől a lamina cribrosaig, a mellső koponyaárokban egy hosszúságú résig halad vagy a homloküreg, vagy az orbitalis sejt falán. Ezen félcatornában halad az arteria ethmoidealis anterior a kilépő viszerekkel és a nervus ethmoidealis anterior. Ezen képletek egyrészt vagy a homloküregben, vagy az orbitalis sejtben szabadon fekszenek az üreget bélelő hártya által fedve, másrészt az üreget bélelő hártya érintkezik a szemüreg csonthárttyájával és a mellső koponyaárok dura materével. Ezen tények gyakorlati fontosságot kölcsönöznek ezen félcatornának a jelzett üreg megbetegedéseinek eseteiben, orbitalis vagy intracranialis szövődmények keletkezésénél. Nézzük közelebbről a foramen ethmoideale

¹ Spee: Bardeleben's Handbuch der Anatomie, 1896.

anterioris, illetve a canalis ethmoidealis viszonyát a rostacsonthoz és a homlokcsontoz. WINSLOW óta a bonczati tankönyvekben úgy van leírva azon rövid csatorna, melynek tulajdonképeni kezdete a foramen ethmoideale anterioris, hogy az a rostacsont és a homlokcsont felelkező barázdái által képeztetik. STRIEDA¹ a következőképen írja le: «Es findet sich am breiten Rande des Stirnbeines, sowie oben am Siebbein — dort wo beide Knochen seitlich zusammenstossen — auf jedem Knochen eine Furche (Semicanalis ethmoidealis). Bereits ALBIN 1762 gebraucht für diese Furche den Namen Semicanaliculus, doch ist diese Bezeichnung später gänzlich in Vergessenheit gerathen.» WICHERT² is ezen módon írja le a canalis ethmoidealis keletkezését. Általában úgy a homlokcsont, mint a rostacsont szélbarázdáiról van szó, melyek együtt felelkezve alkotnak rendesen egy igen rövid csatornát (canalis ethmoidealis), melynek külső kezdetét a foramen ethmoideale anterioris a szemüregben, belső végét pedig a mellső koponyaárokban egy hosszúkás rés képezi. Ezen rés a lamina cribrosa egy barázdájában, sulcus ethmoidealis folytatódik, mely STRIEDA szerint nagyon gyakran fordul elő és a lamina cribrosának egy mellül fekvő nyílásáig vezet. Ezen sulcus ethmoidealis jelenlétét nagyon sok esetben észleltük. Az előbb érintett és a rostacsont és a homlokcsont szélbarázdái által képezett canalis ethmoidealis azon alakjairól fogunk vizsgálataink alapján beszámolni, melyek a homloköböl és az orbitalis sejtek kifejlődésével és kiterjedésével függenek össze. Egy koponyán, hol mind a két oldalon a homloköböl hiányzik, a zárt canalis ethmoidealis hossza a jobb oldalon 5 mm., a bal oldalon 6 mm. volt. Egy fejen, hol a jobb oldalon a homloköböl hiányzik, a zárt canalis ethmoidealis hossza 6 mm., a bal oldalon a homloköböl jelenléte mellett a zárt canalis ethmoidealis a homloköböl mögött 9 mm. hosszúságban halad a szemüregtől a mellső koponyaárokig. Egy fejen, hol a bal oldalon a homloküreg a pikkelyrészben hiányzik, a zárt canalis ethmoidealis 8 mm. hosszúságban halad az orbitalis sejtek között, a

¹ Anatomischer Anzeiger 1891. Ueber den Sulcus ethmoidealis.

² Ueber den Canalis ethmoidealis, 1891. Herrmann—Schwalbe Jahresberichte, 1893.

jobb oldalon a canalis ethmoidealis 5 mm. hosszú a homloküreg hátsó részén, nem teljesen zárt, a foramen ethmoideale anterius-tól kezdve 2 mm.-nyire fedett, aztán a homloküregben 2 mm.-nyire nyitott és a végén 1 mm.-nyire ismét zárt a csatorna. Egy fejen baloldalt az orbitalis sejtben a semicanalis ethmoidealis 8 mm. hosszúságban ívalakban halad. Egy fejen baloldalt az orbitalis sejt hátsó falán ívalakban halad a semicanalis ethmoidealis 8 mm. hosszúságban, jobboldalt a 12 mm. hosszú zárt canalis ethmoidealis az orbitalis sejt alsó fala alatt halad. Egy fejen a baloldalon az orbitalis sejt hátsó falán halad a 7 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis. Egy fejen a jobb oldalon az orbitalis sejtben egy 8 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis fut. Egy fejen jobboldalt az orbitalis sejt hátsó medialis falán halad ívalakban a 10 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis, a bal oldalon a második közlekedő orbitalis sejt hátsó részén halad a 7 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis. Egy fejen baloldalt a 14 mm. hosszú canalis ethmoidealis nem teljesen zárt, a mennyiben az orbitalis sejt hátsó falán 2 mm.-nyire nyitva van, jobb oldalt a 10 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis a 2. orbitalis sejtben halad. Egy fejen baloldalt az orbitalis sejtben egy 7 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis van jelen. Egy fejen baloldalt a 2. orbitalis sejtben 4 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis van jelen, a jobb oldalon a 8 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis a homloköböl hátsó falán halad, egy mm.-nyire fedett úgy a foramen ethmoideale anterius, mint a hosszúkás rés helyén. Egy fejen jobboldalt a homloküreg közlekedik két orbitalis sejttel, a második orbitalis sejt hátsó részén halad a 7 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis. Egy fejen baloldalt az orbitalis sejt mögött fut a 12 mm. hosszú zárt canalis ethmoidealis. Egy fejen baloldalt a canalis ethmoidealis 13 mm. hosszú, de a második és harmadik orbitalis sejt között dehiscentiát mutat, ezen a helyen a jelzett orbitalis sejtek egymással érintkeznek, jobboldalt a canalis ethmoidealis 9 mm. hosszú, a 2. és a 3. orbitalis sejt között dehiscentiát mutat. Egy fejen jobboldalt az orbitalis sejtben halad a 7 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis. Egy fejen a baloldalon az első és második orbitalis sejt között halad a 10 mm. hosszú zárt canalis ethmoidealis. Egy fejen a jobb oldalon az orbitalis

sejtben fut a 6 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis. Egy fejen baloldalt az orbitalis sejtben egy 8 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis van jelen, jobboldalt a zárt canalis ethmoidealis hossza 10 mm. Egy fejen baloldalt a homloköböllel közlekedő orbitalis sejt hátsó részén halad a 8 mm. hosszú semicanalis, jobboldalt egy 10 mm. hosszú zárt canalis ethmoidealis van jelen. Egy fejen a homloküreg hátsó részén halad az 5 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis. Két esetben, a hol a rostacsont papirlemezőnek veleszületett dehiscentiája van jelen, a foramen ethmoideale anterius a dehiscentián át követhető volt a 8—9 mm. hosszú semicanalis ethmoidealisban, egyszer egy orbitalis sejtben, egyszer egy a homloküreggel közlekedő orbitalis sejtben

Vizsgálatainknál tehát 11 esetben észleltük a teljesen zárt canalis ethmoidealis különböző hosszú lefutását, mely 5 és 12 mm. között váltakozott. A homloköbölben a semicanalis ethmoidealist három esetben észleltük, hosszúsága egyszer 5, másszor 8 mm. volt, egy esetben pedig a homloküregben a dehiscentia 2 mm.-nyi volt. Az első orbitalis sejtben a semicanalis ethmoidealis 9-szer fordult elő, a hossza 7 és 10 mm. között ingadozott, egy esetben a 14 mm. hosszú canalis ethmoidealis 2 mm.-nyi dehiscentiát mutatott. A második orbitalis sejtben a semicanalis ethmoidealis négyszer volt jelen, a hossza 4 és 10 mm. között váltakozott. Egy fejen baloldalt a 13 mm. hosszú canalis ethmoidealis és jobboldalt a 9 mm. hosszú canalis ethmoidealis a 2 orbitalis sejt között dehiscentiát mutatott, melyen át az említett sejtek közlekedtek. Két esetben a papirlemez veleszületett dehiscentiájával párosult a 8—9 mm. hosszú semicanalis ethmoidealis az orbitalis sejtben. A semicanalis, illetve a canalis ethmoidealis dehiscentiája tehát 21 esetben volt észlelhető. Ezen leírt dehiscentiákat, melyek a canalis ethmoidealis részleges vagy teljes nyitvamaradásával járnak, csupán a homloküregnek és az orbitalis sejteknek fejlődésével, nagymérvű kiterjedésével lehet összefüggésbe hozni. Nincsen szándékunkban a jelzett üregek alaktani és fejlődési viszonyait tárgyalni, melyeknek részben vitás kérdései külön fejtegetést igényelnek. A leírt dehiscentiák, a semicanalis ethmoidealis a jelzett üregek megbetegedéseinél jelentőséggel bírhatnak, az üregeket bélelő nyálkahártya a szemüreg csonthá-

tyájával és a mellső koponyaárok dura materével érintkezésben van, a kóros folyamat mindkét irányban úgy a szemüreg, mint a koponyaüreg felé terjedhet. Továbbá ezen semicanalis ethmoidealis az arteria ethmoidealis anteriort kísérő vena ethmoidealis anterior foglalja magában, mely tudvalevőleg a duralis viszérhálózattal, továbbá a plexus ophthalmicussal összefüggésben áll. Ezen jelzett üregekben csupán a nyákhártya által fedett vena ethmoidealis anterior thrombophlebitisnek lehet kitéve, mely a duralis vagy az orbitalis viszérhálózatra terjedhet. A ZUCKERKANDL és KUENT által leírt viszérösszeköttetésekön kívül ezen leírt semicanalis ethmoidealisban haladó vena ethmoidealis anterior egy direkt thrombophlebitis által úgy orbitalis, mint cerebralis szövődményekhez vezethet.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 január 18.-án tartott üléséből.)

ORGANIKUS VEGYÜLETEK
PHOSPHOR- ÉS NITROGENTARTALMÁNAK QUANTITATIV
MEGHATÁROZÁSA NATRIUMPEROXYDDAL.*

(III. közlemény a Na_2O_2 -nek az organikus elemzésben való alkalmazásáról.)*

KONEK FRIGYES-től.

Valamint a kén, úgy az organikusán kötött phosphor is, az illető szerves anyagnak fölösleges Na_2O_2 -dal való elégetése által quantitativ phosphorsavvá oxydálható, a mely keletkezése pillanatában a feleslegben levő alkáli által mint natriumphosphát vesztesség nélkül megkötetik. Az ezen reactionál uralkodó körülmények között — nevezetesen a magas reactionhőnél fogva — pyrophosphát keletkezése sem látszik kizártnak; csak hogy a hydrogenből egyidejűleg keletkezett víz a netán képződött pyrophosphátot azonnal orthophospháttá változtatja. Ezen megfigyelésre már most — akár ortho-, akár pyrophospháttal legyen dolgunk — az organikus phosphormeghatározásnak egy nagyon egyszerű és felette gyors módszerét lehet alapítani. A következő eljárás bizonyult célszerűnek: az oxydatiót ugyanazokban az aczél- vagy nickel-hengerekben végezhetni, a melyeket a qualitativ organikus elemzésben is használni szoktam; 10—15 gramm peroxydra egészen 0.5 grammig vehetünk organikus anyagot, még ha az 80 % szénenyrt is tartalmaz; ha ez utóbbi csekély — 30—40 % alatti —, akkor, hogy a gyújtás biztosan sikerüljön, a hiányt indifferent, tehát phosphormentes, széndúsabb vegyületek hozzáelegyítése által pótolhatjuk (milyenek: czukor, kámfor,

* I közlemény. KONEK: «Mathemat. és természettud. értesítő», XXI. 313. — II. közlemény. KONEK: «A Lassaigue-féle nitrogénpróba egy egyszerű pótlása». Magyar Chemiai folyóirat 1904. év.

naphtalin stb.). Az anyagot — miután achát-mozsárban már porítva lett — a legfinomabb molnárgazeon átszítáljuk; a legkisebb anyagrészekkének illetően fellazítása minden Na_2O_2 -dal végzett quantitativ elemzésnél tanácsos, mivel ezeknek az oxydáló szerrel való belső érintkezését rendkívül elősegíti; ha pedig nehezen égethető anyagokról, pl. alkaloidokról vagy szenekről van szó, akkor soha el nem mulasztandó, mivel, mint e téren szerzett tapasztalataim bizonyítják, csakis így lehet quantitativ oxydatiót elérni, illetve csakis így lehet amorph szén leválását megakadályozni.

Az így előkészített elemzési anyagot jól belekeverjük a Na_2O_2 -ba (ezt nem szabad elmulasztani, mert egy quantitativ oxydatióhoz pl. korántsem elégséges az anyagnak a peroxyddal való puszta összerázása, mint azt pl. PARR a szén elemzésénél ajánlja), a tégelyfedőt ráillesztjük vagy rásrófoljuk, és az így felszerelt hengert egy hideg vizet tartalmazó csészébe állítva, rendszeren (egy darabka tüzes drót segélyével) gyújtunk; az oxydatio pillanatszerű; azután a fedőt eltávolítva, egy megfelelő hengerűvegbe lemoszuk, majd beleállítva a hengert is, annak tartalmát langyos vízzel elbontjuk és minden veszteség nélkül áthozzuk a főzőpohárba; ha az így nyert alkalikus oldatban vas- vagy nickel-hydroxyd, vagy esetleg el nem égett szénrészekké mutatkoznának, úgy alkalikusán szűrünk; az összes phosphorsav az alkalikus szűrletben foglaltatik Na_3PO_4 alakjában. Ha olyan elemek volnának abban jelen, a melyek a phosphorsavnak magnesia mixturával való közvetlen leválasztását befolyásolnák, akkor salétromsavval túltelítünk, a szénsavat forralással elűzzük, és a P_2O_5 -t ammon-molybdattal lecsapjuk, a csapadékot pedig annak rendje-módja szerint tovább kezeljük. A legtöbb esetben azonban elmellőzhetjük a phosphormolybden csapadékot és leválaszthatjuk a phosphorsavat közvetlen ammon-magnesiumphosphát alakjában (az alább közölt elemzés mind ezen gyorsabb és egyszerűbb eljárás szerint készült); e végből sósavval túltelítve a CO_2 -t kiűzzük, feles ammoniát adunk hozzá és kihülés után magnesia mixturával leválasztunk; a nagy pelyhek alakjában leváló és a szűrőn kolloidszerű csapadékok quantitativ kimosására kiváló gondot kell fordítani. Mivel vegytiszta, kristályos és állandó

phosphortartalmú organikus vegyületek ritkaságszámba mennek, gyors módszeremet eddig csak három — ezen követelményeknek teljesen megfelelő — vegyületen próbálhattam ki; ezeket is MICHAELIS A. rostocki (Mecklenburg) egyetemi tanár kitüntető szívésségének köszönöm, a ki azokat laboratoriumában — a melynek specialitása a phosphortartalmú organikus testek előállítására és tanulmányozására — egyenesen az én céljaimra frissen és vegytisztán előállította; kedves kötelességet teljesíték, midőn nevezett kutatónak e helyen is köszönetet mondok. E vegyületeket teljes biztonság kedvéért még egyszer átkristályosítottam, s olvadási pontjaikat összehasonlítottam a literatúrában közölt adatokkal.

1. *Tri-p-tolylphosphin*: $(CH_3 - C_6H_4)_3P$; $C_{21}H_{21}P$; $P = 10\cdot20\%$.

0·4000 gramm anyag adott — a Na_2O_2 módszer szerint — 0·1490 gr. $Mg_2P_2O_7$ -t.

P (talált) = 10·37 %.

P (számított) = 10·20 %.

2. *Di- ϕ -cumylphosphinsav*: $(C_9H_{11})_2PO$. $OH = C_{18}H_{23}PO_2$; $P = 10\cdot26\%$.

0·5000 gramm anyag adott — a Na_2O_2 módszer szerint — 0·1830 gr. $Mg_2P_2O_7$ -t.

P (talált) = 10·19 %.

P (számított) = 10·26 %.

3. *p-Tolylphosphinsav*: $(CH_3 - C_6H_4)PO(OH)_2 = C_7H_9PO_3$; $P = 18\cdot02\%$.

0·4876 gramm anyag adott — a Na_2O_2 módszer szerint — 0·3152 gr. $Mg_2P_2O_7$ -t.

P (talált) = 18·05 %.

P (számított) = 18·02 %.

Már ezen kísérleti adatokból kitűnik, hogy az organikus phosphornak feles natriumperoxyddal való oxydatiója quantitativ lefolyású, a módszer egyszerűbb és gyorsabb, mint CARIUSÉ (füstölő HNO_3 a bomba csőben) vagy mint a salétrom vagy chlorát tartalmú elegyekkel való lassú oxydáló ömlesztés; ajánlható tehát ezen eljárások helyett. Kísérleteimet kiterjesztettem azután növényi termékekre is, és ezen reactio segélyével megvizsgáltam őket nucleïn vagy lecithin phosphorsav tartalmukra; ha pl. 0·5—1 gramm lisztet feles natriumperoxyddal elégetünk és a reactióterméket phosphorsavra vizsgáljuk, akkor épen csak

oly erős színreactiókat, illetve zavarodásokat észlelhetünk, a melyekkel a phosphor jelenlétét qualitative konstatalhatni; de quantitativ meghatározásától — legalább ilyen kiindulási anyag-mennyiségeknél — egyelőre el kell tekinteni.

Valamint a kén és a phosphor, úgy oxydálható az organikus vegyületek nitrogen tartalma is quantitativ salétromsavvá, a melyet keletkezése pillanatában a feles alkali — mint $NaNO_3$ -t — leköt. N-tartalmú organikus anyagok elégetése után e szerint a reactio-termékek lúgos oldataiban salétromot találunk szóda és felesleges nátronlúg mellett; a quantitativ nitrogen meghatározás problémája teljűt visszavezethető eme szódalúgok salétrom tartalmának quantitativ meghatározására. E helyen — prioritásom megóvása céljából — módszeremet egyelőre csak elvileg kívánom közölni (legelőször az V. alkalmazott vegytani congressuson, Berlinben, 1903-ban penditettem meg ezen módszert; lásd ezen congressus annaleseit), míg a kísérleti adatok közzététele később fog megtörténi.

Számtalan eljárást ismerünk alkalikus folyadékok nitrát tartalmának quantitativ meghatározására; kiválik ezek közül úgy egyszerűsége, mint gyorsasága által DEVARDA módszere (lásd: TREADWELL, «Quantitative Analyse»). Hogy megbizható eredményeket kapjunk olyan anyagokból, a melyek 10 vagy ennél több % nitrogent tartalmaznak, elégséges ha 0·5 grammot, olyanokból pedig, a melyek kevesebb nitrogennel birnak, legalább is egy grammot elégetünk; szóval, hogy a keletkezett salétrom 0·3—0·5 grammnál kevesebb ne legyen. Az olvadékot közvetlenül és quantitativ belemossuk a DEVARDA-készülék fejlesztő edényébe, elegyítjük a szokásos mennyiségű aluminium-réz ötvözettel, és alkalikus közegből ledestilláljuk az ammoniákat; ha a natrium-peroxydból keletkező lúgok concentrációja nem volna előnyös a DEVARDA-féle ötvözettel való alkalikus reductióra, akkor egyszerűen túlsavanyítunk kénsavval és savanyú közegben végezzük pl. zink porral a nitrátnak ammoniakká való reductióját, a továbbiakban egy rendes KJELDAHL-féle elemzés menetét követve. Az elemzendő anyag és a peroxyd elegyek gyujtására vonatkozólag ugyanaz áll, mint bármely Na_2O_2 -dal való égetésnél, hogy t. i. alacsony széneytartalmú vegyületek (p. huyany, hydrazin, tria-

zol, tetrazol stb. származékok) C-tartalmát szénenydúsabb, de indifferens, azaz nitrogénmentes vegyületekkel mintegy kiegészítjük. Módszerem a tudományos organikus elemzésben főleg ott lesz helyén, hol nehezen elégethető vagy pedig explosív vegyületekről van szó, a melyeket DUMAS szerint szén-sav áramban nem lehet teljesen elégetni (úgy, hogy mindig marad vissza nitrogéntartalmú szén) vagy a melyek az égető csőben felettébb kellemetlen explozióknak lehetnek okozói. De a technikai analysisben is, főleg növényi termékek protein tartalmának meghatározására (így főleg a lisztelemzésben) szintén alkalmasnak tartom a natrium-peroxyd-módszert; ez irányú kísérleteimet már megkezdtém; talán sikerülend ez eljárást annyira kidolgozni és tökéletesíteni, hogy képes lesz az általán használt KJELDAHL-féle módszert, illetve az azt kellemetlenné tevő roncsolást pótolni. Alárendeltebb nitrogén mennyiségeket tartalmazó anyagoknál diphenylamin vagy brucin- kénsavval és beállított salétromoldatokkal végzendő quantitativ colorimetrikus eljárás is tekintetbe jó, mint a hogy ilyen quantitativ módszerek pl. a víz-elemzésben már többször és több oldalról tényleg javaslatba lettek hozva.

Remélem, hogy idevágó kísérleteimről nemsokára és részletesebben beszámolhatok.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. február 15.-én tartott üléséből.)

•

NATRIUMPEROXYD-BARYT-MÓDSZER;
ÚJ ÉS EGYSZERŰ ELJÁRÁS, ORGANIKUS — FŐLEG NEHE-
ZEN ÉGETHETŐ ÉS EXPLOSIV — VEGYÜLETEK SZÉNYENY-
TARTALMÁNAK QUANTITATIV MEGHATÁROZÁSÁRA.

(IV. közlemény a natriumperoxydnak az organikus elemzésben való
alkalmazásáról)*

KONEK FRIGYESTŐL.

Valamint a ként, a phosphort, a nitrogent, azonképen lehet organikus anyagok széneny- és hydrogentartalmát is felesleges natriumperoxyd segélyével legmagasabb oxydatiós fokozataiba átvezetni, azaz szénsavvá és vízzé elégetni. Arra kell csak ügyelnünk, hogy az oxydáló agens kellő feleslegben alkalmaztassék, és az elégetendő anyaggal a lehető legbensőbbben érintkezzék. A peroxyd és az anyag elegyítésénél tehát egészen úgy fogunk eljárni, mint a hogy az a phosphor meghatározásánál már említve volt. — Hogy az alkalmazandó peroxyd viszonylagos mennyisége az organikus anyag szénenytartalmának, illetve molekuláris belszerkezetének mintegy függvénye: az kitűnik a következő észleletekből: 12 gramm Na_2O_2 0·5 gramm salicylsavat, phenylthiohugyanyt, czukrot és hasonló vegyületeket quantitativ eléget szénsavvá (amorph szénleválás nincs); ha ellenben ugyanennyi peroxyddal ugyanennyi nehezen elégethető cinchonint (a melynek C-tartalma is körülbelül 20 %-kal magasabb, mint a most felsorolt vegyületeké) akarunk oxydálni, akkor intensiv amorphszénleválást fogunk tapasztalni, míg 0·25 gramm alkaloida tökéletesen és simán elég; tehát nem fogunk nagyon hibázni, ha olyan vegyületeknél, melyek C-tartalma alatta marad a 60 %-nak,

* Az első három értekezésre vonatkozólag lásd a megelőző közleményt!

0·5 : 12, míg olyanoknál, melyek C-tartalma több mint 60 %, a 0·25 : 12 relatio szerint végezzük az anyagnak a peroxyddal való keverését (megjegyzem, hogy az általam használt aczértégelyekben 12 gramm peroxyd-anyagelegynél többet nem igen lehet explózióra hozni). — Az égetés maga teljesen azon módon történik, mint a phosphornál említve volt; csak a tégelyek tartalmának elbontásánál lehetőleg szénsavmentes azaz jól kiforralt vizet használjunk! — Ha az elégetés sikerült, akkor az alkalikus oldatokban nyomát sem szabad látnunk az amorph szénenynek (ha ez az eset előfordul, akkor a kísérlet megismétlendő vagy több peroxyddal, vagy bõnsõbb keveréssel), ilyenkor az anyag szénenye quantitative elégett szénsavvá, a mely keletkezése pillanatában a feles alkali által mint Na_2CO_3 megkötetett; az égési termékek olvadékában e szerint szódát találunk feles nátronlúg mellett; és a quantitativ szénenymeghatározás egyszerûen visszavezethetõ ezen lúgok szódátartalmának quantitativ meghatározására. De ezen lúgokban nemcsak az elégett anyag C-tartalmának megfelelõ szénsav foglaltatik, hanem már maga a Na_2O_2 mint olyan is tartalmaz el nem hanyagolható mennyiségû szódát, tehát a peroxyddal végzett quantitativ szénelemzéseknél erre tekintettel kell lenni. A Na_2O_2 szénsavtartalma meglehetősen állandónak mondható; ingadozásokat csak akkor mutat, ha a peroxyd vízzel való elbontását más-más módon végezzük. Ha pl. Na_2O_2 -t lefedett főzőpohárban (CO_2 -mentes vízzel lassan elbontunk, akkor annak szódátartalmát igen összevágóan 1·80 %-nak találjuk; ha ellenben az ugyanabból a dobozból vett peroxydot, épen úgy, mint az égetésnél történni szokott, először behozzuk a tégelybe, ott dróttal keverjük, azután beleállítva a lefedett főzőpohárba, CO_2 -mentes vízzel túl ömleni engedjük, majd a tégelyt quantitativ leöblítjük, akkor a szódátartalom — egymás között nagyon jó összhangzásban — valamivel magasabbnak, t. i. 2—2·2 %-nak adódik ki. A natriumperoxyd szénsavtartalma idővel alig szokott változni, ha arra ügyelünk, hogy egy pléhdoboz (így jön kereskedésbe) tartalma jól záró üvegdugós edénybe kerüljön; ezt az edényt azután épen csak akkor és annyi időre nyitogatjuk, mint a mennyi szükséges a kívánt peroxydmennyiségnek mérőkannállal való gyors kivételére; ha mindezeket az óvóintézkedé-

seket szem előtt tartjuk, akkor egy szénsav meghatározás egy doboz tartalmában, tehát 0·5 kilogrammban, elegendő lesz a legtöbb esetben; ha azonban teljes biztonsággal és pontossággal akarunk dolgozni, akkor párhuzamosan minden égetéssel végzendő egy teljesen analog vak kísérlet, körülbelül ugyanannyi — és természetesen pontosan lemért — peroxydmennyiséggel. A mi már most a tégelyek kilúgzási oldataiban foglalt égési szénsavnak quantitativ meghatározását illeti, erre nézve számos — többnyire már ismert — eljárás jöhet tekintetbe; ez irányban nagy számmal végzett kísérleteimet összegezve, röviden említem csak, hogy titrimetrikus módszerek segélyével használható eredményeket elérni nem tudtam; hibátlan adatokat nyerhetünk azonban, ha az alkalikus sóoldatokat feles $BaCl_2$ -vel kicsapjuk, és a $BaCO_3$ -at vagy mint olyant, vagy mint $BaSO_4$ et mérjük. Csak-hogy a többnyire igen jelentékeny mennyiségű $BaCO_3$ -csapadéknek quantitativ kimosása elég hosszadalmas és kényes, úgy hogy nemsokára elhagytam ezt az utat is, és jelenleg csakis egy differenciál módszer szerint dolgozom, a melyet «natriumperoxyd baryt» eljárásnak akarok nevezni és a következőkben kívánok röviden ismertetni. Készítünk magunknak e célból 101·67 gr. $BaCl_2 + 2H_2O$ (puriss. pro anal.)-nek egy literben való feloldása által olyan — összetételét nem változtató — chlorbaryum-oldatot, melynek egy köbcéntimetre teljesen (vagy csak igen csekély eltérésekkel) æquivalens 0·005 gramm szénenynyel (244 : 12 relatio szerint); az így készített oldatot két gravimetrikus $BaSO_4$ -meghatározással ellenőriztem, és azt találtam, hogy egy köbcéntiméter megfelel 1. 0·004987 gramm és 2. 0·004993 gramm szénenynek (10—10 cm³ oldat lett lemérve és pedig két különböző, de kalibrált bürettából); ilyen oldatnak megvan az az előnye, hogy sem nem túlconcentrált, sem nem túlságosan hig, úgy hogy 20—25 cm³ a legtöbb esetben elégséges, hogy az 0·1000 gramm organikus anyagnak megfelelő égési szénsavat leválasztva, $BaCl_2$ még jelentékeny feleslegben maradjon. Az elemzés menete ezek után a következő: 0·5, széndúsabb vagy nehezen égethető anyagoknál 0·25 grammot finom por alakjában lemért mennyiségű (10—12 gramm között) natriumperoxyddal bensőleg keverünk, a keveréket meggyújtjuk és a tégely tartalmát jól lefödött főző-

pohárban CO_2 -mentes langyos vízzel elbontjuk; átmoszuk egy pontos 500 cm^3 -es lombikba és CO_2 -mentes vízzel a jelig feltöltjük; az oldat 100 illetve 200 cm^3 -ét (megfelel $0\cdot1000$ gr. elégetett organikus anyagnak) egy 200 , illetve 250 cm^3 irtartalmú pontos mérőlombikba gyorsan átpipettázzuk, és hidegen 20 — 25 cm^3 -t adunk hozzá a beállított $BaCl_2$ -oldatból, a jelig feltöltünk, jól eldugaszolunk és összerázunk (a $BaCO_3$ csapadék volumenje a feltöltésnél alig játszik szerepet). A $BaCO_3$ gyorsan és tökéletesen leülepszik úgy, hogy már 5 — 10 percz múlva a megtisztult folyadékot száraz és gyorsan működő szűrőn átönthetjük; a szűrlet 100 , illetve 125 cm^3 -ét gyorsan egy főzőpohárba pipettázzuk és sósavval megsavanyítva, a $BaCl_2$ feleslegét forrón feles normal kénsavval leválasztjuk, és az így nyert $BaSO_4$ -et gravimetrikanus meghatározzuk. Ezt a $BaSO_4$ mennyiséget kétszer véve, megkapjuk a feleslegben maradt $BaCl_2$ — $BaSO_4$ -et; ha ezt az értéket levonjuk az eredetileg alkalmazott 20 — 25 cm^3 $BaCl_2$ -oldat $BaSO_4$ æquivalenséből, megkapjuk az égési szénsav és a használt peroxyd szódátartalmával æquivalens $BaSO_4$ -et; a peroxyd-szódának megfelelő $BaSO_4$ -et legjobban egy párhuzamosan végzett vak kísérlettel határozhatni meg; ezt levonjuk az utóljára kapott baryt mennyiségéből, és így végül kiadódik azon barytmennyiség, a mely $0\cdot1000$ gramm elégetett organikus anyag szénenyartalmával æquivalens. Ezen eljárással a szénenymeghatározás egy gravimetrikus barytmeghatározássá redukáltatott, és elkerüljük a $BaCO_3$ csapadék hosszadalmas kimosását; egy kis gyakorlattal a módszer gyorsasága sem hagy kívánni valót; nagyon természetes, hogy a használt mérőedényeknek pontosaknak kell lenniök. Hogy ezen differentiális eljárás jó és pontos eredményeket ad, az kitűnik a következő kísérleti adatokból:

1. *Salicylsav* (vegytisztá), léget. $0\cdot5000$ gr. $11\cdot8$ gr. Na_2O_2 -vel; $0\cdot1000$ gr.-nak megfelel.

Differ. — $BaSO_4 = 0\cdot3215\text{ gr.} \times 2 = 0\cdot6430\text{ gr.}$ (a feles $BaCl_2$ oldat æquivalense).

Alkalmaz. : 20 cm^3 $BaCl_2$ -oldat; megfelel: $1\cdot9366$ gramm $BaSO_4$ -nak.

Alkalmaz. : $\frac{11\cdot8}{5}$ gr. Na_2O_2 ; az ebben levő szódának megfelel: $0\cdot1130$ gr. $BaSO_4$.

$C - BaSO_4 = 1.9366 - [0.6430 + 0.1130] = 1.1805$ gr.;
 ezzel a mennyiséggel pedig : 0.0608 gramm széény æqui-
 valens.

C (talált) = 60.81 % ; C (számít. : $C_7H_6O_3$ -ban) = 60.87 %.

2. *Salicylsav* (II-szor); eléget. 0.5000 gramm 11.6 gramm
 Na_2O_2 -vel.

0.1000 gr. anyagnak megfelelő $BaSO_4$, minden levonás
 után :

$C - BaSO_4 = 1.1756$ gr.; ezzel æquivalens 0.06054 gr.
 széény.

C (talált) = 60.54 % C (számít. : $C_7H_6O_3$ -ban) = 60.87 %.

3. *Cinchonin* (puriss.-crystall.); eléget. 0.2500 gr. 12.0 gr.
 Na_2O_2 -vel.

Differ. — $BaSO_3$ (0.1000 gr. anyagnak megfelelően) = 0.3376
 gr. $\times 2 = 0.6750$ gr.

Alkalmaz. : 25 cm^3 $BaCl_2$ oldat; megfelel : 2.4240 gramm
 $BaSO_4$ -nek.

Alkalmaz. : $\frac{12.0}{2.5} = 4.8$ gr. Na_2O_2 ; ennek megfelel : 0.2360
 gr. $BaSO_4$.

$C - BaSO_4 = 2.4240 - [0.6750 \times 0.2360] = 1.5130$ gr.;
 ezzel æquivalens : 0.07792 gr. széény.

C (talált) = 77.92 % ; (C számít. : $C_{19}H_{22}N_2O$ -ban) = 77.55 %.

4. *Cinchonin* (II-szor); eléget. 0.2500 gr. 11.9 gr. Na_2O_2 -vel.

Differ. — $BaSO_4$ (0.1000 gr. anyagnak megfelelően) = 0.3437
 gr. $\times 2 = 0.6874$ gr.

Alkalmaz. : 25 cm^3 $BaCl_2$ oldat; megfelel : 2.4240 gramm
 $BaSO_4$ -nak.

Alkalmaz. : $\frac{11.9}{2.5}$ gr. Na_2O_2 ; ennek megfelel : 0.2341 gramm
 $BaSO_4$.

$C - BaSO_4 = 2.4240 - [0.6874 + 0.2341] = 1.5025$ gr.;
 ezzel æquivalens : 0.07738 gr. széény.

C (talált) = 77.38 % . C (számít. : $C_{19}H_{22}N_2O$ -ban) = 77.55 %.

5. *Cinchonin* (III-szor); eléget. : 0.2500 gramm 11.9 gramm
 Na_2O_2 -vel.

Differ. — $BaSO_4$ (0·1000 gramm anyagnak megfelelően) = 0·3444 gr. $\times 2 = 0·6888$ gr.

Alkalmaz.: 25 cm³ $BaCl_2$ oldat; megfelel: 2·4240 gramm $BaSO_4$ -nak.

Alkalmaz.: 4·76 gr. Na_2O_2 ; ennek megfelel: 0·2341 gr. $BaSO_4$.

$C - BaSO_4 = 2·4240 - [0·6888 + 0·2341] = 1·5011$ gr.;
ezzel æquivalens: 0·07727 gr. széneny.

C (talált) = 77·27%. C (számít.: $C_{19}H_{25}N_2O$ -ban) = 77·55%.

6. Nitrosotetrahydrocinchoninnitrit.* $C_{19}H_{25}(NO)N_2O.HNO_2 = C_{19}H_{26}N_4O_4$.

Eléget.: 0·2500 gr. 12·0 gr. Na_2O_2 -vel; 0·1000 gr. anyagnak megfelelő:

Differ. — $BaSO_4 = 0·5037$ gr. $\times 2 = 1·0075$ gr. (az el nem használt $BaCl_2$ oldat æquivalense).

Alkalmaz.: 25 cm³ $BaCl_2$ oldat; megfelel: 2·4240 gramm $BaSO_4$ -nek.

Alkalmaz.: $\frac{12}{2·5} = 4·80$ gr. Na_2O_2 ; ennek megfelel: 0·2360 gr. $BaSO_4$.

$C - BaSO_4 = 2·4240 - [1·0075 + 0·2360] = 1·1805$ gr.;
ezzel æquivalens: 0·06080 széneny.

C (talált) = 60·80%. C (számít.: $C_{19}H_{26}N_4O_4$ -ban) = 60·96%.

7. Nitrosotetrahydrocinchoninnitrit (II-szor).

Eléget.: 0·2500 gr. anyag 12·0 gr. Na_2O_2 -vel; 0·1000 gr.-nak megfelelő.

Differ. — $BaSO_4 = 0·5028$ gr. $\times 2 = 1·0056$ gr. (el nem használt $BaCl_2$ æquivalense).

* KONEK: «Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch.» XXVIII. 1637. Ezen gyönyörűen kristályosodó nitrosnitrit egyike a legnehezebben égethető anyagoknak; a legerősebb oxydáló szerekkel bőségesen kevert anyagnak jénai égető csőben több óráig tartó izzítása által (l. c.) is csak 0·8%-ra tudtam megközelíteni a theoretikus széneny értéket. Natriumperoxyd, mint az a fentebb közölt két elemzésből kitűnik, tökéletesen elégeti a vegületet.

Alkalmaz.: 25 cm³ BaCl₂ oldat; megfelel: 2·4240 gramm BaSO₄-nek.

Alkalmaz.: 4·80 gr. Na₂O₂; ennek megfelel: 0·2360 gr. BaSO₄.

$C - BaSO_4 = 2·4240 - [1·0056 + 0·2360] = 1·1824$ gr.;
ezzel æquivalens: 0·06090 gr. széneny.

C (talált)=60·90 %. C (számít.: C₁₉H₂₆N₄O₄-ben)=60·96 %.

8. *Pikrinsav* (vegytisztá): C₆H₂(NO₂)₃OH. (Explosio nélkül elégethető.)

Eléget.: 0·2500 gr. 11·1 gr. Na₂O₂-vel. 0·1000 gr. anyagnak megfelelő:

Differ.: BaSO₄=0·7985 gr. × 2 = 1·5970 gr. (el nem használt BaCl₂ æquivalense).

Alkalmaz.: 25 cm³ BaCl₂ oldat; megfelel: 2·4240 gramm BaSO₄-nek.

Alkalmaz.: 4·44 gr. Na₂O₂; ennek megfelel: 0·2131 gr. BaSO₄.

$C - BaSO_4 = 2·4240 - [1·5970 + 0·2131] = 0·6140$ gr.;
ezzel æquivalens 0·03162 gr. széneny.

C (talált)=31·62 %. C (számít.: C₆H₃N₃O₇-ben)=31·44 %.

9. *Styphninsav* (Trinitroresorcin, vegytisztá): C₆H(NO₂)₃(OH)₂. (Explosio nincs.)

Eléget.: 0·2500 gr. 12·0 gr. Na₂O₂-vel; 0·1000 gr. anyagnak megfelelő:

Differ. — BaSO₄=0·8099 gr. × 2 = 1·6198 gr. (el nem használt BaCl₂ æquivalens).

Alkalmaz.: 25 cm³ BaCl₂ oldat; megfelel: 2·4240 gramm BaSO₄-nek.

Alkalmaz.: 4·80 gr. Na₂O₂; ennek megfelel: 0·2360 gr. BaSO₄.

$C - BaSO_4 = 2·4240 - [1·6198 + 0·2360] = 0·5682$ gr.;
ezzel æquivalens 0·02926 gr. széneny.

C (talált)=29·26 %. C (számít.: C₆H₃N₃O₈-ban)=29·38 %.

Ha kéntartalmú vegyületekről van szó, akkor ezeknek kéntartalmát meghatározzuk a «rapid» eljárással, vagy pedig a theoretikus mennyiséget hozzuk levonásba az égetésnél kapott

C — $BaSO_4$ -ből; így egy elégetéssel meghatároztam a ként és a szénenyt phenylthiohugyanyban és saccharinban, és kifogástalan eredményeket nyertem.

Egyelőre több kísérleti adattal nem rendelkezem; de azt hiszem, hogy már az eddigiek alapján is a «natriumperoxydbaryt»-módszert ajánlhatom mindamaz esetekben, a midőn vagy nehezen égethető, vagy pedig explosiv vegyületekről van szó, a melyeknek szénenymeghatározása az égető csőben tudvalevőleg nagyon sok időt vesz igénybe, de sokszor még problematikus is; azt hiszem, hogy ilyen esetekben a módszer ugyanazt a szolgálatot tehetné, mint a Messinger-féle nedves chrómsav-eljárás.

Rá akarok még mutatni módszerem subtilitására, a mely azonban kis gyakorlattal könnyen eltüntethető; ezen eljárásnál t. i. a szénenynek még milligrammjait is absolut pontossággal kell meghatározni (mivel ezek még egész percentek számába mennek); ez csak úgy érhető el, ha az égetést és a vele párhuzamosan haladó vak kísérletet tökéletesen egyformán végezzük (ez vonatkozik főkép a cylinderek tartalmának a mérő edénybe való quantitativ átmosására); másrészt előnye az eljárásnak, hogy húsz milligramm $BaSO_4$ (233:12) még csak egy milligramm szénenynyel æquivalens; egy gravimetrikus barytmeghatározásnál pedig — csak némileg gyakorlott analitikai kézben is — 5 milligrammot meghaladó kísérleti hiba ki van zárva. Mint fentebb említve volt, a közvetlenül kapott $BaCO_3$ -nak — mint olyannak vagy sulfát alakjában — direkt mérése által is végeztem széneny meghatározásokat, és pedig oly anyagoknál, melyek csak 50 % körül tartalmazznak szénenyt, elég jó eredménnyel; szénenydúsabb vegyületeknél azonban — még a csak 0.1000 gr. anyagnak megfelelő oldatokban is — oly erős $BaCO_3$ csapadék keletkezik, hogy annak quantitativ kimosása, a levegő szénsavának az alkalikus oldatokra való befolyásának teljes kizárásával, csaknem lehetetlennek látszik.

Titrimetrikus kísérleteimről is meg akarok még egészen röviden emlékezni; a technikai elemzésben tudvalevőleg kielégítő eredménnyel használjuk a szódalúgok és egyéb termékek szódatartalmának quantitativ meghatározására a két indicator-

rendszert, vagy ennek az alkalikus chlorbaryum-lecsapással való combinatióját; mivel a natriumperoxyddal való égetésnél egészen hasonló dologról, t. i. az égési lúgok szódátartalmának exact meghatározásáról van szó: természetesen nem mulasztottam el, hogy ebben az irányban is kísérletezzem, de eddig kevés eredménnyel (mivel ezek az égési lúgok rendszeren nem egészen színtelenek, nagyon nehéz az indikátorok színátmeneteit biztosan és élesen megfigyelni); mindazonáltal ebbeli kísérleteimet még nem tekintem befejezeteknek; közelfekvő dolog ugyanis, hogy organikus vegyületek szénenyrtalmának quantitativ meghatározása egyike volna a legegyszerűbb és leggyorsabban kivihető analitikai eljárásoknak, ha sikerülne azt a natriumperoxyd-lúgokban oldott égési szóda titrimetrikus meghatározására visszavezetni. Kísérleteket akarok végezni abban az irányban is, hogy mily gyorsan és mily eredménnyel lehet az égési szénsavnak a peroxydlúgokból sávval való kiűzését, közvetlen absorptióját és mérését ez esetben megvalósítani; oly eljárás, a melyet számtalanszor használunk, ha folyadékok szénsavtartalmát (pl. az ásványvizékét) kifogástalan pontossággal akarjuk meghatározni.

Szemügyre vettem továbbá organikus vegyületek hydrogen-tartalmának natriumperoxyddal való quantitativ meghatározását is; ebből az elemből ilyen energikus oxydatio folytán víz lesz, a mely keletkezése pillanatában a feles peroxydra bontólag hat, vele nátronhydrátot képezvén; mivel már a peroxyd maga is rendkívül hygroskopos anyag, ez esetben oly problémával állunk szemben, a melynek megvalósítása — legalább analitikailag használható formában — nem igen képzelhető el.

Végezetül álljon itt néhány szó a natriumperoxydnek az organikus elemzésben való használhatóságáról; a qualitativ organikus elemzésben — mint ezirányú kísérleteimből kitűnik — az összes fontosabb organikus (és más) elemek gyors és egyszerű kimutatására a peroxydot nagyon is rátermettnek tartom; a quantitativ organikus elemzésben a kén, phosphor, nitrogen és sok esetben a szénenynek a gyors meghatározását teszi lehetővé; ha ehhez hozzáveszszük még a PRINGSHEIM által legutóbb közölt quantitativ halogenmeghatározást (Berichte d. D. Chem. G. XXXVI. 1903. 4244), úgy azt mondhatni, hogy ma abban a

helyzetben vagyunk, hogy — eltekintve a hydrogentől — natrium-peroxyddal az összes fontosabb organikus elemeket quantitative meghatározhatjuk; a chemiailag kötött oxygent tehát a gáz-alakú, azaz a calorimetrikus bomba mellé sorolhatjuk mintegy, a mely utóbbiban — BERTHELOT és MAHLER kutatásai nyomán — elvégezhetjük már manapság az organikus vegyületek összes alkatelemeinek quantitativ meghatározását.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 február 15.-én tartott üléséből.)

VIZSGÁLATOK EMBERI S NEMHÁNY EMLŐS EMBRYO KÉZTÖVÉN.

BAKAY LAJOS-tól.

(Kivonat.)

A præpollex csökevényeinek, valamint a hatodik sugár nyomainak kutatása emberi s állati kéztőben, a járulékos elemek nagy számát hozta felszínre. Nemcsak azoknak a megismerésére vezetett, melyek ezen elméletek támogatására szolgáltak, hanem ezekkel kapcsolatban a kéztő más helyein előforduló több elem is ismeretes lett. PFITZNER, LÉBOUCQ és THILENIUS széles alapon végzett vizsgálatai hebizonyították, hogy a kéztő ezen járulékos elemei eredésüket illetőleg egyenlő értékűek az állandó kéztőcsontokkal. THILENIUS részben saját vizsgálatai, részben irodalmi tanulmány alapján iparkodik kimutatni, hogy az emberi kéztőben talált járulékos elemek megegyeznek a gerinczesek különböző rendjében kimutatott hasonló elemekkel. — Az én vizsgálataim célja volt, hogy emberi embryók carpusában megfigyeljem ezen járulékos elemek fellépését s viszonyát a szomszéd alkatrészekhez, továbbá, hogy emlősök carpusán kutassak utánuk homolog voltak igazolására.

Vizsgálataimat 50 emberi, 18 tengeri malacz, 6 kutya, 6 macska s 6 patkány embryonalis kéztőn végeztem.

Az emberi anyag vizsgálata a következő új tényekre vezetett:

1. BARDELEBEN és WIEDERSHEIM a processus styloideus ulnæ-ra vonatkozólag azt állítják, hogy az valamely ősi elemnek, a hatodik vagy ulnaris sugárnak maradványa. Én 26 mm. hosszú embryo kéztővében láttam először proc. styl. ulnæ-t erőteljes

nyulvány alakjában, mely a ragadozóknál található nyulványhoz hasonló, de még nem olyan, mint fejlettebb embryók kéztövében, a hol sokkal karcsúbb alakulást mutat. Ha néhány 18—30 mm. hosszú embryo kéztövéen összehasonlítjuk egymással az ulna carpalis végdarabját: arra a meglepő eredményre jutunk, hogy a fenn említett 26 mm. hosszú embryónál észlelt ulna-nyulvány az ulna végdarabjának fokozatos meghajlása és megnyulása által jött létre.

Tehát a proc. styl. ulnae nem vehető fel sem valami ősi elemnek, sem a hatodik sugár rudimentaer részletének, mivel nem önálló elem, hanem az ulnából képződik, mint a distalis vég átalakulásának eredménye.

2. PFITZNER egy olyan esetet közöl, ahol felnőtt ember carpusában a proc. styl. ulnae, a triquetrum s részben a pisiforme közt valódi ízület fordult elő. Én embryók kéztövében úgy találtam, hogy minden olyan kéztövében, hol az ízületképzés már megindult s a proc. styl. ulnae a triquetrumig ér; a két elem közt kis ízületi üreg képződik, épen olyan, mint a szomszédos carpus-elemek közt, mely azonban a harmadik hónapban, mikor a nyulvány visszafejlődik, eltűnik. E fejlődéstani lelet igazolja PFITZNER állítását, hogy t. i. ez az atavismus egy érdekes esete, amennyiben emlősöknél általában észlelhető.

3. A LÉBOUCQ és THILENIUS által ismertetett intermedium antebrachii-ra vonatkozólag az utóbbi szerző azt állítja, hogy első fellépésénél az elem a proc. styl. ulnae-nál jelenik meg, későbbi stadiumokban pedig a radiushoz közelebb húzódik. Ezt a viselkedését egyáltalán nem tudtam követni a különböző korú embryók kéztövében.

THILENIUS állítja, hogy az intermedium antebrachii megfelel a Hylobatesnél talált elemnek, Kohlbrügge os Camperijának; ehhez csatolhatom azon nézetemet, hogy szintúgy megegyezik az általam tengeri malacz embryók kéztövében kimutatott elemmel is, sőt az utóbbinak viszonya a környezethez inkább megfelel az intermedium antebrachii-nak, mint az előbbié.

4. CORNER azt állítja, hogy a felölttek fibrocartilago triangularisa összetett képződmény, mert az ízületi tok és egy ősi kéztőelem alkotják. Összehasonlító bonczolástani adatokkal bizo-

nyítja, miszerint emberben a fibrocartilago triangularis létrejötté a rotációs mozgás eredménye, melynél fogva a proc. styl. ulnaetól kiinduló rostozat az ulna és radius közé nyomatott be, miközben magával vitte egy carpuselem helyezékét. Mint ábrái azonban bizonyítják, ezen carpuselem nem egyéb, mint a LEBOUcq és THILENIUS által leirt intermedium antibrachii, melyet épen THILENIUS különített el élesen a meniscus helyezékétől. *Én úgy találtam, hogy mikor a meniscus teljesen kialakul, akkor már nincsen intermedium antibrachii; eltűnt, de nem a meniscusba, mert akkor nyomai volnának.* CORNER felvétele ellen bizonyít különben PFITZNER kifejlődött kéztőben talált os intermediuma is, mely szintén nem volt semmiféle összefüggésben sem a fibrocartilago triangularissal; valamint nincs az általam tengeri malacz embryónál kimutatott homolog elem sem.

5. Ulnare externum eddig felnőtteken még nem volt észlelhető s kimutatása embriókban a THILENIUS érdeme. Erre vonatkozólag azt észleltem, hogy helyzete változó dorso-ventralis irányban. *Helyet foglalhat közvetlenül a pisiforme mellett, attól distalis irányban, sőt vele össze is nőhet. Tehát nyomait felnőtteknél is ilyen irányban kell kutatni.*

6. A carpus és metacarpus állandó alkatrészei között összeolvadás jöhet létre, melyet mindig a közbeiktatott járulékos elem okoz, saját terjedelmének megfelelőleg, azáltal, hogy proximalis felületével az illető metacarpalehoz, a distalissal a carpalehoz nő.

7. A carpometacarpale 1-ot (THILENIUS) vagy praetrapezium-ot (PFITZNER) THILENIUS 181 kéztőben 11 esetben találta s úgy írja le, hogy e járulékos elem a trapezium volaris felületén inkább a radialis oldalon foglal helyet. Én tíz esetben észleltem s azt tapasztaltam, hogy egységes képet alkotni az esetekből nem lehet, sőt arról győződtem meg, hogy két külön járulékos elem fordulhat elő egyidejűleg vagy külön-külön. Mindkettő volarisán fekszik, csakhogy az egyik a trapezium distalis végén az első kézközépcsont alapjánál, sőt azzal összefüggésben, a másik inkább proximalisan és a singi oldal felé található.

Tehát a carpometacarpale 1. fogalma nem egységes. E helyett két porczogó jöhet itt szóba, melyek közül az egyik

distalisan, a másik proximalisan fekszik a trapeziumhoz mérten.

8. A hamatum phylogenetikai jelentőségéről uralkodó nézet felfogásom szerint csak azzal nyerne teljes hitelt, ha sikerülne emberi carpuson is kimutatni, hogy két különböző elemből fejlődik. A hamatum nyulványát, mely önálló alakban, mint os hamuli (PFITZNER) illetve carpometacarpale 7. ki lett mutatva, nem vehetjük fel a kérdés megoldására, mert helyzete kizárja azt, hogy a carpale 5-nak tartasuk. Az ilyen felfogás ellen szólna különösen az, hogy tengeri malacz embryók carpusában többször észleltem olyan esetet, mikor az os hamulinak megfelelő elem s emellett a hamatum két elemre való elkülönülése is (carpale 4- és 5-ra) észlelhető volt. Az os Vesalianum (PFITZNER) szintén nem mondható a keresett résznek, mert ennek is ki van mutatva helyezéke olyan emlősöknél (vespertilio murinus, LEBOUCC), melyeknél ugyancsak megvan a hamatumot alkotó két carpalis elem is.

Tehát a hamatum mint carpale 4+5 magyarázatára sem az os hamuli, sem az os Vesalianum fel nem használható.

A tengeri malacz embryók kéztövének a vizsgálata azért igen eredményes, mert vizsgálataim közben rájöttem, hogy ennek a rágcsálónak kéztövében van a legtöbb járulékos elem. Míg tehát eddig az embernél kimutatott járulékos elemek csak itt-ott egyenként lettek constatalva egyes állatfajoknál, addig tengeri malacznál mondhatni csekély kivétellel majdnem mind feltaláltam és pedig olyan viszonyok közt, melyek minden egyes elemnél hasonlóak az embernél kimutatottakhoz.

A tengeri malacz embryók carpusával THILENIUS is foglalkozott, de ő csak a következő járulékos elemekről tesz említést: a radiale és ulnare externumról, két centráléről, valamint a carpometacarpale 4- és 5-ról.

Tengeri malacz embryókon végzett vizsgálataim eredményei a következők:

1. Minden carpusban az ulna nyulványának és a radius distalis végének medialis oldala közt a dorsalis metszeten egy elem található, mely előfordulási helyét, a szomszédsághoz s különösen a ligamentum triangularehoz való viszonyát illetőleg

teljesen azonosnak mondható az emberi carpus intermedium antibrachii-jával. Összenőhet a proc. styl. ulnaeval, amely körülmény szintén a fenti elemmel való homolog voltát bizonyítja.

2. Egyik embrióban egy eddig még sem embernél, sem emlősnél le nem írt elemet találtam. Ez az elem a volaris felületen a proc. styl. radii-nak radialis és distalis részénél fekszik. Mivel helyzete általánosságban épen fordítottja az emberi carpuson ellenkező oldalon levő ulnare antibrachii-nak, radiale antibrachii-nak nevezhetjük.

3. A pisiforme ulnaris részén az ulnatól ventralisan és distalisán egy sajátságos porcogót találtam, mely felnyúlik egészen a metacarpale V. alapjáig. Valószínűnek tartom, hogy a porcogó nagysága, s az egész singi oldalon az alkartól a kézközépig való kiterjedése, abban leli magyarázatát, hogy egy volarisán elhelyezett carpometacarpale 8. (os Vesalianum, PRITZNER) és egy erősen fejlett, az emberénél volarisabban fekvő ulnare antibrachii összenövéséből keletkezett bizonyos működésbeli tényezők befolyása következtében. Igaz ugyan, hogy jól látható histológiai elhatárolást nem találunk, de az a körülmény, hogy az elemnek két ponton, a metacarpale V. és a pisiforme mellett nagyobb kiterjedése van s ez a két pont az emberi carpusban leírt carpometacarpale 8. és ulnare antibrachiinak felel meg: a fenti gondolatra vezethet.

Ezen elem és a radiale externum közt, mint valami keretben van elhelyezve a fascia palmaris, mely utóbbtól azonban mindkettő külön, önállóan fejlődik.

4. EMERY tengeri nyúlak carpusában észlelte, hogy a radiale externum helyzete változó a carpusban az embryo kora szerint. Így találtam én ezt szintén a különböző korú tengeri malacz embrióknál. Azon út, melyet a radiale externum a carpus fejlődése közben megtesz dorso-volaris irányban, egy félkörnek felel meg, mely az intermedioradiale orsói szélének közepén kezdődik s a tenyér közepére húzódik.

5. A metacarpale I. esonkja, a metacarpale II. alapja, az első és második carpale közt egész a dorsalis felületen fekszik egy kis járulékos elem, mely helyzetét illetőleg a PRITZNER és EISLER által embernél kimutatott trapezoides secundariumnak

felel meg (THILENIUS *carpometacarpale 2-a*). Emlősöknél ezt az elemet eddig nem ismerték.

6. Valamennyi megvizsgált tengeri malacz kéztőben találtam járulékos elemet a *carpale 2* és *3* s a *metacarpale II.* és *III.* közt, mely legtöbbször a *metacarpale II.*-vel nőtt össze. Megfelel emberi kéztőben PFITZNER *parastyloidjának*, illetve THILENIUS *carpometacarpale 3-ának*. Hasonló elem eddig a többi emlősöknél nincs kimutatva, ha csak ilyenek fel nem vesszük a *tursiops tursonál* ALBRECHT által talált elemet.

7. Hat kéztőben láttam járulékos elemet a *metacarpale III.* és a *carpale 3.* közt. Ez a porczogó mindig elszigetelten fordult elő. Dorsalisabb fekvésű, mint az előbb leírt elem s annak nagyságát idősebb embriókban sem éri el. Hasonló helyzetű ez, mint emberi kéztőben a *styloid* (PFITZNER) vagy *carpometacarpale 4.* (THILENIUS). Erről az elemről nem lévén tudomása THILENIUS-nak, a fentebb leírt elemet tartotta helytelenül *styloid*nak.

8. A *metacarpale III.* és *IV.*, a *carpale 3* és *4+5* közt találtam azon járulékos elemet, mely általában az emberi kéztő os Gruberi-jának (PFITZNER) felel meg. Emberi embriókban sem THILENIUS-nak, sem nekem nem sikerült ezen felnőtt ember kéztővében talált elemet feltalálni. OWEN az echidnán írt le hasonló fekvésű csontocskát, melyet THILENIUS szintén az os Gruberi-nak megfelelő elem gyanánt fog fel.

9. Három kéztőben volt alkalmam a *carpometacarpale 6-tól* közvetlenül *volarisan*, a *metacarpale IV.* és *hamatum* közt egy *hyalin porczogós elemet* észlelni, mely egyik esetemben a *metacarpale III.* igen hosszú nyulványához forradt, másik két esetemben *distalisabban* és *volarisabban* feküdt s teljesen el volt szigetelve. Azt hiszem nem csalódom, ha e porczogót az emberi kéztő os hamuli-jához hasonlónak itélem, habár az első eset némileg el is tér tőle.

Patkány embriók *carpusában* észleltem a *radiale externumot*, mint állandó elemet; a *centralis* sor két elemből állott, melyek közül az egyik az emberi kéztőben leírt *centrale 1-nak*, a másik az *epipyramis* (PFITZNER), illetve *centrale 4-nak* (THILENIUS) felelt meg. A *carpale 3* és *4+5*, valamint a *metacarpale III.* közt megtaláltam az emberi kéztő *styloidjának* megfelelő elemet. Meg-

figyeltem továbbá, hogy két esetben a carpale 2 distalis vége a metacarpale II. alapjához forrt oda, illetve ennek orsói oldalához, épen olyan módon, mint emberi kéztőnél leirtam, itt sem áll tehát semmi útjában annak, hogy az összeolvadás okozójának egy carpometacarpale 2-ot tartsunk.

Ezen emlőscarpusokon végzett vizsgálataim alapján meg-erősíthetem tehát azon tant, mely a járulékos elemek homolog voltát bizonyítja.

A carpus elemeinek egymással való összeolvadásában három typust különböztetek meg: 1. *Járulékos elemek állandókkal,* 2. *járulékos elemek egymással,* 3. *állandó elemek állandókkal olvadhatnak össze.*

Az első eset leggyakrabban fordul elő. THILENIUS azon felvételét, hogy a járulékos elemeknek az állandó részeknél későbbi fellépése csenevészes bélyeg: azzal egészíthetem ki, *hogy csenevészes bélyeg gyanánt foghatjuk fel azon tulajdonságukat is, mely szerint ritkán maradnak meg önállóan, hanem majdnem mindig a szomszédos állandó elemekhez csatlakoznak.*

A második eset ritkán fordul elő, t. i. mikor járulékos elemek egymással forradnak egybe. Emberi kéztőben eddig még ilyen eset nem fordult elő, csak állatokéban. Ilyen a fentebb közölt eset tengeri malacz kéztövében, mikor az ulnare antebrachii és carpometacarpale 8. alkot egy nagy volaris porczogót. Hasonnemű összeforradást lát THILENIUS a Massonneuve által vespertilio murinusnál leirt volaris elemben. *Úgy látszik tehát, hogy hasonló eredésű csenevészes elemek közt az összeolvadás bizonyos faji tényezők befolyására, mely ezeket valamely czél szolgáltaiba osztja be, gyorsabban mehet végbe és csekélyebb nyomokat hagy maga után.*

A harmadik eset, mikor állandó elemek forrnak össze egymással. Pl. összeforradhat az intermedium a radialeval, különösen emlősöknél, de előfordulhat ez, mint ahogy magam is láttam, emberi embryonalis kéztőben is. Ha ezen összeforradás tényezőin gondolkozunk, tekintetbe kell, hogy vegyük, miszerint az egyik tényező, a lunatum származása, illetve fellépése, a többivel meg nem egyező, ugyanis a lunatum helyezéke emberi kéztőben legkésőbb jelenik meg. Fentebb pedig láttuk, hogy ez a körülmény

rudimentær bélyegnek tekinthető, melyhez az összeolvadásra való hajlam is csatlakozik. EMERY szintén azt találta marsupialian, hogy a lunatum később jelenik meg.

A most tárgyalt eset kivételével tapasztalataim szerint a járulékos elemek vesznek részt az állandó alkatrészek összeforrasztásában. *Ha a járulékos elem mint fejletlen előporczogó közvetíti az összenövést, akkor jelenléte nem mulatható ki, de szerepét nem lehet kétségbe vonni akkor, ha az összeforradás azon területre szorítkozik, hol ez az elem önállóan is előfordulni szokott. Azon állítás, hogy két elem összeolvadása az elválasztó szövetre is kiterjedő chondrogen metamorphosis eredménye (Solger) avagy a separatióhoz szükséges primaer kötőszövet hiánya miatt jön létre: nem elegendő ok.*

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. február 15.-én tartott üléséből.)

AZ ÁLTALÁNOS KÖROSZTÁSI EGYENLET DISCRIMINÁNSA.

RADOS GUSZTÁV I. tagtól.

Az algebrai mennyiségek arithmetikai elméletéből ismeretes, hogy valamely genus-tartomány arithmetikájában mennyire alapvető szerepköre van annak, a szó magasabb értelmében vett, invariánsnak, a melyet a genus-tartomány discriminansának nevezünk.

A genus-tartományban főnforgó összes oszthatósági viszonyok úgyszólván ebben a discriminánsban tükröződnek, melyet DEDEKIND fontosságánál fogva a tartomány alapszámának is nevezett. A genus-tartomány discriminansának valóságos kiszámítása rendszerint nehézséggel jár, úgy hogy az algebrai mennyiségek arithmetikai elméletének szempontjából nyereségnek kell tekintenünk, ha egy-egy genus-tartományra nézve a genus-discriminánsnak végleges alakban való előállítására sikerül. A jelen dolgozatomban czélom megmutatni, hogy miként lehet a legáltalánosabb körosztási tartományra vonatkozólag e genus-discriminánst teljesen elemi segédeszközökkel meghatározni.*

Valamely primitív n -edik egységből alakított genus-tartomány genus-discriminánsa, mint ismeretes, összeesik a primitív n -edik egységgyököt értelmező egyenlet discriminansával.

Ha

$$n = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots p_r^{\alpha_r} p_{r+1}^{\alpha_{r+1}} \dots p_s^{\alpha_s},$$

akkor a primitív n -edik egységgyökök a

* HILBERT «Die Theorie der algebraischen Zahlkörper, Bericht erstattet der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 1897» című munkájában a 333. lapon oly módszert jelez, a mely ugyanezen czélra az ideál-elmélet egész apparatusát felhasználja. L. ugyanezen munka 267. lapján a 88. tételt.

$$\Phi_n(x) = \frac{(x^n - 1) \prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1}} (x^{p_1 p_2} - 1) \prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1 p_2 p_3}} (x^{p_1 p_2 p_3} - 1) \dots}{\prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1}} (x^{p_1} - 1) \prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1 p_2}} (x^{p_1 p_2} - 1) \dots} = 0 \quad (\text{I})$$

$\varphi(n)$ -edfokú egyenletnek tesznek eleget, a hol $\prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1 p_2 \dots p_k}} (x^{p_1 p_2 \dots p_k} - 1)$ ama tényezők szorzatát jelenti, melyek az

$$x^{p_{i_1} p_{i_2} \dots p_{i_k}} - 1$$

kifejezésből akként keletkeznek, hogy ebben az $i_1 i_2 \dots i_k$ indexek helyébe rendre az 1, 2, 3, ..., n elemeknek k -ad osztálya ismétlés nélkül való combinatióit helyettesítjük.

A tételt, melyet be fogunk bizonyítani, a következő egyenlőség fejezi ki:

$$\text{Discr. } \Phi_n(x) = (-1)^{\frac{\varphi(n)}{2}} \frac{n^{\varphi(n)}}{p_1^{\frac{\varphi(n)}{p_1}} p_2^{\frac{\varphi(n)}{p_2}} \dots p_s^{\frac{\varphi(n)}{p_s}}},$$

a hol $\varphi(n)$ az ismeretes számelméleti symbolum, a melylyel az n -nél kisebb és n -hez relativ törzsszámok számát szoktuk jelölhni.

Ha a primitív n -edik egységgyökök egyike r és

$$k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_{\varphi(n)}$$

az n -nél kisebb és n -hez relativ törzsszámok, akkor az

$$r^{k_1}, r^{k_2}, \dots, r^{k_i}, \dots, r^{k_{\varphi(n)}}$$

hatványok sorozata az (I) egyenlet összes gyökeit szolgáltatja, tehát ismeretes algebrai tétel értelmében

$$\text{Discr. } \Phi_n(x) = (-1)^{\frac{\varphi(n)[\varphi(n)-1]}{2}} \prod_{i=1}^{\varphi(n)} \Phi'_n(r^{k_i}),$$

ha $\Phi'_n(x)$ -szel a $\Phi_n(x)$ első leszarmaztatását jelöljük.

Az (I) alatti egyenletet a

$$\begin{aligned} \Phi_n(x) \prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1}} (x^{p_1} - 1) \prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1 p_2}} (x^{p_1 p_2} - 1) \dots &= \\ &= (x^n - 1) \prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1 p_2}} (x^{p_1 p_2} - 1) \prod_{i=1}^{\frac{n}{p_1 p_2 p_3}} (x^{p_1 p_2 p_3} - 1) \dots \end{aligned}$$

alakban írván, térjünk át az első leszármasztásra és helyettesítsük ebbe x helyébe r^{k_i} -t, akkor mivel

$$\Phi_n(r^{k_i})=0, \quad (r^{k_i})^n-1=0$$

az $x=r^{k_i}$ helyettesítés után a jobb és bal oldal első leszármasztásából csak egy-egy tag marad fenn és lesz

$$\begin{aligned} \Phi'_n(r^{k_i}) \prod_{i=1}^n [(r^{k_i})^{p_1}-1] \prod_{i=1}^n [(r^{k_i})^{p_1 p_2 p_3}-1] \dots = \\ = n (r^{k_i})^{n-1} \prod_{i=1}^n [(r^{k_i})^{p_1 p_2}-1] \prod_{i=1}^n [(r^{k_i})^{p_1 p_2 p_3 p_4}-1] \dots \end{aligned}$$

$[i=1, 2, \dots, \varphi(n)]$

ha ezt a $\varphi(n)$ számú egyenlőséget egymással szorozzuk a

$$\begin{aligned} (-1)^{\frac{\varphi(n)[\varphi(n)-1]}{2}} \text{Discr. } \Phi_n(x) \prod_{i=1}^{\varphi(n)} [(r^{k_i})^{p_1}-1] \prod_{i=1}^{\varphi(n)} [(r^{k_i})^{p_1 p_2 p_3}-1] \dots = \\ = n^{\varphi(n)} \prod_{i=1}^{\varphi(n)} (r^{k_i})^{n-1} \prod_{i=1}^{\varphi(n)} [(r^{k_i})^{p_1 p_2}-1] \prod_{i=1}^{\varphi(n)} [(r^{k_i})^{p_1 p_2 p_3 p_4}-1] \quad (\text{II}) \end{aligned}$$

relatoria jutunk, a melyből a keresett discriminans meg lesz határozható.

Hogy e meghatározás jól áttekinthető módon történhessék, foglalkozzunk most behatóbban a

$$P_d = \prod_{i=1}^{\varphi(n)} [(r^{\frac{n}{d}})^{k_i}-1]$$

kifejezéssel, a melyben

$$d = p_1^{\delta_1} p_2^{\delta_2} \dots p_r^{\delta_r} \quad (\delta_i \leq \alpha_i)$$

az n -nek tetszés szerinti osztóját jelenti.

Mindenekelőtt világos, hogy az

$$(r^{\frac{n}{d}})^{k_1}, \quad (r^{\frac{n}{d}})^{k_2}, \quad \dots, \quad (r^{\frac{n}{d}})^{k_{\varphi(n)}} \quad (1)$$

számok mindegyike primitív d -edik egységgyökök, mert ilyen $r^{\frac{n}{d}} = \rho$ és a k_i kitevők mint az n -hez relatív törzsszámok egyszerűsre n -nek d osztójához képest is relatív törzsszámok. A további tárgyalás tehát a

$$\rho^{k_1}, \rho^{k_2}, \dots, \rho^{k_{\varphi(n)}} \quad (2)$$

számokból álló sorozat vizsgálatára utal. E hatványok között mindazok és csak azok egyenlők, melyeknek kitevői mod. d kongruensek, s így végre arra a kérdésre jutunk, hogy a

$$k_1, k_2, \dots, k_{\varphi(n)} \quad (3)$$

sorozatban hányszor fordul elő a d -nél kisebb és d -hez relatív törzsszámok mindegyike, ha a (3) sorozat számait mod. d tekintjük?

Legyenek a d -nél kisebb és d -hez relatív törzsszámok

$$l_1, l_2, l_j, \dots, l_{\varphi(d)},$$

akkor ki fogjuk mutatni, hogy ezeknek mindegyike (3)-ban $\frac{\varphi(n)}{\varphi(d)}$ szer fordul elő, ha (3)-nak számait mod. d tekintjük.

Hogy ezt kimutassuk, jegyezzük meg először, hogy az

$$l_i + d, l_i + 2d, \dots, l_i + \frac{n}{d} d \quad (S_i) \\ [i=1, 2, \dots, \varphi(d)]$$

sorozatok összes számai mod. n inkongruensek, s hogy az egy sorozatban foglaltak mod. d kongruensek. Ha tehát kimutatható, hogy (S_i) a (3) alatti sorozatnak $\frac{\varphi(n)}{\varphi(d)}$ számát tartalmazza, fentebbi állításunk igazolva lesz.

Jelöljük az n számnak d -ben elő nem forduló törzstényezőiből alakított szorzatot d' -vel, úgy hogy

$$n = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots p_r^{\alpha_r} d', \quad d' = p_{r+1}^{\alpha_{r+1}} \dots p_s^{\alpha_s}, \quad (d, d') = 1,$$

akkor az (S_i) sorozat számait a következő $\frac{n}{dd'}$ számú sorozatba rendezhetjük el: *

$$l_i + [(j-1)d' + 1]d, \quad l_i + [(j-1)d' + 2]d, \dots, \quad l_i + [(j-1)d' + d']d. \\ (j=1, 2, \dots, \frac{n}{dd'}) \quad (\Sigma_j)$$

* Ugyanezt az elrendezést és megszámlálást már BAUER MIHÁLY felhasználta «Számelméleti tételek» című cikkében. Math. és Phys. Lapok V. évf. 104. l.

Mivel d a d' -hez képest relativ prim, (Σ_j) mod. d' oly teljes maradéksort szolgáltat, melynek minden száma d -hez relativ prim és így Σ_j annyi az n -hez relativ törzsszámot tartalmaz, mint a hány olyant, mely d' -hez relativ prim; de ilyen $\varphi(d')$ számú van, mert minden szám mely d és d' -hez relativ prim, ilyen az n -hez is. Ennek következtében a (Σ_j) sorozatok összességében, azaz (S_i) sorozatban $\frac{n}{dd'} \varphi(d')$ számú szám foglaltatik, mely n -hez képest relativ törzsszám. De

$$\begin{aligned} & \frac{n}{dd'} \varphi(d') = \\ &= \frac{p_1^{\alpha_1} \dots p_r^{\alpha_r} p_{r+1}^{\alpha_{r+1}} \dots p_s^{\alpha_s} p_{r+1}^{\alpha_{r+1}-1} \dots p_s^{\alpha_s-1} (p_{r+1}-1) \dots (p_s-1)}{p_1^{\delta_1} \dots p_r^{\delta_r} p_{r+1}^{\alpha_{r+1}-1} \dots p_s^{\alpha_s}} p_{r+1}^{\alpha_{r+1}-1} \dots p_s^{\alpha_s-1} (p_{r+1}-1) \dots (p_s-1) = \\ &= \frac{p_1^{\alpha_1-1} \dots p_r^{\alpha_r-1} p_{r+1}^{\alpha_{r+1}-1} \dots p_s^{\alpha_s} (p_1-1) \dots (p_r-1) (p_{r+1}-1) \dots (p_s-1)}{p_1^{\delta_1-1} \dots p_r^{\delta_r-1} (p_1-1) \dots (p_r-1)} = \\ &= \frac{\varphi(n)}{\varphi(d)}. \end{aligned}$$

De ezzel ki van mutatva, hogy az (1) alatti sorozatban minden primitiv d -dik egységgyök $\frac{\varphi(n)}{\varphi(d)}$ -szer fordul elő és mivel a primitiv d -dik egységgyökök száma $\varphi(d)$ és

$$\frac{\varphi(n)}{\varphi(d)} \varphi(d) = \varphi(n),$$

azért (1) más számokat már nem is tartalmaz, de akkor

$$P_d = \prod_{i=1}^{\varphi(n)} (r^{\frac{k_i n}{d}} - 1) = \left[\prod_{j=1}^{\varphi(d)} (\rho^j - 1) \right]^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(d)}},$$

vagy ha

$$\Phi_d(x) = 0$$

a primitiv d -dik egységgyököket szolgáltató $\varphi(d)$ -edfokú egyenlet, akkor *

* Ez az eredmény jóformán evidens, ha ismeretesnek tesszük fel a körostási egyenlet irreducibilitását, valamint azt a tételt, hogy minden alárendelt genus rendszáma az eredeti genus rendszámának osztója.

$$P_d = \prod_{i=1}^{\varphi(n)} (r^{\frac{k_i n}{d}} - 1) = (-1)^{\varphi(n)} [\Phi_d(1)]^{\frac{\varphi(n)}{d}}.$$

A körosztási egyenletek elméletéből ismeretes azonban, hogy $\Phi_d(1)$ egyenlő p -vel, ha $d=p^\alpha$ egyetlen törzsszám hatványa, 1-gyel egyenlő pedig mindannyiszor, valahányszor d egynél több törzsszámmal osztható. (L. pl. WEBER Lehrbuch der Algebra I. k. pag. 461, VII. tételt.)

Ha továbbá figyelembe vesszük, hogy

$$\prod_{i=1}^{\varphi(n)} (r^{k_i})^{n-1} = [(-1)^{\varphi(n)} \Phi_n(0)]^{n-1}$$

és a mint az (I) egyenlet mutatja, hogy

$$\begin{aligned} \Phi_n(0) &= \frac{(-1)^{\binom{n}{0} + \binom{n}{2} + \binom{n}{4} + \dots}}{(-1)^{\binom{n}{1} + \binom{n}{3} + \binom{n}{5} + \dots}} = (-1)^{\binom{n}{0} - \binom{n}{1} + \binom{n}{2} - \binom{n}{3} + \dots} = \\ &= (-1)^{(1-1)^n} = +1 \end{aligned}$$

és hogy végül $\varphi(n)$ minden a 2-nél nagyobb n -re nézve páros szám, akkor a (II) alatti egyenlőség így írható:

$$\begin{aligned} (-1)^{\frac{\varphi(n)}{2}} \text{Discr.} [\Phi_n(x)] \cdot P_{p_1} P_{p_2} \dots P_{p_s} \cdot P_{p_1 p_2 p_3} P_{p_1 p_2 p_4} \dots = \\ = n^{\varphi(n)} P_{p_1 p_2} P_{p_1 p_3} \dots P_{p_{s-1} p_s} \cdot P_{p_1 p_2 p_3 p_4} P_{p_1 p_2 p_3 p_5} \dots, \end{aligned}$$

Ugyanis mivel a $\varrho = r^{\frac{n}{d}}$ a $\varphi(d)$ -edfokú irreducibilis $\Phi_d(x) = 0$ egyenlet gyöke, azért $\prod_{i=1}^{\varphi(n)} (x - r^{\frac{k_i n}{d}})$ végleges kiszámítása után, mint a $\Phi_d(x)$ irreducibilis formának teljes hatványa adódik, úgy hogy

$$\prod_{i=1}^{\varphi(n)} (x - r^{\frac{k_i n}{d}}) = [\Phi_d(x)]^{\frac{\varphi(n)}{d}},$$

a honnan ismét

$$P_d = (-1)^{\varphi(n)} [\Phi_d(1)]^{\frac{\varphi(n)}{d}}$$

adódik.

a honnan végül

$$\text{Discr. } \Phi_n(x) = (-1)^{\frac{\varphi(n)}{2}} \frac{n^{\varphi(n)}}{p_1^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_1)}} p_2^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_2)}} \dots p_s^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_s)}}}$$

★

Ebből az eredményből kiindulva még érdekes számelméleti determináns értékét kifejezhetjük. Ismeretes ugyanis, hogy

$$\text{Discr. } \Phi_n(x) = \begin{vmatrix} s_0 & s_1 & s_2 & \dots & s_{\varphi(n)-1} \\ s_1 & s_2 & s_3 & \dots & s_{\varphi(n)} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ s_{\varphi(n)-1} & s_{\varphi(n)} & s_{\varphi(n)+1} & \dots & s_{2\varphi(n)-1} \end{vmatrix},$$

a hol $s_k (k=0, 1, 2, \dots, 2\varphi(n)-1)$ a primitív n -edik egységgyökök k -dik hatványaiból alakított összeget jelenti. A számelméletből ismeretes azonban,★ hogy

$$s_k = \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,k)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,k)}}, \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

a hol (n, k) n és k legnagyobb közös osztóját jelenti, az ε_d symbolum pedig zérust jelent, ha d valamely egész szám négyzetével osztható, ha pedig d összes törzstényezői különbözők, akkor ε_d a szerint e különböző törzstényezők száma páros vagy páratlan, $+1$ -et vagy -1 -et jelent.

Ha s_k -nak imént felírt kifejezését a fentebbi determinánsba beviszszük, ha továbbá a Discr. $\Phi_n(x)$ helyébe a

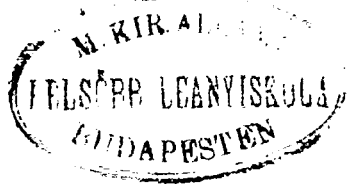
$$\text{Discr. } \Phi_n(x) = (-1)^{\frac{\varphi(n)}{2}} \frac{\varphi(n)}{p_1^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_1)}} p_2^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_2)}} \dots p_s^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_s)}}}$$

értéket behelyettesítjük, a következő egyenlőséget kapjuk:

* L. DIRICHLET-DEDEKIND: Vorlesungen über Zahlentheorie 369. lapon a szöveg alatti jegyzetet.

$$\begin{array}{cccccc}
 \varphi(n), & \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,1)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,1)}}, & \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,2)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,2)}}, & \dots & \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,n-1)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,n-1)}} \\
 \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,1)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,1)}}, & \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,2)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,2)}}, & \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,3)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,3)}}, & \dots & \frac{\varphi(n)}{\varphi\left(\frac{n}{(n,n)}\right)} \varepsilon_{\frac{n}{(n,n)}} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 \hline
 = (-1)^{\frac{\varphi(n)}{2}} \frac{n^{\varphi(n)}}{p_1^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_1)}} p_2^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_2)}} \dots p_s^{\frac{\varphi(n)}{\varphi(p_s)}}}.
 \end{array}$$

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 márczius 14.-én tartott üléséből.)



VIZSGÁLATOK A MALARIA PARASITÁK TOVÁBB- FEJLŐDÉSÉRŐL AZ ANOPHELESEKBEN.

JANCSÓ MIKLÓS-tól.

(Kivonat.)

A *bevezető részben* elmondja szerző, hogy Kolozsvártt és környékén a *váltólázat terjesztő Anopheles* nemből az *An. claviger* nagyszámban s igen kevés *An. bifurcatus* fordul elő; a *Culex* nemből főként a *Cul. pipiens* és egy olyan faj, a mely felületes vizsgálattal össze volna téveszthető az *An. clavigerrel*: a *Cul. annulatus*.

A *Cul. pipiens* petéit és álczáit találta szerző mindenütt, hol esővíz meggyül; *An. claviger* petéket és álczákat szintén igen elterjedten némi mocsári növényzettel bíró pocsolyákban. A mocsár azonban nem okvetlen szükséges létfeltételük, mert nyár derekán a keréknyomban, lábnyomban meggyülő esővízben, kutványú vízében, sőt lassú folyású patak vizében is találta. *An. bifurcatus* álczái gyümölcsösök, berkek tócsáiban fordulnak elő.

A *Culexek szárnyas alakjai* berkekben, gyümölcsösökben, pocsolyák közelében, fű és csalt közt igen nagy számmal találhatók. Az *Anopheles claviger*ek női sokkal vérszomjasabbak. főként vérrel táplálkoznak s ezért, kivéve a legmelegebb nyári hónapokat, a házak, marhák körül tanyáznak; behuzódnak a pajtákba, az istállókba s a házi állatok vérére szívják. Az *An. bifurcatus* berkek, gyümölcsösök lakója.

Telelésre a nő *An. claviger*ek szintén istállóban vonulnak meg s e helyeken egész télen át nagy számmal föltalálhatók, itt a házi állatok véréből táplálkozva telelnek ki. Az *An. bifurcatus* faodukba, barlangokba huzódik meg telelésre. A *Culex* nők vermekben, pinczékben rejtőznek el, s növényi nedvekkal táplálkoznak.

Az I. fejezetben a *Culexek és Anophelesek kifejlődését* írja le, főszólyt fektetve azon külömbiségek felsorolására, photogram-mokban és rajzokban feltüntetetésére, a melyek arra alkalmasak, hogy a két nemet fejlődésük minden phasisában egymástól könnyen megkülömböztethessük.

A *Culexek* petéiket csolnakalakban összeragasztva, az *Anophelesek* rövid sorokba egymásmellé ragasztva rakják le. A csillag-alakban lerakott petecsoport az *An. bifurcatus* petéire nem jellegző.

A *Culex álca* az *Anopheles álcától* megkülömböztethető első pillantásra azzal, hogy előbbi fejével alácsüngve időzik a víz tükren, míg utóbbi mintegy a vízre feküdvé annak felszínével párhuzamosan. Az egyes fajok megkülömböztetésére a *fejiszervek* szolgálnak.

A *Culex és Anopheles báb* megkülömböztetésére leghasználhatóbb jelnek a *légzőkürtök* alakját találja; ellenben azok nyugvási állása a vízfölszínen, a MoE által felhozott azon külömbiség, melyet a háti görbület mutat, a farkuszó hosszának külömbözösége, melyre *Kerschbaumer* figyelmeztet, szerző előtt nem éles és nem állandó külömbiségeknek bizonyultak.

A *szárnyas alakok* könnyű megkülömböztetésére a *fejiszervek és a szárnyak* szolgálnak. Ezen külömbiségeket photogram-mokban tünteti fel.

Leírja, hogy nyáron egy generatio kifejlődésére elég *Culex-nél* 1 hét, *Anopheles-nél* 10 nap; míg tavasszal és őszszel 4—6 hét is szükséges. Kolozsvár vidékén az egyes generatiók egymásba olvadva fejlődnek, a vizek soha sem szabadok, mint azt *Kerschbaumer* Istriában észlelte.

Szerző vizsgálódásai azt mutatták, hogy a *kitelelt Anophelesek* enyhe tavasszon már márczius közepétől kezdve elhagyják téli rejtkehelyeiket s petéiket az álló vizekre lerakva az *első évi generatio* fejlődését már márczius végén megindítják. Peterakás után ismét visszatérnek s nagyobb számmal csak április végén hagyják oda rejtkehelyüket, mikor a marhákat állandó legeltetésre a mezőkre kihajtják s a pajták üresek maradnak. Késő tavasszig, vagy ha a tavasz esős és hűvös, júniusig is szívesen rejtőznek el pajtákba és lakásokba s csak június vége felé tanyáznak a szabadban s indul meg javában helyváltoztató ide-oda röpködésük.

A II. fejezetben a vizsgálati anyag beszerzését és feldolgozását írja le. A szárnyas szunyogok eltartására csapdát szerkesztett, mely a szunyogokkal bánást, azok etetését és kísérleti czélból a vérszívást még gyermekektől is könnyen kivihetővé teszi. E csapdáknban sikerült neki *Anopheleseket* 2—3 hónapig is eltartani. Ha a hőmérsék befolyását akarta észlelni a gameták továbbfejlődésére, akkor az *Anopheleseket* kémlelőcsőből egyenkint engedte vért szívni s azonnal az illető hőmérsékű *thermostatba* már előre beállított csapdába eresztette be. Kísérletekre legalkalmasabbaknak a telelésre elvonult *Anopheleseket* találta, mert azok legtovább maradnak életben.

Histologiai vizsgálatait friss, festetlen készítményeken és különbözőképen festett metszeteken végezte. A vérben előforduló *parasitaalakok* vizsgálatára a saját maga által használatba hozott *vérvételi* módot és a ROMANOWSKY-féle festést GIEMSA módosításában találja a legjobbnak. A flagellumok feltüntetésére a tárgylemez-készítményeket 10—15 perczig nedves kamrába helyezte s azután hirtelen megszáritva ROMANOWSKY szerint festette meg; vagy a gametákat tartalmazó vér szívása után az *Anopheles* gyomrában $\frac{1}{2}$ —1 óra mulva talált vérből készített tárgylemez-készítményeket.

Az *Anopheles* gyomrán kifejlődő *cysták* vizsgálatára a Ross szerint előhuzott gyomor festetlen állapotban igen alkalmas készítményt ad. Metszetek készítésére a leölt szunyogot forró eczetsavas alcoholal öntötte le s feldarabolva celloidinba vagy parafinba ágyazta be. Festésre a haematoxylin-eosint, a ROMANOWSKY-féle festést és az APÁTHY-féle hármasfestést ajánlja. Az állatból Ross szerint kihuzott s azután beágyazott gyomorból készült metszetek szerinte histologiai vizsgálatra nem alkalmasak.

A III., «*Gameták az emberi vérben és az Anopheles gyomrájében*» című fejezetben leírja és színes rajzokban bemutatja a *malaria* parasiták három fajának *gameta* alakjait festetlen és festett állapotban és leírja azon jeleket, melyekkel a gametákat a *schizontoktól*, a *him gametákat* a *nőktől* megkülönböztethetjük.

A *h. praecox* gameták jellegző félhold alakuk. Nő és him legjobban megkülönböztethető ROMANOWSKY-féle festéssel, mely-

lyel a him halványkéken festődik nagy chromatincsomóval, a nő ellenben sötétkéken kicsi chromatincsomóval.

A *pl. vivax* him gametája vörösvérsejtnyi, sok festéket tartalmaz, ROMANOWSKY szerint halványzöldes színnel festődik, nagy chromatincsomót tartalmaz; a nő gameta jóval nagyobb, sötétkéken festődik s kevés chromatinja van.

A *Laverania* him- és nőgametái azokat a különbségeket mutatják, mint a *pl. vivax* gametái.

Az *Anopheles gyomrába* jutott gameták további sorsát festetlen és festett készítményeken tett tanulmányai alapján egy vizsgálati sorozat kapcsán írja le, melyből kitűnik, hogy a vérszívás után 30°-nál tartott Anophelesben 15 percz — 1 óra alatt a flagellumok kiképződnek, majd leszakadva a nőgametákba befuródnak. A flagellumaiktól megfosztott him gameták fehérvérsejtekbe vétetnek fel s később megemésztetnek. A megtermékenyített női gameták 15 óra múlva már pondró alakot öltenek s ide-oda hajló és féregszerű mozgást végezve a gyomorfal hámrétegén átfuródni kezdenek. Ezek a ookinetek. Az emésztés befejeztével az ookinetek mind befuródtak a hámrétegbe.

A IV. fejezetben a gameták továbbfejlődését az *Anopheles gyomorfalában* tárgyalja. A hámsejtek közt az ookinetek a tunica elastico-muscularisig furódnak be s ott gömbalakot öltve növekedni indulnak, kidomborodva a hasür felé. Néha több száz cystát is találni egy gyomron, melyek eleinte 6—7 μ nagyok, később 50 μ nagyságúra kinőnek. A különböző fajú gametákból fejlődő cysták az első napokon jellegző alakú és színű festékük, a festékszemcsék elrendeződése, a hyalinanyag áttünősége alapján egymástól megkülömböztethetők; későbbi napokon szerző már nem tudta megkülömböztetni őket s kétségbe vonja, hogy az másoknak sikerülne. A *h. praecox* fiatal cystái élesen körvonalozottak, áttünők, festékszemcséik egy körsegmentum alakjában vannak elhelyezve. A *pl. vivax* cystái az első időben finomabbak, homályosabb fényűek, nem oly élesen válnak el a környezettől, festékük halványabb, finomabb, ide-oda vonuló sorokban szeli át a hyalin állományt. A *Laverania m.* cystáit különösen a gömbös, nagyobb szemcséjű, sötétebb festéktartalom jellemzi.

A cystákban növekedésük közben apróbb-nagyobb fénylő

gömböcskék lépnek fel, a melyek a chromatin direct oszlása folytán képződő apróbb-nagyobb chromatin szemcsék. Az ilyen cystát *oocystának* nevezzük. Később a megnövekedett hyalinanyag gerendákra, lemezekre különül el, melyek belsejében egy vagy több ilyen chromatincsomó foglal helyet. Ilyenkor *sporoblastoidról* beszélünk. A chromatincsomó most számos igen apró szemcsére darabolódik fel, melyek a hyalintömbök felületéig jutnak el s ezek körül hyalinanyag kezd tömörülni apró töviskék alakjában. Ezek a *sporozoitoblastok*. Végül e tövisek egészen kiképződnek, közepükön a chromatinszemcsékkel, eleinte még sűrűn egymasmellé sorakozva, rendben merednek ki a maradéktestekről, később leválnak s rendetlen kötegekben töltik ki a cystát, melyet ekkor *sporocystának* nevezünk.

Szerző leírja és *úgy festellen*, mint *festett készítményekről színes rajzokban* histologiai alapon ismerteti a h. *præcox* cystáinak kifejlődését 30° C-nál, nap-nap után vizsgálva azok kifejlődését; a pl. *vivax* cystáinak a fejlődését 20° C-nál főbb vonásokban tárgyalja; végül a *Laverania m. sporocystáinak* a kifejlődését írja le, melyeket 20—24° C közt sikerült nevelnie. A *Laverania m. ivaros generációjának* a tenyésztése olyan nehézségekbe ütközik, hogy leírva és lerajzolva szerző az irodalomban nem találta meg.

Mint említve volt: a cysták az első napokban egymástól megkülönböztethetők, később azonban már nem s a mások által leirt különbségek annyira függenek az *Anopheles* táplálkozásától, a képződő cysták számától, a sporoblastoidok számától és nagyságától, hogy sem a sporozoitok számát, sem elrendeződésüket vagy nagyságukat, sem a maradéktestek alakját és számát szerző jellegzőnek valamely fajra nem tartja. De ha nem is ismerhetők fel az egyes parasitafajok cystái különbözöknek, azok mégis különbözök kell hogy legyenek, mert bizonyos parasitafaj game-táival fertőzött *Anopheles* csupán azon fajú megbetegedést idézi elő az inoculatio alkalmával, a melylyel fertőzve volt s mást nem.

A maradéktestekről levált sporozoitok másfélszer olyan hosszúak, mint a vörösvérsejtek; tárgyasztalon ide-oda hajló és féregszerű mozgást mutatnak. *ROMANOWSKY* szerint megfestve bennük egy vagy több chromatin szemcse látszik, melyet kéken festődő orsószerű hyalinállomány burkol be.

Az V. fejezet az *Anopheles nyálmirigyének a fertőződését tárgyalja*. A teljesen megérett sporocysta megpukkan, tartalma a szabad hasürbe folyik, a cystaburok a maradéktestekkel belsejében rövidebb-hosszabb ideig a gyomron függve marad. A hasürbe került sporozoitok rövid idő múlva az állat nyálmirigyében gyűlnek össze, mely mirigyek egyszerűen a fejnél fogva előhuzhatók, vagy RUGE szerint kikészíthetők. A fertőzés festetlen készítményen is megállapítható, sőt könnyebben és pontosabban, mint festettben. Néha a nyálmirigy mindhárom, néha egy csövének is csak egy része van fertőzve s a sporozoitok a nyálmirigy sejtjeiben nyálábokat alkotva, vagy a kivezető csövet teljesen kitöltve foglalnak helyet, mint azt festett rajzokban bemutatja.

Következő csipés alkalmával a szurt sebbe a nyállal együtt a sporozoitok is beoltatnak s bizonyos lappangási idő után az emberben váltólázat hoznak létre, átalakulva schizontokká.

A VI. fejezetben a hőmérsék befolyásával foglalkozik a különböző malaría parasitafajok ivaros generációjának a kifejlődésére.

GRASSI és utána a többi észlelő mind arra a tapasztalatra jutottak, hogy a malaría gameták csak akkor szaporodnak ivarosán és fejlődnek ki cystákká az *Anopheles*-ben, ha a vérszívás utáni órákban az *Anopheles* 16° C-nál magasabb hőmérséknel tartózkodik. GRASSI továbbá azon következtetésre jut, hogy az egyes parasitafajok gametáinak különböző a továbbfejlődésre megkivántató hőigénye s a szerint fog valamely parasitafaj gametáival egy *Anopheles* fertőződni vagy sem, hogy a gametákat tartalmazó vér szívása után kellő hőmérsékű környezetbe jut-e vagy sem.

Szerző megczáfolja Grassinak mind a két nézetét. Kimutatja számos kísérlettel, hogy az *Anopheles*ek fertőződnek bármelyik parasitafaj gametáival akkor is, ha a vérszívás utáni órákban 16° C-nál jóval alacsonyabb hőmérsékben tartózkodnak, egészen olyan alacsony hőfokokig, a melyek már az *Anopheles* életét is megsemmisítik, föltéve, hogy azután 24 órán belül 16° C-nál magasabb hőmérsékhez jutnak az *Anopheles*ek. Ez magyarázza meg, hogy nálunk augusztus—szeptemberben, mikor már az esték gyakran igen hűvösek, még igen gyakoriak a váltólázás megbetegedések.

Kimutatja szerző, hogy Grassi tévedett abban, miszerint ilyen alacsony hőfokoknál a him gameták flagellumai nem képződnek ki s ez volna az oka annak, hogy 16° C-nál alacsonyabb hőmérséknél az Anopheles nem fertőződik. Arra az eredményre jut vizsgálatai közben szerző, hogy a vérszívás utáni első órák hőmérségeinél fontosabb az Anopheles fertőzésének létrejöttére vagy elmaradására nézve azon időben a környezet hőmérséke, a mikor az ookinetek kiképződve a gyomorhámom keresztül furódnak.

Nagyszámú kísérletet végzett annak a megvizsgálására, hogy különböző hőmérséknél mennyi idő alatt és miként fejlődnek az egyes parasitafajok ivaros generációi. Kísérleteit közvetlenül a vérszívás pillanatától kezdve különböző hőmérsékbe helyezett, másfelül az első 12—24 órában kellő magas hőmérséknél már fertőzött Anopheleseken végezte, melyeket aztán különböző hőmérsékeknél tartott el. *Vizsgálatai kiegészítésére, azok eredményének az ellenőrzésére 15 arra vállalkozó egyénen inoculatiót végzett.* Vizsgálatai eredménye az, hogy úgy a pl. vivax, mint a h. præcox ivaros generációja $30-20^{\circ}$ C közt tenyészik a legjobban és leg hamarabb, mert 7—9 nap alatt már sporocysták találhatóak az Anopheles gyomrán, a nyálmirigyek pedig fertőzve vannak. Ennél alacsonyabb hőmérsékeknél pedig már rendkívül kinyúlik a sporocysták kifejlődésének az ideje, pl. $17-15^{\circ}$ C-nál a sporocysták kifejlődéséhez szükséges idő 53 nap körül van. 18° C-ig aláfelé mindkét fajnál csak meglassult a fejlődés, ezen aluli hőmérsékeknél azonban a cystáknak legnagyobb száma már koresfejlődést mutat s 16° C-on alul csupán koresfejlődésű cystákat talált szerző, melyekben sporozoitok már nem is képződnek. 14° C-nál és ezen alul már cysták egyáltalában nem is fejlődnek.

A pl. vivax és h. præcox hőigénye tekintetében különbséget nem talált s ezen vizsgálataival megint ráczáfol Grassi mindazon a különböző parasitafajok földrajzi elterjedését, időszakos jelentkezését illető következtetéseire, melyeket ő azon vizsgálataiból merített, a melyek arra mutattak, hogy a h. præcox magasabb hőigényű, mint a pl. vivax.

A Laverania m.-val csak $20-24^{\circ}$ C közt sikerült Anopheleseket fertőznie, de ezen parasitafajjal végzett kísérletei nem látszanak ellentmondani előbbi nézetének.

Vizsgálatai továbbá azt mutatták, hogy rövid ideig, de akár 4 napig is eltartó igen alacsony, pl. 8—10° C hőmérsék csak hátráltatja, de egyébként károsan nem befolyásolja a cysták fejlődését.

A 15 inoculáltból 10 megkapta a váltólázát. Ezen kísérletek azt mutatták, hogy a lappangás ideje, a megbetegedés súlyosabb vagy enyhébb volta nem függ attól a hőmérséktől, melynél az Anophelesek fertőzve lettek és eltartattak; pl. épen olyan súlyos megbetegedést észlelt állandóan 17—15° C közt 53 nap alatt fejlődött h. præcox-szal fertőzött egyetlen Anopheles csipése után, mint nagyszámú, 30° C-nál fertőzött Anopheles csipése után. Épen olyan a megbetegedés fellépése és menete, ha az Anophelesek állandóan 30° C-nál tartatnak el, vagy változtatva félnaponként 30° C és 8° C között.

Mindezen kísérletei megerősítik kísérletileg is azon régi tapasztalatot, hogy a fertőzés súlyossága a *parasitafajtól*, melylyel a fertőzés történt és az egyénnek *individualis* sajátságaitól függ.

Végül kísérleteiből és észleleteiből következtetéseket von a *malaria parasitafajok földrajzi elterjedésére és évszakos előfordulására nézve*.

Grassi és az olasz buvárok a malariás év kezdetét Olaszországban július hó elejére teszik s az addig előforduló esetekre nézve — a melyek mind pl. vivax fertőzések — az a véleményük, hogy azok recidivák a mult évről. Szerintük azért lép fel az endemia csak július közepén, mert csak akkor ér el a hőmérsék a szabadban olyan hőfokot, hogy a lakásokban, hol az Anophelesek megvonulnak, a hőmérő a parasiták ivaros generációjának kifejlődésére szükséges 24° C-on felül van.

Szerző nem fogadja el ezeket a magyarázatokat. Szerinte az olasz buvárok nem vették számításba azt, hogy mérsékeltbb endemiával bíró helyeken az endemia havi eloszlásában két emelkedés észlelhető: az egyik maximuma május körül, a második szeptember hónap körül van és közbül csökkenés észlelhető. Sőt nagyon enyhe malariás vidékeken, pl. Lipcsében vagy Németország egyes helyein a megbetegedések legnagyobb száma májusra esik, és július, augusztus legmelegebb hónapokban gyorsan

esik le a megbetegedések száma, mint azt a GRAWITZ által közölt statistikákból látjuk.

Szerző Kolozsvártt 10 év óta kísérő figyelemmel a malaria endemiát s 1062 váltóláz esetben végzett pontos vérvizsgálatot. Ezen vérvizsgálódásainak eredménye oda mutat, hogy Kolozsvártt azt mondhatjuk: egy tavaszi *pl. vivax*, egy nyári *h. praecox* és egy őszi *Laverania m. endemia* van s a szerint esik évente az endemia tetőfoka a tavaszra vagy ősze, a mint a *pl. vivax* fertőzések vagy pedig a *h. praecox* fertőzések száma nagyobb; vagy máskor két maximum észlelhető: az egyik májusban, a másik szeptemberben.

Az enyhebb endemiás helyeken tehát azért esik májusra az endemia tetőfoka, mert ott főként a *pl. vivax* fertőzés fordul elő — hisz épen ezért enyhe az endemia. Mig sulyos váltólázás vidékeken, *pl. Olaszországban*, nyár végére, illetőleg ősze esik az endemia tetőfoka, mert ott a *h. praecox* fertőzés az esetek legnagyobb többsége.

Kutatja szerző, hogy a különböző parazitafajok ezen saját-szerű évszakos jelentkezésének mi az oka?

Mivel az egyes parazitafajok hőigénye között számbavehető eltérést szerző nem talált, de meg összes megfigyelései alapján is az a véleménye, hogy a különböző parazitafajok annyira különböző fajai a mal. parazitáknak, hogy azoknak még endemiás évük is más és más időre esik: a *pl. vivax* tavaszra, a *h. praecox* nyárra és ősze, a *Laveraniáé* őszi végére; épen úgy, mint a hogy testvérfajú növényekből az egyik tavasszal virágzik, a másik őszzel.

A RUDOBÁNYA—SZENT-ANDRÁSI HEGYVONULAT GEOLOGIAI VISZONYAI.

(Egy szelvényábrával.)

KOCH ANTAL r. tagtól.

1897-ben alkalmam volt a Hernádvölgyi m. Vasipar-Részvény-Társaság megbizásában a nevezett, Borsod- és Abauj-Torna vármegyék területén elnyúló, hegyvonulatnak helyszíni tanulmányozását végezhetni. Vizsgálataimhoz kiindulásul és alapul szolgáltak nevezett területnek a bécsi bir. geologiai intézet által kiadott részletes földtani térképe és az arra vonatkozó szűkszavú jelentések,* a vasérczek előfordulására nézve pedig Maderspach Liviusnak «Magyarország vasérczfekvőhelyeiről» írt összefoglaló munkája.** Az ezekből merített előismeretekkel 1897. évi augusztus 2-ikától 17-ikéig bezárólag a fentnevezett hegyvonulatot és környezetét minden irányban bejárva, saját megfigyeléseim és gyűjtéseim nyomán annak közettani összetételéről, geologiai szerkezetéről, valamint a vasérczek előfordulásáról és elterjedéséről is, több tekintetben új képet nyertem, melyet röviden leírni érdemesnek tartok.

A tölem két ellenkező végén fekvő községek után elnevezett *rudobánya—szent-andrási hegyvonulat* a gömör-abauj-torna-

* DR. FERD. HOCHSTETTER. Über die geologische Beschaffenheit der Umgebung von Edelény. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst. 1856. VII. p. 692. FRANZ FOETTERLE. Das Gebiet zwischen Forró, Nagy-Ida, Torna, Szalócz, Trizs und Edelény. Verhandl. der k. k. geol. Reichsanst. 1868. p. 276. UGYANATTÓL: Vorlage der geologischen Detailkarte der Umgebung von Torna und Szendrő. Verh. der k. k. geol. Reichsanst. 1869. p. 147.

** A kir. m. Term. tud. Társaság kiadványa. Budapest, 1880.

megyei nagy triasmészko-fensiknak délkeleti szegélyét alkotja, mely északi felében a Bodva folyó völgye által le van szelve attól, míg déli fele szakadatlanul összefügg vele. E hegyvonulat általános csapása, mely az azt összetevő kőzetrétegekével pontosan összevág, DDNy-ról ÉÉK felé tart. Perkupa és Szalonna községek között a Bodva folyó keresztültöri hegyvonulatunkat, tanulságos természetes szelvényben föltárva annak belső szerkezetét. Egyebütt csak a völgyek természetes- és a vasbányák megkutatások mesterséges föltárásai nyújtanak elég jó betekintést annak földtani alkatába.

I. Hegyvonulatunk földtani képződményei.

A hegyvonulatot összetevő földtani képződményeknek sora, alulról fölfelé haladva, a következő:

1-ször. *Alsó-triaskorú*, úgynevezett *werfeni pala* hegységünk legmélyebb, vagyis alaprétegeit teszi, mert a Rákó fölött emelkedő Osztramos hegy mészkövet én nem ismerhetem el carbonkorinak, a minek a bécsi geologusok nyilvánították. Perkupa és Dobodél környékén, föl Rákóig, pizkosszürke vagy barnászörös, csillámdús finom homokkőpala, az Osztramos északkeleti lejtőjén a róla lenyúló árokban pedig zöldesíkos és foltos sötétvörös palás agyag a főbb kőzetei. Egyebütt, különösen a Szin-Perkupa és Szalonna közötti szelvényben, vékony lemezekre hasadozó sötétszürke agyagpala uralkodik, melynek a felülethez közelebb eső rétegei mállás következtében világosabb, pizkosszürkés vagy barnás és sárgás színűekké váltak.

Ez az agyagpala hasonló színű, néha szaruköves, igen tömör, szálkás törésű mészkővel váltakozik, mely néha kisebb-nagyobb gumókban és fészkekben van elszórva benne. Magasabb szintájában a sötétszürke mészkőbetelepülések gyakoriabbakká és vastagbakká válnak. Legfeltünőbb ez a Perkupa és Szalonna közti országút mentén, a Telekesoldal nevű hegynék szép föltárásában, hol azonkívül egy durva *quarcz-porphyr*-conglomerátnak a közbetelepülését is észlelhetjük, a quarczporphyr vékony telérével kapcsolatban. Ez a sajátosságos porphyr-conglomerat 6—10 m vastag padokban van a fekete pala közé települve. A legvastagabb pad-

nak közepén végig fehér calciterekkel átszótt sötétszürke mészkőnek padja vonúl, melyet útkavicsozás czéljára különösen lefejtének. Az összes rétegek dülése kb. 60° DK.

Ugyanaz a quarczporphyr, mely itten főképen mint az óriási conglomerat zárványa jelentkezik, ezen föltárással szemben, a Bodva folyó bal partján emelkedő Dunnatető tövében kis hegykúpot alkot, mely a bécsi földtani intézet részletes földtani térképén helytelenül melaphyrnak van jelölve. Ez nem egyéb, mint a Bodván túl jelentkező tömegkőzet-törmelékeknek a kitérés pontja, vagyis a quarczporphyrnak egy kis tömzse. Itten még a legüdébb állapotban kaptam kézi példányokat a kérdéses tömegkőzetből.

A *szalonnai quarczporphyr* leírása. Az imént említett kis kúpnak közete középporphyros szövettel bir. Barnászöld, fénytelen, tömör, szálkás törésű alapanyagában 2+7 $\frac{m}{m}$ nagyságú fehér kaolinos földpát kristálykák elég sűrűn vannak kiválva. Közöttük jóval ritkásabban elszórva mák-kölesszemnyi szürke quarcznak kristályszemei csak kézi nagyító alatt tűnnek föl. Itt ott még rozsdafoltok tarkítják a kőzetet. Sósavval csak gyenge, múló pezsgés áll be. Mikroskop alatt világos fahéjbarnás áttetsző alapanyaga polározott fényben mikrokristályos mozaik képét mutatja. A kivárott földpát kristálymetszetek erősen kaolinosodva szintén tarka színekben polározódnak, de nagyobb egyszínű üde foltok is mutatkoznak bennök, ikersávoknak semmi nyomával. Ezen viselkedésük után valami orthoklasra szabad következtetni, de melynek sorát a nagy mállottság miatt nem lehet már meghatározni. A quarcz metszetei víztiszták, sok zárvánnyal és erősen legömbölyödöttek. Valamely színes elegyrésznek semmi nyomát sem vettem észre.

A kevésbé üde példányoknak alapanyaga világosabb szürkészöld, de éppen olyan tömör és szálkás törésű, mint a legüdébbeké. Mikroskop alatt a leírt ásványkiválásokon kívül ezekben sem láttam színes ásványt, csupán egy földpátmetszetben tűnt föl egy kis füzöld ásványdarabka mint zárvány.

A durva conglomeratnak kerekded porphyrzárványai többé-kevésbé mállottak, jóval világosabb színűek és sósavval az erősen kaolinos földpátok körül élénken pezsegnek, a mi bő calcit-

kiválástól van, mely még erecskék gyanánt is áthatja a kőzetet. A kevésbé mállott darabok alapanyaga még barnásszürke, de még mindig tömör, szarukőnemű; míg a legmállottabbak már világos galambszürke színűek és felületesen nézve tömör mészkőhöz hasonlítanak, annál inkább, mivel sósavval mindenütt erősen és tartósan pezsegek. Mikroszkop alatt mindezekben az erősen vonalozott calcitszemek és erek nagy bőségben jelennek meg, de sósavval kiéttelve őket, a kőzetnek maradéka ugyanazt az összetételt mutatja, mint a leírt üde példányok. A mi ezen óriási conglomeratnak kevés cementjét illeti, mely a mogyorónyi egész köbméter nagyságú quarczporphyr darabokat és tömzsöket összeköti, az calcit, chlorit, talk és quarcz finomszemű keverékének látszik; de a magammal hozott csekély mennyiséget behatóbb vizsgálatnak nem vethettem alá.

Mindenesetre tehát itten egy kis quarczporphyr-kitörés maradványaival van dolgunk, mely kitörés a werfeni palák leülepedése alatt, tehát a trias időszaknak elején ment végbe és a mely talán ismételten vulkáni bombák kivetésével járt, míg végre tömeges porphyrláva felnyomulással befejeződött.

A szóbanforgó sötétszürke agyagpala, a közibe települt sötétszínű mészkővel együtt, a bécsi geologiai intézet részletes geologiai térképén, nézetem szerint tévesen, liaspalának van jelezve. Ilyen koru azonban azért nem lehet, mert mindenütt, a hol hegyvonulatunkon belül megjelen, nem a triaskoru mészkövek tetejében, hanem azoknak fekvőjében fordul elő, vagyis azoknak alája dül. Így van ez a Telekes oldalnál is, hol rétegei kb. 60° alatt világosan DKK felé, tehát a szalonnai melegforrás felett emelkedő triasmészkő szirtjei alá dülnek.

A hegyvonulat keleti szegélyének a tövében két ponton jelenik meg egy-egy kis részlete. Az egyik Szalonna mellett északra a völgynek talpán van; a másik Martonyitól északra, a Kis- és Nagy-Rednek völgyek közti hegyoldalban, hol a vasérczre foganatosított kutatásnál jöttek rá mindjárt a felület alatt. Világos ezekből az előfordulásokból is, hogy a hegyvonulat összes triaskoru üledékeinek alsó szintjében fordul elő. Megtaláltam azonban a hegyvonulat tengelyében két, még pedig elég magasán fekvő pontján is. Az egyik a martonyi Kolostorrom völgyének a talpa,

a másik a Tilalmas bérez 488 m magas csúcsának a keleti oldala. Azonban itt sem a triasmészkövek fedőjében jelenik meg, hanem erős rétegyűrődés következtében, a többi alsótrias rétegekkel együttesen nyomult a felületre, a mint az a II. és III. geologiai szelvényen föl van tüntetve.

2-szor. *Alsótrias márgapala és táblás mészkő váltakozása.* A leírt homokkő- és agyaggalák (werfeni pala) fölött sósavval pezsgő szürke, mállva piszkossárga és barnás márgapalák- és tömör vagy finomszemcsés táblás mészkő váltakozásából álló hatalmas rétegsor következik, mely hegyvonulatunknak főtömeget alkotja. A közbetelepült mészkőnek egyik padjában rosszul megtartott kagylóhéjakat is találtam két ponton, úgymint az úton közel a martonyi Kolostorromhoz és a dobodéli Fehérkőhegység több pontján; egyebütt egészen meddő ez a mészkő is. A szorosán és sűrűn egymáson belenőtt kagylók közt csupán egy kis *Avicula* sp. volt felismerhető, de ennek faja sem volt meghatározható.

Ezek a majd tömör, majd finomszemcsés mészkővek üde állapotban egyneműen sötétszürkék; a légbeliek hatásainak hosszabb ideig kitéve volt felületen padok mészkőve azonban piszkossárgásba, vörhenyesbe vagy barnásba hajló. Előfordulnak likacsos-sejtes, rauhwakke-szerű, többé-kevésbé szintén mállott mészkővek is és pedig rendszeren a vasércfekhelyek szomszédságában. De a vasérczek közellétére még határozottabban utal a vasrozsdától áthatott, piszkossárga vagy barna okkeres mészkő, melyet a már ismeretes vasérc-fekhelyek közelében mindenütt bőven lehet találni.

Szin és Petri vidékein végre a werfeni pala fölött tetemes vastagságban és elterjedésben sötétszürke, egészen fekete, gumós vagy hullámosan hajtogatott, vékonytáblás mészkő, vékony márgapala rétegekzökkel váltakozva fordul elő, melyet a bécsi geológusok Virgloria- és Wellenkalk néven soroltak föl.

Ezen rétegcsoport fedője felé a márgapala a közbetelepült mészkőhöz képest lassanként háttérbe lép, úgy hogy végre tisztán mészkő következik, mely a középtrias német Muschelkalknak felelhet meg, habár kövületet nálunk nem tartalmaz.

3-szor. *Közép triaskorú mészkő.* Ez is sötétszürke, mint az

előbb leírt kagylómész, de többnyire fehér calciterekkel át van járva; továbbá már nem táblás, mint az előbbi, hanem jól rétegzett vastag padokban fordul elő, egymagában tetemes sziklatömegeket alkotva. Helyenként a felületre kinyúló rétegpadjai a vasoxyd tartalom oxydatiója következtében barnavörös színt váltottak. A vasércztelemek szomszédságában hasadékoszá vagy porhanyóvá válva, több vagy kevesebb vasoxydhydrat is áthatja a mészkövet, sőt a vasérczekkel érintkezésben annyira átváltozik csaknem vasérczczé, hogy az eredeti mészkövet csak a mészpáttól származó ereztől lehet fölismerni.

Az Osztramos déli lejtőjének nyújtványán szikla alakban föllépő sajátosságos tarka, calcitdús sejtes mészkövet szintén ide sorolom és valószínűnek tartom, hogy a szintén igen mészpáteres osztramosi vaskőnek az eredeti kőzete ez lehet.

4-szer. *Felsőtrias mészkő.* A hegyvonulatot összetevő trias-korú rétegek sorában a legfelsőbb tagot az előbbinél jóval világosabb, szürkés-, barnás- vagy sárgásfehér színű, tömör, szálkás törésű mészkő alkotja, mely kőületet szintén nem tartalmaz. Ez a mészkő, eltérőleg az előbbitől, kevésbé világosan rétegzett, erősen hasadozott padokban fordul elő, melyeken legföljebb a rétegcsapás látható tisztán, a dülés iránya és foka ellenben ritkán tűnik fel jól. Ilyen mészkő hegyvonulatunknak vagy a gerinczén és legmagasabb csúcsain, vagy keleti szegélye mentén annak tövében szétszórva, kisebb-nagyobb részletekben és rögökben fordul elő. Ennek oka részint a vetődésben, részint a denudatióban keresendő; mert ez utóbbi hatásnak az összes triasrétegek között leginkább ki volt téve hegyvonulatunk kiemelkedése óta.

Az Osztramos hegy meredek sziklafalának és éles gerinczének mészkőve teljesen azonos kinézésű. Már ezért is, de főképen tektonikai okokból, nem osztozom a bécsi geologusok fölfogásában, kik azt egy a trias-korú terület közepén váratlanul fölbukkanó carbon-korú rögnek tartják. Ha ez a fölfogás állana, akkor a rétegek csapása irányában bizonyára még máshol is volna nyoma annak az erőszakos vetődésnek, melynek következtében a triasrétegek általános takaróján keresztül a felületre tódultak a carbon-korú fekvő rétegek. Az Osztramos déli lejtőjén továbbá olyan elváltozott mészkövet találtam szálban, mely a 3-dik cso-

port mészkövére emlékeztet és a gerincez világosszürke mészkövének a fekvőjét képezi.

5-ször. *Ifjú harmadkori üledék limonit concretiókkal.* Ilyent a hegyvonulat keleti tövét elborító diluvialis sárga vályog alatt csak egy helyen volt alkalmam észlelni. Ez a hely a martonyi völgyben az erdő szélén lenyúló mély vízmosás, hol a diluviális sárga vályog alatt világosszürke, vasrozsdától kissé foltos, homokos tályag lép ki, függőlegesen hasadozott falakban, melyekben barna és sárga agyagos limonitnak központhéjas concretiói, vagy szabálytalan fészkei és lemezei bőségesen ki vannak váltva. Ugyanilyen limonit-zárványokat a diluviális takaró felületére kimosva több helyen bőven találtam elszórva: így különösen a Szalonnáról a Szárhegyre és ugyanonnan át Martonyiba vezető mezei utak mentén; továbbá a Szt. András és az Alsó-Kovácsi puszta között dél felől nyíló völgyeletnek alsó lejtőin; végre a rudobányai hatalmas vasérczfekhelyet fedő sárga vályogban, hol a concretiók tetemes nagyságra megnőnek, néha üregesek és csörgők. Mindeme előfordulások azért érdemelnek figyelmet, mert a tapasztalatból úgy látszik, hogy az ilyen limonit concretiós takaró rétegek alatt a vasércztelepek is közel fekszenek és így a mélységben kiválott vastartalom kis mértékben a felületig fölhatott.

6-szor. *Diluviális édesvizi mészkő és mészkőbreccia.* Hegyvonulatunk keleti szegélyén, a szalonnai melegforrás (16° C.) környékétől kezdve föl a martonyi melegforrásig, több ponton a diluviális vályogon belül világos sárgásbarna vagy szürkés, tömött, de a csigák helyeitől üreges mészkőnek kisebb-nagyobb tömzseivel találkozunk, melyek most is élő édesvizi és szárazföldi csigák héjait zárják magukba. A martonyi melegforrás körül a porhanyó mészkőből kieső csigák szabadon hevernek, és pedig:

Planorbis (Tropodiscus) umbilicatus DRAP. a leggyakoribb;

Limnaeus (Limnophysa) palustris MÜLL.

Limnaeus (Limnophysa) palustris MÜLL. var. *turricula* HELD.

Amphibina cf. *elegans* RISSO.

Helix (Xerophyla) striata MÜLL.

“ “ *aff. striata* MÜLL., egy alak, mely nálunk nem fordul már elő;

Pupa (Torquilla) frumentum DRAP.

Szalonnától északra, a Borzlyukak nevű dombon a sárgásbarna bitumenes édesvizi mészkőnek nagyobb tömzsei hevernek a szántókon szertesztét, melyekben a csigáknak csupán kőbeleit látjuk és pedig: egy *Campylaea* sp., egy *Helix* sp. és egy nagyobb *Bulimus* sp.-től származó kőbeleket és üregeket, melyekből a fajokat nem lehet már meghatározni. Ez az édesvizi mészkő nagyon emlékeztet a Budapesten a Svábhegy laposán elterjedt pannoniai emeletű édesvizi mészkőre és nincsen kizárva, hogy az itteni előfordulás is még a harmadkor végén ülepedett volt le.

Ez a még most is bőven feltörő melegforrásokból leülepedett mészkő azonban legnagyobb mértékben a hegyvonulat keleti tövében fölhalmozódott triasmészkő törmeléknek hézagait tölti ki és ily módon vastagpados diluviális breccciává ragasztotta össze azokat. Ezek a mészkőbreccciák különösen a szalonnai szőlők alatt elnyúló lejtőn lépnek föl vastag padokban és Martonyinál egy ilyen brecciapadból fakad föl az ottani melegforrás is. A triasmészkőeknek ez a részint még laza, részint mésztuffa által összeragasztott törmeléke Szalonnától, a Bodva folyó bal partjától föl a Szárhegy keleti nyujtványaig, tetemes vastagságban előfödi a helyt álló régibb rétegeket, és csupán egy ponton bújik ki alóla a triasrétegek legalsóbbika, a sötétszürke agyagpala, ugyanazokkal a veseképző gumós kiválásokkal, melyek a martonyi vasbányánál is előfordulnak.

7-szer. *Diluvialis vörös agyag (Terra rossa) vaskő zárványokkal.* A Szintől északnyugatra emelkedő Hangyástető laposán, a felső triaskorú világosszürke mészkőpadok felett, több méter vastagságban élénk vörös, nagyon vasoxyddús agyagot figyeltem meg, mely a Karstvidékek Terra rossa-jának megfelelő képződmény. E vörös agyagban, miután épen vasérczre folyt a kutatás benne, barna- és vörös vasérczczé elváltozott werfeni palának kisebb-nagyobb rétegdarabjai fordulnak elő zárványképen. Valószínű, hogy e zárványok már vasérczczé elváltozott állapotban jutottak a vörös agyagba és nem azon belül ment végbe a vasérczczé válás folyamata. Annyi mindenesetre bizonyos, hogy ezen vörös agyagtakaróban jelentősebb vasérczelőfordulásokra nem lehet számítani. Mellékesen kiemelhetem még azt is, hogy úgy a nevezett ponton, valamint hegyvonulatunk főgerinczén is több

helyen, a világosszinű felső triaskorú mészkőnek felületén jelentkeznek már azok a karsztjelenségek, melyek tovább nyugatnak, a sziliczei mészkőplateaun nagy mértékben ki vannak fejlődve.

II. A vasérczek előfordulási viszonyai a leírt triasrétegeken belül.

A különböző vasérczfekhelyeknek belső szerkezetével és ásványos összetételével behatóbban nem foglalkozván, csupán azoknak előfordulási körülményeire, melyeket hegyvonulatunkban figyelemmel nyomoztam volt, terjeszkedhetem ki itten.

A vasérczek saját megfigyeléseim szerint főképen a 2. rétegcsoporton belül fordulnak elő, azonos csapással és dűléssel, tehát mint közbetelepülések, melyek azonban kisebb-nagyobb tömzsökre is szétszakadoztak, húzódnak végig hegyvonulatunkon. A rudobányai és felső-telekesi nagyszerű bányaföltárásokban jól lehet megfigyelni, hogy a meredeken dülő vasércztelepekkel párhuzamosan, az érintkezésnél erősen megváltozott, többé-kevésbé vasérczesedett mészkövek kísérik a telepet. Távollabb is még erősen okkersárgák vagy barnák az eredetileg sötétszürke mészkövek, míg a velük váltakozó márgapala sárga vályoggá van szétmállva. A martonyi eddigi bányakutatásokban és föltárásokban is az látható, hogy a vasércztelepekkel szoros érintkezésben vagy sárga okkeres agyagmárga, fölbomlott márgapala, vagy vasdús pátos mészkő, vagy sárga okkeres mészkő, sokszor a vasérczre tapadva, a kísérő kőzetek.

A *felső-telekesi* bányában a vasérczteleppel érintkezésben elváltozott calciteres mészkőnek vastag rétegpadjai láthatók, melyek a középtrias kagylómésznek megfelelnek. Ebből tehát az tűnik ki, hogy a vasércztelepek itten a 2. rétegcsoportnak már a felső részében fekszenek.

Martonyiban a vasércztelep szomszédságában egy kutató aknával sötétszürke agyagpalára bukkantak, mely körülmény arra mutat, hogy itten a telep a 2. rétegcsoport legmélyebb részében fordul elő.

A Rákó fölött emelkedő *Osztramos* hegy meredek sziklafalának tövében, a felülről leomlott mészkőtörmelék alatt előfor-

duló barnavaskő-tözmzsnek a fedője fehér szemcsés mészkő, melyet a bécsi geologusok carbonkorúnak tartottak; de véleményem szerint ez is csak felsőtriaskorú. Maga a barnavasércztözmzs, mely feltűnően mészpátdús, valószínűleg már az alatta elterülő kagylómészbe van bemélyedve, mely a hegy meredek északi lejtőjén a sok törmelék alól nem bukkan elő, de kibújik annak déli lejtőjén, mindjárt az alsótrias márgapalák felett.

Szt. Andrásnál Maderspach L. szerint (id. m. 78. l.) a Káposztás oldalban a dolomit hasadékaiban és üregeiben porhanyó, fekete, manganban bővelkedő vaskő van lerakódva. Saját megfigyelésem szerint Szt. András környékén, mindjárt a werfeni palák felett, a 2. rétegcsoport likacsos-sejtessé elváltozott mészkövei és márgapalák uralkodnak, a milyenek Martonyinál is előfordulnak a vasércztelep környezetében.

Szalonna mellett a Kishegyen Maderspach L. szerint (id. m. 80. l.) magában a fekete agyagpalában és vele szemben, a Bodva folyó bal partján lenyúló mély árokban, közvetlenül a sötétszürke alsótrias agyagpala felett, szintén a 2. rétegcsoport márgapalájában és mészkövében mutatkoznak vasérczek nyomai; az eddigi kutató munkálatok azonban még nem tártak föl kiadó telepet. Ha innen Martonyi irányában a hegyvonulat szegélyén elő is fordulna egy telep, az valószínűleg mélyen a fenn leirt diluviális mészkőbreccia takarója alatt fekszik.

Perkupa határában, a telekesi patak völgyében szintén a fekete agyagpalában, mely az alatta fekvő homokkőpalával (werfeni) érintkezik, láttam egy kutatótárnát. A górczon fekete súlyos, vastartalmú gumókat és vasérczesedett vörhenyes homokkőpalát láttam, de tisztább vasérczet nem. Utóbbi a Szín felett emelkedő Hangyástető vörös agyagjában (terra rossa) talált vasdús zárványokhoz hasonlít és így valószínűnek tartom, hogy a werfeni palán belül is vannak érczesedett részletek.

Mindezen adatok és megfigyelések alapján a vasérczek elterjedését illetőleg azt a következtetést vonom le, hogy a vasérczek, telepek, vagy meg-megszakadó tözmzsök alakjában Rudobányától kezdve Felső- és Alsó-Telekesen át, a Czinege patak völgyén föl, a triasrétegek általános csapásirányában (2 hora) húzódnak. Itten azonban — úgy látszik — két ágra szakad a

vasérczek vonulata. A keleti ág a Telekesoldal hegynek délkeleti felén át, ezen hegy sötét agyagpalája és a Kishegy kagylómész-köve között vonul tovább. Átsapva a Bodva folyó völgye alatt, a Dunnatetőről leereszkedő mély vízmosásban mutatkozik újra, s innen a mészkőtörmelékből képződött diluviális breccia és sárga vályog vastag takarója alatt vonul el a martonyi vasbánya irányában, átsapva a Kolostorrom völgyén, a Boroska és Tilalmasbérc közt fekvő völgyön, a Kis- és Nagy-Rednek völgyein, mely utóbbinak alsó részében van a bányaföltárás. Innen tovább 2 hora irányában a vastag diluviális vályog takarója alatt az alsókovácsi pusztának tart, hol a két felsőtrias mészkőből álló hegyhát közötti völgyben kell keresni a folytatását.

A vasércz-fekvőhelyek második, vagyis nyugati ága ellenben Alsó-Telekesről, a Telekes patak völgyén le Perkupának tart, s a perkupai felső malmon, a dobodéli Fehérkőhegy lejtőjén át Rákónak húzódik, hol is az Osztramos hegy gerinczének mészkőfala alatt és a Mile táján jelentkezik, a honnan végre Szt. Andrásig követhető.

Mind a két vonalon főképen az alsótrias márgapalával váltakozó sötétszürke, tömött mészkövek rétegcsoportjához van kötve a vasérczek előfordulása, de alárendelten a kagylómészben vagy a werfeni palában is mutatkoznak a nyomai.

III. Hegyvonulatunk hegyszerkezeti (tektonikai) viszonyai.

Hegyvonulatunk közetrétegei, a közéjük települt vasérczekkel együtt, lefutásukban a hegycsapás általános vonalát (2—14 hora) pontosan követik és betartják, de a dülés iránya és foka nagyon változó. Általában véve a rétegdülés erős fokú, több helyen csaknem fokukon álló, sőt általbuktatott rétegek is láthatók. Az egymás közt egyébként concordans rétegeknek ezen változó düléséből először is az egész triaskorú rétegsornak többszörös redővetésére kell következtetni, a mint azt a mellékelt geologiai szelvényeken föltüntettem. Ezen tetemes rétegdüléssel azonban helyenként még rétegszakadások és vetődések is jártak. Különösen két nagy vetődés jelenlétére engednek következtetni a megfigyelt tények. Az első az Osztramos hegynek a vetődése. A bécsi

geologusok e feltűnő hegy gerinczének világosszürke mészkövet carbonkorúnak vették. Ha ez állana, akkor az Osztramos egész tömegének a triasrétegek összletén keresztül föl kellett volna tolatnia, a mi a nehézkedés törvényével alig egyeztethető össze, vagy már a trias tengerből mint kis sziget emelkedett volna ki. Ezt én nem tartom valószínűnek. Szerintem az Osztramos gerinczének világosszürke mészköve, petrographiai hasonlósága miatt is felsőtriaskoru, éppen úgy, mint azok a világosszürke tömött vagy finomszemű mészkövek, melyek a Bodva folyó jobb partján Szilas fölött és az Osztramostól keletre is el vannak terjedve. Azonban így is az Osztramos hegy tömegének vetődést kellett szenvednie, csak hogy a dolog természetének megfelelően lefelé történt a vetődése.

Hegyvonulatunk nyugati szegélye mentén több rétegvetődésre nem akadtam; keleti szegélye mentén azonban egy jóval tetemesebb hosszvetődésnek létezésére lehet az eddigi tények alapján következtetni. Ezen hosszvetődésnek egyik ismertető jele és bizonyítéka az, hogy a világosszürke felső- vagy a sötétszürke középtrias mészköveknek keskeny szeletei a településnek nem a szoros rendjében jelennek meg itten, hanem közvetlenül az alsótrias sötét agyagpalára támaszkodnak. Ez csak úgy érthető meg, ha föl vesszük, hogy a rétegredő keleti szárnyának egy keskeny szelete a rétegcsapás irányában elhúzódo szakadásra lapon levetődött, minek következtében a felsőtrias mészkő több ponton a jóval mélyebben fekvő márgapalával és mészkőcsoporttal, vagy az alsótrias sötétszürke agyagpalával jó érintkezésbe.

Egy hosszvetődési sík mellett szólnak másodszer azok a melegforrások Szalonna és Martonyi mellett, melyek a harmadkor végétől kezdve sok ponton édesvizi mészkövet és mésztuffát raktak le, vagy a hegygerinczről lehordott mészkőtörmeléket breccsiává ragasztották össze, és melyek két ponton még mai nap is a felületre törnek.

Hogy ez a hosszvetődés Szalonnán túl tovább dél felé is terjed-e, azt valószínűnek tartom, habár határozott tényekre erre nézve nem akadtam.

IV. Következtetések a vasérczfekhelyek keletkezésére és iránytadó jelek azoknak fölkutatására.

Mivel hegyvonulatunk vasérczfekhelyei azonos csapással és dűléssel első sorban az alsótrias márgapala és mészkő csoportba, alárendelten azonban a középtrias kagylómész közé is vannak ékelődve: azt lehetne hinni, hogy a vasérczek képződése azokkal egykorú. De tekintve azt a tényt, hogy a vasércz főképen a hegyvonulat hosszvetődési síkjai mentén van az illető rétegek közé települve: nekem ezen körülményből valószínűbbnek látszik, hogy a vasérczek csak a rétegszakadások és vetődések után, melyek az egész trias rétegcsoportozatot érték, kezdettek képződni és fejlődni. Nem hiszem azonban, hogy már a Jura-korban, vagy a mesozói időben általában indult volna meg ez a képződési folyamat. Sokkal valószínűbbnek tartom, hogy a Kárpátok hegyrendszerének felgyűrődésével és a vele járó hatalmas törésvonalakon a trachytos kőzetek fölnyomulásával, a harmadkornak második felében kapta meg hegyvonulatunk és az egész gömörabauj-tornamegyei mészkőplateau is mai alakját és belsejét. Az összes triasrétegeknek felgyűrődése és részben fölszakadozása alkalmával a vasérczfekhelyek helyét még a sötétszürke alsótrias mészkő, vagy a középtrias kagylómész is foglalta volt el. A szakadások és vetődések mentén azonban a mélységből feltörő melegforrások, melyeknek nyomait és utódjait még most is látjuk, megkezdették volt eserebontó hatásukat oly módon, hogy a meszet lassanként föloldva kihozták a felületre és helyette vascarbonatot hagytak vissza a mészkőpadoknak helyein. Föl kell vennünk természetesen, hogy az illető fölszálló források kettedszén-savas vasban dúsak lehettek, és ez a fölvétel, ha őket a közeli trachytkitörésekkel kapcsolatba hozzuk, melyeknek kerületében a fölszálló forrásoknak szénsavban és vasban való gazdagsága ismeretes, szintén nagyfokú valószínűséggel bír.

A mészkövek tehát ily módon először is vaspattá átalakultak, mely vasérczfekhelyeink mélyebb szintjeiben valóban meg is van, és csak később, a fokozatos denudatio folyamán változott át az lassú oxydatio és vízfölvétel következtében, a felülettől kezdve a mélység felé, vörös- és barnavasérczczé.

A trachyt és andesit-kitörések idejétől a mai napig ily módon működő fölszálló források hatásából tehát — nézetem szerint — ki lehet magyarázni a mai hatalmas vasérczfekhelyek keletkezését és ezen elmélettel a tényleges viszonyokat valóban a legjobban meg lehet egyeztetni.

A mély források fölfakadási helyeiktől távolabb már nem hatottak oly intensive az eredeti triasmészkövekre, de bizonyos távolságig több vagy kevesebb behatással mindenesetre voltak azoknak átalakítására oly módon, hogy több vagy kevesebb vas-tartalmat fövettek, vagyis vasoxyddal impregnálódtak. Tényleg ilyen vasimpregnatiós övek jobbról-balról kísérik is a tiszta vasérczfekhelyeket hegyvonulatunkban, s ezek a vasoxydhydráttól okkersárga vagy barna, a rendes mészkőnél jóval súlyosabb átalakult mészkövek e szerint a közeli vasérczeknek még a legbiztosabb előhírnökei, noha nincsen kizárva az a lehetőség sem, hogy az eredeti mészkő átalakulási folyamata egyik vagy másik helyen csak eddig az állapotig jutott és tiszta vasérczet még nem hozott létre. A vasérczek kutatásánál mindenesetre ezek a félig-meddig átalakult, vasérczesedett mészkövek a legbiztosabb előjelei annak, hogy közelükben a tiszta vasércz is előfordulhat.

Második iránytadó jelül tekintendő azoknak fölkutatásánál a szakadási és vetődési síkoknak jelenléte, melyek eddigelé főképen a hegyvonulat keleti és részben nyugati szegélyének hosszában vannak kimutatva. A szakadások és vetődések sok helyen kicsiben is nyilvánulnak abban, hogy a félig érczesedett mészkőpadok gyakran vannak fénylő sima csuszamlási lapokkal, úgynevezett tükrökkel átszeldelve. Ilyenek a vasérczekben belül is nagy bőségben találhatók, különösen a martonyi vasbányában.

Mivel a triasrétegek hegyvonulatunkban egyáltalában kővetmentesek, ezeket a legfontosabb szintjelzőket sajnosan kell nélkülöznünk.

Ha a vasérczek keletkezésének itt kifejtett elméletét elfogadjuk, akkor azoknak fekhelyeit természetesen metamorph telepeknek vagy tömzsöknek kell neveznünk.

A NAGY FÖLDRENGÉSEK ENERGIÁJA.

KÖVESLIGETHY RADÓ 1. tagtól.

Székfoglaló értekezésemben kimutattam, hogy a sűrűségnek befelé való növekedése folytán egyes földrengés-sugarak teljesen a Föld belsejében maradhatnak és ezen az alapon fölötte valószínűnek mondtam, hogy elnyelt energiájuk létesíthetné, vagy legalább előkészíthetné ama tömegáttételeket, melyek a sarkmagasság változásainak magyarázatául általánosan elfogadtatnak. Így azután nem volna eleve tagadható, hogy a két jelenség periódusa között bizonyos, bár távoli rokonság mutatkozzék.* Véleményemet csak megerősítette ama nagy érték, melyet a charlestoni rengés megfigyeléseinek különös berendezése folytán a rengés elnyelés-tényezője számára levezetnem sikerült és mely száz kilométeres rétegenként 20 százaléknak adódik.

A múlt évben Strassburgban tartott II. nemzetközi földrengési értekezleten megtudtam CANCELI előadásából, hogy MILNE az egész Földön érezhető, vagy legalább egész kontinensekre kiható rengések száma és a sarkmagassági változások nagysága között némi összefüggést valóban kimutatott. Az időközben nyomtatásban is megjelent előadásból** látom azonban, hogy MILNE már 1893-ban, tehát két évvel előttem is ily kapcsolatra gondolt, a mennyiben a japáni földrengések maximumának a berlini sarkmagasság legnagyobb változásával való egyidejűségére utalt.

MILNE az 1895-től 1898-ig terjedő időszakra a következő, CANCELI-tól újabb négy évi megfigyelés anyagával megtöltött

* Math. és Termtud. Értes. XIII. köt. 377. l. 1895.

** Verhandlg. d. zweit. internat. seismol. Konfer. Leipzig 1904. 309. l.

tablázatot adja, mely eddigelé a nevezett kapcsolat egyetlen számbeli támogatója:

Év	Nagy rengé- sek száma	A pólus egész évi útja	Év	Nagy rengé- sek száma	A pólus egész évi útja
1895	9	0'53	1899	27	0'72
1896	18	0'91	1900	17	0'32
1897	44—47	1'07	1901	22	0'53
1898	30	1'03	1902	29	0'97

Valahányszor tehát a nagy földrengések száma nő, a pólusnak egész évi útja is megnyúlik, és fordítva.

Noha CÁNANI ezen összefüggést még hypothetikusnak tartja, én reálisnak vélem. A rengés-sugarak görbülése miatt a rengés tetemes része endogen marad, de a Föld színén még is nyilvánuló része a tetemes elnyeletés folytán nagyobb mélységekben végzi munkája nagyobbik felét, és végül a földrengések hatásai — mint látni fogjuk — a pólus mozgásában állandó, illetőleg az idővel egy irányban haladó tagot létesítenek, melyet legújabbban KIMURA a megfigyelésekből is igyekszik kimutatni, és mely CHANDLER két empirikus egyenletében is szerepel.

A közölt számadatok, noha kissé sommás alakban, adják a pólus járásának kapcsolatát a földrengésekkel, véleményem szerint mégis lehetségessé teszik, hogy a nagy rengések energiáját abszolút mértékben legalább nagyságrendjük szerint megbecsüljük, a mire pusztán seismometrikus megfigyelések alapján ez idő szerint semmiképen sem volnánk képesek. Ezek ugyanis egyrészt különbségi mérések jellegével bírnak, a mennyiben a mérő ingára és a regisztráló készülékre ható rengés különbségét jelzik, másrészt meg alig vagyunk képesek megállapítani az egész földtömeget, a melyre valamely lökés kihatott.

A pólus ténylegesen észlelt útja ez újabb felfogás szerint két elmozdulás eredőjének tekintendő; az egyik periodikus jellegű és hihetőleg közel állandó, a másik pedig a földrengések kapcsán lép fel. Az előbbi kimozdulásnak okai azon meteorológiai folyamatok, melyek a tropikus év alatt nagy lég- és víztömeget szállítanak át egyik félgömből a másikra, továbbá az EULER-féle mozgás, melynek periodusa azonban a Földnek nem

teljes merevsége folytán 305 napról mintegy 427 napra növekedik meg. Az erre superponálódó mozgásnak okai azon tömeg-áttételek, melyek folytán a Föld rétegei megfelelő egyensúlyi elhelyezkedésükbe jutnak. A két elmozdulást természetesen csak azon esetben sikerül egymástól elkülönítenünk, ha ezek egyikét jól ismerjük. Minthogy azonban a sarkmagassági változások BRADLEY idejéig hátrafelé követhetők, és megbízható földrengés-katalogusokkal rendelkezünk, a munka a siker kilátásával meg volna kezdhető. A legkisebb négyzetek elméletével tárgyalandó feltételei egyenletek alakja dolgozatom folyamán magától adódik. E pillanatban két igen kezdetleges módon iparkodtam a különválasztást elérni; a két eredmény elég közeli egyezése némi biztosítékát adja a nyert számértékek reálításának.

A Föld tömegközéppontjában derékszögű koordinátarendszert képzelünk, melynek tengelyei a főtethetlenségi tengelyekkel esnek egybe. A Z tengely a közép forgástengely, végpontja az égboltozaton a főtethetlenségi pólus P_0 . Ha valamely helynek távolsága ezen pólustól $90^\circ - \varphi_0$, akkor φ_0 ezen hely közép sarkmagassága. Az X, Y tengelyek az egyenlítőbe esnek, és az első Greenwich felé irányul. Az ingamérésekből tudjuk, hogy a két egyenlítői főtethetlenségi momentum igen közel egyenlő egymással és a Föld lapultságából, meg az egyenlítői központfutó és nehézségerő gyorsulásának viszonyából következik, hogy a forgástengelybe és az egyenlítőbe eső főtethetlenségi momentum különbsége

$$C - A = \frac{1}{910} MR^2, \quad 1)$$

ha M a Földnek tömegét, R a közép sugarát jelenti.

A deviatiós momentumok, a melyek a tengelyek ilyen irányítása mellett eltűntek, az ξ, η, ζ helyen levő μ tömegnek áthelyezése folytán véges, de a mozgó tömegnek a Földhöz való csekélyisége mellett kis értékeket vesznek fel, melyek rendre

$$\mathfrak{A} = \mu \delta (\eta \zeta), \quad \mathfrak{B} = \mu \delta (\xi \zeta), \quad \mathfrak{C} = \mu \delta (\xi \eta), \quad 2)$$

a hol a δ jellemző betű általában véges helyváltoztatásra is vonatkozhatik.

Ha a momentán pólusnak (P) távolsága a közép pólustól ívben kifejezve θ , és geographiai hosszúsága Greenwich-től keletre l , akkor röviden lefolyó mozgások esetén áll

$$x = \theta \cos l = -\frac{\mathfrak{B}}{C-A}, \quad y = \theta \sin l = -\frac{\mathfrak{M}}{C-A}, \quad 3)$$

a melyek 1) és 2) egyenlet alapján gömbi koordináták behozatala után így is írhatók:

$$\begin{aligned} x &= \theta \cos l = -910 \frac{\mu}{M} \frac{\partial (r^2 \cos \lambda \sin 2\varphi)}{2R^2}, \\ y &= \theta \sin l = -910 \frac{\mu}{M} \frac{\partial (r^2 \sin \lambda \sin 2\varphi)}{2R^2}, \end{aligned} \quad 4)$$

ha r a μ tömegnek a Föld középpontjától mért távolsága, λ geographiai hosszúsága és φ szélessége.

Ezen független változók száma, a mennyiben a tömegáttétel seismikus okra vezetetik vissza, egygyel csökkenthető, minthogy MONTESUS DE BALLORE* kimutatta, hogy az egész Föld seismicitása, 6 százalék elbogyásával két legnagyobb körre szorítkozik, melyek pólusa $+40^\circ 45'$, $209^\circ 30'$ E. Greenw. és $+35^\circ 40'$, $23^\circ 10'$ E. Greenw. alatt fekszik. Az első az eddig észlelt 156 781 rengésnek 53, a második 41 százalékát foglalja magában.

Ha ezen körök valamelyikének metszéspontja az egyenlítővel λ_0 geographiai hosszúságban van s a kör mentén innen olvaszuk a A hosszúságot, ha továbbá hajlása az egyenlítőhöz i , akkor

$$\begin{aligned} \cos \varphi \cos (\lambda - \lambda_0) &= \cos A, \\ \cos \varphi \sin (\lambda - \lambda_0) &= \cos i \sin A, \\ \sin \varphi &= \sin i \sin A, \end{aligned} \quad 5)$$

vagy némileg átalakítva

$$\begin{aligned} \cos \varphi \cos \lambda &= \cos A \cos \lambda_0 - \cos i \sin A \sin \lambda_0, \\ \cos \varphi \sin \lambda &= \cos A \sin \lambda_0 + \cos i \sin A \cos \lambda_0, \\ \sin \varphi &= \sin i \sin A, \end{aligned} \quad 6)$$

melyek a 4) alatti kifejezésekbe teendők.

* Verhandlg. stb. 325. l.

Írjunk rövidség kedvéért

$$\begin{aligned}
 a &= \cos \lambda \sin 2\varphi = -\sin i \cos i \sin \lambda_0 + \sin i \cos \lambda_0 \sin 2A + \\
 &\quad + \sin i \cos i \sin \lambda_0 \cos 2A, \\
 b &= \sin \lambda \sin 2\varphi = \sin i \cos i \cos \lambda_0 + \sin i \sin \lambda_0 \sin 2A - \\
 &\quad - \sin i \cos i \cos \lambda_0 \cos 2A, \\
 a' &= \sin i \cos \lambda_0 \cos 2A - \sin i \cos i \sin \lambda_0 \sin 2A, \\
 b' &= \sin i \sin \lambda_0 \cos 2A + \sin i \cos i \cos \lambda_0 \sin 2A, \\
 p &= -910 \frac{\mu r}{MR},
 \end{aligned} \tag{7}$$

és vezessünk be az eddigivel párhuzamos tengelyű koordináta-rendszert, melynek kezdőpontja a momentán pólus azon normális helyzete, melyet kizárólag meteorológiai folyamatok folytán foglalna el. Az új rendszer $\Delta\theta$, l koordinátái adják e szerint a pólus elmozdulását tisztán a földrengések okozta tömegátvitel folytán.

Ez esetben tehát a 4) egyenletek, feltéve, hogy kis helyváltozásokat tételezünk fel

$$\begin{aligned}
 \Delta\theta \cos l &= p \left(a \frac{\partial r}{R} + a' \frac{r}{R} \delta A \right), \\
 \Delta\theta \sin l &= p \left(b \frac{\partial r}{R} + b' \frac{r}{R} \delta A \right)
 \end{aligned} \tag{8}$$

alakban jelennek meg, a melyekből $\mu \frac{\partial r}{R}$ és $\mu \delta A$ nehézség nélkül kiszámítható. A részletes eredmény

$$\begin{aligned}
 &2p \frac{\partial r}{R} \sin i \cos i \sin^2 A = \\
 &= \Delta\theta [\cos i \sin 2A \cos (l - \lambda_0) - \cos 2A \sin (l - \lambda_0)] \\
 &2p \frac{r}{R} \delta A \sin i \cos i \sin^2 A = \\
 &= \Delta\theta [\cos i \cos 2A \cos (l - \lambda_0) + \sin 2A \sin (l - \lambda_0) - \cos i \cos (l - \lambda_0)] \tag{9}
 \end{aligned}$$

szolgáltatja a tömegátvitel munkáját.

Az átlagos viszonyok megítélésére azonban célszerűbb, ha $\Delta\theta \cos l$ és $\Delta\theta \sin l$ összegét alkotjuk egy-egy év számára. A menyiben feltehető, hogy a rengések már ily rövid idő alatt is egyenletesen oszlanak meg a seismikus főkörök mentén, a A hosszúságtól függő tagok kiesnek, és marad

$$\begin{aligned}\Sigma a &= -n \sin i \cos i \sin \lambda_0, & \Sigma b &= n \sin i \cos i \cos \lambda_0, \\ \Sigma a' &= \Sigma b' = 0,\end{aligned}\quad 10)$$

ha n -nel jelöljük az illető évben a kör mentén észlelt földrengések számát.

A két seismikus főkör fekvéséből következik:

$$\begin{aligned}\lambda'_0 &= 299^\circ 30' \text{ E. Gr.}, & i' &= 49^\circ 15' \\ \text{és} & & & \\ \lambda''_0 &= 113^\circ 10' \text{ E. Gr.}, & i'' &= 54^\circ 20'\end{aligned}\quad 11)$$

és ebből, tekintettel arra, hogy a rengések gyakorisága a két körön 0.564 és 0.436 számokkal mérhető, melyek az összegezésnél mint súlyok fognak szerepelni:

$$\Sigma a = 0,05 \ 279 \ n, \quad \Sigma b = 0,05 \ 605 \ n. \quad 12)$$

Ha most közepes viszonyokra térünk át és $\mu \delta r$ alatt az n rengés átlagos munkáját értjük, akkor írhatunk:

$$\begin{aligned}\Delta \theta \cos l &= -0,05 \ 279 \cdot 910 \ n \cdot \frac{\mu r}{MR} \cdot \frac{\delta r}{R}, \\ \Delta \theta \sin l &= -0,05 \ 605 \cdot 910 \ n \cdot \frac{\mu r}{MR} \cdot \frac{\delta r}{R}.\end{aligned}\quad 13)$$

Ha a jobb oldalt megszorozzuk 206 265-tel, akkor $\Delta \theta$ másodperczekben adódik. Azonkívül $R = 6 \ 370 \ 000$ m, a minek folytán δr is méterekben adódik. A két egyenlet egyesítése ad:

$$\Delta \theta = 2'' \ 269 \cdot n \cdot \frac{\mu r}{MR} \delta r, \quad 14)$$

a melyből $\mu \delta r$; n számú rengésnek közép energiája kiszámítható, mihelyt a földrengés okozta pólus-elmozdulás ismeretes.

A 13) egyenletek mutatják, hogy a földrengések a pólus mozgásában állandó tagot hoznak létre, melynek befolyása az idővel, azaz a rengések számával folyton nő. Ezzel szemben a seismikus főkör mentén olvasott hosszúságtól függő tag, és ezzel együtt a laterális eltolódás ∂A befolyása idővel egészen kompenzálódik. Ilyen, idővel folyton megnövekedő tag szerepel CHANDLER két empirikus formulájában, és létezését legújabbán KIMURA is kutatja.

Az utolsó egyenletből meghatározható már a rengés munkája, ha sikerül a momentán pólus radius vectorának azon részét meghatározni, mely tisztán a földrengések terhére irandó. Az elkülönítést CHANDLER legegyszerűbb, csak periodikus tagokat felölelő formulájával kísérem meg. E szerint a sarkmagassági változások

$$\varphi = \varphi_0 - 0''.15 \cos [\lambda + (t - 1875, \text{ nov. } 1) \cdot 0^\circ, 33527] - \\ - 0''.15 \cos [\lambda + \odot - 320^\circ] \quad 15)$$

egyenlettel adhatók vissza, melyben t a közép napokban olvasott folyó idő, λ a Greenwich-től kelet felé számított hosszúság, \odot pedig a Nap hosszát jelenti. Ezen utóbbi tag periodusa a tropikus év, tehát ez a meteorológiai tömegáttételek hatását állítja elő, míg az első tag, melynek periodusa 431 nap, az EULER-féle megnyújtott periodustól függ.

Ha $L_0 = 280^\circ 7'$ a Nap hossza 1900 kezdetén, akkor a CHANDLER-féle formula

$$\varphi = \varphi_0 - 0''.15 \cos \{ \lambda + [t - 1900, 0 + (1900, 0 - 1875, 835)] 0^\circ, 83527 \} - \\ - 0''.15 \cos \{ \lambda - 320^\circ + L_0 + (t - 1900, 0) 0^\circ, 98505 \} \quad 16)$$

alakban is írható. φ a pillanatnyilag észlelt, φ_0 a közepes sarkmagasság.

A főtehetetlenségi P_0 polusba fektessünk az égre érintősíkot; az érintő ponton átmenő derékszögű coordináta rendszer X tengelye Greenwich délkörét érintse, az Y tengely keleti hossza 90° legyen. A momentán P polus csak meteorológiai tényezőktől függő helyzetének poláris coordinátái legyenek θ_0 és l_0 , és valamely A észlelőhely keleti hosszúsága legyen λ , közép és momentán szélessége φ_0 és φ . Az APP_0 háromszögben $AP_0 = 90^\circ - \varphi_0$, $AP = 90^\circ - \varphi$, $PP_0 = \theta_0$ és $PP_0A = l_0 - \lambda$. Ha tehát θ_0 első hatványán túl nem megyünk, akkor

$$\varphi = \varphi_0 + \theta_0 \cos l_0 \cos \lambda + \theta_0 \sin l_0 \sin \lambda. \quad 17)$$

Legyen rövidség kedvéért

$$m = \frac{360^\circ}{365,2422} = 0^\circ, 98565, \quad m' = \frac{360}{431,00} = 0^\circ, 83527 \quad 18)$$

a meteorologiai és az EULER-féle periodushoz tartozó szögsebesség a közép napra mint egységre vonatkoztatva, akkor a pólus mozgásának a földrengésektől nem függő része adva van

$$\begin{aligned}x_0 &= a \cos(mt+a) + c \cos(m't+a') = \theta_0 \cos l_0, \\y_0 &= b \sin(mt+a) + d \sin(m't+a') = \theta_0 \sin l_0\end{aligned}\quad 19)$$

egyenletekben. Ha ezeket a 17) egyenletbe helyettesítjük, akkor

$$\begin{aligned}\varphi &= \varphi_0 + \frac{a-b}{2} \cos(mt+a+\lambda) + \frac{c-d}{2} \cos(m't+a'+\lambda) + \\&+ \frac{a+b}{2} \cos(mt+a-\lambda) + \frac{c+d}{2} \cos(m't+a'-\lambda)\end{aligned}$$

egyenletre jutunk, mely a CHANDLER-félével összehasonlítható. Az összevetés eredménye

$$\begin{aligned}b &= -a, \quad d = -c, \quad a=c = -0''15, \\a &= L_0 - 320^\circ = -39^\circ 53', \\a' &= (1900,0 - 1875,835) 0^\circ, \quad 83\,527 = 177^\circ 12'.\end{aligned}\quad 20)$$

Ezek után a pólus mozgásának normális része

$$\begin{aligned}\theta_0 &= 0''30 \cos \frac{1}{2} [(m-m')(t-1900,0) + a - a'] \\l_0 &= \frac{1}{2} (m+m')(t-1900,0) + \frac{1}{2} (a+a')\end{aligned}\quad 21)$$

alakban írható, és ha ezen egyenletek elsejéből számított θ_0 értéket a megfigyelt egész póluskimozdulásból levonjuk, akkor nyerjük közelítésben a 14) egyenlet számítására szükséges $\Delta\theta$ -t, feltéve, hogy mindkét számadat ugyanazon phasisra vonatkozik, a mi 21)-nek hypothetikus jellegénél fogva a priori nem bizonyos. Ezért csakugyan jobb, és a számtani közép értelmének jobban megfelelő eredményhez jutunk, ha a 147. lapon adott számtáblára támaszkodva a leírt görbe ívhosszából indulunk ki. A normális évi út t_2 és t_1 évek között

$$s_0 = 0''30 \int_{t_1}^{t_2} \{m^2 + m'^2 + 2mm' \cos [(m-m')(t-1900,0) + a - a']\}^{\frac{1}{2}} dt, \quad 22)$$

vagy elegendő közelítéssel, minthogy $\frac{2mm'}{m^2 + m'^2} = 0.9863$ az egységtől kevéssel különböző:

$$\begin{aligned}
 s_0 &= 0''30 \frac{\sqrt{2(m^2 + m'^2)}}{m - m'} \sin \frac{1}{2} \{(m - m')(t - 1900, 0) + a - a'\}_{t_2}^{t_1} \\
 &= 7''292 \sin(m - m') \frac{t_2 - t_1}{4} \times \\
 &\quad \cos \frac{1}{2} \left[(m - m') \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - 1900, 0 \right) + a - a' \right], \quad 23)
 \end{aligned}$$

a mely kifejezésben, ha csak mindig egyévi utakat keresünk, az első két tényező állandó, 1''731. Ha tehát θ_k -on értjük az illető év közepére vonatkozó normális radius vectort, akkor 23) az egyszerű

$$s_0 = 5''730 \theta_k \quad 24)$$

alakban is írható. Ezen egyenlet mutatja, hogy az s_0 ív igen nagy közelítéssel körívnek tekinthető, melynek sugara θ_k , és melynek középponti szöge a 21) egyenlet másodikának megfelelőleg l_0 -nek egy évre eső különbsége, azaz

$$\alpha_0 = \frac{1}{2} \cdot 365,25 (m + m') = 332^\circ, 6. \quad 25)$$

Ha a momentán pólusnak tényleges s útját szintén körívnek tekintjük, mely a földrengések behatása alatt más $\theta = \theta_0 + \Delta\theta$ sugárnak felel meg, akkor

$$s = \frac{\pi}{180} a \theta \quad \text{és} \quad s_0 = \frac{\pi}{180} a_0 \theta_0, \quad 26)$$

a melyekből

$$\Delta\theta = \frac{a_0}{a} \frac{s - s_0}{5.730} + \frac{a_0 - a}{a} \theta_0, \quad 27)$$

az *egy* év alatti rengések folytán beálló pólus-kimozdulás számítható.

A számítás alapját azon rajzok kimérése szolgáltatja, melyeket ALBRECHT* a pólus útjára vonatkozólag közzétett, s melyek a CHANDLER-féle formulával összehasonlíthatók. Ezen elemek, a mennyiben a 147. lapon közölt adatokban még nem foglaltatnak, a következők:

* Bericht über den Stand d. Erforsch. d. Breitenvariation a. Schl. d. J. 1899. Berlin, 1900; továbbá: Result. d. internat. Breitendienstes i. d. Zeit von 1899-9—1902-0, és Provisor. Result. stb. i. d. Zeit von 1902-0—1903-0; Astr. Nachr. No. 3808. és 3875.

év	s_0	α	$\delta\theta_1$	$\delta\theta_2$
1895	1.062	275°9	— 0"00 935	— 0"00 789
1896	1.572	296.0	— 534	— 667
1897	1.728	298.2	— 203	— 283
1898	1.494	336.4	— 277	— 323
1899	0.924	264.5	— 013	— 178
1900	0.145	319.2	+ 194	+ 059
1901	0.666	261.9	+ 049	— 050
1902	1.327	342.6	— 232	— 221
közép: — 0,00 244 — 0,00 306				

$\delta\theta_1$ már az illető évnek *egy* rengésére eső mozgás, azaz $\frac{\Delta\theta}{n}$ hányados, és ugyanazt jelenti $\delta\theta_2$, a mely a következő módon keletkezett: minden év elejére, közepére és végére kivettem ALBRECHT rajzából a momentán és főtétlenségi pólus távolságát, és ez adatból levontam a 21) egyenletből adódó normális távolságot. A három különbség számtani közepét az évi átlagnak tekintettem, mely még az évi rengések számával osztatott. A megegyezés a két számadat között teljesen kielégítő, és az utóbbi sorozat egyes számai jobban is egyeznek egymással. Az általános közép

$$\delta\theta = -0''00\ 275, \quad (28)$$

a miből a 14) alapján következik:

$$\frac{\mu}{M} \cdot \frac{r}{R} \cdot \delta r = 0,00\ 121. \quad (29)$$

A legfeltűnőbb jelenség, hogy $\delta\theta$ negatívnak adódik, ha a meteorologiai tömegáttételeket a CHANDLER-féle egyenlettel megadottaknak tekintjük. De ugyanazon eredményhez jutunk akkor is, ha az egyes évekre érvényes póluskimozdulást egymásból levonjuk, és a különbséget a CHANDLER-féle kimozdulás változásai-val javítjuk. A hátramaradó elmozdulás nyilván a két évben fellépett rengések különbségére vonatkozik, és többé a CHANDLER-féle formulának nem absolut értéke, hanem a sokkal megbízhatóbb menete dönt. Ez annyit mond, hogy a földrengések állandó hatása a momentán pólust a főtéhetlenségi pólushoz közelíteni iparkodik. Vagy más szavakkal: A földrengések a földtengely

periodikus apró háborgásait csillapítani törekszenek. Ez megfelelője annak a tételnek, hogy a földrengések (a melyek révén a kéreg rétegei megfelelő egyensúly helyzetükbe illeszkednek) a nehézségi anomáliákat eltüntetni törekszenek.

Az egy év alatt jelentkező átlag 25 nagy rengés a momentán pólust $0'07$ -tel mozdítja ki. Ezen érték jelentékenyen nagyobb, mint a pólus pályájának kiegyenlítésénél megmaradó közép hiba, tehát reálisnak tekintendő.

Ha a tényleges viszonyoknak megfelelőleg a nagy rengések geographiai hosszúságára is ügyelünk a seismikus főkör mentén, akkor a 9) egyenletek másodikából az oldalagos $r\partial A$ eltolódás is számítható, mely a surlódás elleni munkát méri. A közölt számértékekből következik, hogy — ismét közepes viszonyokat tartva szem előtt,

$$\frac{\mu}{M} r\partial A = 5 \cdot 10^{-6} m,$$

a miből a 29)-czel való összehasonlítás folytán következik, hogy

$$\mu R\partial A = + 0\cdot004 \cdot \mu\partial r,$$

vagyis, hogy a nehézség ellen végzett munka mintegy 250-szer nagyobb, mint a laterális eltolódás munkája.

Ujabb, a rengések fészekmélységére vonatkozó vizsgálatok alapján $R-r=100$ km teendő, s ily mélységekben a РОСНЕ-féle sűrűségi törvény szerint a nehézség felszíni értékénél 0·9 százalékkal nagyobb. $\frac{\mu}{M} \partial r$ értéke ezért $\frac{r}{R}$ tényező miatt 1·5 százalékkal nagyobbítandó, a nehézség változása miatt 0·9 százalékkal kisebbítendő, vagyis gyakorlatilag

$$\frac{\mu}{M} \partial r = 0\cdot0012 \quad 30)$$

vehető.

A nagy, egész continensekre kiható földrengések, a melyekből egy évre átlag 25 jut, e szerint középben oly munkaértéket képviselnek, melylyel a Földdel egyenlő tömeg a Föld színén 1·2 milliméterrel emelhető.

Hogy ezen nagy munkáról kellő fogalmunk legyen, jó lesz azt más módon is kifejeznünk. Az összes szárazföldek területe

$136,2 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ és közép tengerszín magassága 680 m., míg a tengernek közép mélysége 3650 m. Azon munka, melylyel a kontinenseket a tenger fenekéről mai magasságukra emelni lehetett, 1·18-szor akkora, mint a munka, melylyel az egész Föld egy méterrel emelhető. Ennélfogva mintegy 1000 erős földrengés munkájával ér fel a kontinensek mai magasságukra való emelése. Az Alpok emelési munkája $240 \cdot 10^8 \text{ km}^2$ terület és 1400 m közép magasság mellett az erős földrengés átlagos munkájának pedig körülbelül egy hatodával egyenlő.

Az irodalomban akad néhány adat, a melyből a rengés felszíni munkája megítélhető. Így az 1855-iki newsealandi rengés alkalmával 4600 angol négyzetmérföldnyi terület 1—9 láb magasra emeltetett, és 1822-ben Chiliben mintegy 100 000 négyzetmérföldnyi föld állandóan körülbelül 3 lábbal nagyobb magasságra jutott. Ezen két munka 120, illetve 15 milliomodrésze annak, a melyet az átlagos nagy rengés végez, de viszont az egész Föld térfogata az egyik esetben 3, a másodikban $\frac{1}{8}$ milliószor nagyobb, mint az a tér, a melyben a földrengés hatása tényleg észleltetett.

Ha meg akarjuk itélni, hogy e nagy munkaértékben mily tömegek és milyen elmozdulások szerepelnek, újabb egyenletre kell támaszkodnunk. A 9) egyenletek másodikika csak újabb ismeretlent hoz be, és ezért inkább a rengés intenzitásának értelmezéséből indulok ki.

A földrengés intenzitása, vagyis azon munka, melynek árán a megrázkódtatott földtömegben rengések keletkeznek, épen akkora, mint az a munka, melylyel e tömeget a rengés maximális rezgési sebességével mozgatnók. E szerint

$$\mu g \delta r = \frac{2\pi^2}{T^2} a^2 \mu, \quad (31)$$

ha T a rengéslökés periodusát, a legnagyobb amplitudóját jelenti.

Az 1891 október 28-iki Mino-Owarii nagy rengés legnagyobb vízszintes amplitudója 233 mm, rezgés periodusa 1·3s volt. Mint-hogy a vertikális amplitudo Japánban rendszeren hétszer kisebb, mint a horizontális kilengés, és a periodus középértéke közel áll

az egységhez, azért kerek számban $a=0.25$ m, $T=1s$ tehető. Ebből következik

$$\delta r = 0.126 \text{ m}, \quad (32)$$

és $\frac{\mu}{M} \delta r$ értékéből a mozgató tömeg számára

$$\frac{\mu}{M} = \frac{1}{104}. \quad (33)$$

Egyes nagy rengéseknél tehát a Föld tömegének mintegy század-része szenved rázkódtatást és ezzel elmozdulást.

Mint hogy μ felső határa maga M , azért 30)-ból folyik, hogy

$$\delta r > 1.2 \text{ mm}, \quad (34)$$

a mi ismét 31)-gyel összevetve és $T=1s$ téve

$$a > 24.5 \text{ mm} \quad (35)$$

ad. A nagy földrengések amplitudoja tehát 24 mm-nél nagyobb, a mi a megfigyelésekkel teljesen egyezik. A gyorsulás

$$\gamma = 4\pi^2 \frac{a}{T^2} \quad (36)$$

egyenlete alapján ennél mintegy 40 szer nagyobb, tehát $>1000 \frac{\text{mm}}{\text{sec}^2}$ és ez megfelel a FOREL-MERCALLI-féle rengésskála X. fokozatának, melynek jelzője «très désastreuse». Eredményeink tehát a tapasztalattal minden tekintetben egyeznek. Könnyű szerrel megadhatjuk a radialis elmozdulás felső határát is. A rengés gyorsulásának eddig észlelt maximuma ugyanis

$$\gamma = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2},$$

a miből a 31) és 36) egyenlet alapján a eliminálása után a 32) értékkel jól egyező

$$\delta r < 0.129 \text{ m} \quad (37)$$

következik.

Érdekes volna még megtudni, hogy ezen tömegáttételek minő mélységben mennek végbe. Ha e mélységet Z -vel jelöljük, akkor a nehézségváltozás közelítésben

$$\frac{\Delta g}{g} = 2 \frac{\mu}{M} \frac{\delta r}{R} \left(\frac{R}{Z} \right)^3 \quad (38)$$

kifejezéssel adott. Ha benne $Z=100$ km, akkor

$$\Delta g = 0,00\ 095,$$

a mely érték — úgy látszik — MILNE felfogása szerint lehetségesnek itélendő. A nehézség változásával természetesen megfelelő mágneses zavarok is járnak.

E vizsgálat csak akkor nevezhető némileg befejezettnek, ha a pólus tényleges útját a 19) egyenletek mintájára két összetevőjére bontjuk és ezeket az idő függvényeül állítjuk elő, a mi ALBRECHT rajzai, vagy a momentán pólusnak tizedévenkint megadott koordinátái segítségével könnyen megy. Ugyane görbébe rajzolandók a nagyobb földrengések időpontjai is. Ugyanígy tárgyalható természetesen a sarkváltozások 17) egyenlete is, a mely annyiban előnyösebb, hogy egyes csillagvizsgálókra vonatkozólag hosszabb észlelő sorozatok állanak rendelkezésre.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. április 18.-án tartott üléséből.)

PALÆONTOLOGIAI TANULMÁNYOK A HARMADKORÚ RÁKOK KÖRÉBŐL.

LŐRENTHEY IMRÉ-től.

Budapest környékének harmadkorú decapoda faunája van minden eddig ismert lelethely között a legrészletesebben tanulmányozva. Mivel azonban Budapest harmadkori képződményei decapodákban jóval gazdagabbak minden eddig ismert más lelethelynél, mindig újabb és újabb anyag kerül gyűjteményeinkbe; a mi természetes következménye az ilyen nagy város rohamos fejlődésével járó gyakori földmunkálatok létesítette föltárásoknak.

Ez értekezésemben feldolgozott magyarországi anyag legnagyobb része szintén a felső-eocen és felső-mediterrán képződményekből való, mint amelyekből eddig is a legtöbb rákot ismerttettem. Néhány a felső-eocen mészkőből való rákot kaptam dr. SZONTAGH TAMÁS bányatanácsos úrtól, melyet ő Budapest *Szépvölgyben* a Holzspach-féle kőbánya alsó-orbitoidás mészkővéből gyűjtött. Magam pedig ugyanebből a szintből, a világhírű budapesti *Kis-Svábhegyről* gyűjtöttem néhány rákot. Ezek a leletek mind már eddig is ismert fajokhoz tartoznak, de részben épebb példányok lévén, az eddigieknél újabb palaeontologiai jellegeket mutatnak, részben pedig az egyes fajok elterjedésére és gyakoriságára szolgáltatnak újabb adatokat. Ebből a szintből és ezekről a páratlanul gazdag lelethelyekről eddig 19 nemen belül 34 faj decapodát ismerttettem.*

* LŐRENTHEY. Adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához. [M. T. Ak. Math. és Term.-Tud. Értesítő. XV. köt. 3. füzet, 1897.]. Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. [M. T. Ak. Mat. és Term. Tud. Közlemények. XXVII. kötet. I., III. és IV. közlemény.]

A *felső-mediterrán* képződményből való anyagom majdnem kizárólag tölem kizsákmányolt új lelethelyről való *Buda-fokról*. E képződmény úgy petrografiailag, mint a faunáját illetőleg nagyon egyezik a budapest—rákosi és budapesti (Telepy-utca) kifejlődésével a lajtamésznek. A decapodrákok fajai is legnagyobb részt ugyanazok, melyeket BROCCI és én ismertettünk Rákosról; * úgy mint:

- Callianassa Munieri*, BROCC.
 » *Chalmasii*, BROCC.
 » *sp.*
Matuta inermis, BROCC.
Calappa sp.

Mindezeknél érdekesebb azonban egy kis — pár milliméter átmérőjű — fejtör az *Oxystomidae*-k családjából, mely — miután sem élő, sem kövült rokona nem ismeretes — kitünő új nemnek bizonyult. *Microcorystes*nek neveztem el, mivel leginkább hasonlít külső körvonalait illetőleg a sokkal nagyobb *Corystes dentatus* LATR.-hoz.

A *Microcorystes* n. g. kb. annyira hasonlít az élő *Corystes* LATR. nemhez, mint a *Micromaja* BITTN. az élő *Maja* LAMK.-hoz. Egyetlen eddig ismert faja a

Microcorystes n. g. latifrons n. sp.

Budafok nyugati részében fönt a hegyháton, egy pinczének az ásása alkalmával kihányt anyagban gyűjtöttem én e faunát. E pincze kb. 3 m. vastagon tárta föl a miocen rétegeket: alul alveolinadús laza homokos mész van (olyan, mint Rákoson és a Telepy-utczában), ebben egy félméter kavics, diónagyságú kvarc-szemekkel, s felül a humus alatt oolitos szarmatamész-kő, mészszel bekérgezett kis kövületekkel. Innen északra, a hegy északi lábánál, bányákban és mély árkokban a lajtamész fekvőrétegei,

* BROCCI. Note sur les crustacés fossiles des terrains tertiaires de la Hongrie. (Ann. d. sc. geol. XIV. Paris. 1883.)

LÖRENTHEY. Adatok Magyarország harmadkorú rák-faunájához. (Math. s Term.-Tud. Közlemények. XXVII. Budapest. 1893.)

az alsó-mediterran üledékek vannak föltárva, mely alul durvább és finomabb szemű kavics és zöldes palás agyagpadoknak változó rétegeiből, felül pedig, miként Pomáz és Főth környékén, bryozoás-mészkőből áll.* Egyik alsó zöldes palás agyagpadból egyik kirándulásom alkalmából

Neptunus cfr. *convexus*, RISTORI hiányos benyomatát kaptam.

A magyarországi felső-mediterrán decapoda-faunának újabb érdekes lelete az a

Neptunus granulatus, M. EDW., melyet GAÁL ISTVÁN dévai áll. főreáliskolai tanár úr még mint tanítványom gyűjtött Esztergályon, Hont megyében, andesittufából. Új lelethelye továbbá a decapod-rákoknak a biai felső-mediterran képződmény, melyből ARADI VICTOR kedves tanítványom egy *Pagurus nov. sp.*-t gyűjtött.

*

Ezzel a magyarországi anyaggal együtt tanulmányoztam Sardinia harmadkorú rákfaunáját és a stuttgarti királyi múzeumnak Mokattamból (Egyiptom) való gazdag eocenkorú decapoda maradványait is. E tanulmányok érdekesen egészítik ki előző tanulmányaimat, melyeket a magyarországi és a müncheni állami múzeum tulajdonát tevő algiriai és kressenbergi (Bajorország) harmadkorú rákokon végeztem.

DOMENICO LOVISATO, a cagliarii egyetem geologia tanára, miután a sardiniai harmadkorú rákok meghatározását illetőleg eltérő volt az ő és a mint ő írja a kül- és belföldi specialisták véleménye, azzal tüntetett ki, hogy az összes rákanyagot nekem küldötte el újbóli tanulmányozás és leírás czéljából.

Én időrendben, a mint LOVISATO prof. a rákokat magukba záró rétegek korát megállapította, közlöm a jobb anyagot.

I. Közép-oligocen (Bormidien) [Nurri, Cagliari (Capo St. Elia) Ittiri, Chiaramonti, Toralba.].

* Az alsó-mediterran fedőjében előforduló bryozoás-mészkő a legújabbban kiadott reambulált térképen Budafok környékén (s a déli lapon egyáltalában) nincs kijelölve, sőt a magyarázó szövegben. [HALAVÁTS. 16. zóna
«Budapest és vidéke XX. rovat jelű lap.»] sincs említve.

- Callianassa Desmarestiana*, M. EDW.
 " *rákosiensis*, LÖRENT.?
 " *sp.*
Pagurus Manzonii, RIST.?
 " (*afr.*) *substriatus*? M. E. (RISTORI).
Calappa *sp. ind.*
Neptunus *sp.*

II. Felső-oligocen (Aquitanien.) [Fontanazza.]

- Callianassa* *sp.*

III. Alsó-mediterran (közép-miocen) [Langhien.] [Fangario (Bingia Fargesi), Cagliari (Monte San Michele), Bonorva (Fehér-árok).]

- Squilla miocenica*, LOVISATO.
Palaega ?
Callianassa ? *sp.*
Pagurus Manzonii, RIST.
 " *substriatus*, M. E.?
Calappa *sp.*
Neptunus granulatus, M. EDW.
Cancer Sismondæ, MEY.
Ebalia *nov. sp.*
 " (*Cranchii*, Leach *var. romana*, RIST.?)

IV. Felső-mediterran (Helvetien). [Cagliari (Temetó, St. Avendrace, St. Bartolomeo, Tramezzaria di Monte della Pace).]

- Callianassa Desmarestiana*, M. EDW.
 " *calaritana*, RIST.
 " *ind. sp.*
Pagurus Manzonii, RIST.
 " *cfr. substriatus*, M. EDW.?
Mursiopsis ? *ind. sp.?*
Neptunus cfr. granulatus, M. EDW.

V. Szarmata (Tortonien.) [Oristano (Cap St. Marco.)]

Callianassa? sp. ind.*Galathea affinis*, RIST.?*Gonoplax Sacci*, CREMA.*Maja miocänica* n. sp. (a *Maja* nemnek első kövült képviselője.)*Ocyropa?* sp. ind.

VI. Külön nem választott miocen. [Cagliari (Cugia szőlő-hegy, Tramezzaria di St. Avendrace), Nulvi (Mont St. Lorenzo), Sedinì (Monte Ruda) Ardani, Alghero (Sant George), Portotorres (St. Banigio Scapeccato), Bosa mellől (Macomadas, Coronedda).]

Callianassa Desmarestiana, M. EDW." *subterranea*, MONTG. sp." *pedemontana*, CREMA?*Pagurus Manzoni*, RIST." *cfr. Manzoni*, RIST." *ind. sp.**Hepatinulus Lovisato*, nov. sp.*Neptunus granulatus*, M. EDW." *cfr. granulatus*, M. EDW.*Calappa?* sp. ind. RIST.

Az eddigiekből csak az látható, hogy ha még részletesebb tanulmányok alapján teljes pontossággal meg is lesz állapítva a sardiniai harmadkorú képződmények stratigrafiája, a rákok alapján aligha lesz lehetséges az egyes képződményeket egymástól elkülöníteni, illetve megkülönböztetni. Érdekes, hogy a *Maja* — melynek eddig kövült képviselőjét nem ismertük — már a szarmata kor tengerében Szardinia területén élt; első kövült képviselőjét *Oristano* mellől *Maja miocänica* n. sp. néven ismertetem meg.

★

Nemcsak ZITTEL K. A. és LOVISATO D. professorok kértek föl a gyűjteményeikben lévő gazdag harmadkorbeli decapoda anyagnak feldolgozására, hanem FRAAS E. professor, a stuttgarti

királyi Naturalien-Cabinet igazgatója is, a ki a mokattami rétegek egy új föltárásából küldött gazdag anyagot. E gazdag anyagot a stuttgarti múzeum három mecénása, MARKGRAF, MEZ és WANNER urak gyűjtötték és pedig a mint azt SCHÜTZE E. dr. múzeumi assistens úr közli, *Cairo* mellett körülbelül ugyanarról a helyről, a régi *Gama-Tingije* nevű sirkápolna (Grabmoschee) közelében, melyet SCHWEINFÜRTH G. «Ueber die geologische Schichtungsgliederung des Mokattam bei Cairo» * czímű munkájában mint a középső-eocen legalsó rétegét (A 1. c.) ismerteté s térképén (*Loc. XII*)-vel jelez. BLANCKENHORN M.-nél «Neues zur Geologie und Paläontologie Aegyptens». ** czímű munkájában e szint mint «alsó-mokattami vagy Gizehensis-emelet» szerepel. A sárgás laza márgás mészkőben a rákmaradványok többnyire kitünő állapotban vannak. A rendelkezésemre álló anyagból eddig a következő alakokat határozhattam meg:

Callianassa nilotica, FRAAS.

« *mokattamensis*, FRAAS.

Pigurus Mezi, nov. sp.

Ranina Reussi, WOODW.

« *Bittneri*, LÖRENT. ?

Typilobus trispinosus, nov. sp.

Micromaja tuberculata, BITTN.

« *laevis*, nov. sp.

Lambropsis nov. gen. WANNERI nov. sp.

Lobocarcinus, nov. sp. ?

« *Paulino-Würtembergensis*, H. v. MEYER.

Palaeocarpilius macrocheilus, DESM.

« *simplex*, STOL.

Plagiolophus Markgrafi, nov. sp.

Cancer Fraasi, nov. sp.

Goniocypoda transsylvanica, BITTN.

* Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft. Bd. 35. 1883. J. 733. és térkép.

** Ugyanitt. Bd. 52. 1900. P. 418—437. és táblázat.

Eltekintve e fauna gazdagságától, kitünő megtartási állapotától, az érdekes új alakoktól és attól, hogy új lelethelyről származó, rendkívül érdekes az előfordulás az egyes nemek és fajok földrajzi elterjedését és a palaeontologiai jellegeket illetően is. Pár évvel ezelőtt Afrika területéről még teljesen ismeretlen volt a *Ranina* nem. Én irtam le az elsőt (a *R. speciosa*, MÜNST. alak-köréből) BENI CHENNADHA (Algir)-ból *Rannia brevispina* néven mint új fajt,* az alsó-mediterranból.

A régiebb típusú Raninák Afrika területéről még a mai napig ismeretlenek voltak. Annál érdekesebb, hogy e mokattami előjövételben két faj is van a fogazott lécczel diszitett Raninának, amelyek közül a *Ranina Reussi*, WORDW. a fauna egyik leggyakoribb s legjellemzőbb alakja, mely a magyarországi felső-eocennek is legjellemzőbb decapodrákja. A fauna másik leggyakoribb s így legjellemzőbb alakja a *Palaeocarpilius macrocheilus*, DESM., mely ugyancsak a magyarországi felső-eocen jellemző alakjai közé tartozik. Leggyakoribb faj e mokattami új lelethelyen a *Palaeocarpilius simplex*, STOL., melyet STOLICZKA az indiai fő-nummulites mészkőből írt le egy hiányos példány alapján.** Feltűnő, hogy a mokattami rétegekre annyira jellemző és gyakori alak a *Labocarcinus Paulino-Würtembergensis*, H. v. MAYER, mely a budapesti Kis-Svábhegy felső-eocén mészkövében is megvan, itt igen ritka. Ezekben, a kis-svábhegyi felső eocen és a mokattami közép-eocen mészkőben egyaránt uralkodó s jellemző alakokon kívül közös faj még e két képződményben a *Meromaja tuberculata*, BITTN. Érdekes, hogy a *Typilobus* nemnek, mely eddig csakis az indiai fő-nummulites mészkőből és a kis-svábhegyi mészkőből volt ismeretes egy-egy fajban, itt *Mokattamban* egy új faj van, a *Typilobus trispinosus*, nov. sp.

Az erdélyrészi felső-durvamészben (felső-parisien) előforduló *Gonicypoda transsylvanica*, BITTN. pedig az erdélyrészi és mokattami rétegeket hozza közelebbi viszonyba egymással. A mokat-

* Új *Ranina*-faj Algirből. *Ranina brevispina* Lőrent. nov. sp. [Math. és Term. Tud. Közlemények. XXVII. kötet, 2. szám, 1898.]

** Observations on fossil crabs from tertiary deposits in Sind and Kutch. [Mem. of the geol. surv. of India. Palaeontologia Indica. Ser. VII. Kutch. fossils. P. 11. Taf. V. Fig. 6.]

tami rétegeknek az új lelethelyről származó decapoda faunája is mindenesetre azt bizonyítja, a mit már többször hangsúlyoztam,* hogy a mokattami rétegek és a budapesti Kis-Svábhegy rétegei között a függélyes elterjedést illetőleg nem lehet hézag, mint azt egyesek hiszik. A decapodafauna alapján igen természetesnek találnám, ha ez érdekes faunát magába záró porhanyós mészkő a mokattam-rétegeknek, tehát a közép-eocennek, a felső részébe tartoznék.

Palaeontologiai szempontból érdekes, hogy az új fajokon kívül egy a *Lambrus* genushoz legközelebb álló új genus is van itt, melyet *Lambropsis*nek neveztem el.

Kedves kötelességet teljesítek, midőn itt is hálás köszönetet mondok LOVISATO D. és FRAAS E. professor uraknak, valamint SZONTAGH TAMÁS dr. bányatanácsos úrnak azért, hogy rendkívül becses anyaguk feldolgozását, csekélységemre gondolva, reám bízták.

* Adatok Magyarország harmadkorú rákfaunájához.

QUANTITATIV NITROGEN MEGHATÁROZÁS SZER- VES ANYAGOKBAN NATRIUMPEROXYDDAL.

(Uj protein — illetve amino-amid-nitrogen meghatározás
lisztekben.)*

KONEK FRIGYES-től és ZÖHLS ARTHUR-tól.

A közelmúltban egyikünk ezen folyóiratban ** kifejezte abbeli meggyőződését, hogy valamint lehetséges organikus anyagok széneny-, kén-, phospor- és halogentartalmának quantitativ meghatározása natriumperoxyddal, úgy sikerülend a nitrogent is ezek mellé csoportosítani; annyival is inkább, miután megfigyelte számtalan qualitativ kísérletben, hogy organikus nitrogen az anyagnak Na_2O_2 -vel való elégetésénél salétromsavvá oxydáltatik, a mely az alkalikus közegben natriumnitrát alakjában megkötetik. Ha tehát ez az oxydatio quantitativ, akkor az organikus nitrogen meghatározás átváltozik az égési lúgokban — feles nátronlúg és szóda mellett — jelenlevő salétrom quantitativ meghatározásává; a melyre nézve legezészerűbbnek, legpontosabbnak és leggyorsabbnak a Devarda-féle reductiós eljárást véleményezte. Számtalan quantitativ kísérletet végeztünk azóta a megjelölt irányban, a melyekből kitűnik, hogy ezen feltevés — bár némi megszorítással — helyes volt. Az eddig elért eredményeket röviden a következőkben foglalhatjuk össze:

Közismert dolog, hogy a nitrogennek oxygennel való egye-

* Közlemény az «Orsz. m. kir. chemiai intézet és központi vegy-kísérleti állomás» laboratoriumából.

** Konek, Mathem. és természettudom. értesítő, XXII.

sítése *endotherm reactio* és számtalan körülménynek kell közrejátszania, hogy ez *quantitativ* lefolyásu legyen ; kísérleteinkből kitűnik, hogy míg az organikus kénnek, phosphornak és szénenynek chemiaialag kötött oxygennel való *quantitativ oxydatiója* a legtöbb esetben teljesen simán és rendkívül könnyen végbemenő folyamat, addig organikus anyagok nitrogen tartalma sokkalta nehezebben és csakis bizonyos esetekben alakítható át veszteség nélkül a végső oxydatiós terméké, azaz *salétromsavvá*. *Pyridin-chinolin* — vagy más heterocyklikus — nitrogent, továbbá nitrovegyületeket *quantitativ HNO₃-má* oxydálni eddig nem sikerült, ha mindjárt az elégetett organikus anyag száz- vagy kétszázszorosára növeljük is a natriumperoxyd mennyiségét, vagy más, az oxydatiót elősegítő anyagokat, pl. persulfátokat elegyítünk még hozzá ; összes ez irányu kísérleteink mindig egy-két százalékkal kevesebb nitrogent adtak, mint a mennyit a *theoria* követel ; így pl. míg 0.25 gramm *cinchonin* 15—18 gramm peroxyddal keverve és meggyujtva, széneny tartalmát illetőleg *quantitativ oxydáltatik*, addig nitrogenjének alig fele ég el *salétromsavvá*. Sokkal kedvezőbbek azonban a viszonyok olyan organikus anyagoknál, a melyek kevesebb, csak néhány százaléknyi és alifatikusan kötött azaz *amino-amid-nitrogent* tartalmaznak ; ha ezeket elegendő mennyiségű peroxyddal keverjük és az oxydatio elősegítésére még *KSO₄* és borkősav elegyet adunk hozzá, úgy a nitrogennek *salétromsavvá* való *quantitativ oxydatiója* elérhető. Ilyen anyag — a melynek kísérleteink körébe való belevonása gyakorlati fontossággal is birt — a liszt, a mely azért is nagyon alkalmas a *Na₂O₂*-vel való elégetésre, mivel rendkívül finomul való eloszoltsága mellett is teljesen homogen. Kísérleteink a liszt nitrogen- és így proteintartalmának *quantitativ meghatározását* egészen más alapra fektetik, a mennyiben a *Kjeldahl* szerint való hosszadalmas kénsav-roncsolást a sokkal egyszerűbb és főleg rövidebb natriumperoxyd elégetéssel helyettesítik.

Az általunk kidolgozott új *analytikai eljárás* menete röviden a következő : az elemzendő liszt próbából, miután megszitáltuk, lemérünk egy fél grammnyi mennyiséget (*miligrammnyi eltérések* nincsenek befolyással a *Na₂O₂* mennyiségére), azt 1 óráig 100—102°-on szárítjuk és azután belevisszük a nikkellel bevont

aczélhengerbe,* a melybe körülbelül 12 gramm peroxydot hoztunk megelőzőleg; a lisztet drót vagy üvegpálcza segélyével bensőleg elkeverjük a Na_2O_2 -vel; majd 5—6 gramm friss peroxydot rétegezzünk fölébe és ehhez még körülbelül egy grammot adunk olyan keverékből, a mely két súlyrész kalium persulfátra egy súlyrész borkősavat tartalmaz (ezt az elegyet 50—100 grammnyi mennyiségben egyszerre készíthetjük) és újból jól összekeverünk; azután eltávolítjuk — kellő leecsetelés után — a keverő pálczát, az aczélcylinder fedelét vízmentesen reásrófoljuk és beleállítjuk megfelelő nagyságu hideg vízzel telt főzőpohárba, miközben egy szorítóval erősen megfogjuk a henger felső, beejtési csövét, hogy a heves reakciónál oldalra ne billenessen. A gyújtást rendesen kis darab vörös izzó aczéldróttal végezzük; a szárcsővön való beejtésnél arcunkat elfordítjuk, mert a pillanatszerű explosio-reactio alkalmával kevés füst és peroxyd por lövel ki a gyújtónyíláson; ez azonban semmi veszteséget nem okoz, mivel, mint több esetben meggyőződünk, ezen a reactio bevezetésénél hirtelen

* Konek, l. c. Azóta analytikai czélokra olyan aczél — belül nikelzett — hengereket készíttettem, a melyek megtartották ugyan még a Parr-féle henger alakját, de ürtartalmuk kétakkora; azonkívül a csavar-menet, mely a fedelet vízmentesen a tégelyre szorítja, nem belül, hanem kívül fut végig (így könnyebb a tégelyek quantitativ kimosása); a visszaugró szelepet pedig egyszerűség kedvéért elhagytam a fedél szárából. A reactio termékek kioldásánál keletkező forró, carbonát tartalmú-lúgok miatt tiszta aczélhengereket nem lehet használni; ezen maró hatásnak legjobban ellentáll egy meglehetősen vastag nikkal réteg (a mely ha lekopott, könnyen pótolható). Ha több ilyen henger áll rendelkezésünkre, gyorsan és veszély nélkül végezhetjük a Na_2O_2 -vel való explosioreactiókat. Határozottan óvnom kell azonban mindenkit a Pringsheim által leirt nyílt, csak lazán lefedett aczéltégelyektől; midőn ugyanis egy ilyenben lisztet akartam elégetni, a gyújtásnál kicsapó láng felröpítette a tégelyfedőt, a nagy nyomás a szabadon (előírás szerint), egy csésze hideg vízben álló tégelyt felborította, úgy hogy annak tüzes, épen reagáló tartalma érintkezésbe jött a vízzel, minek természetes következménye hatalmas detonatio volt, a mely a csészét szilánkokra forgácsolta, a tégelyt és annak égő tartalmát pedig szerte lövelve meggyújtotta a laboratoriumot és az experimentator csak szerencsés véletlennek köszönhette, hogy sértetlen maradt.

és nagy erővel kilövelő füst nyomát sem tartalmazza a nitrogen oxydatiós termékeinek.

Reactio után a henger tartalmát fedett főzőpohárban langyos vízzel a szokott módon kilúgozzuk, midőn is lehetőleg kevés vizet használunk és két henger vizes kivonatát — a mi körülbelül egy gramm lisztnek felel meg — egyesítjük. Most következik az eljárás második phasisa, t. i. a nitrátnak ammoniákká való reductiója és ez utóbbinak a lemért mennyiségű titrált savba való átdestillálása; a reductiót — mint már említve volt — Devarda szerint hajtottuk végre. A nitrát tartalmu folyadékot hiány nélkül átmoszuk egy 800 ccm. ürtartalmu, gömbölyü fenekű, hosszú nyaku jénai üvegből való roncsoló lombikba és szükség esetén 5—600 ccm.-re hígítjuk; horzsakő, 15 ccm. alkohol és 3 gramm Devarda-féle (aluminium-réz) ötvözet hozzáadása után a lombikot körtealakú destilláló feltétellel és egy kis hűtővel kötjük össze. A fejlődő ammoniakot 25 ccm. tized normal kénsavban fogjuk fel, a mely csak annyi kongo-vörös indicatort tartalmaz, hogy a folyadék halvány-kéknek lássék. A destilláló lombikot egész kis lánggal és óvatosan melegítjük mindaddig, míg a hydrogenfejlődés teljesen megszűnik és csak ezután kezdjük a destillatiót, a mely befejezetnek tekintendő, ha körülbelül 300 ccm.-nyi folyadék átment. Ha a destillatum teljesen kihült, még annyi indicatort adunk hozzá, hogy a folyadék sötét kék színű legyen és most addig adunk bele tized normál lúgot, míg tiszta vörös szín áll elő.

Megjegyezzük, hogy indicatornak legjobbnak bizonyult a kongo-vörös; a többi indicator ilyen nagymérvű higitásnál nem eléggé érzékeny. Hogy a Devarda-féle reductio quantitativ voltáról megbizonyosodjunk, normal kaliumnitráttal végeztünk kontrol elemzéseket — teljesen ezen eljárást követve, csak a natriumperoxydot a megfelelő mennyiségű nátronlúggal helyettesítve — és mindig hiány nélkül megkaptuk a theoretikus mennyiségű nitrogent. Hogy továbbá meggyőződjünk arról, hogy vajjon a natriumperoxyd nem tartalmaz-e nitrátot, vagy hogy a vele való elégetésnél nem keletkezik-e a levegő nitrogenjének hozzájárulásával nitrát: tiszta borkósavat égettünk el ugyanannyi peroxyddal és a kísérletet teljesen végrehajtva, a 25 ccm. n/10 sav 24.8 ccm. n/10 lúgot igényelt a visszatitrálásra, a mi 0.0004 gr. N-nek felel

meg, a miből kitűnik, hogy sem a peroxydban nincsen, sem pedig az elégetésnél nem keletkezik a nitrátnak mérhető mennyisége.

Ezen új natriumperoxyd eljárással végzett liszt nitrogen (illetve protein) meghatározásokat a régi Kjeldahl-féle módszerrel ellenőriztük; a roncsoláshoz tömény kénsavat, phosphorsavanhydridet és higanyt használtunk; az ammoniákat ugyancsak n/10 savhoz kötöttük és ugyancsak kongo-vöröset használtunk mint indicatorot.

Liszt jelzése	Nitrogen tartalma Kjeldahl szerint %	Nitrogen tartalma Natrium peroxyddal %
H.O.S. --- --- --- --- ---	1.440	1.470
H.5.S. --- --- --- --- ---	1.774	1.736
H.7.S. --- --- --- --- ---	1.846	1.848
T.O. --- --- --- --- ---	1.711	1.694
T.3. --- --- --- --- ---	1.852	1.862
T.5. --- --- --- --- ---	1.918	1.946

Ezen táblázatból kitűnik, hogy ilyen körülmények között a nitrogennek natriumperoxyddal való meghatározása kifogástalan eredményeket ad; és mivel az eljárás gyorsabb és olcsóbb, mint a Kjeldahl szerint való roncsolás, módszerünket ajánlhatjuk liszt-féleségek nitrogen-, illetve protein-tartalmának meghatározására. Midőn ezt tesszük, nem mulaszthatjuk el arra figyelmeztetni, hogy ezen eljárás csakis a fentiek szoros betartása esetében ad helyes eredményeket; mert ha pl. egy gramm lisztet akarunk egy hengerben kétszer annyi peroxyddal keverve — egyszerre oxydálni, már a nitrogenben tetemes veszteség mutatkozik, a mi valószínűleg arra vezetendő vissza, hogy ezt a mennyiséget nem lehet oly tökéletesen elegyíteni a Na_2O_2 -vel, mint egy fél grammot, s. i. t.

Nem lesz érdektelen amino-amid-nitrogen tartalmu organikus vegyületeket — mint pl. asparagint, glutenint, leucint, stb. — megvizsgálni az irányban, hogy sikerül-e nitrogenjüket natriumperoxyddal quantitativ nitráltá elégetni, ha indifferens organikus vegyületekkel «meghigitjuk» őket annyira, hogy nitrogen tartalmuk körülbelül ugyanaz legyen, mint a liszteké; ez irányban akarunk legközelebb kísérleteket tenni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. április 18.-án tartott üléséből.)

VIZSGÁLATOK EMBERI KÓROS FOLYADÉKOK MOLEKULÁS CONCENTRATIO-VISZONYAIRÓL.*

BODON KÁROLY-tól.

Míg a nyiroknak, de különösen a vizeletnek és a vérsavónak molekulás concentratio-viszonyaira vonatkozó közlemények száma oly nagy, hogy áttekintésük nem könnyű dolog, addig tudtommal csak kóros viszonyok közt képződő állati folyadékokat, a milyenek a transsudatumok és az exsudatumok, ily irányban még nem vizsgáltak meg.

Igaz ugyan, hogy legújabbán RZENTKOWSKI (Berl. kl. Wochenschr. 1904, 9. sz.) tett ily irányú kísérletet, de ő megelégedett azzal, hogy néhány exsudatumnak és transsudatumnak tisztán csak a fagyáspontját határozta meg, a nélkül, hogy a concentratio-viszonyok részleteibe bocsátkozott volna.

E viszonyok felderítése céljából a budapesti egyetem klinikáiról szivességből átengedett különböző exsudatumokat és transsudatumokat TANGL FERENCZ tanár úr vezetése alatt az egyetem élet- és kórvegytani intézetében vizsgálat tárgyává tettem ugyanazon elvek alapján, a melyek szerint BUGARSZKY és TANGL a normális vérsavó concentratio-viszonyait tanulmányozták.

Összesen 17 folyadékot vizsgáltam meg, melyek közül 10 exsudatum, 5 transsudatum és 2 erősen chylustartalmú hasüri folyadék volt. Megjegyzem, hogy a transsudatumok közé két ovarialis cysta-bennéket is soroltam, mert a vizsgálat folyamán kiderült, hogy úgy physikai, mint vegyi tulajdonságaik alapján közelebb állanak a transsudatumokhoz.

* A budapesti k. m. tud. egyetem élet- és kórvegytani intézetében készült dolgozat.

A rendelkezésemre állott folyadékokban meghatároztam a fajsúlyt, a fagyáspontot, a specifikus elektromos vezetőképességet (melyből azután a korrigált specifikus elektromos vezetőképességet számítottam ki), a HO -ion tartalmat elektrometriás úton, továbbá a száraz-anyag-, hamu-, fehérje-, zsír- és chlor-tartalmat és a titrálható alkali mennyiségét.

A fajsúlyt a Westphal-féle mérleggel határoztam meg 15° C-nál. A fagyáspont meghatározása a Beckmann-féle készülékkel történt a megkívánt összes kautelák tekintetbe vételével, metronom által szabályozott villamos keverő használatával. Az elektromos vezetőképességet KOHLRAUSCH szerint váltakozó árammal és telefonnal határoztam meg. A mérendő folyadék minden esetben pontosan $25,0^{\circ}$ C-ra melegített Ostwald-féle thermostatban volt úgy mérés közben, mint már hosszabb időn át a mérés előtt. A HO' -tartalmat koncentrációs elemekkel, H -elektrodokkal állapítottam meg, úgy a mint azt legutóbb FARKAS GÉZA leírta. Az elektrodok is ugyanazok voltak (a BUGARSZKY által módosított Löwenherz-félék). A mérő elektrodban $\frac{n}{8} NaCl$ -ban oldott $\frac{n}{100} HCl$ volt, vagyis a határpotenciálok kikerülése céljából a Bugarszky-féle fogás lett alkalmazva.

A vegyi elemzések mind kettős meghatározásokkal végeztek. A folyadék az esetleg képződött fibrintől szűrés útján szabadított meg. Ha bőven tartalmazott sejtes alakelemeket, úgy ezek legalább egy órán át való centrifugálással (3500 forgás egy perc alatt) távolítottak el, úgy hogy a folyadék a görcesövi vizsgálatnál sejtméntesnek vagy legalább is igen sejtszegénynek bizonyult.

A száraz-anyag meghatározására a folyadék $10-10\text{ cm}^3$ -je vízfürdön bepároltatott és a maradék légfürdőben $105^{\circ}-110^{\circ}$ C-nál állandó súlyig szárítottatott. A hamu meghatározásánál a chlorid-veszteség elhárítása céljából a vízzel való kivonást kétszeresen, esetleg háromszorosan alkalmaztam. A szárítás állandó súlyig $110-115^{\circ}$ C hőmérsékletben történt. Az ilykép előállított hamuban a Cl -t VOLHARD szerint titráltam. A fehérjetartalmat a N -tartalomtól számítottam ki (fehérje = $N \times 6,25$); a N -t KJELDAHL szerint határoztam meg, $Hg + K_2SO_4$ -ot használva ka-

talysatornak. A zsír meghatározása petroleum-ætherrel való kirázás útján történt, kevés natronlúgnak előzetes és kevés æthylalkoholnak az összerázás után való hozzáadásával. A titrálható alkali $\frac{n}{20} H_2SO_4$ -val határoztam meg; indikátor gyanánt lakmoid-papiros szolgált.

Vizsgálataim főbb eredményeit az alábbi táblázat tünteti fel.

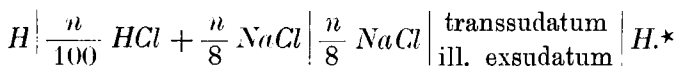
A táblázat magyarázatául még a következőket jegyzem meg:

Δ = fagyáspont-süllyedés C-fokokban.

K_{25}^- = a talált specifikus elektromos vezetőképesség 25° C-nál reciprok Ohm-centiméterekben.

Kc_{25} = korrigált specifikus elektromos vezetőképesség 25° C-nál reciprok Ohm-centiméterekben a fehérje-tartalom tekintetbe vételével a Bugarszky-Tangl-féle factor segítségével K_{25} -ből kiszámítva.

π = elektromotoros erő voltokban a következő gázelemben:



A HO' -ion tartalom a π -ből lett kiszámítva.

*

A táblázatból legelőbb is kiviláglik, hogy az exsudatumok az eddigi adatokkal megegyezően több száraz-anyagot és több fehérjét tartalmaznak mint a transsudatumok, a minnek megfelel, hogy fajsúlyuk is magasabb. Az exsudatumok szárazanyag-tartalma középszámban $58,1\%$, fehérje-tartalma $44,9\%$, fajsúlya $1,0206$, ellenben a transsudatumokban átlag $44,7\%$ szárazanyag, $32,7\%$ fehérje van, a fajsúly pedig $1,0170$. Ezen középértékek számításánál nem vettem tekintetbe a genysavókat (IX. és X. szám) és a cysta-folyadékokat (XIV. és XV. szám). Ezek közt a különbség még nagyobb, mert a genysavóban feltűnően nagy a száraz-anyag és a fehérje-tartalom, míg a cysta-folyadékok egyikeé feltűnően kicsiny.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy bár magasabb fajsúly mellett a szárazanyag-tartalom és a fehérje-tartalom is többnyire

* Lásd: FARKAS KÁLMÁN, Math. és Term. Értesítő XXI. kötet.

Szám	Fajsúly 15° C	Δ °C	K_{25} 1 Ohm. cm.	Kc_{25} 1 Ohm. cm.	π Volt	E g y l i t e r -			
						Szár- anyag	Hamu	Fehérje [N×6,25]	Zsir
						gr.	gr.	gr.	gr.
Exsuda-									
I.	1,0210	0,57	—	—	—	53,40	7,32	46,2	0,42
II.	1,0225	0,56	0,0127	0,0145	—	59,81	7,31	49,3	1,09
III.	1,0204	0,53	0,0122	0,0140	0,3163	60,06	8,62	50,8	0,35
IV.	1,0204	0,53	0,0133	0,0149	—	60,02	9,10	42,4	1,54
V.	1,0219	0,55	0,0125	0,0135	—	61,64	9,16	31,7	—
VI.	1,0206	0,51	—	—	—	59,77	8,55	51,3	1,46
VII.	1,0204	0,52	0,0127	0,0143	—	56,22	8,31	43,8	1,64
VIII.	1,0188	0,56	0,0120	0,0135	0,3073	55,70	7,75	44,1	1,86
IX.	1,0270	0,49	0,0097	0,0115	—	73,84	11,94	64,8	0,87
X.	1,0264	0,56	0,0119	0,0135	0,2619	82,19	9,46	47,5	0,62
Transsuda-									
XI.	1,0168	0,56	0,0128	0,0141	0,3191	46,35	9,04	36,5	0,70
XII.	1,0181	0,57	0,0124	0,0137	0,3207	49,14	9,39	38,9	2,55
XIII.	1,0161	—	0,0128	0,0136	0,2966	38,60	9,88	22,8	0,69
XIV.	1,0085	0,57	0,0144	0,0145	0,3051	9,61	9,39	2,1	0,32
XV.	1,0174	0,61	0,0133	0,0146	0,3020	45,87	9,80	35,7	0,69
Erősen chylusos									
XVI.	1,0161	0,54	0,0121	0,0144	0,3279	77,14	9,65	49,9	—
XVII.	1,0160	0,56	0,0118	0,0132	0,2871	76,97	9,76	42,4	17,13

b e n v a n			Megjegyzések
NaCl gr.	HO'-ion grm.- æquiv.	NaOH grm.- æquiv.	

tumorok

4,14	—	0,046	<i>Exsudatum pleuriticum</i> , sárgás, kissé zavaros, kis lepényt ad.
4,82	—	0,045	<i>Exsudatum pleuriticum</i> , sárgás, kissé zavaros, kis alvadékot ad.
4,18	1,8×10 ⁻⁷	0,044	<i>Exsudatum pleuriticum</i> , sárga, zavaros, nagy laza lepényt ad.
5,18	—	0,043	<i>Exsudatum peritoneale</i> , sárgás, zavaros, kis laza lepényt ad.
5,88	—	0,049	<i>Hydrokele-folyadék</i> , aranyásárga, tiszta, kis laza lepényt ad.
4,76	—	0,045	<i>Exsudatum peritoneala tbc.</i> , opaleskáló, sárgás, zavaros, lepényt ad.
6,75	—	0,043	<i>Exsudatum peritoneale tbc.</i> , sárgás, zavaros, kis lepényt ad.
4,60	1,2×10 ⁻⁷	0,042	<i>Exsudatum peritoneale tbc.</i> , sárgás, zavaros, kis lepényt ad.
4,99	—	0,042	<i>Empyema thoracis tbc.</i> , centrifugált, sárgás, kis alvadékot adó genysavó.
6,34	0,2×10 ⁻⁷	0,044	<i>Empyema thoracis tbc.</i> , centrifugált, sárgás, kis alvadékot adó genysavó.

tumorok

5,47	2,0×10 ⁻⁷	0,046	<i>Ascites-folyadék</i> , sárgás-zöldes, opaleskáló, meg nem alvad.
7,27	2,2×10 ⁻⁷	0,050	<i>Ascites-folyadék</i> , sárgás-zöldes, opaleskáló, lepényt nem ad.
4,85	0,8×10 ⁻⁷	0,030	<i>Ascites-folyadék</i> , sárgás, lepényt nem ad.
5,15	1,1×10 ⁻⁷	0,020	<i>Ovarium-cysta</i> folyadéka, teljesen víztiszta, szintelen, átlátszó.
5,76	0,8×10 ⁻⁷	0,032	<i>Ovarium-cysta</i> folyadéka, sárgás-zöldes, erősen zavaros.

hasüri folyadékok

5,45	2,8×10 ⁻⁷	0,046	Tejszerű, sűrű, túlnyomóan chylusos folyadék, kis lepényt ad.
5,42	0,6×10 ⁻⁷	0,045	Ugyanolyan folyadék, ugyanazon betegből később lecsapolva.

magasabb, ebből a táblázat tanúsága szerint szabályt alkotni, mint a hogy ez gyakran megtörtént, nem szabad.

A fagyáspont-süllyedést és a vezetőképességet illetőleg a transsudatumok és az exsudatumok közti állandó jelentékemeybb különbség nem mutatható ki, vagyis az exsudatumok és a transsudatumok molekulás concentratiója közel egyforma.

Nagyjában — a legtöbb esetben — az exsudatumok fagyáspontja valamivel magasabb mint a transsudatumoké [a fagyáspont-süllyedés középértéke az exsudatumoknál $0,54^{\circ}$ C, a transsudatumoknál $0,56^{\circ}$ C a genysavók és cysta-folyadékok tekintetbe vétele nélkül], vagyis az exsudatumok concentratiója valamivel kisebb a transsudatumokénál.

Úgy az exsudatumoknál, mint a transsudatumoknál a molekulás concentratio — tehát az oldott anyagok osmosisos nyomása is — többnyire megfelel a normális emberi vérsavó értékének, de vannak úgy az exsudatumok, valamint a transsudatumok között olyanok, melyek a vérsavónál higabbak és olyanok, a melyek concentráltabbak. Ezen ingadozások úgy látszik az exsudatumoknál valamivel nagyobbak.

A concentratiókban mutatkozó ingadozások főképp a nem elektrolitek változó concentratiója által okozatnak. A corrigált elektromos vezetőképesség, mely az elektrolitek concentratiójának mértéke, nemcsak az egyes exsudatumoknál, hanem valamennyi transsudatumnál és exsudatumnál egyenlő értékeket mutat. Ebből kitűnik, hogy az elektrolitek, vagyis mondhatjuk a *szervetlen anyagok, valamennyi folyadékban egyenlő concentratióban vannak meg, míg a nem elektrolitek, tehát szerves anyagok concentratiója ingadozik.* Különösen feltűnő ez a két ovarium-cysta tartalmánál, a hol az összes concentratióban és a szárazanyagtartalomban rendkívül nagy a különbség, míg az elektrolitek concentratiója egészen egyforma.

Úgy mint a vérsavónál, az exsudatumoknál és transsudatumoknál is bebizonyul, hogy a hamutartalom nem megbízható mértéke az elektrolyt-tartalomnak.

Valamennyi megvizsgált kóros folyadék *HO'-tartalma közel egyforma a destillált víz HO'-tartalmával.* [A talált minimum 0.2×10^{-7} , a maximum $2,8 \times 10^{-7}$] vagyis az exsudatumok

és transsudatumok úgy mint a vérsavó közömbösek, daczára annak, hogy úgy mint a vérsavó titrálható alkali-tartalmaznak. A titrálható alkali-tartalom (középértékben 0,042 grm.-æquiv. NaOH 1 literben) közel megegyezik a vérsavó titrálható alkali-tartalmával.

A HO' -tartalom és a titrálható alkali mennyisége közt nem lehet állandó viszonyt kimutatni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. április 18.-án tartott üléséből.)

VIZSGÁLATOK A MEGTERMÉKENYÍTETT PISZTRÁNGPETE ANYAG- ÉS ENERGIAFORGALMÁRÓL.

TANGL FERENCZ I. tagtól és FARKAS KÁLMÁN-tól.

A következőkben közölt kísérletek egy részét képezik azon vizsgálatoknak, melyeknek célja megállapítani a chemiai energia azon mennyiségét, mely egy szervezet kifejlődése közben elhasználtatik, illetőleg más energiává alakul át, tehát azon energia-mennyiséget, melyet a fejlődés munkájának (Tangl) nevezhetünk. Fejlettségükre nézve egymástól nagy mértékben különböző szervezeteket vontunk vizsgálatunk körébe, hogy — mint egy alkalommal már kifejtettük — ilyen módon megtudjuk, mennyiben functiója a fejlődés munkája a szervezet organisatiójának. Eddig közölt vizsgálataink a madár*, selyemhernyó** és bacteriumok*** fejlődési munkájáról szólnak. A pisztráng fejlődési munkájának megállapítása annyival is inkább ígéretes érdekesnek, mert az embryo fejlődése a petében egészen más körülmények között történik, mint az eddig megvizsgált petékben, a mennyiben a pete költése vízben és igen alacsony hőmérsékleten folyik.

A vizsgálatokat LANDGRAF JÁNOS műszaki tanácsos úr, országos halászati felügyelő szíves előzékenysége tette lehetővé — a kinek e helyen is hálás köszönetünket fejezzük ki —, a mennyiben az ő közbenjárására a gr. Pálffy-féle dejtei pisztráng-te-

* Mathem. és természettud. értesítő XX. köt. 599. old.

** Mathem. és természettud. ért. XXI. köt. 59. old.

*** Archiv f. d. ges. Physiologie, 98. köt. 475. old.

nyésztőtelep 20,000 darab megtermékenyített pisztrángpetét bocsátott rendelkezésünkre, melyeket három részletben küldtek nekünk közvetlenül a megtermékenyítés után. Az első küldeményt (10,000 drb.) jan. 2-án, a másodikat (5000 drb) jan. 17-én és a harmadikat (5000 drb.) jan. 31-én kaptuk.

Mindegyik küldeményből egy részletet a pete súlyának és kémiai összetételének megállapítására használtunk fel, a többit pedig költségnek vetettük alá. A költség nem történt mindig a szokásos módon. Az első kísérletben megpróbáltuk a peték költségét levegőben, a mint azt pisztrángtenyésztők sikeresen meg is tették már. Erre e célra a petéket hideg vízzel hűtött üvegburában kis rációkban kifeszített tüllre terítettük ki egy rétegben és a burán keresztül vizgőzzel telített levegőt áramoltattunk, melyet azután ép úgy, mint a selyempillepetékkal végzett kísérletekben, kalilúggal megtöltött edényeken vezettünk át a CO_2 elnyelése céljából. Ilyen módon a CO_2 productiót akartuk megállapítani. Ez azonban csak a költség 7-ik napjáig sikerült, mert ezután már rohamos penészesedés állott be, mely a peték legnagyobb részét elpusztította. Ez arra indított, hogy a megmaradt, mintegy 2000 darab petét aluminium lapokra kiterítve áramló dunavízbe tettük (jan. 12-én), melynek hőmérsékletét $8-11^\circ C$ -on tartottuk. Még így is — a mint az különben mindig megtörténik — elhaltak peték a költség további folyamán, a mit megfehéredésükön azonnal észre lehet venni; ezeket 2—3 naponként kiválogattuk. Különösen akkor haltak el nagyobb számban, ha a víz hirtelen pl. 11° -ról 8° -ra lehült. Az így tartott és gondozott petékben jan. 30-án voltak láthatók az első szempontok; ettől kezdve aránylag már jóval kevesebb pete fehéredett még meg (naponta 4—5 drb). Az első halacska febr. 10-én kelt ki, febr. 11-én este kiválogattuk a már teljesen érett, közvetlen a kibuvás előtt álló petéket — ezek halványrózsaszínűek és élénken mozgó embryót tartalmaznak —, 367 drbot, és másnap, febr. 12-én d. u. 5 órakor még 151 drb ilyen petét, összesen 518 drbot. Ezeket, tehát a kibuvásra érett embryokat tartalmazó petéket, ép úgy vetettük alá kémiai elemzéseknek, mint a költetlen petéket.

A második és harmadik küldemény petéiből egy részletet mindjárt meglemeztünk, a többit költségnek vetettük alá, de ezen

költési kísérletek előttünk ismeretlen okból nem sikerültek. A peték majdnem mind a megérés előtt elpusztultak. Ezen küldemény petéinek egy részét nem áramló vízbe, hanem megfelelő nagyságú üvegedényekben álló, nyolcz naponkint megújított vízben költöttük. Ezen kísérletekkel meg akartuk állapítani azt, hogy a költés közben távolodnak-e el a petéből chemiai energiát tartalmazó anyagok. Ez szükséges volt, mert csak az esetben felel meg a különbség a költetlen és költött peték chemiai energia tartalmában az elhasznált illetőleg más energiává (majdnem kizárólag hővé) átalakult chemiai energiának, ha az utóbbi mint olyan nem vész el a költés közben, például az által, hogy a petéből szerves anyagok kidiffundálnak a vízbe. Ezt úgy igyekeztünk eldönteni, hogy azt a vizet, melyben a peték nyolcz napig állottak, lebocsátottuk, azután egészen bepárologtattuk és a maradékot szerves anyag tartalmára megvizsgáltuk. *Minimális* szerves anyagot, melynek mennyisége nem volt megállapítható, csak akkor találtunk, ha e vízben *elhalt* peték nagyobb számban voltak. Úgy látszik tehát, hogy a pete elhalásával megváltozik a burok permeabilitása, de míg a pete él, szerves anyagok nem kerülnek ki belőle, legalább nem kimutatható mennyiségben. Az anyagcsere szerves bomlási termékei tehát bennmaradnak a petében.

Reánk nézve ezen kísérletek annyiban igen értékesek, mert ezek alapján kimondhatjuk, hogy a költés alatt *chemiai energiát tartalmazó anyagok* — legalább számba jövő mennyiségben — nem diffundálnak ki a petéből. Gázalaku szerves vegyületek, mint már más alkalommal kiemeltük, állati sejtekben nem keletkeznek, úgy hogy a pisztrángpetéről is joggal állíthatjuk: ha a petében költés közben megfogy a chemiai energia, az csakis más energiává alakulhatott át, mely azután pl. mint hő elhagyhatta a petét.

Az első — és egyedüli — sikeres költési kísérletben a mondottak szerint összesen 518 drb petét sikerült nekünk a kibuvásig kiköltetni. A költés 42 napig tartott. Mint már említettük, a költetlen és a költött peték chemiai összetételének és energiataartalmának összehasonlítása által akartuk megismerni a költés alatt bekövetkezett változásokat. Ezen célra meghatároztuk úgy

a költetlen, mint a költött peték súlyát, szárazanyag-, *N*-, *C*- és chemiai energiatartalmát. A *N*-t Kjeldahl szerint, a zsírt úgy a LIEBERMANN-féle elszappanosító módszerrel, valamint ætherrel való kivonással határoztuk meg. A *C* meghatározás a chemiai energiatartalom megállapításával kapcsolatosan történt, a menyiben a Berthelot-féle calorimetriás bombában az elégetés után, úgy a mint azt egyikünk (Farkas) leírta, meghatároztuk a CO_2 -t. Minden meghatározás kettős volt.

Az 1-ső kísérlet költetlen petéinek összetétele a következő volt:

1 pete átlagos súlya	0·0882 gr. ; van benne
szárazanyag	— 33·88 %
víz	— — — 66·12 %
zsír	{ — — — 7·25 % (A Liebermann-féle)
	{ — — — 3·20 % (Aetheres kivonat)
<i>N</i>	— — — — 4·07 %
<i>C</i>	— — — — 18·97 %
1 gr. petében van	2185 cal. chem. energia.

A pete szárazanyagának 1 gr.-jában 6473 cal. energia van (specifikus energiatartalom); a szárazanyag *C* tartalma pedig 55·995 %.

Hogy mennyire egyforma az összetétele a költetlen pizstrángpetéknek, annak bizonyosságául felsoroljuk a 2-ik és 3-ik küldemény (jan. 17, jan. 31) petéire vonatkozó adatainkat, melyeket ép úgy nyertük mint az 1-ső kísérletben:

	II. küldemény	III. küldemény
1 pete átlagos súlya	— — — — 0,0889 gr.	0,0863 gr.
szárazanyag	— — — — 33·33 %	33·92 %
víz	— — — — 66·67 "	66·08 "
zsír (Liebermann módszere szerint)	6·73 "	7·58 "
<i>N</i>	— — — — 4·01 "	4·10 "
<i>C</i>	— — — — 18·59 "	18·94 "
1 gr. friss petében van chem. energia	2155 cal.	2140 cal.

Az összetételnek ezen egyformasága kísérleteinkre nézve igen értékes, mert biztosítja a költés közben végbemenő változág-

sokra vonatkozó azon következtetéseket, melyeket a költött petékkel való összehasonlítással nyerünk, mert joggal tehetjük fel, hogy az utóbbiak a költés kezdetén ugyanolyan összetételűek voltak, mint a megelemezett költetlen peték.

A 42 napig költött és a kibúváásra teljesen érett peték, számszerint 518 drb, melyeknek súlya 43,16 gr. volt, a következő összetételt mutatták:

1 pete átlagos súlya	0·0833 gr.;	van benne
szárazanyag	— — 34·94 %	
víz	— — — — 65·06 "	
zsír	{ — — — — 7·98 " (Liebermann szerint)	
	{ — — — — 4·24 " (Aetheres kivonat)	
N	— — — — 4·28 "	
C	— — — — 19·66 "	
1 gr. petében van	2233 cal. energia.	

A pete száraz anyagában 56·26 % C van és 1 gr.-jában 6392 cal. energiát tartalmaz.

Ha már most meg akarjuk tudni, hogy a kiköltött 518 gr. pete állományában a költés alatt milyen absolut változások állottak be, a költetlen petékre vonatkozó adatok alapján kiszámítjuk, mennyi víz, szárazanyag, zsír, N, C és energia volt ezen petékben a költés kezdetén, és a költött peték összetételét feltüntető adatokból, mennyi maradt meg a költés végén.

E számítás eredményeit a következő táblázat tünteti fel:

518 drb pete					
súlya	— — — —	a költés előtt	a költés után	különbség	
	— — — —	45·70 gr.	43·16 gr.	—	2·54 gr.
ebben volt					
víz	— — — —	30·21 gr.	28·08 gr.	—	2·13 gr.
szárazanyag	— — — —	15·49 "	15·08 "	—	0·41 "
zsír	{	Liebermann sze-			
	{	rint — — — —	3·31 "	3·44 "	+ 0·13 "
	{	Aetheres kivo-			
	{	nat — — — —	1·46 "	1·84 "	+ 0·36 "
N	— — — —	1·86 "	1·85 "	—	0·01 "
C	— — — —	8·67 "	8·48 "	—	0·19 "
Energia	— — — —	99·85 kgr. Cal.	96·39 kgr. Cal.	—	3·46 kgr. Cal.

Ezen adatok több tekintetben érdekesek. Mindenek előtt könnyen kiszámítható belőlük, hogy *egy pisztrángébrény megéréséig mennyi anyag és energia használtatik el*. Egy-egy pete ugyanis a fenti adatok szerint a 42 napi költés alatt vesztett

súlyából	4·9	mgr-ot és pedig
vizet	4·11	“ “
szárazanyagot	0·792	“ “
(0·367	“ “ ; a szárazanyaggal
	6·68	gr.-caloria chemiai energiát.

Ellenben *N-jéből nem vesztett semmit*, mert azon minimális különbség, illetőleg hiány, mely a költés után a *N*-tartalomban az analysis szerint mutatkozik, jóval a kísérleti hibák határain belül esik. A mi pedig a *zsírt* illeti, az nem csak hogy *nem fogyott, hanem meggyarapodott*: egy-egy petében az ætheres kivonat 0·695 mgr-mal, a LIEBERMANN módszerével meghatározott zsirmennyiség pedig 0·251 mgr-mal gyarapodott, úgy hogy ezen adatok szerint zsirképződésre kell következtetnünk.

Mielőtt még ezen eredményeket tovább megbeszélnök, ezen kísérletünk egy hiányára kell utalnunk, a mely miatt nem számíthatjuk ki a fejlődésnek sem relatív, sem specifikus munkáját, vagyis a chemiai energia azt a mennyiségét, mely 1 gr. pisztrángébrény, illetőleg a pisztrángébrény 1 gr. szárazanyagának fejlődése közben átalakul, a mi más szervezetek fejlődési munkájával való összehasonlítás céljából érdekes és kívánatos lenne. Nem tehetjük pedig azért, mert nem határozhattuk meg sem a kibuvó pisztrángébrény súlyát, sem pedig ennek szárazanyag-tartalmát. Mi nem vártuk meg az érett ébrények kibuvását, mert még az esetben sem mérhettük volna meg az igen kicsiny ébrények testállományának súlyát, a mennyiben nem választhattuk volna el a szikzacskótól és a kibuvásnál esetleg a szikzacskón és az ébrény testén kívül még jelenlevő anyagból az áramló vízbe juthatott és így elveszhetett volna valami.

Ennek daczára azonban mégis más szempontokból hasonlíthatjuk össze a pisztrángpete anyag- és energiaforgalmát az általunk megvizsgált selyempille és tyúk petéével. Ismétlések el-

kerülése végett mindjárt ezen összehasonlítással kapcsolatban fogjuk megbeszélni a fent közölt adatokat.

Lássuk először a *súlyfogyást* a költés tartama alatt és a súlyfogyás eloszlását a *szárazanyagra* és *vízre*, mert mint a fenti számok mutatják, a *vízben költött* pisztrángpete nemcsak szárazanyagából, hanem *vizéből is veszít*. Az összes súlyvesztés a pete súlyának 5·6 %-át tesz ki, ezen súlyvesztésnek mintegy 84 %-a esik vízre és csak 16 %-a a szárazanyagra, a minnek megfelelően a vizéből 7·1 % és szárazanyagából 2·7 % vesz el az egész költés alatt.

A következő kis táblázatban ezen számok mellé írtuk a tyúkpete és selyempillepete súly-, szárazanyag- és vízvesztésének hasonló relativ értékeit, melyeket idézett dolgozatainkból vettünk:

A költés tartama alatt veszít			
	a pisztráng- pete	a tyúkpete	a selyem- pillepete
a súlyából	5·6%-ot	17%-ot	26%-ot
vizéből	7·1%-ot	21%-ot	69%-ot
száraz anyagából	2·7%-ot	18%-ot	17%-ot
az összes súlyvesztéségből esik			
vízre	84%	85%	77%
száraz anyagra	16%	15%	23%

A pisztrángpete súlyfogyása tehát jóval kisebb, mint a másik két petéé; jelentékenyen kevesebb vizet és száraz anyagot veszít, de e mellett — és ez különösen érdekes — az arány az elhasznált száraz anyag és az eltűnt víz között a tyúk- és pisztrángpeténél ugyanaz (85 : 15) és a selyempillepeténél is hasonló. Ez mindenesetre arra utal, hogy a szárazanyag elhasználása és a vízfogyasztás között szoros kapocs van, hogy a vízfogyás első sorban az anyagforgalomnak funkciója és hogy a három pete anyagforgalma lényegében ugyanaz vagy legalább is hasonló. Abból, hogy a költés után kevesebb víz van a pisztrángpetében, mint a költés előtt, még nem következik, hogy az összes hiányzó víz eltávolodott a peté-

ből. Lehetséges, hogy legalább egy része a víznek a hydrolysises folyamatok közben, melyek e petében végbemennek, más vegyületek molekuláiba lép be. Miután nem határozható meg, hogy az áramló vízbe tényleg jutott-e víz a pete belsejéből, ezen kérdés nem dönthető el. Ha víz tényleg eltávolodik a peteburkon át, úgy ez mindenesetre nem lehet egyszerű osmosisos folyamat, miután a sokkal koncentráltabb petetartalomtól kell az áramló folyóvízbe kijutnia a víznek. Talán más anyaggal vegyülve, például a CO_2 -val szénsavhydráttá (H_2CO_3) egyesülve diffundál ki a petéből, hogy ezután a peteburkon kívül ismét H_2O és CO_2 -re essék szét. De még úgy is a víznek legfeljebb egy része juthatott volna ki a petéből, mert jóval több víz tűnt el, mint a mennyi a petéből eltávolodott CO_2 -nak megfelelne. Kísérleteink természetesen szintén nem alkalmasak ezen igen érdekes kérdés megfejtésére.

Már a relativ kisebb szárazanyagvesztéséből nagy valószínűséggel lehetett arra következtetni, hogy az átalakult chemiai energia mennyisége, vagyis az energiavesztés is aránylag kisebb, mint a másik két petében. Az egy-egy petéből eltűnt chemiai energia 6.68 gr. caloria, a mi a költetlen pete összes chemiai energiájának csak 3.5 %-át teszi ki, míg a selyempillepete energiájának 24 %-a, a tyúk petéjének pedig 18 %-a fogy el a kibuvásig.

E csekélyebb anyag- és energiafogyasztás okát kétségtelenül abban kell keresnünk, hogy a pizstrángxpete más körülmények között sokkal alacsonyabb hőmérsékleten, más közegben, levegő helyett vízben és sokkal lassabban fejlődik. Természetesen az épen idézett relativ értékek csekélyebb voltából még nem következik, hogy a pizstrángxébrény relativ fejlődési munkája is kisebb. Ezt, mint már említettük, nem számíthatjuk ki, mert nem ismerjük a pizstrángxébrény súlyát. Feltéve, hogy a kibuvásra érett ébrények súlya úgy aránylik egymáshoz mint a peték súlya [tyúkpete: pizstrángxpete = 5000 mgr: 88 mgr. = 568: 1], akkor, ha a pizstrángxébrény relativ fejlődési munkája — vagyis 1 gr. ébrény fejlődése közben elhasznált chemiai energia mennyisége — ép olyan nagy lenne, mint pl. a tyúkembryoé, akkor a pizstrángxébrény kifejlődése közben mintegy 28 gr. caloria energiának kel-

lett volna elhasználtatnia, míg tényleg csak 6.7 cal. használtatott el. Még nagyobb értéket kapunk, ha a selyempillepetét vesszük a számítás alapjául. Ha ezen számítás nem is kifogástalan, annyit mégis valószínűvé tesz, hogy *a pisztrángpete relatív fejlődési munkája tényleg kisebb, mint a másik két petéé.*

Az anyagforgalomra vonatkozó adatokat, úgy mint a tyúk- és selyempillepetéknél, felhasználhatjuk annak megállapítására, hogy milyen anyagok szolgáltatják az ébrény fejlődési munkáját képviselő chemiai energiát. Két tényt kell itt mindennek előtt kiemelnünk. Először is azt, hogy a N a költés tartama alatt *nem* fogyott meg: az 518 drb petében a költés előtt volt 1.86 gr. N , a költés után 1.85 gr. Ezen kis különbség teljesen a kísérleti hibák határain belül esik, úgy hogy a mennyisége változatlan. Tehát sem oldott, sem illó N -tartalmú bomlási termékek, sem elemi N nem távozik el a petéből. Ebből természetesen nem következik, hogy a fehérje mennyisége változatlan, sőt, mint mindjárt kifejtjük, egyéb körülmények arra utalnak, hogy elsősorban fehérje képezi a fejlődés munkájának forrását. A N mennyiségének változatlanságából csak az következik, hogy a N tartalmú bomlási termékek is a petében maradnak.

A másik tény az, hogy ellentétben a selyempille- és tyúkpetével, a fejlődés közben *zsír* nem használtatik el, sőt ellenkezőleg *zsír képződik*. Azt hisszük, a zsír mennyiségének gyarapodására teljes joggal következtethetünk, mert egyrészt a zsirtöbbség a költött petékben jóval a kísérleti hibák határán túl esik és azonkívül két methodussal, a LIEBERMANN-féle elszappanosító eljárással, valamint az ætherrel való kivonással kimutathattuk a zsirszaporodást, ha ezen két methodussal nyert értékek nem is egyeznek meg egymással sem a költetlen, sem a költött petéknél. (Az elszappanosítással ugyanis jóval több zsír kapható, a minek oka részben az lehet, hogy az ætherrel nem vonhatjuk ki az egész zsirt, részben pedig az — a mint erre Zuntz laboratóriumában végzett vizsgálatok alapján gondolnunk kell —, hogy az elszappanosítással a fehérjékből is lehasíthatnak ætherben oldható részek.) Nem akarunk annak vitatásába bocsátkozni, hogy mely értékek a helyesebbek, csak azt emeljük ki, hogy *mindkettő* szerint az ébrény fejlődése közben a petében a zsír vagy, mondjuk,

az ætherben oldható anyagok gyarapodtak. A zsirképződés mellett szólhatna még a költött peték szárazanyagának nagyobb relativ *C* tartalma is. A költetlen peték száraz anyagában 55·995 % *C* van, a költött petékében 56·26 %. Ez arra mutatna, hogy *C*-ben gazdagabb vegyületek képződtek, természetesen más (*C*-ben szegényebb vegyületek felhasználása közben. Ezzel egyidejűleg a szárazanyag specifikus energiatartalmának (1 gr. energiatartalma) is növekednie kellett volna, de a mint a 184. oldalon levő táblázat mutatja, ez változatlan, sőt még valamivel kisebb lett. Ez azonban nem zárja ki azt, hogy benne több zsír van, mert abban a száraz anyagban az energiában szegény bomlási termékek — melyeket nem távolíthattunk el — szintén benne foglaltatnak. A viszonyok mindenesetre annyira komplikáltak, hogy további behatóbb vizsgálatokat igényelnek.

Ha vizsgálataink legalább is igen valószínűvé tették, hogy a pisztrángpetében az ébrény fejlődése közben zsír képződik, akkor azon további kérdés merül fel, miből képződött. Eddigi ismereteink szerint glykogen vagy fehérjék jöhetnek szóba. Daczára annak, hogy Pflüger legújabb utasítása szerint a legnagyobb gondal jártunk el, nem sikerült a költetlen petékben mérhető mennyiségben glykogen kimutatnunk. Tehát glykogenből nem képződhetett a zsír. Nem marad tehát más hátra, mint a fehérjékben keresni a zsír forrását. E feltevésünket megerősíti azon körülmény, hogy a fejlődés közben elhasznált anyag energiatartalma nagyjában megfelel a fehérje *N*-mentes részlete energiatartalmának. Ha ugyanis az 518 pete által elhasznált chemiai energia mennyiségét (3·46 kgr. Cal.) elosztjuk az elhasznált szárazanyag mennyiségével (0·404 gr.), megkapjuk ezen anyag 1 gr-jának energiatartalmát, a specifikus energiatartalmát: 8·6 kgr. Cal.-t. RUBNER szerint, ha a fehérje molekula *N*-mentes részlete teljesen CO_2 -vá és H_2O -vá oxydáltatik, az 1 gr-jára eső energiamennyiség 7·9 caloria; egészen hasonló értéket kapunk, akár húgyany, akár húgysav képezi a *N*-tartalmú tömechrészlet utolsó bomlási termékét.

A mondottak alapján, bár a fehérjék bomlási termékeinek mennyiségét közvetlenül nem határoztuk meg, kísérleteink adataiból azt következhettük, hogy a pisztráng petéjében az ébrény

fejlődése közben elhasznált chemiai energiát a fehérjék szolgáltatják, még pedig első sorban azok tömeisének *N*-mentes részlete, melynek egy másik elhasznált részéből minden valószínűség szerint még zsír is képződik; glykogen nem lehet a fejlődés munkájának forrása, mert e költetlen petékben nincs számbajövő mennyiségben jelen; az ætherben kivonható anyagok — zsírok — pedig a fejlődés közben nemcsak nem használtak el, hanem mindenek szerint még meg is szaporodnak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 május 16.-án tartott üléséből.)

KISÉRLETES VIZSGÁLATOK BŐRRÉSZEK IMPLANTATIÓJÁVAL.

GUSZMAN JÓZSEF-től.

(Kivonat.)

KAUFMANN, SCHWENINGER és RIBBERT kísérleti vizsgálataiból tudjuk, hogy bőrrészeknek a bőr alá való implantációját igen gyakran hámcysták fejlődése követi. Saját vizsgálataink, melyeket ez irányban végeztünk, az eddigiektől úgy a kísérleti eljárást, mint az implantált bőrlebeny nagyságát és elhelyezését illetően, jelentékeny eltérést mutattak s így elért eredményeink is sok tekintetben részben új, részben kiegészítő adatokat nyújtottak.

Állatkísérleteinket, melyeket házinyulakon végeztünk, kisebb módosításoktól eltekintve állandóan a következő módon hajtottuk végre. Állataink hátbőrén 1·5 cm. széles és 3·5—4 cm. hosszú négyszögű lebenyt metszettünk körül, melyet azután úgy praeparáltunk fel, hogy csak az egyik oldalán maradt a hát bőrével összefüggésben. Ezután a lebeny összefüggési helyétől mintegy 3·5—4 cm.-nyire és annak képzeletben folytatott hossz tengelyét keresztelően egy 1·5 cm.-nyi metszést ejtettünk, mely ugyancsak a bőr alatti kötőszövetig terjedt. A rendesen csak kisebb fokban mutatkozó vérzésnek csillapítása után a következő momentum az volt, hogy a lebeny alapja és a külön álló metszés körül elterülő bőrrészt subcután és tompán felpraeparáltuk. Miután ez megtörtént, egy a későbbi eredményeinkre nézve igen fontos mozzanat következett, mely abból állott, hogy a körülmetszett bőrlebenynek epidermalis felszínét szikével erélyesen lekapartuk, lehántottuk úgy, hogy helyenkint az irha fehéresen előtűnt. Ezután a kapa-

rékot gondosan letörülve, a lebenyt olyképen sülyesztettük el, hogy a külön álló metszésen át egy görbitett pince-szel a felpreparált bőrreszlet alá hatolva és vele a lebeny szabad végét megfogva, azt a műszer visszahuzásával a keresztbe álló metszésbe hoztuk. A bőrlebeny tehát úgy feküdt a bőr alatt, hogy epidermalis felszíne a laza bőralatti kötőszövetre helyezkedett, irhás felszíne ellenben a hát bőrével jutott érintkezésbe. A lebeny ezen művi helyváltozásának állandósítása, valamint a fennmaradó tátongó seb egyesítése céljából varratokat alkalmaztunk.

Állatkísérleteinkhez 15 állatot használtunk, a melyeken összesen 23 implantatiót végeztünk. Utóbbiak közül felhasználható és értékesíthető kísérlet mindössze 15 volt, melyeknek kimetszett implantációs anyagát celloidin-metszetekben dolgoztuk fel. A kísérleti megfigyelés időtartama, más szóval a műtéti eljárástól a kimetszésig terjedő idő 96 óra és 9 hét között variált.

Ezek után, ha kísérleteink egész sorozatán végigtekintünk, azt az összbenyomást nyerjük, hogy az implantált bőrlebeny — kevés kivétellel — typosos cysta fejlődésére vezetett. Maga a cystafejlődés ténye tehát csak megerősítése KAUFMANN, RIBBERT s mások eziránti tapasztalatainak. De ugyanekkor a képződött cysták falának szerkezetében, valamint a tömlők kifejlődésében oly jelenségek derültek ki, melyek az eddig ismert viszonyoktól sok tekintetben eltérők és a fejlődési menetet jóval komplikáltabbnak mutatják. Az eltérések és bonyolódottabb viszonyok a cysták szerkezetében és fejlődésében kétségtelenül abban lelik magyarázatukat, hogy kísérleti eljárásunk és az implantatio módja más volt, mint az eddig ismertetett kísérleti vizsgálatokban. Hozzá járul ehhez még az a körülmény is, hogy implantált lebenyeink jelentékeny nagyságúak voltak, a mi által a cystafejlődési viszonyok szintén módosultak.

Tudjuk, hogy a valódi cysták fogalmához tartozik, hogy hámmal legyenek kibélelve, mert éppen a hám az a szövetfajta, mely az elhatárolást és a tömlőkialakulást létesíti. E hámburkolat, mely a cysta fejlődésében a leglényegesebb szerepet viszi, kísérleteinkben is az implantált lebeny burjánzásnak indult hámborítékából épült fel, mint azt már KAUFMANN, RIBBERT s mások vizsgálataiból ismerjük. Cystáink hámborítékának keletkezési

módjára vonatkozólag kétféle hámtovanövekedési típust lehetett élesen megkülönböztetni, az indirekt és direkt alakot. Ezzel szemben az eddig ismertetett vizsgálatok csakis az általunk direkt hámnövekedési típusnak nevezett alakot derítették ki. A direkt hámnövekvési alak értelmében az implantált lebeny szélein a hám burjánzani kezd és a szomszédos kötőszöveten lefelé kuszva a lebenynyel szemközt fekvő bőralatti kötőszövetre lép és azt behámosítja. Az implantált lebenynek és a tőle elinduló hámnövekvésnek a szerzők által említett kezdetbeni concav alakját mi nem észleltük, részben mert kísérleteinkben a direkt hámosodási típuson kívül más alak is szerepelt, részben pedig azért, mert az implantált terület aránylag igen terjedelmes lévén, azt a fedőbőrnek jelentékeny feszülése is ellensúlyozta.

Az implantált lebenytől kiinduló hámnövekedésnek és cystaképződésnek másik módja az, melyet indirekt hámosodási típusnak nevezünk s a melyre nézve irodalmi adatokat nem ismerünk. A hámburkolatnak ezen módon való keletkezése azon kísérleti berendezésünkön alapult, hogy az implantálandó lebenyt kisebb-nagyobb intenzitással lekapartuk, lehántottuk. A lehántásnak alávetett lebeny több változást szenvedett, a melyek közül főleg az epidermis nagy részének elpusztítása és az irha papillaris rétegének megnyitása emelendő ki. A lehántás nagyobb fokánál hozzájárult ehhez még az irha saját szövetének helyenkinti megnyitása, valamint a szórtüszőknek megbolygatása és meglazulása. Az implantált lebenynek a szomszédos szövetekhez való viszonyára és a cystaképződés különböző alakjaira ezen kísérleti változatok voltak különösebb befolyással. Igen tanulságos e szempontból 1. sz. és 8. sz. kísérletünk összehasonlítása. Az 1. sz. kísérletben a lehántás csak mérsékelt fokban történt, úgy hogy a hám nagy részének hiányán kívül csakis a papillaris réteg nyitott meg egyes pontokon, melyek útján az implantált bőrlebeny az alatta fekvő és vele érintkező bőr alatti kötőszövettel szerves összefüggésbe jutott. Ezen összefüggési helyek az élénken növekedő hámnak vezető közegül szolgáltak, a minék következtében az a kötőszövetre ráterjedt. A lelékődő szőr- és hámtömegek felszaporodásával a lebeny alatti rés is bővült, a mi ismét azt eredményezte, hogy a nagy számú összenövési pontok csakhamar megnyúltak

és hidalaku képletekké alakultak. A most említett kísérlettel szemben a 8. számú a széles, nagy kiterjedésű összenövésekre nyújt alkalmas példát. Itt a lehántás művelete mélyreható volt, tehát az irha alapszövege is több helyen kisebb-nagyobb mértékben megnyitott, a minek eredményeképpen az implantált lebeny kötőszövege szélesen nőtt össze a bőr alatti kötőszövettel. A lebeny hámja ezeket a kötőszöveti összefüggéseket is arra használta fel, hogy rajtuk tovább kapaszkodjék s így aláfelé a kötőszöveten elterüljön.

Kísérleteink során azt a tapasztalatot is tettük, hogy a vékony, de nagy számú összekötő szövethidak csakhamar erős fogyásnak és pusztulásnak indulnak. E hidalaku összekötések nagy mértékű tönkremenetele kétségtelenül a cystosus üreg fokozatos tágulásának a következménye, a mi ismét a nagy tömegben felhalmozódó cystatartalom által van feltételezve. Ezzel szemben a vaskosabb, számos papillára kiterjedő összeköttetések tönkremenetelét nem észleltük, mert a cystabeli nyomás ahhoz csekély volt. E helyen különösen hangsúlyozandó, hogy az implantált lebeny alatt kifejlődésre jutó cysta egységes üreggel bírt, mely a szélesebb összenövések és hidalaku összeköttetések által csak sokszorosan volt megszakítva, nem pedig rekeszek által többkevesebb külön álló cystarészre osztva.

Kísérletileg előállított cystáink tartalma minden esetben csaknem egyforma minőséget mutatott, a mennyiben alakelemei mindig ugyanazok voltak: tömegesen levált elszarusodott hámsejtek és leléködött szőrök és szőrrészek. E két alakelemen kívül néhány kísérletben még szabadon fekvő szövetrészeket is találtunk, melyek az intracystosus összeköttetéseknek levált tagjait képviselték. E levált szövetdarabok, melyek kötőszövetből és néhol igen vaskos hámból állanak, természetesen csak rövid életűek lehetnek, mert szerves összefüggésüket elvesztve, további táplálásuk ki van zárva.

A mi a cystafalzat ujonnan képezett, alsó részletének kötőszövetét illeti, az a korai szakokban igen sejt- és vérbőnek, helyenkint valóságos granulatiós szövetből állónak bizonyult. A későbbi stádiumokban rendszeren egyre sejtszegényebbé válik, a mivel karöltve jár a sejtközi anyagnak megszaporodása. E későbbi szak-

ban azonfelül a kötőszövet helyenkint papillákhoz némileg hasonló képleteket produkál, úgy hogy az egész falrészlet irhaszerűvé válik, a mire ily körülmények között már KAUFMANN is utalt.

Kísérleteinkben igen gyakran oly szőrökkel és szőrfragmentumokkal találkoztunk, melyek hol csoportosan, hol egyenkint elszigetelve az ujonnan képezett cystafalzat kötőszövetének különböző mélységű rétegeiben voltak elszórva. Ez nem közönséges jelenség, mert az, hogy egy szőrtüszóket tartalmazó szervrészlet (kísérleteinkben az implantált lebeny) kihullott szőrei a szomszédos kötőszövetbe ujólag bekebeleztesse (secundär implantatio), az irodalomban is csak elvétve (Hildelbrandt, Ribbert) található. Megjegyzendő azonban, hogy ezen a kötőszövetbe ágyazott, illetőleg az ez által felvett szőrök és szőrrészletek csupán mint élettelen, tehát idegen testek szerepelnek, a minnek bizonyosságául egyes kísérleteinkben a körülöttük tömegesen fellépő óriás-sejteket látjuk.

Egyik-másik cystánk ujonnan kifejlődött alsó falrészében a szőrimplantációkon kívül szétszórt és változó mélységben ülő hámsejttömegeket is találtunk beágyazva. A hámtömegek élénk életműködést mutató sejteknek halmazából állottak, melyeknek központi részében legtöbbször szőrök feküdtek, de azért elvétve olyanokat is észleltünk, a melyeknek centrumát nem szőr, hanem többé-kevésbbé concentrikus elrendeződést mutató elszarusodott hámok alkották. A hámsejtcsoportoknak létrejövetei módját illetőleg határozott véleményünk nem lehet és arról csak nagy valószínűséggel nyilatkozhatunk. Véleményünk szerint itt egy secundär hámimplantációval állunk szemben, mely úgy jött létre, mint a csupasz szőröké. A különbség lényegileg abban áll, hogy míg a csupasz szőrök és szőrrészletek mint idegen testek fekszenek a cystafallá átalakult kötőszövetben, addig a szóban forgó hámsejtcsoportok életműködésüket fenntartották, és az új talajukat képező kötőszövetbe szervesen beleilleszkedtek. S így míg az implantált szőrök körül óriás-sejtek csoportosulását észlelhettük, addig a hámsejttömegek körül azt hiába kerestük. Valószínűnek tartjuk ezért, hogy közvetlenül a bőrlebeny implantációját követő időben a lebenynek meglazult és számos helyen bőven megnyílt szőrtüszőiből egyes hámrészek (szőrrel vagy a nélkül) leváltak,

melyek a lebennyel szemközt fekvő laza bőralatti kötőszövetre jutva, abban bizonyos alkalmas körülmények között talajra találtak. Ily secundær implantatióra ebben az időben még alkalmasak a viszonyok, mert egyrészt az implantált lebeny csaknem érintkezik a kötőszövettel, másrészt a kötőszövet hámmal még nem borított, a melynek kifejlődése csaknem áthághatatlan akadályt szabna a folyamatnak.

A cysták egy részének ujonnan kifejlődött alsó falrészében normális szórtüszőkhöz hasonló, sőt többször azokkal csaknem azonos képletek voltak találhatók, melyek egy-egy kísérleten belül is igen változó mennyiségben voltak jelen. Ezek szerkezetükre nézve többé-kevésbé mélyen a kötőszövetbe nyuló hámsejthüvelyből állottak, a melyen belül egy vagy több szórszál foglalt helyet. A szórszálat burkoló vagy körülfoglaló hámsejthüvely hol éles határú és hosszú, hengeres alaku képletnek bizonyult, hol megszéles, határozatlan szélű sejtesoport alakjában tűnt fel. Szórhagymát vagy szórpapillát azonban sohasem találtunk. A későbbi stadiumokat képviselő kísérleteinkben e szórképleteket nagy mértékben eltolva, a vízszintes síkhoz közel állóknak észleltük, a mihez teljesen hasonló fekvést a bőrlebeny szórtüszőin is találtunk s így az egész jelenséget másodlagosnak, a felhalmozódó cystatartalomnak és az izommal ellátott fedőbőrnek kölcsönös nyomóhatásából kell magyaráznunk.

Mindezek után az a kérdés merül fel: honnan származnak e szórtüszőszerű képletek? A hámnak egyszerű tovanövéséből — akár indirekt, akár direkt typus szerint — nem származtathatók. Kétségtelen tehát, hogy csakis másodlagosan jutottak az ujonnan képezett cystafalba, a mire vonatkozólag a secundær implantatiót kell felvennünk. E jelenség magyarázatában egyedül csak a saját vizsgálatainkra támaszkodhatunk, mert hasonló adatokat sem pathologiai, sem kísérleti cystákra vonatkozólag nem tudtunk az irodalomban találni. Készítményeink ez iránti átkutatása arra a felvételre utal bennünket, hogy a tüszőszerű képleteknek kifejlődését ugyancsak az implantált bőrlebenynek lehántásától tegyük függővé. A lebeny lehántását ugyanis oly intensiv beavatkozásnak ismertük meg, mely egyebek között a szórtüszőkön is lényeges változásokat

idéz elő. Azok nemcsak bőven megnyitattak, hanem utóbb megduzzadnak, fellazulnak, úgy, hogy egyes részeik — első sorban a szőrszálak — lelökődnek. Hogy ezen lelökődés csakugyan szerepel, azt abban a körülményben látjuk igazolva, hogy a kifejlődő cysta tartalmát már a korábbi stadiumokban is tekintélyes részben szőrök alkotják. Véleményünk szerint a lebeny szőrtüszőinek egyes levált részei a szemközt fekvő kötőszövetre jutnak s ott nagyrészt elpusztulnak, de egy részük alkalmas talajra akadva az elpusztulást elkerüli. Ez utóbbi, megmaradt részek, melyek tüszőhámból és szőrökből állanak, egyrészt a mélységbe kerülnek s ott a már említett hámcsoportokat képezik, másrészt kedvezőbb viszonyokat találva, a szóban forgó tüszőszerű képletekké válnak.

Kísérleteinkben több ízben atypusos hámburjánzáshoz hasonló elváltozásokkal is találkoztunk, melyek a cysták ujonnan képződött alsó falának hámborítékával állottak összefüggésben. Ezen az atypusos hámburjánzáshoz hasonló leletek általában nem érdemelnek különösebb figyelmet, mert a pathológiában elég közönségesen tehető észleletet képeznek; különösebb figyelmet a hámnak atypusos növekedése csak akkor kelthet, ha nagyfokúvá s mélyre terjedővé válik, mint azt különösen a 8. sz. kísérletünkben észlelhettük.

Igen érdekesek voltak a 96 órás implantációs kísérletünkben eredő készítmények. Ezekből kitűnik, hogy az implantált bőrlebenytől származó hámsejtek a kivételesen jelenlevő lebeny alatti vérömlenyben tovább burjánoztak és gyöngysorszerűen elrendeződtek. A hámsejteknek a vérrögben való növekedése elég szokatlan leletet képez és főleg azért érdekes, mert azt mutatja, hogy a sejtek ily viszonyok között specifikus átalakulásait (szarusodás stb.) nem nyerik el. De leletünk LOEB kísérleteivel együtt egyúttal azt is bizonyítja, hogy a hámnak tovanövekedéséhez nem szükséges feltétlenül a kötőszövet, mint vezető közeg.

Ezekután mülegesen kifejlődésre jutott cystáinknak azon csoportját tekintve, melyben az ujonnan kialakult cystafalban az említett szőrtüszőszerű képletek is ültek, mondható, hogy a tömlők szerkezetre nézve bizonyos mértékben dermoidcystákat utánoztak, jöllehet tudjuk, hogy a szó szoros értelmében vett der-

moidcystákat csakis oly falzat alkothatja, mely a bőrnek összes attributumait tartalmazza. Másrésről azonban valódi, u. n. egyszerű dermoidokról általában már akkor is beszélünk, ha a cystafalban csak szórtüszöképletek foglaltatnak.

Összefoglalás.

1. Kísérleti eljárásunk szerint végzett bőrimplantációkkal csaknem kivétel nélkül sikerül cystákat létrehozni.

2. A cysták falának egy része az implantált bőrlebenyből áll, a többi része ujonnan képződött. Az ujonnan keletkezett cystafalrészlet kötőszöveti része a régi bőralatti kötőszövetből fejlődött, hámboritéka pedig az implantált bőrlebeny hámjának tovaterjedő burjánzásából ered.

3. A hámnövekedés, mely a cystaképződés alapját teszi, kétféle alakban nyilvánult. Az egyik alak azt a típust követi, melyet KAUFMANN és mások kísérleteiben megismertünk és a mely abban áll, hogy az implantált bőrlebeny széléről a hám szomszédos kötőszövetre lép s azt lassankint kibeleli. Ezzel szemben a hámosodásnak másik alakja úgy jelentkezik, hogy a burjánzó hámszövet a bőrlebenynek epidermális felszínéről a szemközt fekvő kötőszövetre terjed, a honnan annak felületén tovább kúszik. A lebenynek hámszöveve olyképen jut a szemközti kötőszövetre, hogy vezető pályául felhasználja a lehántás által keletkezett, nagyobbreszt hidalaku intracystosus összeköttetéseket.

4. A cysták falazatának ujonnan kifejlődött részében a több-rétegű hámburkolatnak magas differentiáltságán kívül főleg az a szembeszökő, hogy elszórtan szórtüszökhöz többé-kevésbé hasonló képződményeket találunk, melyeket secundær implantatio eredményeinek kell felfognunk.

5. A 4. pont alatti tulajdonságok arra a fontos eredményre vezetnek, hogy mesterségesen előidézett cystáink egész kiterjedésükben, tehát nemcsak az implantált bőrlebenynek megfelelő részükben, szerkezetileg az egyszerű dermoidcystákhoz igen közel állanak.

A SUBLIMÁT VÉROLDÓ HATÁSÁRÓL.

DETRE LÁSZLÓ-tól és SELLEI JÓZSEF-től.*

Jelen vizsgálatok a sublimát vérmérgező hatásával foglalkoznak azon methodika segélyével, a melyet HAMBURGER vezetett be a physiologiába és EHRLICH iskolája fejlesztett nagygyá.

E methodus alapja az, hogy a vörös vérszéltek isosmotikus sóoldatokban nem változnak meg, ellenben életképességüket elvesztik, ha a vivő folyadék a konyhasó-oldaton kívül valamely vérmérget tartalmaz. Az élő vérszéltek hámoglobinját megtartja, az elhaló vérszéltek Hb.-ja a vérszéltekből kilép és a vivő folyadékban eloszlik, ez a tünet a véroldódás (hæmolysis). Minél erősebb a mérgező hatás, annál több vérszéltek oldódik (egyenlő időben): szóval az oldódás gyorsasága és foka arányos a kérdéses anyag vérmérgező hatásával.

Kísérleteinkben nem alkalmaztuk az emberi vérszéltekkel isosmotikus 0·85—0·90% *Cl Na*-oldatot, hanem egy kissé hypertoniás, t. i. 1%-os oldatot, a melyben az emberi vörös vérszéltek 24 órán túl változatlan maradnak. E konyhasó-oldattal készítettük a sublimátnak különböző hígításait és egy ccm-nyi sublimát-oldathoz hozzá kevertük az 5%-os defibrinált ember-vér-emulsióknak 0·10-ccm-ét. A vér-emulsió vivő anyaga ugyancsak 1%-os *Cl Na*-oldat volt.

A töményebb oldatokban a sublimát a serum-fehérjét kicsapja és a vörös vérszélteket zsugorítva fixálja, úgy, hogy azok már destillált vízben sem oldódnak fel. Igen erős hígítások hatást nem fejtenek ki: a két véglet között foglal helyet a sublimát

* A Jenner-Pasteur intézet laboratóriumában készült dolgozat.

oldási zónája, a melyen belül az egyes csövekben a vérsejtek bizonyos idő múlva teljesen vagy részben feloldódnak.

1%—0·01% nem old, csak praecipitál;

0·001% körül fekszik az oldási zóna; 0·0001% csakis hosszas idő (24 óra) alatt hat véroldólag, de még 10-szer, sőt 100-szor erősebben higitott sublimát próbák is kifejtenek igen protrahált észlelési idő alatt érzékelhető vérmérgező hatást.

Az oldási zónának felső és alsó határát különböztetjük meg. Friss embervérre vonatkozólag 37°-ú hőmérsékletben 5 órás észlelésre nézve a felső oldóhatár 0·007%—0·004% között található: az alsó határ 0·0005%—0·0002%-ig ingadozik. A határ-titer-értéknek tekintettük a $HgCl_2$ -nak azt a koncentrációját, a melynek 1-ccm.-je az említett 0·10-nyi vérnek (5%) összes vérsejtjeit fel tudja oldani.

Erre vonatkozólag lásd a táblázatot:

Sublimát %	Eredmény 5 óra	37° után	Vér 5% emulzio.
0·01	vér praecipitált;	csapadék	
0·009	vér praecipitált;	némi oldás	
0·008	vér praecipitált;	közepes oldás	
0·007	nincs csapadék;	teljes oldás	
0·006	teljes oldás		
0·0005	teljes oldás		
0·0004	teljes oldás		
0·0003	nem teljes oldás		
0·0002	oldás nyomai		
0·0001	nincs oldás.		

Ez esetben a teljes oldás zónája 0·007%-tól 0·0004%-ig terjed.

Az oldási zónán belül az oldódás annál gyorsabban áll be, minél töményebb a sublimát-oldat. Egyazon töménységre vonatkozólag a véroldódás lefolyására befolyással bir egyrészt a sublimát behatásának tartama, másrészt a hőmérsék. A behatási idő nagyobbodásával a mérgező hatás erősödik és véroldás jelentkezik oly csövekben, a melyek rövidebb ideig változatlanul maradnak. Jellemző, hogy az első órán belül 37° mellett a sublimátnak szemmel látható hatása nincs, csakis ezen egy órai incubatio (lappangási stadium) elteltével indul meg az oldódás. L. a tabellát.



Vér «K» jegyű, 5^o vér. 1 óra múlva: oldásnak nyoma sincs sehol.

Sublimát ‰	1½ óra thermostat	2½ óra 37°	5 óra 37°
0·0005	majdnem teljes oldás	teljes oldás	teljes oldás
0·0004	nincs oldás	közepes oldás	m. teljes oldás
0·0003	nincs oldás	valami oldás	erős oldás
0·0002	nincs oldás	nincs oldás	közepes oldás
0·0001	nincs oldás	nincs oldás	nyomok.

Az észlelés szempontjából legalkalmasabb a 4—5 órás észlelési idő, mert az ily idejű, thermostatban 37°-on tartott próbák nagyobb változásokat már ezután nem szenvednek el.

A véroldódás intenzitása a hőmérséktől is függ. Alacsony hőfokon az oldódás lassú és tökéletlen, szobahőnél már gyorsabb, 37° mellett kb. 4—5 óra alatt folyik le, 45°—46° vízfürdőben pedig 1 óra alatt válik teljessé. Ez utóbbi hőfokon az incubatio 10—20 percig tart és a hæmolysis phasisai gyorsan következnek egymásután, miért is a módszert (vízfürdő 45°) tanulmányi célokra ajánlhatjuk: nemcsak a hæmolysis, hanem az egyéb rokon folyamatok (agglutinatio; bacteriolysis; præcipitin-reactio) gyors és præcis vizsgálata szempontjából is.

Ép egyének vérének viselkedése sublimáttal szemben: a felső határtiter értéke 0·007—0·004, az alsó határtiter értéke 0·0005—0·0004 között változik. Egyazon egyén titer értékei többbizben való vizsgálat alatt csak kevésbé ingadoznak.

Syphílises egyének: ezeknél a teljes oldásnak csakis alsó határát állapítottuk meg, mert ez adja hű képét a vér resistenciájának. A titer értékek: 0·0005%—0·0003% között változtak 11 eset közül 7 esetben. A fenmaradó 4 syphílises egyén — mindmennyi az eruptiós stadiumban — titere 0·0005 felett volt. Vajjon syphílises vér a betegség florid stadiumában mindenkor resistensebb-e, azt erre irányuló folytatólagos vizsgálatok fogják eldönteni.

A higanyos kezelés befolyása a vér ellentállására.

Feltűnt, hogy a kezelés folyamán a határtiterek a rendesenél sokkal nagyobb ingadozásokat mutatnak. Az egyes észlelési

napok eredményei között 0·0004%-os ingadozásokat észleltünk: míg az ingadozások értéke *Hg* kezelésben nem részesülőknél csakis 0·0001%-ot tesz ki. Némely esetben a titer szabályos változást mutatott, a mennyiben az az első sublimát injectio után (2%-os sublimát inj. 1-ccm.) leszállott, hogy a későbbi injectiók alatt érje el ismét az eredeti értéket. Valószínű, hogy a vérsejtek lassankint hozzászoknak a méréghez.

Izolált vörös vérsejtek viselkedése sublimáttal szemben.

Ha véremulsiót centrifugálás utján a vivőfolyadéktól, a mely nem egyéb, mint a vérsavónak konyhasó-oldatban való oldata, elkülönítjük és azután az eredeti folyadékmennyiségig újra felöntjük *Cl Na*-os oldattal, serumuktól megfosztott, u. n. «mosott» vérsejtek emulsióját kapjuk, a mely sublimáttal szemben érzékenyebbnek bizonyul a teljes véremulsiónál. A különbség egyazon vérre vonatkozólag teljes és mosott vér titere között 0·0001—0·0002%-ot és még többet is kitesz.

Hogy nem a centrifugálás okozta erőművi behatás folytán válnak a vörös vérsejtek érzékenyebbé, azt kimutattuk, a mikor a centrifugálás után újból összerázott emulsiót a nem centrifugált próbával egyenlő ellenállásúnak találtuk. Ellenben kiderült, hogy a nativ vér azért áll jobban ellent a sublimátnak, *mivel a serum megvédi a vérsejteket*. Minél nagyobb különbség a nativ és mosott vér titere között, annál erősebb a védőhatás.

A serum védőhatásának mértékeül szolgált kísérleteinkben a serumnak az a mennyisége, a mely a mosott vérsejtek adott mennyiségét a biztosan véroldó sublimát-mennyiség ellenében meg tudta védeni. A dolog természetéből folyik, hogy a még éppen véroldó sublimát mennyiség ellen a vérsejteket kisebb serum-adag védi meg, mint a nagyobb mérég ellenében. Egy kísérletben pl., a hol a mosott vörös vérsejtek alsó végtitere 0·0004% volt, ez adagot 0·40 serum közömbösítette a teljes hatástalanságig, míg 0·0005% sublimáthoz 0·50 serumot kellett hozzá tenni, hogy 5 órai észlelés után a vörös vérsejteket változatlanoknak lássuk.

Ha megállapítjuk, hogy bizonyos erősségű sublimát mérgező

hatását a serumnak különböző mennyiségei mily fokban csökkentik, kiszámíthatjuk, hogy a serumnak egységnyi, pl. 0·10 mennyisége mennyi sublimátot tud lekötni, a mikor is kiderül, hogy a serum védőhatása arányos a serum mennyiségével. Higabb $HgCl_2$ oldatból a savó kevesebbet köt le, mint töményebb oldatból: minek analogiáját találjuk az antitoxinok és toxinok egymásra hatása törvényszerűségében.

A serum védőhatásának tulajdonságai.

Az 56°-ra és 66°-ra hevített serum védőképessége változatlan. 73°-ra való hevítés szintén nem változtatja meg. Csakis 80°-on felül csökken a serum védőereje, de még 83°-ra való $\frac{1}{4}$ órás hevítés is csak egy részét pusztítja el a védő erőnek. 86°-on felüli hevítésre eltűnik a serum védőképessége. A védőhatás feltűnően hőálló (thermostabil), a mi első ízben ébresztett bennünk kételyeket az iránt, vajjon a védőhatás fehérjéhez van-e kötve. Miután azt találtuk, hogy a védőhatást eltüntető hőfoknál kicsapódó fehérjék alvadéka védőhatásának hijával van, a *zsírnemű anyagokra* fordítottuk figyelmünket, a melyeknek szerepe OVERTON és H. MEYER vizsgálatai óta a pharmakodynamikában mind nagyobb fontosságot nyer. Ha a serum védőhatását a benne levő u. n. «lipidok»-nak (Overton elnevezése) köszöni, akkor ætherrel és chloroformmal való kezelésnek a serumot meg kell fosztania védőképességétől.

E feltevésünket kísérletileg igazoltuk: az ætherrel vagy chloroformmal rázott serum védőképességét részben vagy egészen elveszíti.

Vér: «D» jegyű mosott vér.

Serum: «D» jegyű 1. natív, 2. ætherrel, 3. chloroformmal kirázott szérum.

Méreg: 1-ccm. 0·0005 % sublimát oldat.

Serum	1. Natív	2. Aetheres	3. Chloroformos
0·6	véd teljesen	nem véd	nem véd
0·5	véd teljesen	«	«
0·4	véd igen erősen	«	«
0·3	közepesen véd	«	«
0·2	alig véd	«	«

Feltevésünk akkor válik bizonyossá, hogy ha az ætheres kivonat abban az arányban válik védőerejűvé, a mily arányban csökkent a serum védő ereje. Az ætheres kivonatnak vacuum-ban való bepárlása után nyert anyagnak chloroformos oldata sublimáttal való összerázás után azt mérgeességének egy részétől megfosztja, úgy viselkedik tehát, miként alább látni fogjuk, mint a lecithin oldata. Az ætherrel vagy chloroformmal való kezelés a serumból egy védőanyagot von ki, a mely természetére nézve a zsirnemű anyagokhoz áll leginkább közel.

A vérnedv védőhatása.

A serum védőhatása e szerint egy «lipoid» (zsirnemű) anyag jelenlétén alapul, a mely a sublimáttal egyesül és azt a vérsejtektől ilyenképen távol tartja. A fenmaradó sublimát azután egyesülhet a vörös vérsejtekkel. Azt kerestük, nincs-e a vörös vérsejtek belsejében a serum «lipoid»-dal analog törvényszerűségnek alávetett védőanyag? Ennek eldöntésére a vérsejteket sómentes vízben feloldottuk, azután 1%-os *ClNa*-mal isosmotikussá tettük: az ily módon kapott tiszta folyadékot «*vérnedv*»-nek neveztük.

E vérnedv rendkívül erősen védi a vérsejteket a sublimát ellen.

Már 0.05—0.10-cem. véd a 0.0005%-nyi biztosan oldó sublimát adag ellen: azaz a vérnedv kb. 5—10-szer erősebben véd a serumnál.

Hő ellenében a vérnedv védőhatása épen olyan ellenálló, mint a serumé, csakis 80° körül módosul. Aetherrel szemben vérnedv és vérserum egyformán viselkedik (chloroform a védőanyagnak kivonására a vérnedvet illetőleg nem ad megbízható adatokat, mert a hæmoglobint kicsapja).

Mint hogy az ætheres kivonattal a sublimát mérgeessége csökkenthető, valószínűséggel feltehetjük, hogy a vörös vérsejtnek affinitását a sublimáthoz ugyanaz a «lipoid» okozza, mint a mely a serumban annak védőhatását okozza. Az EHRlich-féle oldalláncz theoria e teljes analogiáját támogatja azon észleletünk, mely szerint minél érzékenyebb valamely vérsejt emulsió subli-

mát iránt, annál erősebb az abból készített vérnedv védőhatása. Még néhány kísérletről számolunk e helyen be, a melyeket a «vérlioidok» legismertebbjevel, a *lecithinnel* végeztünk.

Mikép viselkedik a lecithin a sublimáttal szemben ?

Kiderült vizsgálatainkból, hogy ha a lecithin ætheres vagy chloroformos oldatát ismert töménységű sublimát-konyhasós oldattal $\frac{1}{2}$ óráig rázzuk, a lecithintől különvált és az elnyelt æthertől, illetve chloroformtól hevítés útján megtisztított sublimát oldat vörös vérsejtekre nézve jóval kevésbé hat mérgezőleg, mint a hogy eredetileg hatott. A sublimát nem megy át a lecithines tiszta oldatba: ellenben a vizes és chloroformos rétegek közti zavaros nyúlós tömegben kimutatható. E «közti réteg» a kénammonium kémlelést csakis sósavval történt elbontás után adja, a miből bizonyos valószínűséggel következtethetjük, hogy a sublimátnak nem a lecithinben való egyszerű oldatát, hanem a kettőnek bensőbb egyesülését tartalmazza.

Ha, a mire vonatkozólag további vizsgálatok lesznek hivatva fényt deríteni, tényleg a sublimátnak a lecithinnel való chemiai vegyületével állunk szemközt, a melyet ez esetben valamelyes «higany lecithid»-nek kell tartanunk, akkor fel kell vennünk, hogy a lecithin is egyike azon zsirnemű anyagoknak, a melyek a sublimát mérgező hatását az élő protoplasmában irányítják és közvetítik.

*

Végső következtetéseink.

1. A sublimát a vörös vérsejt mérgekhez tartozik, a menyiben bizonyos töménységű oldatai hæmolysist hoznak létre; túlerős oldatok már fixálják a vérsejteket, igen gyöngék csak részben vagy nem oldják. A két végllet között van a sublimát «oldási zónája», melynek nagyságát a felső és alsó határ titer szabja meg.

2. Az oldás erőssége az idővel és hőfokkal arányos. 37° -on 5 óra, 45° -on 1 óra az alkalmas észlelési idő. Egyazon idő és hőfok mellett a hatás az oldási zónán belül a töménységgel arányos.

3. A véroldást lappangási idő előzi meg, a mely a hőfokkal és töménységgel fordítva arányos.

4. Normalis egyének határtiterei megközelítőleg állandók.

Syphilises egyének látszólag nagyobb ingadozásokat mutatnak, kivált, ha higanykezelésben részesülnek.

5. A vérsavójuktól megfosztott vörös vérsejtekre nézve a sublimát oldótitere alacsonyabban fekszik, mint a nativ véré, a mi-nek oka az a védőhatás, a melyet a serum a méreg ellenében kifejt.

6. A serum quantitative is kimutatható módon védi a vörös vérsejteket: több méreg hatástalanítására több serum szükséges.

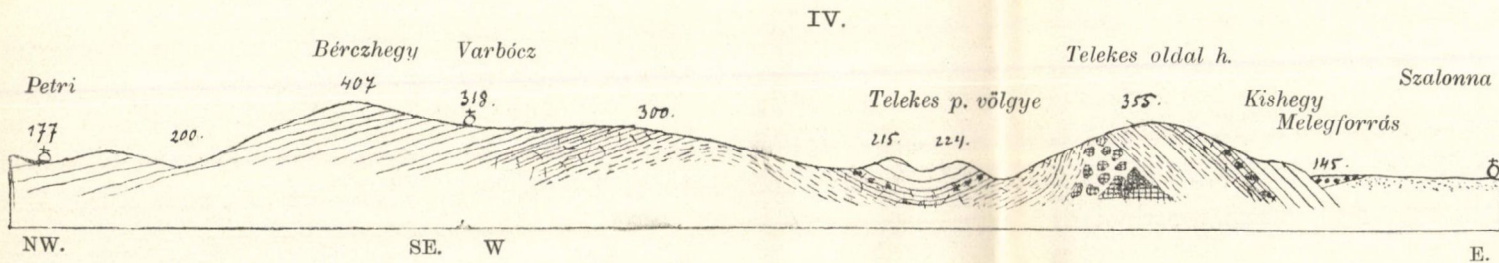
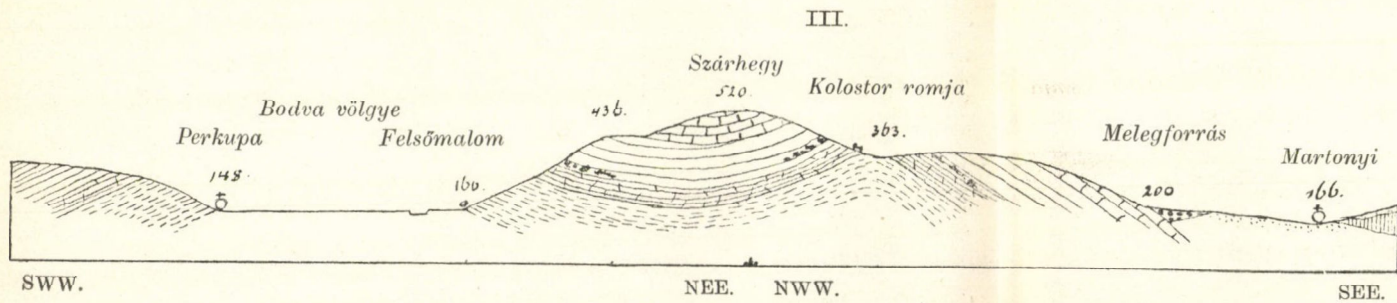
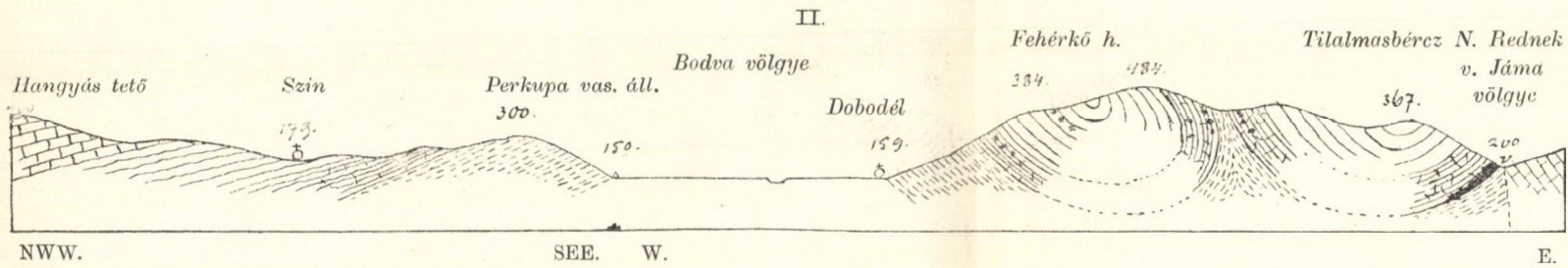
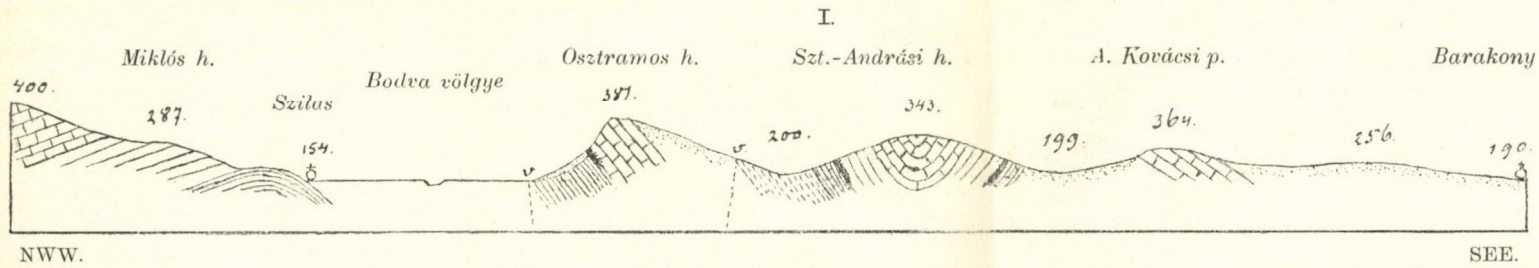
7. A szérum védőhatása erősen thermostabil, csak 80°-on felüli hevítésre pusztul el: az előálló fehérje alvadék nem véd.

8. Aetherrel vagy chloroformmal való kezelés megfosztja a serumot védőerejétől; az ætheres kivonat védőtulajdonságokat nyer. A serum védőhatása tehát ætherben és chloroformban oldható, sublimátot lekötő védőanyagok útján jön létre, a melyek párhuzamba hozhatók az Overton-féle «lipoid»-okkal.













9. A vérsejtek oldata a seruméhoz hasonló, csakhogy sokkal erősebb védőhatással bír, a melynek törvényei a serum védőhatásának törvényeivel egyezők. A vérsejtek belsejében is hasonló, sublimátot lekötő «lipoid»-anyagok foglaltatnak, a melyek a méreghatás közvetítésében szerepelhetnek. E föltevés annál is valószínűbb, minthogy a vérnedv védőképessége, más szóval sublimát lekötőképessége nagyjában arányos a vérsejt érzékenységével.

10. A lecithinnek ætheres vagy chloroformos oldatával összerázott sublimát-oldat vérmérgező hatásának egyrészt elveszíti, az eltűnt sublimát a lecithinnel lép kapcsolatba, a mikor talán chemiai vegyület (higany-lecithid?) képződik. Tekintve a lecithinnek a sublimát iránt való jelentékeny aviditását egyrészt, másrészt pedig azon körülményt, hogy a minden élő sejtben előforduló lecithin a lipoidoknak jelentékeny részét alkotja, jelen vizsgálataink nyomán nem zárkozzunk el azon feltevés elől, hogy a sublimátnak hæmolysises hatását az élő vérsejtben is a lecithin csoport közvetíti.

Geologiai szelvények a rudobánya—szt.-andrásai hegyvonulaton keresztül. (Borsod—Abauj-Torna m.)



Jelkules.

-  Alluviális üledékek.
 -  Diluviális vályog.
 -  Diluviális mésztuffa.
 -  Ifju tereziér üledék.
 -  Felsőtrias mészkő.
 -  Középtrias mészkő.
 -  Alsótrias márgapala és táblás mészkő.
 -  Werfeni pala.
 -  Quarczporphyr.
 -  Quarczporphyr conglomerátja.
 -  Kimutatott vasércztelepek.
 -  Vasércztelepek nyomai.
- v. = Vetődések.

Mérték 1 : 50,000. Alap a magassághoz = 1 : 2.

ÜVEGRÁCSOKRÓL VISSZAVERÓDVE-ELHAJLÍTOTT FÉNY POLÁROZÁS-VISZONYAI

ÁLTALÁNOS TÖRVÉNYSZERŰSÉGEINEK KISÉRLETI MEGÁLLAPÍTÁSA.

FRÖHLICH IZIDOR r. tagtól.

Áttekintő tartalomjegyzék.

I. Bevezető rész: Az idetartozó eddigi tapasztalatok összefoglaló áttekintése.
A jelen dolgozat célja, megfigyelési anyaga, kísérleti berendezése.

1. §. Az első tapasztalatok: FR. ARAGO és J. FRAUNHOFER megfigyelései. — 2. §. G. G. STOKES elmélete, törvénye és megfigyelései. — 3. §. L. DITSCHNEINER megfigyelései és elmélete; G. QUINKE észleletei. — 4. §. FRÖHLICH I. észleletei; RÉTHY M. értelmezése: a *«polártengely»*; 1., 2., 3. ábra. — 5. §. R. T. GLAZEBROOK érvényesíti STOKES kiegészített törvényét: a *«fix rezgési irány»*; 4. ábra. — 6. §. W. KÖNIG észleletei: FRÖHLICH és RÉTHY dolgozatainak bővítése. Elméleti vita. — 7. §. Ezen eddigi kísérleti vizsgálatok elégtelen volta; a jelen dolgozat tárgya és célja: bármily térbeli irányban létesíthető elhajlított sugár megvizsgálása. — 8. §. A vizsgálódás kísérleti berendezéséről: az eszköz szerkezete általánosságban. A minden irányban forgatható rács szerelése; 5. ábra. — 9. §. A használt rácsok. A rács-köznek a lehető legszeleesebb határok közötti megváltoztatása. A hamis fény teljes kizárása. A megfigyelések száma és ideje.

II. Rész: A polározás kúpja- és az eloltás kúpja törvénye.

A) A *beeső fény természetes fény: a visszaverődve-elhajlított sugarak eloltásának megvizsgálása analízátorral.*

10. §. A beesés szöge a rács üvegyagának polározási szöge. A *polározás főkúpjának törvénye*; 6. ábra. — 11. §. Ezen törvény pontossága fokát kifejező kvantitativ adatok; I. táblázat. — 12. §. A főpolárkúp törvényének stereographikus-horizontális vetületben való előtüntetése: Első vetületi rajz. — 13. §. A beesés szöge tetszőleges: A polárkúp törvénye. Merőleges beesés.

B) *A beeső fény síkban van polározva: a visszaverődve-elhajlított sugarak eloltásának megvizsgálása szabad szemmel.*

14. §. A beesés szöge a rács üveganyagának polározási szöge. Az *eloltás főkúpjának törvénye*. — 15. §. A főeloltási (főextinctio-) kúp törvényét igazoló quantitativ adatok; II. táblázat. A törvény projectiv előtüntetése: Második vetületi rajz. — 16. §. A beesés szöge tetszőleges: Az eloltási kúp törvénye. Merőleges beesés.

III. Rész: Síkban polározott beeső fény; a visszaverődve-elhajlított sugarak polározási azimutjának quantitativ meghatározása analýzátórral: A circumpoláris és az isoklinikus (parallel) polározás törvénye.

17. §. *Előzetes általános megjegyzések.* A visszaverődve-elhajlított sugarak, első megközelítésben, síkban polározottaknak tekinthetők.

A) *A beesés szöge a rács anyagának polározási szöge.*

18. §. A beeső fény polározási síkja merőleges a beesés síkjára. Experimentum crucis arra nézve, hogy az elhajlított fény nem keletkezhetik a szabályosan visszaverődött fényből. *A circumpoláris polározás törvénye*. — 19. §. Ezen törvényt igazoló quantitativ adatok: III a. táblázat. Projectiv előtüntetése: Harmadik vetületi rajz. — 20. §. Folytatás: ezen adatok összehasonlítása az egyszerű RÉTHY-féle és a STOKES-GLAZEBROOK-féle értelmezés szigorú követelményeivel: III b. táblázat. Általában véve megegyezés. — 21. §. A beeső fény polározási síkja a beesés síkjával 105° , illetve 75° -nyi szöget képez: *Asymmetrikus, teljes circumpolaritás*. IV a. és V a. táblázat. Negyedik vetületi rajz. — 22. §. Folytatás: Ezen adatok összehasonlítása a circumpolaritás szigorú törvényével: IV b. és V b. táblázat. Nagyjában való megegyezés. — 23. §. A beeső fény polározási síkja a beesés síkjával 45° -nyi szöget képez. *Partiális, asymmetrikus circumpolaritás*. VI a. táblázat. Ötödik vetületi rajz. — 24. §. Folytatás: Ezen adatok összehasonlítása a circumpolaritás szigorú törvényével: VI b. táblázat. Jelentékenyebb eltérések. — 25. §. A beeső fény polározásának síkja egybeesik a beesés síkjával: *A parallel polározás törvénye*. Ellentét az egyszerű RÉTHY-féle és a STOKES-GLAZEBROOK-féle értelmezéssel: VII a. táblázat. Hatodik vetületi rajz. — 26. §. Folytatás: ezen adatoknak a parallel polározás szigorú törvényével való összehasonlításának elmélete. VII b. táblázat: Általában véve jó megegyezés.

B) *A beesés szöge = $\frac{1}{2}\pi$. (Normális incidentia.)*

27. §. Merőleges beesés. VIII. táblázat. *A parallel (itt isoklinikus) polározás törvényének érvényessége.* Hetedik vetületi rajz.

IV. Rész: Folytatás: A tetszőleges szög alatt beeső fény tetszőleges síkban van polározva: a visszaverődve elhajlított sugarak polározási azimutjának kvalitatív vizsgálata analizátorral.

28. §. A beesés szöge tetszőleges: A beesés síkjában visszaverődve elhajlított fénysugarak polározási síkja a szerint párhuzamos vagy merőleges a beesés síkjához, a mint a beeső fényé az. — 29. §. A beesés szöge tetszőleges; a beeső fény polározási síkja merőleges a beesés síkjára. Fokozatos átmenetel: Teljes circumpolaritás; partiális symmetrikus circumpolaritás; parallel polározás. — 30. §. A beesés szöge tetszőleges; a beeső fény a beesés síkjában van polározva: A parallel polározás törvényének általános érvényessége. *A fényterjedés oka a polározás síkjára merőleges irányú vector.* — 31. §. *A legáltalánosabb eset.* A beesés szöge tetszőleges; a beeső fény polározási azimutja tetszőleges: A teljes, symmetrikus circumpolaritás jelenségének fokozatos, általában véve nem symmetrikus átmenetele a parallel polározás jelenségébe.

Jegyzet: A szabályosan visszaverődött sugár polározása az elhajlított sugarak összesége polározási viszonyaiba folytonos átmenetel szerint beilleszkedik.

V. Rész: Függelék: Fresnel visszaverődési formuláinak érvényességi határai. A visszaverődve és a megtörve elhajlított fény polározásának összefüggéséről. A totális reflexio szerepe. A visszaverődve-elhajlított fény polározása törvényei tellegét mutató utánczó kísérletek.

32. §. A rácsozott felületről szabályosan visszaverődött sugarak észlelt polározási azimutjai igen jól egyeznek FRESNEL visszaverődési formuláival: IX a. és IX b. táblázat. — 33. §. A megtörve elhajlított fényre nézve általában véve sem a teljes, sem a partiális circumpolaritás törvénye nem áll, míg a parallel polározás törvénye legalább kisebb érvényességi körben fennáll. — 34. §. A totális reflexio szögeinél felmerülő elhajlás visszaverődött és átmenő fényben: Experimentum crucis arra nézve, hogy az elhajlított fény nem keletkezik a szabályosan megtört (átmenő) fényből. — 35. §. Az üvegrácsokról visszaverődve-elhajlított sugarak polározása törvényszerűsegeihez analogiát mutató jelenségek előállítása üvegfelületről elhajlítás nélküli visszaverődés által. Záró megjegyzés.

I. BEVEZETŐ RÉSZ.

Az idetartozó eddigi tapasztalatok és elméletek összefoglaló áttekintése.

A jelen dolgozat czélja, megfigyelési anyaga, kísérleti berendezése.

1. §. *Az első tapasztalatok:* ARAGO és FRAUNHOFER megfigyelései.

Az elhajlított fény polározására vonatkozó ismereteink az 1890-ik évig terjedő, áttekinthető összefoglalását K. EXNER¹ adta; az idetartozó irodalom jóformán teljes felsorolását szolgáltatja P. DRUDE.²

Mint hogy jelen dolgozatom kizárólagosan üvegrácsokról visszaverődve elhajlított fénynyel foglalkozik: e helyen csak az erre vonatkozó eddigi tapasztalatok idézésére szorítkozom.

I. Úgy látszik, F. ARAGO idetartozó egyik megfigyelése, melyet K. EXNER is idéz, az első ily tapasztalat, mely: «*Notes sur les phénomènes de la polarisation de la lumière*»³ című megfigyelési jegyzőkönyvében következőleg van kifejezve:

¹ KARL EXNER: *Über die polarisirende Wirkung der Lichtbeugung.* Erste Mittheilung. Sitzungsberichte d. k. Akad. der Wiss. Wien, Mathem.-Naturwissensch. Classe, Bd. XCIX, pp. 761—774. Wien, 1891. Zweite Mittheilung, ibidem, Bd. CI, pp. 190—204. Wien, 1892.

² P. DRUDE: *Winkelmann's Handbuch der Physik.* II. Bd. 1. Abth., pp. 840—842. Breslau, 1894.

³ FR. ARAGO: Procès-verbal de la séance du lundi 20. mars et de la séance suivante du lundi 6. avril 1812 de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut; v. ö.: *Oeuvres complètes, deuxième édition.* Tome dixième (Mémoires scientifiques. Tome premier) pp. 75—77. Paris (évszám nélkül).

1) «Azon színes sugarak, melyek vonalozott üvegről való visszaverődésnél alkalmas hajlásszög mellett láthatók, polározvák. Ellenben az ugyanazon körülmények között átbocsátott színes sugarak mézspáthasábon át tekintve egyenlő fényerősségű két képpé oszlanak.» . . .

«A vonalozott üvegek esetében a színes fény visszaverődött része a visszaverődés által jól van polározva, ellenben a kiegészítő (complémentaire) és átbocsátott rész nem látszik módosultnak.»

«Ha az üveg barázdái elég mélyek és egymástól kellő távolságban vannak, akkor a főképtől jobbra és balra a prizmatikus * képek szakadatlan sorát látni, úgy a visszaverődött, mint az áthaladott fényben.»

«Ezen prizmatikus képek a visszaverődés által ugyanazon körülmények között polározvák,** mint a főkép; azonban az áthaladás folytán az azokat alkotó fény nem látszik módosultnak».

2) «Ha már előre polározott fényt ejtünk barázdált üvegre: mindig nyerünk prizmatikus képeket, melyek a főképet kísérik, még akkor is, mikor az üveg helyzete a beeső sugarakhoz képest olyan, melynél a fénynek egyetlen egy moleculája sem verődik vissza (ezen kísérlet ismétlendő).»

3) «Islandi mézspátból, vagy bármily más kettősen törő anyagból készült lemez vonalozandó és megvizsgálendő, vajjon a prizmatikus képek úgy vannak-e polározva, mint közönséges üveg esetében, és milyen a sugarak helyzete a kristály kettőtörése tengelyéhez képest (elhajlitott és visszaverődött képek).»

4) «Ha valamely, alkalmas hajlás alatt tükörtől visszaverődött fényt barázdált üvegen át észlelünk: a főképet kísérő elhajlitott képek nincsenek depolározva, miként azt várhatnók.» . . .

E megfigyelések közül az 1) és 2) alattiak tartoznak a visszaverődve-elhajlitott fény polározása jelenségeihez:

Az 1) megfigyelések szerint a rácsokra alkalmas hajlásszög alatt beeső *természetes* fényből származott *visszaverődve-elhajlitott színes képek síkban* és *pedig jól vannak polározva*; poláro-

* Színes (szerző megjegyzése).

** Ugyanolyan módon (szerző megjegyzése).

zottságuk ugyanolyan, mint a főképé, azaz a beesés síkjában vannak polározva.

A 2) megfigyelések szerint a rácsra eső síkban polározott fényből származó visszaverődve-elhajlított színes képek még akkor is fellépnek, mikor a beesés szöge egyenlő a rács üveg-anyaga polározási szögével és a beeső fény polározási síkja a beesés síkjára merőleges, azaz, mikor a szabályosan visszaverődött sugár fényerőssége zérus, vagy igen közelítőleg zérus.

Úgy látszik, Arago nem adott kifejezést az ezen tapasztalatból közvetlenül vonható azon következtetésnek, hogy ezen esetben az elhajlított sugarak nem keletkezhetnek a szabályosan visszaverődött sugárból; jelen dolgozat 18.-ában a legáltalánosabb ily jelenséget létesítő kísérletet experimentum crucisnak jelentjük ki.

II. Idetartozó nevezetes megfigyeléseket tett FRAUNHOFER is,* a ki, hogy kizárólagosan az üvegrács barázdált felületéről visszaverődött fényt észlelhessen: a rács hátsó felületét fekete gyantamázzal vonta be, melynek törésmutatója az üvegével közel egyenlő, úgy hogy szerinte ezen bemázolt felületről az üveg belsőjében semmiféle belső visszaverődés nem keletkezhetett.

Észleleteit fontosságuknál fogva szintén egész terjedelmükben idézzük, de előre bocsátjuk, hogy az alább következő szövegben σ a beeső sugár és a rács felülete normálisa közötti szög (a beesés szöge); épen így τ a visszaverődve-elhajlított fénysugár és a rács síkja közötti szög; továbbá E a színes elhajlítás képek zöld részét jelenti és pedig $(E\tau)^{(+I)}$ a visszaverődött főkép után következő, e főkép és a rács síkja közötti hegyes szögben fekvő első színekép zöld részét, $(E\tau)^{(+II)}$ a főkép után következő, ugyane hegyes szögben fekvő második színekép zöld részét s i. t.; $(E\tau)^{(-I)}$, $(E\tau)^{(-II)}$ s i. t. pedig a főképtől számított másik oldalon következő első, második, . . . színekép zöld részeit jelentik.

* Kurzer Bericht von den Resultaten neuerer Versuche über die Gesetze des Lichtes, und die Theorie derselben. Vorgelesen in der math.-phys. Classe der k. bayer. Akademie zu München, den 14. Juni 1823; GILBERT's Annalen der Physik, Bd. 74, pp. 337—378, 1823; vagy: JOSEPH v. FRAUNHOFER's gesammelte Schriften, herausgegeben von E. LOMMEL, pp. 134. München, 1888.

«Nagyon nevezetes, hogy bizonyos beesési szög mellett a visszaverődés által keletkezett egy színekép bizonyos része *teljesen polározott fényből* áll. Ez a beesési szög különböző színeképekre nézve nagyon különböző, sőt még igen észrevehetőleg különböző egy és ugyanazon színekép különböző színeire nézve. Az $\epsilon = 0.0001223$ (párisi hüvelyk közü) ráccsal polározva van: $(E\tau)^{(+I)}$, azaz, ezen első színekép *zöld* része, mikor $\sigma = 49^\circ$; $(E\tau)^{(+II)}$, avagy a tengely ugyanezen oldalán fekvő második színekép *zöld* része, mikor $\sigma = 40^\circ$; végre $(E\tau)^{(-I)}$ avagy a tengely ellentett oldalán fekvő első színekép *zöld* része, mikor $\sigma = 69^\circ$. Ha $(E\tau)^{(+I)}$ teljesen polározva van, akkor ezen színekép többi színei még csak tökéletlenül polározvák. Ez az $(E\tau)^{(+II)}$ esetben kevésbe van úgy, és σ itt észrevehetőleg változtatható, mialatt e szín még polározva marad. Az $(E\tau)^{(-I)}$ semmiféle beesési szög alatt nincsen annyira teljesen polározva, mint $(E\tau)^{(+I)}$. Oly rácsnál, melynél ϵ (a vonalköz) nagyobb, mint annál, melyről itt szó volt, a beesési szögeknek egészen másoknak kell lenniök, hogy a nevezett színeképek polározvák legyenek.»*

Ezek szerint FRAUNHOFER észleletei a rácsra eső *természetes fényből* keletkező visszaverődve-elhajlított színeképek polározására vonatkoznak s ő tapasztalta, hogy a beesési szög igen széles közü változása mellett a visszaverődött színeképek egy-egy része teljesen vagy igen közelítőleg teljesen polározva van; de e polározás síkjáról nem tesz említést.

* Ezen szöveghez FRAUNHOFER a következő érdekes lábjegyzetet fűzi: «Időelötti dolog volna, a megfigyelések csekély számából már ezen «jelenség valamely törvényére következtetni akarni; ez csak a rácsok nagyobb számából, melyeknél az ϵ vonalköz nagyon különböző, volna némi biztosággal lezármaztatható. Minthogy e kísérleteknél nem épen szükséges, «hogy a színeképek szilárd (fix) vonalai jól felismerhetők legyenek, oly rácsokat is lehetne készíteni, melyeknél ϵ még tetemesen kisebb, mint «az általam most használt legfinomabb üvegrácsnál. — Nem valószínűtlen, «hogy az interferentia elvei talán még a fény polározása elméletéhez fognak «vezetni. Erre vonatkozó nézetemnek közlésére ez sem a kellő hely, sem «jelenleg nincs még itt az ideje. Szerencsére azonban még más fajta kísérletek «lehetőségek, melyek e tárgyra látszanak vonatkozni; ámde ezek, valamint «az ezen tárgyra vonatkozó összes kísérletek nagyobb része, nagyon kényes «természetűek.»

FRAUNHOFER ezen megfigyelései részletesebbek, mint az 1) alatt idézett ARAGO-félék, és a beesési szögekre nézve számadatokat is tartalmaznak; másrészt ARAGO észleletei vagy legalább leírásuk annyiban tökéletesebbek, a mennyiben mondják — mit FRAUNHOFER is bizonyosan tapasztalt —, hogy a színekpek a beesés síkjában vannak polározva.

2. §. G. G. STOKES *elmélete, törvénye és megfigyelései.*

Körülbelül 25 évvel később jelent meg G. G. STOKES ide tartozó nevezetes értekezése,* mely főleg az akkoriban igen fontosnak tartott azon vitás kérdés eldöntését tűzte ki céljául, vajjon a síkban polározott fény transversális rezgési iránya a polározási síkban vagy erre merőlegesen fekszik-e? STOKES dolgozata első részében a rugalmasság elmélete alapján dynamikai úton foglalkozik a polározott fény polározása síkjának az elhajlítás által létesített elforgatásával, míg második része végzett kísérleteit, ezek eredményét és elméletével való összehasonlítását foglalja magában.

STOKES kísérleteit üvegrácsal végezte, melynek vonalköze 1 : 1300 angol hüvelyk, s melynek közép polározási szöge $56^{\circ}40'$ -ot tett ki. A beeső fényt a rácsozott felületre érkezése előtt NICOL-féle hasábbal síkban polározottá tette; az elhajlított sugarak polározása síkja helyzetét analizáló NICOL-hasábbal határozta meg. A visszaverődve-elhajlított sugarak megvizsgálásánál nem tűntette el a rács hátlapjáról visszaverődött fényt, úgy, hogy ezt a rács elé helyezett keskeny hasadék segélyével kísérlette meg elválasztani a fényforrás felé fordított rácsozott felületről visszaverődve elhajlított fénytől. Mindazonáltal ő maga sem bízott ebbeli kísérletei helyességében, mert a rács hátlapjáról való visszaverődés folytán származó «hamis» fény befolyását mégsem tudta teljesen kizárni, miért is a visszaverődve elhajlított fény polározására vonatkozó kísérletei eredményeit közölhetőnek nem tartotta s ezeket nem is tette közzé, kivéve a 11. és 12. számú

* G. G. STOKES: On the dynamical theory of diffraction. Transactions of the Cambridge philosophical Society, Vol. IX, p. 1, 1849.; vagy G. G. STOKES: Mathematical and Physical papers, Vol. II. Part I, pp. 243—290; Part II, pp. 290—328. Cambridge, 1883.

észlelési sorozatait. Ezekben egy-egy meghatározott i beesés szög és egy-egy meghatározott θ elhajlítási szög mellett keletkező elhajlított sugár polározási síkját határozta meg a beeső sugár polározási azimutjának igen nagy közben létesített változtatása mellett.¹

E két sugár három-három ú. n. főképét vizsgálta meg: az első a rácsozott felületről való visszaverődés-elhajlítás folytán keletkezett; a második, mely e felületen áthaladott, elhajlítást a hátlapról szabályos visszaverődést és kifelé törést szenvedett sugarakból létesült; a harmadik, melynél a behaladó fény szabályos törést, belső visszaverődést és kifelé elhajlást szenvedett.

STOKES ezen értekezésében elméletileg megállapítja a róla nevezett híres törvényét, melyet következőleg értelmezhetni: Ha egy és ugyanazon közegben felmértlő jelenségnél a beeső és az elhajlított sugár közötti szög θ az *elhajlás szöge* és e két sugarat tartalmazó sík az *elhajlás síkja*; továbbá ha α_i és α_d azok a szögek, melyeket e sugarak rezgési síkjai (a rezgés irányát és a sugarat tartalmazó síkok) képeznek az ezen sugarakon át az elhajlítás síkjára merőleges síkokkal, akkor ezen törvény:²

$$\operatorname{tg} \alpha_d = \cos \theta \cdot \operatorname{tg} \alpha_i.$$

Ezen összefüggés még így is kifejezhető: *Az elhajlított sugár rezgési síkja mindig párhuzamos a beeső sugár rezgés-irányával*³ (sőt ha, mint az rendszeren szokott lenni, a beeső és az elhajlított sugár egymást metszi: *az elhajlított sugár rezgési síkja mindig tartalmazza a beeső sugár rezgése irányát*).

Ezen törvény tulajdonképen csak azt fejezi ki, hogy, mint-hogy általában véve az elhajlított sugárban a rezgés iránya nem lehet párhuzamos a beeső sugár rezgése irányával, hanem kénytelen merőlegesnek lenni az elhajlított sugárra: az előbbi irány az utóbbi iránynyal azt a lehetőleg kicsiny szöveget képezi, a mely az utoljára mondott megszorítással megfér.⁴

¹ i. h. p. 307.

² i. h. p. 291.

³ i. h. p. 247.

⁴ i. h. p. 249.

Ha a fényelhajlás nem egy és ugyanazon közegben megy végbe, hanem két közeg közös határfelületén következik be, e törvény némileg módosul; legyen ekkor STOKES szerint ω a beeső sugár polározása síkjának azimutja, mérve ezt a beesés síkjára merőleges siktól, α' a visszaverődött (vagy a törött) sugár polározási síkjának ugyanígy mért azimutja, akkor e szögek egymással a

$$\operatorname{tg} \alpha' = m \operatorname{tg} \omega$$

egyenlettel vannak összekapcsolva, melyben m a beesés szögétől és a rács anyagától függő tényező, mely a visszaverődés és a törés esetére nézve különböző.¹

STOKES elmélete szerint ugyane törvény állana fenn a levegőben vagy nem kristályos közegben bekövetkező fényelhajlásra nézve, de ekkor m értéke más, mint az előbbi két esetben és leghelyesebben a kísérletek adataiból volna meghatározandó.

Közelebbről pedig a visszaverődés útján létesülő fényelhajlásról megjegyzi,² hogy ez az áthaladó fénytől teljesen különböző eset, s hogy pontos elmélet hiányában keveset lehet csinálni a kísérletekkel, kivéve azt kipuhatolni, vajjon ezek törek-szenek-e igazolni a fent felírt egyenletben kifejezett törvényt. Ezt különösen még az említett 12. számú észlelés sorozatára nézve is hangoztatja, melynél az észlelő szemébe jutott fény iránya nem különbözik nagy mértékben azon iránytól, melyben a szabályosan visszaverődött fény teljesen polározva lett volna.³ E két (a 11. és 12.) sorozat eredményeinek az idézett formulával való összehasonlítása⁴ nagyjában tűrhető egyezést mutatott; de az m értéke mindkét sugárnál a három főképre nézve más-más, egymástól igen jelentékenyen különböző volt; ezenkívül mindegyik sorozatra nézve külön-külön index-hibát kellett felvennie, ugyanis az analizáló NICOL zérus helyzetét az elhajlított sugarak polározási azimutjai leolvasásához képest az első sorozatban $-15^{\circ}5$, a másodikban $-63^{\circ}75$ -nek vette fel, hogy a megegyezést létesítse.

¹ i. h. p. 307.

² i. h. p. 321.

³ i. h. pp. 322, 323.

⁴ i. h. p. 313.

Forma szerint ezen összesen kevés számú észlelet STOKES elméletét igazolni látszott, ha ezt az ebbe utóbb bevezetett FRESNEL-féle felfogással (a síkban polározott fénysugárnak a polározás síkjára merőleges rezgése felfogásával) kiegészítette.

Azonban STOKES maga mondja, hogy kísérleteivel nem szándékolta az elhajlított fény polározásának pontos megvizsgálását, hanem főleg elméletileg nyert formuláinak a megfigyelések alapján leendő ellenőrzését.*

STOKES kísérletei alapján még azon felfogáshoz is jutott, hogy a mikor a fényelhajlás a közeg változtatásával jár: a fényelhajlás (vagy mint ő mondja, a fényhullámnak elemekre való bontása) előbb (az első közegben) történik és csak azután következik be az elhajlított sugarak közönséges törése; ezt az egész folyamatot ő *«irreguláris törés»*-nek nevezte. A visszaverődve elhajlított sugarakra nézve sem ő, sem mások nem mondtak ki ily következtetést, de már ARAGO-nak fent idézett 2) kísérletei csak úgy foghatók fel és értelmezhetők, ha felveszszük, hogy az elhajlító-visszaverő felülethez való érkezése *előtt* oszlik szét a beeső fényhullám elemi hullámokra, azaz szenved elhajlást és közönséges visszaverődést; a fordított sorrend lehetetlen; v. ö. erre nézve a 18. §. lábjegyzetét, a 34. §-t, a 35. §. 4. pontját.

3. §. L. DITSCHNEINER *megfigyelései és elmélete*; G. QUINKE *észleletei*.

Üvegrácsokról visszaverődve-elhajlított fény polározását kísérletileg vizsgálta meg L. DITSCHNEINER* erre vonatkozó közleményei elsejében; a használt üvegrács köze 0.0046317 mm-t tett ki. A heliostatról érkező napsugarak először NICOL-féle hasábon, azután az optikai tengelyével párhuzamos felületű, 2 mm vastagságú, függélyes tengelyű quarcz-lapon haladtak át; ez utóbbit néhány kísérletnél egy 0.2 mm vastagságú, de ugyanily optikai hatású gipszlemez helyettesítette. A lemezből kijövő su-

* i. h. p. 302.

** L. DITSCHNEINER: Über den Gangunterschied und das Intensitätsverhältniss der bei der Reflexion an Glasgittern auftretenden parallel und senkrecht zur Einfallsebene polarisirten Strahlen. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wiss. zu Wien. Mathem.-Naturw. Klasse Bd. LX, pp. 367—385. Wien, 1870; Bd. LXVII, pp. 205—234. Wien, 1873.

garak függélyes hasadékon át egy spectrometerhez tartozó collimatorba jutottak, melyből kilépve, a vertikális barázdájú rács vonalozott felületéről elhajlítva verődtek vissza. Az így létesült elhajlítási szinképeket analizáló Nicol-lal ellátott spectrometer-távcsővel vizsgálta meg; bennük ugyanis a kettősen törő lemez folytán a rendes és a rendkívüli sugár között létesült menetkülömbésnél fogva interferentia-csíkok léptek fel, melyeknek helyzetéből az elhajlítás által létesített 0 vagy $\frac{\lambda}{2}$ menetkülömbésre is lehetett következtetni. Az analizáló Nicol-t pedig abba a helyzetbe forgatva, melyben ezen interferentia-csíkok teljesen feketéknek látszanak: e helyzetből a fény vertikális és horizontális összetevője egymáshoz való viszonya határozható meg.

DITSCHNEINER néhány beesés szöge mellett így keletkező többrendbeli szinképben felmerülő sugarak polározási állapotát vizsgálta meg s bár saját állítása szerint mérései nagy pontosságra nem tarthatnak igényt, szerző mégis a következő következtetéseket vonja le kísérleteiből:

«A különböző elhajlítási szinképekben a beesés síkjához «párhuzamos és az arra merőleges fény-összetevők nem csak különböző menetkülömbéséget, hanem egészen különböző gyengülést is szenvedtek. Ha bizonyos beesési szögeknél, különösen az «üveg polározási szöge közelébe eső szögeknél a kicsiny elhajlásszögű szinképekről nagy elhajlásúak felé haladunk, akkor az «előbbiekből egy félhullámhosszúsággal közel egyenlő menetkülömbéseket találunk, míg ezek az utóbbiakban majdnem zérussal egyenlők.»

Ezek szerint várható, hogy az elhajlítási szinképek között valahol oly elhajlított sugaraknak kell lenniök, melyeknél a menetkülömbés — úgy miként a közönséges visszaverődésnél a polárszögnél — hirtelen ugrásszerű változást mutat. {Ily hirtelen ugrás várható a 60° beesés-szög mellett fellépő, a szerző által közölt megfigyelési sorozatban a középső és a jobboldali első szinkép között.}

Továbbá, a beesés-síkra merőlegesen polározott componens mindig nagyobb mértékben van gyengülve, mint a beesés-síkhoz párhuzamosan polározott összetevő; ezen componensek intenzi-

tásának egymáshoz való viszonya szinképről szinképre gyorsan változó, de nem szakaszosan hullámzó. A polározás síkjának elforgatása aránytalanul jelentékenyebb, mint azt addig átmenő fényben észlelték.

Második értekezésében DITSCHNEINER e megfigyelések *elméletét* kísérli megalkotni s e végből a közönséges FRESNEL-féle törési és visszaverődési formulák kifejtése eljárására támaszkodik.

Fölveszi, hogy a fénymozgás a rácsozott határfelületen olyan, hogy az épen úgy az első, mint a második közeghez tartozónak tekinthető, hogy a mozgás ezen egyenlő volta nem csak a válaszfelületre nézve, hanem az ehhez igen közel fekvő pontokra nézve is fennáll. Ezen általános feltevést kiegészíti avval a pótfeltevással, hogy a közönséges módon törött és visszaverődött sugár képzésére *nem* az egész beeső hullámmozgás lesz felhasználva, hanem ennek egy-egy bizonyos, értéke szerint meg nem határozható része a törve- és visszaverődve-elhajlított, egymáshoz tartozó egy-egy sugárpár létesítésére szolgál. Egymáshoz tartozó törve- és visszaverődve-elhajlított sugárpárnak nevezi az oly két sugarat, melyek a beesés függélyese egy s ugyanazon oldalán lévén, ezen függélyeshez számított irányuk szerint a közönséges törés-visszaverődés törvényének felelnek meg.

Ezen feltevésekből folyó egyenletek alapján DITSCHNEINER meglehetősen bonyolódott formulákat nyer, melyek a törve- és a visszaverődve-elhajlított sugaraknak a beesés síkjára merőleges és az ezzel párhuzamos összetevői amplitudói kifejezésére szolgálnak. E képletekben a beeső sugár ugyanily nevű két összetevője amplitudói, a közeg törésmutatója és egy — csak a kísérletből meghatározható — empirikus állandó szerepelnek.

Ha szerzővel elhajlítási szög alatt értjük a vonalozott sík normálisa és a visszaverődve-elhajlított sugár közötti szöget, φ' alatt ezen utóbbi sugár polározási azimutját a beesés síkjához képest, akkor a 60° beesési szög mellett nyert észleleteknél a szerző által végezett összehasonlító számítás szerint:

elhajlítási szög:	$32^\circ 10'$	$39^\circ 58'$	$48^\circ 57'$	$60^\circ 00'$	$77^\circ 56'$
φ' észlelve	$-21^\circ 08'$	$-16^\circ 10'$	$-5^\circ 10'$	$+4^\circ 35'$	$+18^\circ 17'$
φ' számítva	$-16^\circ 18'$	$-16^\circ 00'$	$-8^\circ 37'$	$+4^\circ 24'$	$+13^\circ 07'$

Mint hogy szerző elméleti kifejtéseiben jelentékeny elhanyagolásokkal élt és saját észleleteit sem tartja nagyon pontosoknak, s mint hogy más észlelési sorozatoknál sem nagyobb a megegyezés: szerző elméletének a tapasztalattal kielégítő egybehangzását látja.

G. QUINKE¹ terjedelmes dolgozatot tett közzé az elhajlított fény polározására nézve, de külön megjegyzi, hogy a visszaverődve-elhajlított fényre nézve végezett megfigyeléseit még nem teszi közzé, bár hozzáteszi, hogy ezen esetben is a jelenségek ugyanolyanok, mint az átmenő fényben. Ugyanezen állítását ismétli egy majdnem husz évvel később kelt észrevételében,² hol kijelenti, hogy az optikai rácsokról visszaverődve-elhajlított fény polározására vonatkozó nagyszámú kísérleteit részletesen még nem tette közzé, mint hogy eredményeik nagyon bonyolódottak.³

Azonban, így folytatja, a lineárisan polározott beeső fényből az átmenő és a visszaverődött fényben keletkezett elhajlított sugarakra vonatkozó kísérleteinek összessége azt mutatja, hogy az elhajlított fény általában véve ellipsisben van polározva; továbbá, hogy az elhajlítás síkjához párhuzamosan és merőlegesen polározott összetevők amplitudóinak viszonya és phasiskülönbsége a rács vonalainak alakja, köze és anyaga szerint változik; e változás még olyan is, hogy az növekvő hullámhosszúsággal és növekvő elhajlítás-szöggel növekszik és fogy s hogy ezen szakaszos változás többször ismétlődhetik.

Vége megjegyzi, hogy kísérleteit általánosságban véve sem STOKES cosinus-törvényével, sem az általam s 1873 óta mások által is végezett elméleti fejtegetésekkel megegyezőknek nem találta.

¹ G. QUINKE: Über das Verhalten des polarisirten Lichtes bei der Beugung. Poggendorff's Annalen der Physik u. Chemie. Bd. CIL, pp. 273—324. 1873.

² WIEDEMANN'S Annalen der Physik u. Chemie, Bd. XLVII, pp. 765—766. 1892.

³ QUINKE első közleménye 281—286. lapjain beeső természetes fény esetében foglalkozik részletesen felsorolásukkal; így a 283. lapon az ezüstözött barázdás és «halmos» rácsokról visszaverődve-elhajlított fényről szól, a 285. lapon az ezüstözött rácsfelületről és az üvegfelületről merőleges beesés mellett visszaverődve-elhajlított sugarak componensei amplitudó-viszonya qualitativ sajátosságát sorolja fel, de számértékét nem közli.

Mindezen okoknál fogva itt QUINKE e kísérleteivel nem kell tovább foglalkoznunk; valamint K. EXNER-nek ezekre vonatkozó észrevételével sem.¹

4. §. FRÖHLICH I. észleletei; RÉTHY M. értelmezése: a «*polártengely.*»

Az idetartozó következő kísérletek e sorok írójától származnak.² Ezeknél a heliostatról jövő napfény-nyaláb köralakú nyíláson át a forgathatólag szerelt polározó NICOL-féle hasábra esett; ezen áthaladva a mögötte levő függélyes hasadékon is áthaladt, mely egy spectrometer collimátora gyújtósíkjában állott. Ezen collimátorlencséből a fény közel párhuzamos nyalábban a spectrometer vízszintes köre közepében felállított, vertikális barázdájú üvegrácsra érkezett; az erről visszaverődve-elhajlított sugarak a spectrometer észlelő távcsövébe jutottak, s az ennek szemlencséje után forgathatólag erősített analizáló NICOL-féle hasáb segítségével vizsgáltattak meg.

A megfigyelések egy 0.0506 és egy 0.00617 mm közű JEDLIK-féle ráccsal végeztek, melyek határlapjai nem voltak szigorúan párhuzamosak és így az első, a rácsozott felületről visszaverődött és elhajlított fényt biztosan meg lehetett különböztetni a hátlapról való visszaverődés folytán keletkezett többi sugarktól.³

A megfigyeléseknél a beeső fény polározási síkja a beesés síkjával mindig 45°-ot képezett; a beesés szöge a 25°—85°-ig terjedő közben 5°-ról 5°-ra változott, a közölt adatok csak a 85°, 55°, 25° beesésszögekre vonatkoznak; a visszaverődve-elhajlí-

¹ K. EXNER: Zur polarisirenden Wirkung der Lichtbeugung. Wiedemann's Ann. d. Ph. u. Ch. Bd. XLIX, pp. 387—391. 1893.

² FRÖHLICH I.: Az elhajlított fény polarisatiója. M. T. Ak. Értesítő, 1876 nov. 6-án; Műegyetemi Lapok, I. kötet, 289—298. ll. 1876; Wiedemann's Annalen der Ph. u. Ch. Bd. I, pp. 321—339. 1877.

³ Az 1880-ik évben az akkor Győr-ben még élt, nyugalomba vonult néhai JEDLIK ÁNYOS volt budapesti egyetemi tanártól nyert írásbeli felvilágosítás szerint ezen rácsok úgy készültek, hogy eredetileg sima, de vékony viaszkréteggel bevont felszínük gyémánttal nyert vonalozást s azután a vont barázdáknak mélyítése végett — hogy a színeképek élénksége fokoztassék — fluorsavval étetett; e körülmény egy meg nem határozható befolyást gyakorolhatott a jelenségre.

tott fény mindig igen közelítőleg síkban polározottnak mutatkozott.

Ezenkívül megfigyeltem ugyanazon beeső fény és beesési szögek mellett a szabályosan visszaverődött fény polározása síkját is.

A visszaverődve-elhajlított fény polározási síkjai folytonos és igen jelentékeny elforgatást mutatnak; helyzetükre nézve azt találtam, hogy ez a beesési szögtől, az elhajlítási szögtől és a rács anyagának természetétől függ, ellenben független a rács köztétől, a fény nemétől és azon körülménytől is, hogy a megfigyelt fény helyén többféle szinkép sugarai esnek egymásra. Közlebről pedig, az elhajlítva-visszaverődött sugarak polározási síkjai általánosságban véve közel esnek azon szabályosan (egyenesen) visszaverődött sugarak polározási azimutjához, mely *utóbbi* sugarak iránya az előbbiekével egyenlő. STOKES cosinus-törvényével az észleletek közvetlenül nem egyeztethetők.

A szabályosan visszaverődött sugarak polározási síkjainak helyzete pedig nagy megközelítéssel egyezik a FRESNEL-féle visszaverődési formulákkal, csak a polározás szöge közelében jelentkezik kisebb mérvű eltérés az ott fellépő visszaverődésbeli elliptikus polározás folytán.

Ezen dolgozatom ezután több szerző értekezései kiinduló pontját képezte.

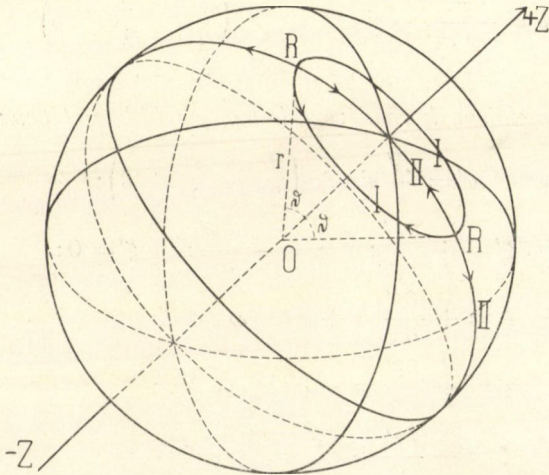
Így RÉTHY MÓR,* az elhajlított fény polározása általánosabb jelenségei elméletével foglalkozván, s főleg végzett egyszerű megfigyeléseim magyarázatát óhajtván adni, a transverzális rezgésekre nézve a rugalmasság elméletéből folyó, már CLEBSCH által adott legegyszerűbb rezgési rendszereket használja fel és ezekkel észleleteimet kielégítő közelítéssel állítja elő.

RÉTHY első rendszerében felveszi, hogy az elhajlított sugarak rezgései mind merőlegesek egy meghatározott irányra — a polártengelyre; ezen rezgéseket érzékíti, a legegyszerűbb eset-

* RÉTHY M.: A sarkított fényrezgés elhajlító rács által való forgatásának magyarázata, különös tekintettel FRÖHLICH észleleteire. M. T. Akad. Értekezések a Math.-Tudom. köréből. VII. kötet, XVI. szám, 1880. 1—17. ll. Budapest, 1880. Wiedemann's Annalen der Ph. u. Ch. Bd. XI, pp. 504—512. 1880.

ben, az ezen irány körül mint tengely körül egyszerűen harmonikusan oscilláló merev gömbfelület bármily pontjának rezgése.

RÉTHY második rendszerében az elhajlított sugarak rezgési síkjainak normálisai mind merőlegesek egy meghatározott irányra — a polártengelyre (avagy az elhajlított sugarak rezgési síkjai mind tartalmazzák e tengelyt, avagy még: az elhajlított sugarak rezgési síkjai mind párhuzamosak a polártengellyel); ezen rezgéseket érzékitik a legegyszerűbb esetben vala-



1. ábra.

mely gömbfelület pontjainak oly egyszerű harmonikus rezgései, melyek a polártengelyt tartalmazó meridián mentén történnek, és pedig az æquatortól a pólus felé $\sin \vartheta$ -val arányosan fogyó amplitudóval, ϑ lévén az elhajlított sugár és a polártengely közötti szög.

Jelöljék (1. ábra) \vec{OZ} a polártengelyt, x, y, z az elhajlított \vec{OR} sugárban lévő R rezgő pont egyensúlyi coordinátáit, $\vec{OR} = r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ távolságát a rács felületén levő O gerjedési középponttól, hol r a hullámhosszához képest igen nagy; ξ, η, ζ az R pont rezgési összetevőit, σ ezek eredőjét, $T, \lambda, 2\pi\delta$ a fénytan ismert állandóit, A tetszőleges állandót; továbbá:

$$\sin \vartheta = \frac{1}{r} \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{és} \quad \cos \omega = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}},$$

akkor RÉTHY első rendszere legegyszerűbb esetében:

$$\varphi = \frac{A}{r} \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r}{\lambda} + \delta \right);$$

$$\xi = + \frac{\partial \varphi}{\partial y} = + \sigma \cdot \sin \omega; \quad \eta = - \frac{\partial \varphi}{\partial x} = - \sigma \cos \omega; \quad \zeta = 0;$$

hol az $\frac{1}{r^2}$ -szorzót tartalmazó tagokat az $\frac{1}{\lambda r}$ -szorzóju tagokkal szemben elhanyagolva:

$$\sigma = \frac{2\pi \cdot A}{\lambda \cdot r} \cdot \sin \vartheta \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r}{\lambda} + \delta \right).$$

A rezgések a párhuzamos körök mentén történnek.

RÉTHY második rendszere legegyszerűbb esetében:

$$\varphi' = \frac{A'}{r} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r}{\lambda} + \delta \right);$$

$$\xi' = + \frac{\partial \varphi'}{\partial y}; \quad \eta' = - \frac{\partial \varphi'}{\partial x}; \quad \zeta' = 0;$$

$$\xi = + \frac{\partial \eta'}{\partial z} = + \sigma \cos \omega \cos \vartheta;$$

$$\eta = - \frac{\partial \xi'}{\partial z} = - \sigma \sin \omega \cos \vartheta;$$

$$\zeta = - \frac{\partial \eta'}{\partial x} + \frac{\partial \xi'}{\partial y} = \sigma \sin \vartheta;$$

hol, ugyanoly elhanyagolással, mint fent:

$$\sigma = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 \cdot \frac{A'}{r} \sin \vartheta \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r}{\lambda} + \delta \right).$$

A rezgések a meridiánok mentén történnek.

[RÉTHY rendszereinek általános esetei az által különböznek a felsoroltaktól, hogy φ és a φ' úgy tesznek eleget a $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \left(\frac{\lambda}{T} \right)^2 \nabla^2 \varphi$ -egyenletnek, hogy A és δ , illetve A' és δ az x, y, z koordináták bizonyos függvényei lehetnek. RÉTHY ezen általánosabb eseteket tényleg csak a polártengely értelmezésének általánosítására használja fel, de gyakorlatilag nem alkalmazza.*

* Hogy mily eljárással képezhetők ismert egyszerű megoldási rendszerekből általánosabb ily rendszerek, kimutatták FRÖHLICH [WIEDEMANN'S

Az itt fellépő rezgésbeli viszonyokat a polározás síkjával kifejezendő:

a) ha felvesszük, hogy a mindenkori sugár polározási síkja rezgési síkjával egybeesik, akkor a fent kimondott vonatkozások ugyanily sorrendben a polározási irányokra (a polározási síkban, merőlegesen a sugárra fekvő irányokra) és síkokra vonatkoznak;

β) ha felvesszük, hogy a mindenkori sugár polározási síkja rezgési síkjára merőleges, akkor a fent részletezett vonatkozások megfordított sorrendben, a polározási síkokra és irányokra vonatkoznak; azaz RÉTHY értelmezése szerint, *tekintet nélkül arra, vajjon a rezgés irányát a polározás síkjába esőnek vagy reá merőlegesnek vesszük:*

1) Létezhetnek oly elhajlító rácsok, melyek a síkban polározott beeső fény polározási síkját akként forgatják el, hogy e mellett tetszőleges elhajlított sugár polározási iránya meghatározott egyenesre, a polártengelyre merőleges marad.

2) Létezhetnek oly elhajlító rácsok, melyek a síkban polározott beeső fény polározása síkját akként forgatják el, hogy e mellett tetszőleges elhajlított sugár polározási síkjának normálisa egy meghatározott egyenesre, a polártengelyre merőleges marad.

A mellékelt 2. és 3. ábra érzékíti ezen kétféle értelmezést; bennük OZ a polártengely, \overline{OR}_0 a szabályosan visszaverődött (esetleg törött) sugár, \overline{OR} a tetszőlegesen elhajlított sugár, (OR_0R) az elhajlítás síkja, φ_0 és φ e két sugárnak ezen síkra vonatkozó polározási azimutja, ρ_0 az \overline{OR}_0 és az \overline{OZ} közötti (a kísérletekből meghatározandó) szög és végre $(R_0OR)\sphericalangle = \delta$ az elhajlítás szöge.

A gömbháromszög tan elemei felhasználásával, az első értelmezés szerint:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_0 \cos \delta + \operatorname{cotg} \rho_0 \sec \varphi_0 \sin \delta;$$

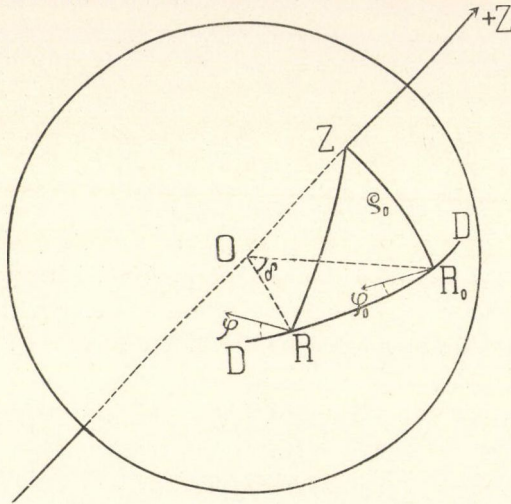
a második értelmezés szerint:

$$\operatorname{cotg} \varphi = \operatorname{cotg} \varphi_0 \cos \delta + \operatorname{cotg} \rho_0 \operatorname{cosec} \varphi_0 \sin \delta.$$

Annalen der Ph. u. Ch., Bd. VI., p. 422 (Anmerkung), 1879; v. ö. továbbá RÉTHY idézett magyar értekezése 7. oldalát, melyen 1878-ról kelt levelemre hivatkozás történik]; továbbá RÉTHY (fent idézett német dolgozata 507. oldalán, 1880) és G. KIRCHHOFF (Sitzungsberichte der K. pr. Akademie der Wiss. zu Berlin. Math.-Phys.-Classe vom 22. Juni 1882, p. 643.)

Ezen formulákban φ_0 és ρ_0 az észleletekből, minden egyes beesésszöghöz tartozó megfigyelési szorzatra nézve külön-külön meghatározandó két állandó.

RÉTHY ezen formulák elsejét $\operatorname{tg} \varphi = C \cdot \sin(\delta + \varepsilon)$ alakra hozva, a C és ε állandókat a $85^\circ, 55^\circ, 25^\circ$ beesés-szögek mellett végzett megfigyeléseimből a legkisebb négyzetek módszerével ha-



2. ábra.

tározta meg és így észleleteim eredményeit kielégítő pontossággal tudta előállítani. Ezen körülményből azonban többet, vagy mást, mint azt, hogy a megfigyelések e formula segítségével közelítőleg leírhatók, nem lehet következtetni.

Az első formula STOKES cosinustörvényét is tartalmazza, mert ha a ρ_0 állandó $= \frac{\pi}{2}$, akkor belőle marad $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_0 \cos \delta$, mint e törvény kifejezése. Minthogy ezen törvény egy s ugyanazon közegben, azaz, közegváltoztatás nélkül fellépő azon elhajlításnál, mikor a beeső fény a vonalozott felületre merőleges és polározási azimutja 45° , érvényesnek találtatott,* RÉTHY** ezt

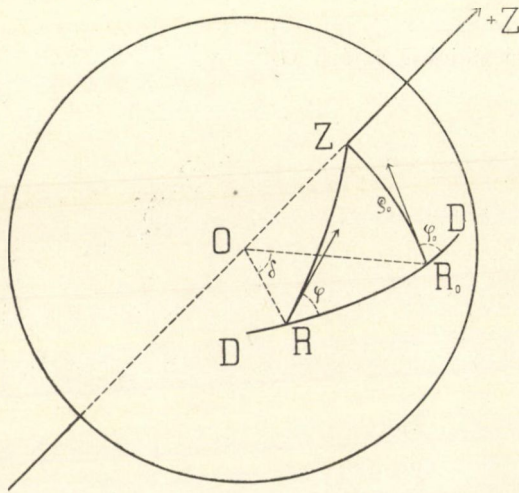
* V. ö. K. EXNER idetartozó második közleményét, az 1. §. lábjegyzetét.

** Értekezése magyar szövege 13. lapján.

az ily irányú beeső fény mellett keletkező visszaverődve elhajlított fénysugarakra nézve is érvényesnek vélte.

5. §. R. T. GLAZEBROOK *érvényesíti STOKES kiegészített törvényét: «a fix rezgési irány.»*

STOKES törvényének érvényességét a ferde beesés mellett előálló elhajlításra nézve is kimutatandó, illetve kiterjesztendő,



3. ábra.

R. T. GLAZEBROOK* egy egyszerű feltevés segítségével vételével, STOKES eredményeiből származtatja le a RÉTHY-féle első formulát.

Ugyanis GLAZEBROOK felveszi, hogy a vonalozott felület minden pontja egy meghatározott szilárd irányhoz párhuzamosan végez kicsiny rezgéseket, e fix irány függvén a beeső fény polározásától és a beesés szögétől. Ezen fix irányt most GLAZEBROOK úgy tekinti, mintha ez a jelen esetben a STOKES-féle törvény alkalmazása szempontjából, ennek szövegében (az elhajlított sugár rezgési síkja mindig tartalmazza a beeső sugár rezgése

* R. T. GLAZEBROOK: On the theory of some experiments of FRÖHLICH on the position of the plane of polarization of light, diffracted at reflexion from a grating. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society (April 20. 1885), Volume V., pp. 254—257; Cambridge, 1886.

Ezek szerint idézett megfigyeléseim ezen általánosított STOKES-féle törvény segélyével épen oly jól előállíthatók, mint RÉTHY eljárásával s ezen kísérletek e kétféle felfogás közötti döntést még nem teszik lehetségessé.

GLAZEBROOK végre az általam közölt hat észlelési sorozatra nézve külön-külön határozza meg a ρ_0 és a φ_0 állandókat.¹

6. §. W. KÖNIG észleletei ; FRÖHLICH és RÉTHY dolgozatainak bővítése. *Vita.*

Fent idézett megfigyeléseim s ezeknek RÉTHY által adott értelmezése síkban polározott visszaverődve-elhajlított fényre vonatkoztak; bár magam is megjegyeztem,² hogy e sugaraknak gyenge, de még észrevehető elliptikus polározását tapasztaltam, mely azonban elhanyagolhatónak látszott; s bár RÉTHY³ is jelzi, hogy tárgyalási módja legnagyobb könnyűséggel kiterjeszthető ellipszisben polározott fényre is.

Indítatva a most említett dolgozatok által, W. KÖNIG az érintett általánosabb eset kísérleti és elméleti részével kezdett foglalkozni.⁴

Az általa használt kísérleti berendezés lényegében véve csak annyiban különbözött az általam használttól, hogy az észlelő távcső még egy BABINET-féle compensatort tartalmazott, azon ellipszisben polározott fény megvizsgálása céljából, mely üvegrácsról, ezüstcollodium-rácsról és fémrácsról visszaverődve-elhajlított sugarakban jelentkezik.

A beeső fény polározási síkja a beesés síkjával mindig 45°-ot képezett; a visszaverődve-elhajlított fény ellipszise nagy tengelye azimutjának meghatározása nagy bizonytalanságoknak volt alávetve, míg a pháziskülönbség lemérése biztosabb adatokat nyújtott.

A 0.01 mm. közü üvegrácsal végezett megfigyelések ugyanolyan eredményekhez vezettek, mint DITSCHNER fent idézett észleletei és pedig úgy a componensek menetkülönbségére, vala-

¹ i. h. p. 257.

² FRÖHLICH, i. h. német szövege p. 337.

³ RÉTHY, i. h. német szövege p. 512.

⁴ W. KÖNIG: Über die elliptische Polarisation des reflectirt-gebeugten Lichtes. Wiedemann's Annalen der Ph. u. Ch. Bd. XVII, p. 1016, 1882.

mint fényerősségük viszonyára nézve; új, részletesebb eredményeket KÖNIG sem nyerhetett.

KÖNIG még lycopodiumporral behintett üvegfelületről visszaverődött fényt is vizsgált $i=58^{\circ} 34' 34''$ és $=56^{\circ} 27' 4''$ beesésszögek mellett, és az egyenesen visszaverődött fény körül képződő fehéres fényességben jelentkező pháziskülönbséget határozta meg, valamint ennek a beesés szögével és az elhajlítás szögével való változása folytonosságát állapította meg, bár a polározás szöge közelében e változás igen jelentékeny, úgy, hogy e szögiránytól számitott egyik vagy másik oldalú 5° — 6° szögeltérést mutató sugárra nézve a pháziskülönbségek 0-t, illetve $\frac{\pi}{2}$ -et tennének ki, megegyezésben DIRSCHEINER adataival.

A 0.009036 mm. közü *photografált rácstről* visszaverődve elhajlított fénysugarak elég nagy szög-közben ellipszises polározást mutattak; e közön kívül a lineárisan polározott fény a már általam megállapított azon általános sajátságot mutatta, hogy polározási azimutja közelítőleg akkora, mint az ezen irányban szabályosan visszaverődött fényé; de a tételt KÖNIG mérései még a phasiskülönbségekre nézve is érvényben levőnek találták.

A fémrácsra vonatkozó észleletei jelen dolgozat tárgyát nem képezik; ezekre itt nem terjeszkedünk ki.

KÖNIG saját megfigyeléseit a RÉTHY által észleleteim értelmezésére használt legegyszerűbb típusok általánosítása alapján törekszik előállítani; e végből a síkban polározott fényre nézve RÉTHY által használt gömbhullámok általános kifejezéseiből:

$$\xi = \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial z}; \quad \eta = \frac{\partial U}{\partial z} - \frac{\partial W}{\partial x}; \quad \zeta = \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y}$$

indul ki; irva rövidség kedvéért

$$\vartheta = 2\pi \left\{ -\frac{t}{T} + \frac{r}{\lambda} + \delta \right\},$$

az *első rezgési rendszerben* (A , B , C állandók lévén):

$$U = \frac{A}{r} \cos \vartheta; \quad V = \frac{B}{r} \cos \vartheta; \quad W = \frac{C}{r} \cos \vartheta;$$

míg a *második rendszerben*:

$$U = \frac{\partial W'}{\partial y} - \frac{\partial V'}{\partial z}; \quad V = \frac{\partial U'}{\partial z} - \frac{\partial W'}{\partial x}; \quad W = \frac{\partial V'}{\partial x} - \frac{\partial U'}{\partial y};$$

hol (A' , B' , C' állandók lévén):

$$U' = \frac{A'}{r} \sin \vartheta; \quad V' = \frac{B'}{r} \sin \vartheta; \quad W' = \frac{C'}{r} \sin \vartheta.$$

Ezen kifejezéseket, melyek általánosságban véve síkban polározott sugárcomplexum gömbhullámainak jelentik, KÖNIG az általánosította, hogy az U , V , W , illetve U' , V' , W' kifejezésekben ϑ helyébe rendre

$$\vartheta + \alpha, \quad \vartheta + \beta, \quad \vartheta + \gamma$$

értéket irt, α , β , γ alatt egymástól különböző állandó kezdet-fázisokat értve; ily módon elliptikusan polározott sugarak gömbhullámainak két rendszerét nyerte, melyek mindegyike általában véve egymástól független hat állandót tartalmaz.

Alkalmazva e két rendszert az elhajlítás síkjában lévő sugaraknak e síkhoz párhuzamos és erre merőleges két componense amplitudóinak egymáshoz való viszonyára és menetkülönbségére, és kellőképen rendelkezve az állandók felett, oly kifejezéseket szerkeszt, melyek megfigyelt phásiskülönbségeit elég jól állítják elő.

Megjegyzendő, hogy e fejtegetések folyamán a fényelhajlásnak az egyes fényösszetevők phásisára és amplitudójára gyakorolt befolyása az amplitudók viszonyának képzésénél a síkban polározott fény esetében (azaz FRÖHLICH észleleteinek RÉTHY formulájával való összehasonlításánál); ellenben a phásiskülönbségek képzésénél az ellipsisben polározott fény esetében (azaz KÖNIG észleleteinek saját formuláival való összehasonlításánál), a számitásból önként kiesik.

De, ha a RÉTHY-féle és KÖNIG-féle elméletből, az idézett formulákban állandó amplitudókat és kezdőphásisokat véve fel, az egyes fényösszetevőkre nézve folyó eredményeket a tapasztalattal összehasonlítjuk: igen nagy mérvű, több száz százalékra menő eltéréseket találunk, melyek e formulákkal el nem tüntethetők, melyek e szerint ezen RÉTHY-féle és KÖNIG-féle egyszerű formulák érvényességi körét jelentékenyen megsűkítik.

Ebből folyólag megjegyzések és ellenészrevételek merültek fel, melyekkel azonban, mivel a jelen dolgozat tárgyát csak másodsorban érintik, itt közelebbről nem foglalkozunk; csak annyit említhetünk fel, hogy RÉTHY a tapasztalattal egyeztethető kifejezések előállítására alkalmasaknak jelenti ki általánosabb megoldási rendszereit, ha bennük az amplitudók és a kezdőpházisok a koordináták függvényeinek vétetnek.*

További, e tárgyra vonatkozó érdemleges megfigyeléseket az irodalomban nem találtam.

7. §. *Az eddigi kísérleti vizsgálatok elégtelen volta. A jelen vizsgálat tárgya es célja: bármily térbeli irányban létesíthető sugár megvizsgálása.*

I. Daczára a nagy gondnak és fáradozásnak, melyet az előzőkben idézett kutatók a szóban forgó jelenség kísérleti megvizsgálása és elméleti értelmezése körül kifejtettek: az eredmény egyik tekintetben sem mondható kielégítőnek.

A mi a kísérleti részt illeti: ez igen jelentékeny tökéletlenségeket és hiányokat mutat; részben azon oknál fogva, mert úgy látszik minden idetartozó megfigyelés csak a beesés síkjában lévő sugarakra terjeszkedett ki, a használt egyenesvonalú rácsok vonalozásának iránya a mindenkori beesés síkjára merőleges lévén. Másrészt azon kísérleteknél, melyeknél síkban polározott beeső fényből létesült visszaverődve-elhajlított fénysugarakat vizsgáltak meg: az észlelők a beeső fény polározási síkjának a beesés síkjához való azimutját majdnem kivétel nélkül állandóan 45° -nak választották; kivételt, úgy látszik, csak STOKES tett, mikor 11. és 12. számú kísérleteiben — melyek azonban csak meghatározott irányú két visszaverődve-elhajlított sugárra vonatkoznak — jelentékeny módon változtatta a beeső fény polározási

* V. ö. FRÖHLICH I.: Kritikai megjegyzések az elhajlított fény polározásához. M. T. Akad. Math. és Term. Értesítője, II. köt., 211—229. ll.; Budapest, 1884; Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn. Bd. II, pp. 365—384. Budapest, 1884; Wiedemann's Ann. d. Ph. u. Ch., Bd. XXII. pp. 161—179, 1884.

RÉTHY M.: Megjegyzések a fent idézett dolgozathoz. M. T. Akad. Math. és Term. Értesítője, III. kötet, 38—43. ll., Budapest, 1885; Wiedemann's Ann. d. Ph. u. Ch., Bd. XXIV, pp. 282—287, 1885.

azimutját; v. ö. a 2. §. második és kilencededik bekezdését, 214. és 216. ll.

Hasonlóképen azok a kísérletek, melyek a beeső *természetes* fényből keletkező visszaverődve-elhajlított sugarak polározási állapotára vonatkoznak — mint pl. ARAGO-nak és FRAUNHOFER-nek az 1. §.-ban idézett megfigyelései —, részben oly bizonytalanok és oly csekély számúak, hogy belőlük általánosabb érvényű következtetéseket vonni lehetetlen.

A mi pedig e vizsgálatok *elméleti* részét illeti: ez sem mutat kielégítő képet; már csak az a körülmény, hogy az üvegrácsokról visszaverődve-elhajlított, síkban polározott fény megfigyelt polározási azimutját úgy a RÉTHY-féle, mint a STOKES-GLAZEBROOK-féle értelmezés alapján egy és ugyanazon formula segítségével egyforma közelítéssel állíthatni elő, mutatja, hogy e jelenség igen különböző felfogás alapján értelmezhető.

De hiányzik még e jelenségnek igazi elmélete, melyben a rács anyagának optikai állandóitól, a beesés szögétől és a beeső fény polározási azimutjától való függése nyerne kifejezést (v. ö. DRUDE, 1. §. lábjegyzete, 210. lap.)

[A KÖNIG-féle ezüst-collodium-(photographált-) ráccsal és a fémráccsal végezett kísérletekre és ezek értelmezésére itt nem terjeszkedünk ki, minthogy ezek nem tartoznak e dolgozat tulajdonképeni tárgykörébe.]

II. Jelen dolgozat első kiindulását annak a kérdésnek általam sokszor megkísérlett felvetése képezte, miképen lehetne a RÉTHY-féle *«polártengely»* vagy a STOKES-GLAZEBROOK-féle *«fix rezgési irány»* létezését vagy nem létezését *közvetlenül megfigyelésekkel* megállapítani, vagy kézzelfoghatólag felismerhetővé tenni.

Bár e kérdést, hosszas elméleti fejtegetések és számítások hiábavaló végzése után, bizonyos esetekben egyszerű kísérlettel sikerült megoldani (v. ö. a 18. §-ot), mégis nagyon kívánatosnak látszott, általános, rendszeres oly kutatásokat végezni, melyek nem csak bizonyos hypothetikus felfogásokból folyó következtetések igazolására vagy nem igazolására alkalmas eredményeket nyújtanának, hanem a melyek főleg az idetartozó, eddig elégtelenül ismert jelenség általános jellemző sajátosságai felismerésére

vezetnének és egy jövőendő általánosabb elméletnek biztos és széles alapját képezhetnék.

Ezért jelen kísérleti dolgozatom tárgyául tűztem a kizárólagosan üvegrácsok vonalozott lapjairól visszaverődve-elhajlított fény polározási állapota lehető általános megvizsgálását és pedig, eltérőleg valamennyi eddigi észlelő eljárásától, különösen arra törekedtem, hogy az egy-egy bizonyos beesési szög alatt a rácsozott lapra érkező — egyébként bármily természetű — fényből keletkező visszaverődve-elhajlított sugarak közül ne csak a mindenkori beesés-síkjában lévőket, hanem főleg azokat is megvizsgáljam, melyek e síkon kívül létesülnek vagy a rácsozott lapnak saját síkjában való kellő elforgatása által létesíthetők,* úgy hogy ily módon a visszaverő rács tükröző oldalán elterülő félgömbszerű elhajlítási tér egész kiterjedésére nézve az elhajlított sugarak polározási állapotának általános átnézetes képét nyerjem. Ezen, tiszta üvegrácsokkal létesített jelenség azért tekinthető a nem tiszta üvegrácsokról vagy photographált-, illetve fémrácsokról való fény-visszaverődés jelenségeinél egyszerűbbnek, mert annál a fény a legtöbb esetben síkban van polározva és csak kivételesen mutat kismérvű ellipsises polározást; sőt még természetes beeső fény esetében is az elhajlított fény partiálisan vagy teljesen síkban van polározva.

Egy másik lényeges oka annak, hogy üvegrácsokra szorítottam, az volt, hogy az említett többi rácsok *barázdáinak felülete* szabályos, visszaverő szalagokat alkot, melyekről szintén visszaverődve-elhajlított fény keletkezik és ez az eredetileg sík lap barázdái között lévő, érintetlen visszaverő szalagok elhajlító hatásával kísérletileg alig megállapítható módon összetevődik.

Erről számos ilyenmű rácsokkal tett megfigyelés alapján győződtem meg. Az *üvegrácsok barázdáinak felülete* ellenben *nem síma*, hanem *szabálytalanul érdes* felület, mely legfeljebb diffusus fényt szolgáltat, de a visszaverő sík lap érintetlen szalagjai létesítette elhajlás-jelenséget nem zavarhatja.

* Az ily irányú sugarakat már húsz évvel ezelőtt érintettem; v. ö. •Kritikai megjegyzések s í. t. című előbb idézett dolgozatom 6. §-a utolsó bekezdését.

Közelebről pedig *czélom volt* az üvegrácsokról visszaverődve-elhajlított fény polározásának megvizsgálása:

1) *Beeső természetes fény esetében, különböző beesés-szögek mellett, a visszaverő rácsozott lapról bármily irányban (főleg a beesési síkon kívül) haladó elhajlított sugárra nézve.*

2) *Síkban polározott beeső fény esetében: különböző beesés-szögek mellett, továbbá különböző beesési azimutok mellett a visszaverő rácsozott lapról bármily irányban (főleg a beesési síkon kívül) haladó elhajlított sugárra nézve.*

3) *Arra törekedtem, hogy ugyanazon üveganyag mellett a rács vonalozása közének a lehetőség szerint megengedhető széles határok közötti változtatásával e köznek a létesített jelenség polározási állapotára netán gyakorolt befolyását megállapítsam.*

8. §. *A jelen dolgozatban használt kísérleti berendezés.*

Az alkalmazott eszköz egy JAMIN-SÉNARMONT-féle nagy polározási kör-szerkezet volt, melyről egyfelől a jelen vizsgálathoz fölösleges részek eltávolítottak, míg másfelől oly pótszerkezet járult hozzá, mely a visszaverődve-elhajlított sugarat bármily lehetséges irányban létesítette és megvizsgálását lehetővé tette.

I. *Az eszköz szerkezete általánosságban.* Egy óraműves SILBERMANN-féle heliostatból jövő *napfény* sugárnyalábja kisebb, kb. 2 cm. diaphragmán áthaladva a nagy körével vízszintesen felállított eszköz vertikális tengelye körül forgatható azon karjához érkezett, mely vízszintes tengelyű csővében a polározó NICOL-féle hasábot és a csőhöz erősítve ennek positio-körét vitte; a csőben e hasáb után egy kb. *egy mm.* átmérőjű köralakú diaphragma következett, melynek, mint alább részletesen lesz szó, visszaverődve-elhajlított képe esett megfigyelés alá.

Ha a megfigyelés síkban polározott beeső fényben történt: a polározó NICOL eredeti helyén a csőben maradt; ellenben beeső természetes fény esetében az a csőből eltávolítottatott; de a beeső fény minden esetben kénytelen volt e cső elején levő kicsiny diaphragmán áthaladni s ezután a levegő kivételével minden közbeeső optikai közeg hijával, a visszaverő, rácsozott felületre érkezett, melynek középpontja az eszköz nagy köre függélyes tenge-

lyébe esett (e minden irányban forgatható rács szereléséről a II. pontban részletesen lesz szó).

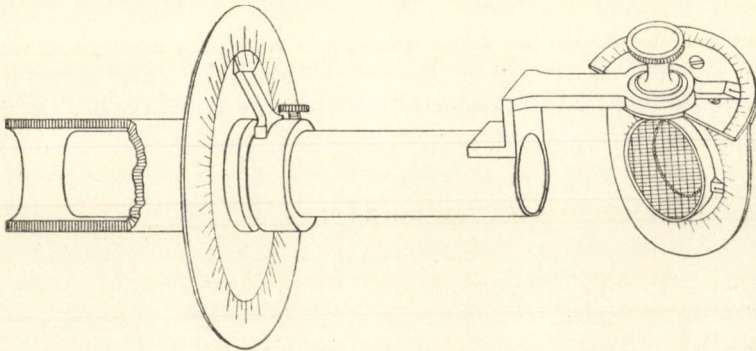
A rácsozott felületről visszaverődve-elhajlított sugár a rács kellő forgatásával mindig a vízszintes főkörhöz párhuzamos irányban tereltetett és így az e főkör tengelye körül forgatható észlelő csőbe jutott, melynek e tengelyhez közelebb eső vége egyszerű fonálkeresztet tartalmazott, másik végén belül analizáló NICOL volt elhelyezhető, melynek positio-köre kívül volt e csőre erősítve; a cső e végén szintén kb. *egy mm.* átmérőjű kör-diaphragma volt alkalmazva, melyen át az észlelő szeme a fonálkereszt mentén a rács visszaverő felülete felé tekintett; ha a visszaverődve elhajlított sugár polározását vizsgáltam: az analizáló NICOL bent maradt az észlelő csőben; ha csak az eltűnését szabad szemmel, a NICOL-t előbb e csőből eltávolítottam.

II. *A minden irányban forgatható rács szerelése.* A következő póteszközt gondoltam ki, mely SÜSS NÁNDOR, az államilag segélyezett mechanikai tanműhely igazgatója gondos kivitelében igen jól bevált (5. ábra): Egy belül befeketített fémcső egyik végén teljesen (egyenesen) le volt vágva, másik végén gyűrűszerű vastagodásból kiindulólág oly fémműanyagot vitt, mely eleinte a cső sugara mentén kb. 2·5 centiméternyire haladt s azután derékszög alatt megtörve, a cső tengelyéhez párhuzamosan, tőle kb. 3·0 cm. távolságban körülbelől 6 cm. hosszra haladt.

E nyűlvány végéhez közel át van fúrva és pedig merőlegesen a cső geometriai tengelye folytatására, az átfúrás helyén átnyúlik e nyűlványhoz forgathatólag erősített kis szerkezet tengelye; e szerkezet a nyűlvány belső oldala mellett közvetlenül osztályozott félkörrel ellátott félköralakú, kb. 5·5 cm. átmérőjű, 1·5 mm. vastagságú fémlapot visz; ezen lapra merőlegesen van erősítve egy kb. 18 mm. erősségű, közepén kb. 3 cm. átmérőjű kör-átfurást mutató fémlap, mely fémlap saját síkjában kb. 4 cm. átmérőjű teljes kör osztályozással van ellátva és átfurása helyén, lapjára merőleges tengely körül forgatható, kb. 1·5 cm. hosszú fémgűrűt visz; e gűrűbe betolható egy másik, kb. 2·5 cm. átmérőjű gűrű, melynek egyik végére ragasztottam a mindenkori rácsot.

Ezen így elkészített kis szerkezetet vivő üres fémcső átmérője szerint forgathatólag teljesen beleillett az I. alatt felem-

lített eszköz azon csővébe, mely a polarizátor befogadására van be-
rendezve, csakhogy jelen szerkezetünk csövét az eszköz főtenge-
lyéhez közelebbi végén kellett a polarizátor-csőbe bevezetni; ha most
e csőszerkezetet mint egészet forgattam: ez a polarizátor-cső ten-
gelye körül forgott. Ezen forgás mérésére szolgált a polarizátor-
csőnek a főtengelelyhez közelebbi végére reáerősített, külön, teljes



5. ábra.

körosztályozással ellátott fémlap és a pótszerkezet csövére erő-
síthető fémgűrű nyúlványára készített, hozzátartozó nonius-osz-
tályzat (5. ábra).

A tényleges használatnál a rácst a fent említett, kb. 2.5 cm.
átmérőjű gyűrűre ragasztottam; e gyűrűt a pótszerkezet forgat-
ható gyűrűjébe toltam, melynek helyzetét a saját síkjában lévő
teljes körosztályzat — a *rácsozás (vonalozás) positio-köre* —
szolgáltatja.

A rácsozott felületre érkező sugár iránya mindig a polari-
zátor-cső tengelye, azaz a pótszerkezetnek abban forgatható csöve
tengelye mentén halad; e szerint a fény beesési szögét méri a
szerkezet nyúlványa átfurása tengelyére merőleges félkör — a
beesési szög positio-körének — helyzete.

A beesés síkja az említett cső tengelyén és a rácsozott felü-
let normálisán áthaladó sík; az eszköz főkörének síkja ellenben
párhuzamos az említett cső tengelyén és a visszaverődve-elhajlí-
tott sugáron áthaladó beesés-elhajlítási- vagy ezentúl *meridián-
síknak* nevezhető síkkal; e két síknak egymáshoz való hajlása

szögét a polarizátor csőve belső végére erősített körosztályzattal ellátott fémlap — a *beesési sík positió-köre* — szolgáltatja.

III. *A megfigyelésekről általánosságban.* Ezek szerint a beeső és a mindenkor megfigyelt visszaverődve-elhajlított sugár mindig az eszköz állandó helyzetű főköre síkjával párhuzamos meridánsíkban van; ezen síkhoz képest a beesés síkját a pótszerkezetnek saját csőve tengelye (a beeső sugár iránya) körüli forgatása által tetszőlegesen lehet elforgatni, és a rácsnak saját síkjában való forgatása által mindig el lehet érni azt, hogy egy elegendő fényerősségű visszaverődve-elhajlított sugár haladjon az észlelő csőbe, bármilyen is legyen ennek helyzete a főkörön, azaz, bármilyen is legyen az elhajlított sugárnak az iránya a beesés síkjához és a beesés normálisához képest.

Igy lehetővé vált tetszőleges beesési azimut esetében vagy természetes fény esetében meghatározott beesési szög mellett keletkezett bármily irányú visszaverődve-elhajlított sugár megvizsgálása. Általánosságban véve *hat* irányszög szerepelt: a beeső fény polározási azimutja, a visszaverődve-elhajlított sugár polározási azimutja, a beesés szöge, a visszaverődve-elhajlított sugár és a beeső sugár közötti szög, a beesési sík és a beesés-elhajlítási (*meridián-*) sík közötti szög, végre a rács vonalozása iránya és síkjának a beesési síkkal való metszövonal közötti szög.

A mi az egyes észlelési sorozatoknál követett mindenkori részletes megfigyelési és beállítási eljárást illeti, erről az illető helyeken körülményesebben lesz szó; azonban már itt is előre kiemeljük, hogy minden egyes, meghatározott irány mentén a különböző rácsozások által létesített sugarak polározását megvizsgáltam, tekintet nélkül a sugarak fénye egyneműségére, az őket tartalmazó szinképek sorrendjére, vagy arra, vajjon a sugár fénye egy szinképnek vagy egymást fedő több szinképnek eredője, vagy végre a legtágabb határok között változó fényerősségre; úgy tapasztaltam ugyanis, hogy mindezen tényezők az elhajlított sugár polározási állapotára a legtöbb esetben alig észrevehető befolyást gyakorolnak; egyes esetekben azonban a barázdák és a közöttük levő visszaverő sima felület-szalagok közös határvonalai kissé zavarólag látszanak érvényesülni.

9. §. *A használt rácscok. A rácscok nagymérvű megváltoz-*

tutása. A hamis fény teljes kizárása. A megfigyelések száma és ideje.

I. Az alább leírt megfigyeléseket különböző üvegrácsokon végeztem, melyeknél a vonalozás csiszolt, tiszta üveglapra gyémántcsúcsokkal volt meghúzva.

Hogy függetlenítsem magamat a rácsokat készítő mechanikusoktól, magam gyakoroltam be magamat a vonalozásba s egy jó PERREAUX-féle osztógép segélyével minden nehézség nélkül 0.004 mm. közü ily rácsokat is elég jól készítettem.

Mint hogy azonban a rácsköz befolyását a lehető legtágabb határok között kívántam megállapítani: lehetőleg szűk közü ily rácsok beszerzése tárgyában főtisztelendő PALATIN I. GERGELY, jelenleg Pannonhalmán működő benzés tanárhoz fordultam, kinek gondozásában van a néhai JEDLIK ÁNYOS volt budapesti egyetemi tanár birtokát képezett saját szerü osztógép, melylyel ez a múlt század második felében oly sok egyenes vonalú és körkörös rácsot készített.*

Nevezett physikus szaktárs 1903. évi június 15—17. napjain Pannonhalmán való tartózkodásom idejében nemcsak a legnagyobb készséggel mutatta meg az ezen alkalomból működésnek indított osztógépet és a segélyével elkészített igen nagyszámú, igen különböző közü egyenes vonalú és körkörös rácsait, hanem mind e rácsokat lekötelező szivességgel rendelkezésemre bocsátotta, hogy azokból a céljaimra alkalmasaknak látszókat kiválasszam. Az így kiválasztott, tiszta üvegre barázdált rácsok közül néhányat alább leírandó kísérleteimnél felhasználtam s így a rácsközt egészen a 0.001159 mm. határig alkalmaztam, melynél szűkebb közü *üvegrácsok*: tudomásom szerint nem léteznek.

Főtisztelendő PALATIN I. GERGELY úrnak e páratlan sziveségeért e helyen is legőszintébb köszönetemet fejezem ki.

II. A rácsköz különbözőségének befolyása legjobban megállapítható az *egy és ugyanazon anyagból* készült különböző közü rácsok esetében.

Hogy egyrészt az anyag különbözőségének még a lehetőse-

* PALATIN J. GERGELY: JEDLIK osztógépéről. Math. és Physikai Lapok, II. 229—234. II., Budapest, 1893.

gét is kizárjam, másrészt, hogy a *különböző közü* rácsokkal való észlelés lehetőleg ugyanazon körülmények között és az időben is lehetőleg gyorsan egymásután történhessék, a méréseknél oly *keresztezett vonalozású* rácsokat használtam, melyek *barázdái egy és ugyanazon sík üveglapra, egymásra merőlegesen vannak húzva.*

Az ily lapról visszaverődött fényben keletkező elhajlítási jelenség typusa egy négykarú, általában ferdeszögű kereszt, melynek egy-egy szárát a barázdák egyik, illetve másik rendszerének elhajlítása létesíti; négy ága mentén mutatkozik a legnagyobb fényerősség.

E szerint itt a fent említett feltételek teljesülnek: ha az eszköz az egyik rácsozás valamely visszaverődve-elhajlított sugarára be van állítva, akkor csak a rácstól vivő forgatható gyűrűt (a rács positióköre tengelye körül) $\frac{\pi}{2}$ -el el kell forgatni, hogy a másik rácsozás létesítette ugyanily irányú sugarat észlelhessük.

Qualitatív vizsgálódásokat igen sok, egyenes vonalú, körkörös és keresztezett vonalú rácsokkal végeztem; *quantitatív* mérések történtek a következő rácsokkal:

- 1) FRÖHLICH-féle egyközű 0.01 mm. közü rácscsal.
- 2) PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp *keresztezett* 0.00187 és 0.04 mm. közü rácscsal.
- 3) FRÖHLICH-féle \perp *keresztezett* 0.05 mm. és 0.1 mm. közü rácscsal.
- 4) PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp *keresztezett* 0.001159 mm. és 0.5 mm. közü rácscsal.

Az utolsó keresztezett rács két köze körülbelől jelzi az ily rácsoknál felmerülhető közök lehetséges határértékeit; a nagyobb köz itt a szűkebb köznek körülbelől 430-szorosa; e szerint ha e kétféle köz esetében a keletkezett visszaverődve-elhajlított fény polározása nem mutatott jelentékeny eltérést: e polározást a köztől függetlennek lehet tekinteni.

Ez oknál fogva ezzel a rácscsal történtek a legtöbb megfigyelések és az észleletek alább közölt számsorozatai mind ezen rácscsra vonatkoznak.

III. Az üvegrácsok hátsó, sima lapjáról való visszaverődés-

ből származó, ú. n. *hamis fényt* eleinte a FRAUNHOFER-féle schellak-mastix bemázolással törekedtem eltüntetni; azonban, különösen a szabályosan visszaverődött fény megfigyelése esetében a máz ebbeli optikai hatását nem találtam tökéletesnek. Így, mikor pl. a polározás szöge alatt a rácsra eső, visszaverődött fényt a polarizátor alkalmas forgatásával majdnem eloltottam: az első kis diaphragma-nyílásnak a rács hátlapjáról visszaverődött képének erőssége még elég jelentékeny volt és zavaró befolyását nem lehetett elhanyagolni.

Ezért elhatároztam, hogy a kvantitatív mérésekre szánt rácsokat kizárólagosan ezen czélnak áldozom, és pedig úgy, hogy *hátlapjukat sűrűlapapirosra gondosan homályossá csiszoltam és a nevezett mázzal befeketítettem*; ezen gyökeres eljárás folytán, miként külön kísérletek alapján meggyőződtem, *a hátlapról semmiféle szabályos sugár-visszaverődést nem tapasztaltam*.

A rácsozott felületen át ezen homályosított és befeketített hátlapra eső napsugarak a hátlapon egy szintelen, diffusus fényű foltot létesítettek, mely a visszaverődve-elhajlított színes sugártól úgy helyileg, mint színére és szétszórt szerkezetére nézve teljesen eltért és így soha sem zavarta a megvizsgálandó fény megfigyelését.

De még tovább mentem; a használt eszközben semmiféle lencse vagy üveglemez vagy bármi néven nevezendő, a levegőtől különböző optikai közeg nem fordult elő, kivéve — ha használtam — a polározó és — ha használtam — az analizáló Nicor-féle hasábot; a megfigyelő szeme az észlelő cső szem-diaphragmáján át nézte a collimator cső kis diaphragmájának a rácsfelület visszaverte fényben látható szabályosan vagy elhajlítva visszaverődött képét. E szerint *az alább közlendő észleletek kizárólag a barázdált felületről visszaverődve-elhajlított fényre vonatkoznak*, mely semmiféle idegen, zavaró befolyást nem szenvedhetett.

IV. A *kvantitatív* megfigyelések számát nem mondhatnám meg, de az igen jelentékeny; a *kvantitatív* észleléseké a tizezret felülmúlja; igen gyenge fényerősnél a helyes beállítás csak nagy gondal és az észlelő szeme érezhető igénybevételével történhetett.

Az észleleteket főleg az 1903. év nyara verőfényes napjain végeztem.

II. RÉSZ.

A polározás kúpja és az eloltás kúpja törvénye.

A) *A beeső fény természetes fény; az elhajlított sugarak eloltásának megvizsgálása analizátorral.*

10. §. *A beesés szöge a rács üveganyagának polározási szöge. A polározás főkúpja törvénye.*

Ha a megelőző §§. szerint elkészített és felszerelt barázdált felületre a rács üveganyaga P polározási szöge alatt esik természetes fénynyaláb, akkor nagyszámú megfigyeléseim szerint a következő tapasztalati szabályszerűségek jelentkeznek:

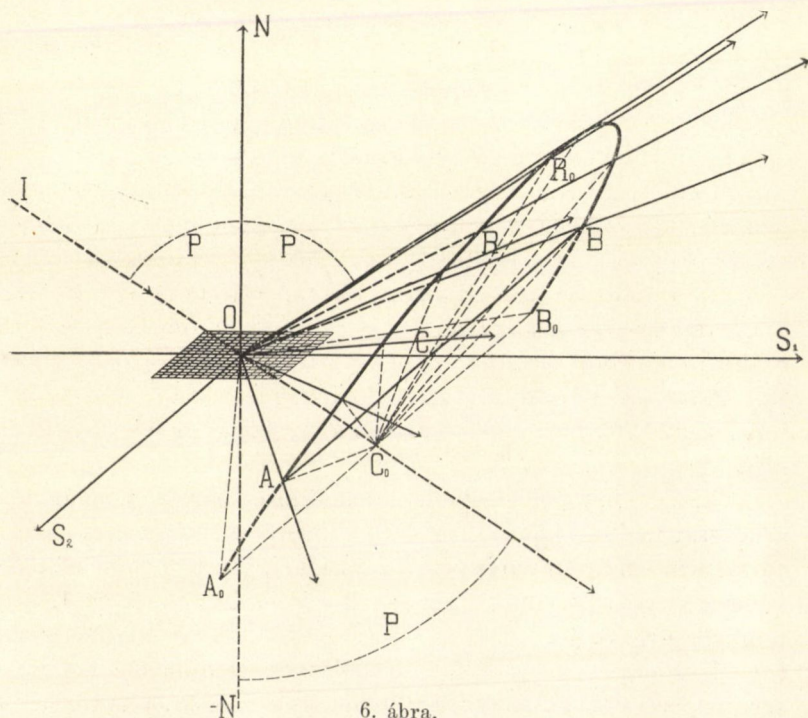
a) *a belőle bármily irányban is keletkező, elhajlítva-visszaverődött sugarak közül azok, melyek a beeső sugárral $2P$ [e szerint folytatásával ($\pi - 2P$)] szöget képeznek, síkban vannak polározva; mindenkori polározási síkjuk a beeső és az elhajlított sugarat tartalmazó meridián-sík.*

Ezen nevezetes tételt akként találtam, hogy a mondott beesési szög mellett az analizáló Nicolt vivő észlelőcsövet a szabályosan visszaverődött sugárra állítottam be s ezt a Nicollal eloltottam; ezután pedig az észlelő cső változatlan helyzetében a pótszerkezetet csőve tengelye (a beeső sugár iránya) körül tetszőleges (a lehetséges, kb. -74° és $+74^\circ$ határok közötti) szöggel elforgattam és e mellett a rácsnak saját normálisa körüli forgatásával arról gondoskodtam, hogy az észlelőcsőbe kielégítő erősségű elhajlított sugár jusson, tekintet nélkül *e sugár színére, színképe rendjére vagy fény-egyneműségére*; e sugár a nicolnak majdnem ugyanazon helyzeténél oltódott el, mint a szabályosan visszaverődött sugár.

Az itt kiemelt sugarak mind oly kúpon fekszenek, melynek geometriai tengelye a beeső sugár, melynek alkotói e tengely pozitív irányával $\pi - 2P$ szöget alkotnak; de az alkotók közül csak azok felelnek meg sugaraknak, melyek a rácsozott lap visszaverő oldalán vannak.

Az ide mellékelt 6. ábrán* a keresztben vonalkázott lap jelenti a rácsot, \overline{IO} a beeső, \overline{OR}_0 a szabályosan visszaverődő sugarat; ezek a rajz síkjában vannak; IOC_0 a kúp geometriai tengelye, \overline{OCS}_1 a beesési síknak a rács síkjával való metszővonalát,

A főpolárkúp és föeloltási kúp törvénye.



6. ábra.

mely a kúp geometriai szerkezete szerint az \overline{OR}_0 -lal $\frac{\pi}{2} - P$ és az \overline{OC}_0 tengelyvel is $\frac{\pi}{2} - P$ szöget képez. A C ponton át a beesési síkra merőleges ACB egyenest húzva, a kúpnek OAR_0BCA része fekszik a rács visszaverő oldalán elterülő térben s e rész OR alkotói egyszersmind irányai a fent kiemelt azon sugaraknak, melyek polározási síkja a mindenkor IOR sík.

* Ezen ábra egy nagyobb kiviteli minta után készült.

E nevezetes sajátságánál fogva e kúpot a *polározás kúpjának* vagy *polárlúpnak* nevezhetni; minthogy pedig más beesési szögeknél is vannak ilyen kúpok: ezt, mely a rács anyaga polározási szögéhez mint beesés szögéhez tartozik: *főpolárlúp*-nak fogjuk nevezni s az elhajlított sugarak polározásának velejáró szabályszerűségét a *főpolárlúp törvényének*. A reá vonatkozó részletes quantitativ adatokat a következő §. hozza.

Közeleső az a felfogás, mintha e jelenség úgy létesülne, hogy az ezen esetben a beesés síkjában polározott szabályosan visszaverődött sugárból az elhajlított sugarak akként keletkeznének, hogy annak egy része, egyébként állandó polározási viszonyok mellett, a beeső sugár körül forogva hajlítottatná el elhajlított irányáig; ekkor a polározási síkja is mindig a beeső és az elhajlított sugár síkja lenne.

De e felfogás, mely szerint *először* létesülne szabályosan visszaverődött sugár s *belőle*, a visszaverődés *után* keletkeznének csak az elhajlított sugarak: nem egyeztethető össze a valósággal, miként azt alább *b)* és *c)* alatt látni fogjuk, mert ezek is kétségtelenül bizonyítják, hogy a fényelhajlás a szabályszerű visszaverődés *előtt* vagy legalább vele egyszerre történik; ezt ezen dolgozat III. részében is többféleképen, de különösen egy experimentum crucis-sal fogjuk kimutatni, melyet a beesés síkjában lévő sugarakra nézve már ARAGO is végzett, de igazi, fontos jelentését nem ismerte fel, vagy ennek nem adott kifejezést; v. ö. az 1. §. I. pontját és a 18. §-t.

Közeleső továbbá az a gondolat is, mintha a főpolárlúp törvénye a MALUS-BREWSTER-féle törvény általánosítása volna, mert az előbbi az utóbbit mint speciális esetet tartalmazza. De ez a felfogás sem egyeztethető össze a tapasztalattal, mert a mily kevésbé lehet az elhajlított fényt a szabályszerűen visszaverődött fény általánosításának tekinteni, ép oly kevésbé lehet a főpolárlúp törvénye a MALUS-BREWSTER-féle törvény általánosítása; ellenkezőleg: a szabályosan visszaverődött sugár az elhajlított sugárcomplexum egy speciális, egyszerű, bár igen fontos esete s a reá vonatkozó BREWSTER-féle törvény is csak speciális esete lehet az elhajlított sugarak egész összeségére érvényes főpolárlúp törvényének.

b) *A visszaverődve-elhajlított sugarak közül mindazok, melyek a beesés síkjában fekszenek: általában véve partiális polározást mutatnak.*

A partiális polározás annál inkább közeledik a teljes, a beesés-síkban való polározottsághoz, mennél közelebb van a visszaverődve-elhajlított sugár a szabályosan visszaverődött sugárhoz; ezenkívül még megjegyzendő: az utóbbi sugár és a rácsozott lap közötti hegyes szögben lévő elhajlított sugarak partiális polározása erősebb és mindig észrevehető; ellenben a szabályosan visszaverődött sugár és a rácsozott lap közötti tompa szögben lévő elhajlított sugarak partiális polározása általában véve kisebb, és az előbbi sugártól számított kb. 40° elhajlítási szögön túl már alig ismerhető fel, bár az elhajlított sugár fényerőssége igen jelentékeny is lehet.

Jegyzet. Hogy az itt említett és általában a 10—13. §§.-okban előforduló visszaverődve-elhajlított sugarak közül azok, melyeket *partiális*an polározottaknak nevezek, tényleg ilyenek és *nem* ellipsisben polározottak: arról BABINET-fele compenzátor felhasználásával végzett közvetlen kísérletek alapján gondosan meggyőződtem.

c) *A visszaverődve-elhajlított sugarak közül mindazok, melyek a beeső sugarat tartalmazó bármily (meridián-) síkban vannak, általában véve partiális polározást mutatnak, mely annál közelebb áll a teljes, lineáris polározottsághoz, mennél közelebb van a visszaverődve-elhajlított sugár az ugyane síkban fekvő, a beesővel $2P$ szöget képező elhajlított sugárhoz, mely utóbbi e meridián síkjában van polározva. Itt is megjegyzendő, hogy az utóbbi sugár és a rácsozott felület közötti — e meridiánban fekvő — hegyes szögben lévő elhajlított sugarak partiális polározása általában véve erősebb, mint azon elhajlított sugaraké, melyek az említett sugár és a rácsozott lap közötti — ugyane meridiánban lévő — tompaszögben fekszenek; sőt ezen utóbbi partiális polározás már nem volt észrevehető, ha az említett sugártól számított elhajlítási szög a 40° -ot túlhaladta, bár az elhajlított sugár fényerőssége még igen jelentékeny lehetett.*

Mindezek a megfigyelések az eszköz által megengedett leg szélsőbb szög-közökben végeztek és így az ezen beesési szög

mellett a természetes fényből származó visszaverődve-elhajlított sugarak egész összesége vizsgáltatott meg; az eredményt összefoglalólag következőleg mondhatjuk ki:

Ha természetes fény az üveganyag polározási szöge alatt érkezik üvegrácsra: a visszaverődve-elhajlított sugarak közül a főpolárkúp mentén haladók a mindenkori meridián (a beeső és elhajlított sugár) síkjában vannak polározva. A többi sugár általában véve partiális polározást mutat, mely annál erősebb, memél közelebb van a sugár e polárkúphoz; a sugár polározott részének polározási síkja a mindenkori meridián síkja.*

11. §. *A főpolárkúp törvénye pontosságát kifejező kvantitativ adatok. I. táblázat.*

A következő *I. tábla* magában foglalja a 9. §.-ban említett PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezésű, 0'001159 és 0'5 mm. közü üvegrácssal végzett megfigyelések rendezett adatait.

Ezek értelmezésére szolgáljanak a következő megjegyzések:

1) Ha a beeső sugáron át az eszköz főkörére merőleges síkot fektetünk, mely az egész teret kétfelé osztja és a beeső sugár folytatásában lévő szem e sugár forrása, fénybenyomása felé néz: akkor a táblázat adatai mind az olyan visszaverődve-elhajlított sugarakra vonatkoznak, melyek valamennyien a főkör *bal* felén létesítettek, a rácsozott lap visszaverő felületének a visszaverődés oldalára induló, *positiv* normálisa e közben a tér *bal* felén volt.

2) η az a szög, melyet a beesési sík képez a beeső és a visszaverődve-elhajlított sugarat tartalmazó *meridián*-, azaz itt a *főkör*-síkkal; ezen, mindig hegyes szög *positiv*, ha az 1) alatt említett szem a beesés síkját a főkör síkjához képest az óramutató járása mentén (*jobbra*) elforgatottnak látja; e szöget a beesési sík *positio*-körén olvassuk le.

3) A \ddagger és \ddagger jelek jelentik, hogy a rácsnak 0'5 mm. közü vonalozása létesíti az elhajlított sugarat és pedig ezen 0'5 mm.

* A III. rész megfigyeléseiből ki fog derülni, hogy e törvény az ugyane szög alatt beeső, de bármily azimuttal bíró síkban polározott fény esetében is érvényes.

visszaverődött négy sugár polározási azimutjaiból keletkezett; e sugarak mind igen közelítőleg a beesés síkjában vannak polározva és így φ_0 -át úgy kell tekinteni, mint a beesés síkjában polározott sugár azimutját.

8) A $\varphi - \varphi_0$ szög jelenti a mindenkori elhajlított sugár polározási síkja és e sugár meridiánsíkja (a beeső és az elhajlított sugáron átmenő sík) közötti szöget, mely a 6) és a 7) pont szerint leolvasott azimutok különbsége.

A táblázat (l. a 250. lapon) harmadik és negyedik rovata a 3) pont szerint a 0.5 mm. köz létesítette elhajlott sugarakra vonatkozik, ötödik rovata e két-két érték középértéke; hasonlóképen a hetedik, nyolczadik, illetve kilenczedik rovata a 0.001159 mm. közü rácsozás létesítette elhajlított sugarakra nézve ugyanily jelentésű; végre a tizedik rovat az ötödik és kilenczedik rovat számadatainak középértékeit tartalmazza.

A táblázatból azonnal kitetszik, hogy a negyedik, ötödik, a hetedik és nyolczadik rovatnak egy-egy vízszintes sorához tartozó adatok egymástól aránylag csekély mértékben térnek el; azaz, hogy az egy és ugyanazon irányú elhajlított sugár polározási azimutjára nézve alig észrevehető befolyást gyakorol az a körülmény, vajjon az a 0.5 mm. közü, vagy az ennél 430-szorta szűkebb vonalozás folytán létesült-e; hasonlóképen nem lényeges az, vajjon az elhajlított sugár e vonalozás egyik iránya vagy ugyane síkjában ettől 180° -al különböző iránya mellett létesül; a tizedik rovat e négy sugárhoz tartozó szögértékek középértékeit mutatja.

Ha ezen utolsó rovat középértékei középértékét képezzük az összes tizenöt irányra nézve, ez: $\{-0^\circ 81' + 2^\circ 53'\} : 15 = 0^\circ 115' = 7'$ körülbelül; ennyivel különbözik középértékben a főpolárcúp mentén haladó valamely sugár polározásának síkja a hozzátartozó (meridián-) síktól; avagy még, a szabályosan visszaverődött négy sugár polározási síkjának középhelyzete csak ennyiben tér el a végeredmények középértékétől; sőt ezen $0^\circ 115'$ középértéktől a tizedik rovat számadatai maximumban $-0^\circ 18_5'$ -al és $+0^\circ 45_5'$ -al térnek el, ezen eltérések mind egy fél fokon alul maradnak.

Mindezen szabályossági és pontossági kriteriumok alapján szabad kimondanunk, hogy a főpolárcúp törvényének pontossága BREWSTER törvénye pontosságával egyenlő fokú.

Ezt annyival inkább kimondhatjuk, mert vizsgálataimban, melyek csak az általános törvényszerűségek megállapítására vonatkoznak, a színszóródás befolyásának kipuhatólására nem terjeszkedtem ki.

12. §. *A főpolárkúp törvényének stereographikus-horizontális vetületben való előtűntetése. Első vetületi rajz.*

A következőkben többször fog annak a szüksége felmerülni, hogy az egy-egy beeső sugárnyalázból keletkező vagy létesíthető visszazерődve-elhajlított sugarak összeségének polározási azimutja *egy* rajzon, egyszerre áttekinthető módon tűntetessék elő.

Az e célra e dolgozatban használt vetítések a *stereographikus projectionnak** esetei; mindegyikük oly gömbfelületet ábrázol, melynek középpontja a beeső sugárnak a rácsozott felületre érkezésének helye; a gömbfelület a sugarak szög-coordinátáit képviselő párhuzamos- és meridián-körök rendszerével van borítva, melyek pólusai a beeső sugár átdőfési két pontja; a vetület szempontja a visszazерő rács negatív normálisának a gömbfelülettel való metszőpontja (v. ö. a 10. ábrát, 294. lap).

E szerint a vetület rajz-síkja párhuzamos a visszazерő rács felületével és középpontja a felület pozitív normálisának vetülete, kerülete pedig e visszazерő felület síkjának a gömbfelülettel való metszőkörének vetülete.

E vetület két igen fontos tulajdonsága érvényesül itt; először, hogy az *szög tartó*,** azaz a gömbfelületen egymást metsző görbék metszőszögei e görbék stereographikus vetületében is megtartják szögértéküket; másodszer, hogy a gömbfelületen lévő *lörök* a vetületben is körök.

Úgy a beeső, mint a visszazерődve elhajlított sugarak polározási *síkjai* a gömb középpontján haladnak át; e síkok a gömb felületét a sugarak átdőfési helyein átmenő legnagyobb körökben

* V. ö. pl. KÖVESLIGETHY RADÓ: A matematikai és csillagászati földrajz kézikönyve, 811—820. ll., Budapest, 1899.

** Ezen találó magyar elnevezést KÖVESLIGETHY RADÓ idézett művében használja; ez helyesebb, mint a «szöghü» kifejezés, mely a német «winkeltreu» fordítása; és összehasonlíthatatlanul fölötte áll a sokat használt «conform» kifejezésnek, mely csak akkor szabatos, ha hozzátesszük «a legkisebb felszíni részekben»; ennél sokkal jobb az «isogonális» jelző.

I. TÁBLÁZAT:

A főpolárkúp törvényéhez.

Természetes beeső fény.

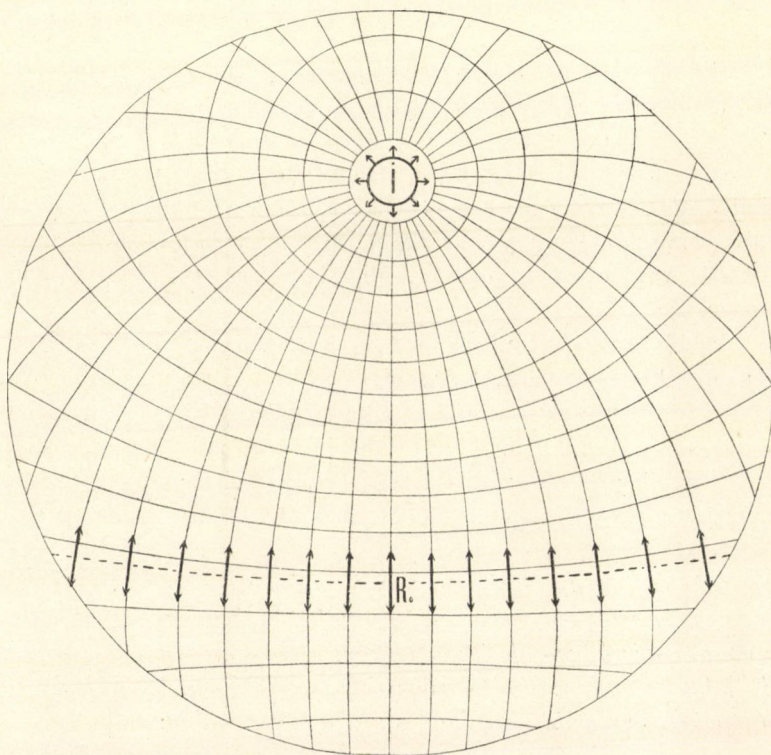
A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^\circ 15'$.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett 0·5 mm. és 0·001159 mm. közü rácstről visszaverődve-elhajlított — a beeső sugárral $2P$ szöget képező — sugarak polározási azimutjai a mindenkori meridián (beesés-elhajlítási) síkhoz képest.

η	ε	$\varphi - \varphi_0$	$\dot{\varphi} - \varphi_0$	$\ddot{\varphi} - \varphi_0$	ε	$\varphi^* - \varphi_0$	$\dot{\varphi}^* - \varphi_0$	$\ddot{\varphi}^* - \varphi_0$	Közép- érték $\varphi - \varphi_0$
— 70°	— 21·5	— 0°90	— 0°73	— 0°81	+ 67·8	+ 1°57	— 0°43	+ 0°57	— 0°12
— 60	— 17·5	— 1·41	0·40	0·91	+ 71·8	+ 1·82	+ 0·07	+ 0·95	+ 0·04
— 50	— 14·5	— 1·07	— 0·23	— 0·65	+ 75·0	+ 0·72	— 0·61	+ 0·06	— 0·30
— 40	— 11·0	— 0·78	— 0·08	— 0·43	+ 78·5	+ 0·70	— 0·93	— 0·12	— 0·28
— 30	— 7·5	— 0·38	+ 0·01	— 0·19	+ 81·8	+ 0·56	+ 0·29	+ 0·43	+ 0·12
— 20	— 4·0	— 0·32	+ 0·19	— 0·07	+ 85·0	+ 0·19	— 0·46	— 0·14	— 0·11
— 10	— 1·9	+ 0·24	+ 0·20	+ 0·22	+ 88·2	+ 0·21	— 0·10	+ 0·06	+ 0·14
0	(0·0)	+ 0·18	— 0·15	+ 0·02	+ (90·0)	+ 0·11	— 0·16	— 0·03	0·00
+ 10	+ 3·0	— 0·11	+ 0·17	+ 0·03	+ 91·4	+ 0·46	+ 0·14	+ 0·30	+ 0·17
+ 20	+ 5·4	+ 0·37	+ 0·69	+ 0·53	+ 94·8	+ 1·05	+ 0·15	+ 0·60	+ 0·56
+ 30	+ 9·0	+ 0·46	+ 0·06	+ 0·26	+ 97·9	+ 0·80	— 0·82	— 0·01	+ 0·13
+ 40	+ 11·5	+ 0·71	+ 0·50	+ 0·61	+ 101·0	+ 0·92	+ 0·14	+ 0·53	+ 0·57
+ 50	+ 15·1	+ 0·40	+ 0·28	+ 0·34	+ 104·6	+ 0·54	— 0·59	— 0·03	+ 0·16
+ 60	+ 18·5	+ 0·45	+ 0·51	+ 0·48	+ 107·5	+ 0·09	+ 0·51	+ 0·30	+ 0·39
+ 70	+ 21·8	+ 0·95	+ 0·99	+ 0·98	+ 110·8	— 0·60	— 0·35	— 0·48	+ 0·25

metszik, melyeknek ezen átdőfési helyekhez húzott érintői *e* sugarak polározási irányai; ezen irány és az átdőfési helyen átmenő meridián közötti szög a sugár mindenkor polározási azimutja. A vetületi rendszer szögtartó sajátsága szerint ezen azimutok a

A főpolárkúp törvénye.



Első vetületi rajz.

gömbfelületen és a vetületben egymással rendre egyenlők; rajzainkban *e* polározási irányok nyilakkal vannak jelölve.

Mindezek az átdőfési helyek és polározási irányok a gömbfelületnek a rács visszaverő lapja pozitív normálisa oldalán lévő felén vannak és a vetület szempontjából vetítettnek a rajz síkjára; rajzainkban *a* szempont a papír síkja mögött van, míg a rajzot

*megtéknítő szem, mely a visszaverődve elhajlított sugarakat észleli, e papír síkja előtt van.**

Első vetületi rajzunk a P szög alatt beeső természetes fényű sugártól $2P$ szögtávolban lévő sugarak közepes, az I. tábla tizedik rovata értékei szerint rajzolt polározási irányait mutatja, melyek a mindenkori meridiánok irányától észrevehetőleg nem térnek el s a főpolárlúp törvénye pontosságát szemléltethetővé teszik.

13. §. *A beesés szöge tetszőleges. A beeső fény természetes fény. A polárlúp törvénye. Merőleges beesés.*

Ha a beeső természetes fény beesési szögét tetszőlegesen változtatjuk, a minden egyes beesési szögnél fellépő visszaverődve-elhajlított sugarak összességének polározási viszonyai is mutatnak szabályszerűséget, melyet azonban, minthogy benne túlnyomóan partiális polározottság lép fel, elegendő lesz *qualitativ* módon kifejezni.

Több rács, különösen a 9. §-ban említett PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett, 0.5 mm. és 0.001159 mm. közü rács fényelhajlási keresztje mind a négy ágában fellépő sugarainak megfigyelése alapján a következő, szintén a fény egyneműségétől, a szinképek sorrendjétől vagy egymással való fődöttségétől, az észlelt fény erősségétől független szabályszerűségeket mondhatjuk ki:

a) Ha a fényelhajlás a beesés síkjában történik:

a) Tetszőleges beesés szög mellett a beesés síkjában lévő azon visszaverődve-elhajlított sugár, mely a mindenkori beesővel $2P$ [folytatásával $(\pi - 2P)$] szöget képez, majdnem teljesen síkban van polározva, polározásának síkja a beesés síkja.

A beesés szögét a jelzett feltétel mellett az $i = 2P - \frac{\pi}{2}$ értéktől az $i = \frac{\pi}{2}$ értékig változtattam és úgy találtam, hogy $i = 2P - \frac{\pi}{2}$

* Az itt közlött vetületi rajzokat eredetileg félméter átmérő méretben készítettem el: ezek alapján HOMOR ERNŐ és JAKUCS ISTVÁN IV. é. bölcsészeti hallgatók, a báró EÖRVÖS JÓZSEF-collégium tagjai, egy-egy centiméter átmérőjű rajzokat készítettek, melyekről vett 10 cm. átmérőjű fényképek után készültek a szöveg közötti vetületi rajzok. Nevezett két úrnak e helyen is köszönetet mondok nagy fáradsággal járt munkájukért.

beesésnél felmerülő, a beesővel $2P$ szöget képező elhajlított *rasans* sugárnál, a polározottság jóformán teljes, és az $i = \frac{\pi}{2}$ *rasans* beesésnél a beesővel ugyancsak $2P$ szöget képező elhajlított sugárnál a polározottság még elég tökéletes; ez teljes, ha $i = P$.

β) *Tetszőleges beesési szög mellett* a beesés síkjában lévő, bármily irányú visszaverődve-elhajlított sugár általában véve partiális polározást mutat, mely annál közelebb áll a teljes polározáshoz, mennél közelebb van az elhajlított sugár iránya a beesőtől számított $2P$ szöget képező irányhoz és mennél közelebb van a beesés szöge a polározás szögéhez.

E mellett még megjegyzendő, hogy csak az oly visszaverődve-elhajlított sugár lehet teljesen síkban polározott, melynek iránya vagy egybeesik a beesőtől számított $2P$ szöget képező iránynyal, vagy ettől csak kevés ívfokkal tér el.

b) Ha a fényelhajlás (a beeső sugarat tartalmazó) tetszőleges meridiánban történik.

Az idetartozó megfigyelések a visszaverődve-elhajlított sugarak egész complexumára kiterjeszkednek.

a) Tetszőleges beesési szög mellett a tetszőleges meridiánban visszaverődve-elhajlított sugarak közül azok, melyek a mindenkori beesővel $2P$ [folytatásával $(\pi - 2P)$] szöget képeznek, majdnem teljesen síkban vannak polározva és pedig elég közelítőleg a mindenkori meridián síkjában.

E szerint minden beesési szöghöz tartozik oly kúpfelület, melynek alkotói a beeső sugárral $2P$ szöget képeznek; mely alkotók mentén haladó sugarak a mindenkori meridián síkjában vannak polározva.

Ezen kúpokat *polározási kúpoknak*, röviden *polár-kúpoknak* nevezzük.

A polárkúp palástfelületének azon része, melynek alkotói sugarakként szerepelhetnek, a mindenkori beesési szögtől függ; ez utóbbi változhatik az $i = 2P - \frac{\pi}{2}$ értéktől az $i = \frac{\pi}{2}$ értékig. Az $i = 2P - \frac{\pi}{2}$ esetben az egész kúp a visszaverő lap tulsó oldalán van, épen érinti e lapot, úgy hogy a beesővel $2P$ -t képező elhajlított sugár a visszaverő lap mentén haladó *rasans* sugár: erre az egy

alkotóra redukálódik a polárkúp érvényesülő része. Az $i = P$ esetben a beesés síkjában lévő alkotó a visszaverő síkkal $\frac{\pi}{2} - P$ szöget képez; a palástfelület szereplő része e sík s a nevezett alkotó között fekszik, míg a kúp tengelye a visszaverő sík hátlapjával szintén $\frac{\pi}{2} - P$ szöget alkot. Végre, az $i < \frac{\pi}{2}$ rasans beesésnél a kúp tengelye a visszaverő lap mentén haladván, a palástfelület *fele* érvényesül.

[*Jegyzet:* Szigorúan véve az említett sugarak polározási síkjai nem látszanak mindig a mindenkori meridián síkkal pontosan egybecsenni; ismételt, gondos megfigyelések alapján állíthatom:

1) Ha a beesés síkjának a meridián síkjától számított γ azimutja *negatív és a beesés szöge kisebb*, mint a polározás szöge P : akkor a sugár polározási síkja a hozzátartozó meridián síkjától néhány fokkal *jobbra* elforgatottnak látszik; ellenben, ha a *negatív* γ mellett a beesés i szöge *nagyobb*, mint P , akkor e sugár polározási síkja a hozzátartozó meridián síkjától néhány fokkal *balra* elforgatottnak látszik.

2) Ha γ *pozitív* és $i > P$, akkor a sugár polározási síkja a hozzátartozó meridián síkjától néhány fokkal *jobbra*, ha $i < P$, *balra* elforgatottnak látszik.

Ezen kismérvű elforgatások az γ abszolút értékével növekedni látszanak.]

β) *Tetszőleges beesési szög mellett a visszaverődve-elhajlított sugár iránya is minden tekintetben egészen tetszőleges legyen*: ekkor a sugár *partiális polározottságot mutat*, mely annál közelebb áll a teljes polározáshoz, mennél közelebb van a sugár iránya a mindenkori polárkúpához és mennél közelebb van a beesés szöge a polározás szögéhez és megfordítva; a sugár polározott része általában véve elég közelítőleg a mindenkori meridián-síkban van polározva.

Ezen partiális polározás az oly sugarakra nézve, melyek a mindenkori polárkúptól kb. 40° -kal vagy még nagyobb szöggel térnek el, oly kicsiny, hogy már nem észlelhető, bár az elhajlított fény erőssége még igen jelentékeny lehet.

Összefoglalás. A 10—13. §§-okban kifejezett tapasztalatokat a következő áttekinthető kifejezésben egyesíthetjük:

Bármely szög alatt essék természetes fény üvegrácsra: a visszaverődve elhajlított sugarak közül a mindenkori polárkúp mentén haladók síkban, és pedig igen közelítőleg a mindenkori meridián-síkban vannak polározva; a polározottság a legteljesebb és síkja pontosan a mindenkori meridián síkja, ha a beesés szöge a polározás szöge. Minden más irányú elhajlított sugár partiális polározást mutat; polározott része közelítőleg a mindenkori meridián síkban van polározva és pedig annál teljesebben, mennél közelebb van e sugár a polárkúphoz; a beesőtől kb. 70° vagy kisebb szögtávolságú sugár észrevehető polározottságot már nem mutat.

Foules jegyzet a merőleges beesésre nézve: E legutóbbi tapasztalat a természetes fénynek normális incidentiájánál minden megszorítás nélkül áll; ugyanis, az ezen esetben végzett külön megfigyeléseim szerint, egyetlenegy visszaverődve-elhajlított sugár sem mutat észrevehető polározottságot. (V. ö. a 16. §. utolsó bekezdését).

B) *A beeső fény síkban van polározva, az elhajlított sugarak eloltásának megvizsgálása szabad szemmel.*

14. §. *A beesés szöge a rács üveganyaga polározásának szöge. Az eloltás főkúpjának törvénye.*

A 14—16. §§-okban azon kísérleteimet részletezem, melyek a polárkúp törvénye jelenségei megfordítottját képezik és bizonyos tekintetben ahhoz reciprok viszonyban álló törvényszerűséghez vezetnek.

A forgatható polarizátoron áthaladott s azután a rács visszaverő lapjára eső fényből keletkező, e laptól szabadon az észlelő szemébe jutó sugarakra nézve igen nagy számú észleléseim szerint áll:

a) *Az elhajlított sugarak közül mindazok, melyek a beeső sugárral $2F$ [folytatásával $(\pi - 2P)$] szöget alkotnak, a polarizátoron a beeső sugár mint tengely körüli kellő elforgatása által teljesen elolthatók; de a mindenkori eloltás helyzetében a polarizátor polározásának síkja a beeső s a mindenkori elhajlított sugarat*

tartalmazó meridián-síkra nem mindig merőleges, hanem más szabályszerűséget mutat.

Közelebbről pedig: a szabályosan visszaverődött fény ilyenmő eloltásánál a beeső fény polározásának síkja merőleges a beesés síkjára, azaz ezen sík normálisát tartalmazza; ellenben az oly visszaverődve-elhajlított sugár eloltásánál, melynek meridián-síkjától a beesés síkja (a beeső fény forrása felé tekintő szemre nézve) jobb felé van elforgatva, azaz melyre nézve az η szög pozitív (11. §. 2) pontja): az *eloltó polarizátor* (s vele együtt a beeső fény) *polározási síkja* a sugárhoz tartozó *meridián síkja normálisától jobbra van elforgatva* és megfordítva.

Az említett rács anyagánál P körülbelöl $56^{\circ}15'$ lévén, a fent érintett sugarakra nézve η változhatik $-73^{\circ}55'$ -töl $+73^{\circ}55'$ -ig; ezen közben az eloltó polarizátor polározás-síkjának a meridián-sík normálisától való eltérése elég szabályosan változik $-23^{\circ}5'$ -töl $+23^{\circ}5'$ -ig.

Ezen törvény a főpolárkúp törvényének bizonyos tekintetben megfordítottja; ez a közönséges MALUS-BREWSTER-féle törvény megfordítottját, mint egészen speciális esetet magában foglalja; itt is, ugyanazon megfontolásoknál fogva, melyeket a főpolárkúp értelmezésénél (10. §.) felhoztam, a jelen törvényt nem lehet a MALUS-BREWSTER-féle törvény megfordítottja általánosításaképen felfogni.

Az itt említett, teljesen eloltható sugarak geometriai helye a főpolárkúp; minthogy azonban ennek szerepe itt más, ezt jelen tulajdonságánál fogva *eloltási (extinctio-) főkúp*nak, s az itt jelentkező szabályszerűséget az *eloltási főkúp törvényének* nevezzük.

[*Jegyzet*: E B szakaszban (14—16. §§.) szándékosan kerüljük az elhajlított fény polározási állapota felemlítését; erről a III. részben lesz szó; de már itt is megemlíthetjük, hogy bármilyen is legyen a beeső fény polározási azimutja: a főpolár- vagy főeloltás-kúp mentén haladó sugarak a mindenkori meridián-síkban vannak polározva. Most részletezett törvényünk értelmében, hogy ezen elhajlított sugarakat a polározó elforgatásával eloltsuk: ennek polározási síkját a mindenkori sugárára általában véve nem kell merőlegesen állítani; a merőlegestől való eltérés $\pm 23^{\circ}5'$ -ra terjedhet ki.]

b) *A visszaverődve-elhajlított sugarak közül a beesés síkjában fekvők általában véve a polarizátor forgatása közben fénymaximumot és minimumot mutatnak; a szabályosan visszaverődött sugár fényminimума közelítésben zérusnak vehető; a többieké a zérushoz annál közelebb áll, mennél közelebb van az elhajlított sugár iránya a szabályosan visszaverődöthöz és megfordítva; általában véve itt megjegyzendő, hogy a szabályosan visszaverődött sugár és a rács lapja közötti hegyes szögben fekvő elhajlított sugárra nézve az elsötétedés nagyobb mérvű, mint az előbbi sugár másik oldalán levő elhajlított sugaraknál; sőt, ha az utóbbi sugarak iránya a szabályosan visszaverődöttől — a beeső sugár felé számítva — kb. 40° -kal vagy nagyobb szöggel tér el: a polarizátor forgatása közben a fényerősség változása észre nem vehető, bár az intensitás igen jelentékeny lehet. A fényminimumokra beállított polarizátor polározási síkja a beesés síkján merőleges.*

c) *A többi visszaverődve-elhajlított sugár mind, bármily meridián-síkban, és ezekben bármily irányokban legyen: a polarizátor forgatása közben mindig mutat fénymaximumot és minimumot, mely utóbbi az eloltási-kúp menti sugarakra nézve zérusnak vehető, a többiekre nézve annál közelebb áll a zérushoz, mennél közelebb haladnak ezek a kúphoz; a minimumra beállított polarizátor polározási síkja általánosságban véve mindig többé-kevésbé oly helyzetű, melynél a mindenkori meridiánban az eloltási kúp menti sugár eloltása bekövetkezik.*

Itt is érvényes az az általános tapasztalat, hogy az utóbbi sugár és a rácszott lap közötti, e meridiánban lévő hegyes szögben haladó elhajlított sugár elsötétedése nagyobb mérvű, mint az előbb nevezett sugár másik oldalán lévő, szintén e meridián-síkban haladó elhajlított sugaré; sőt az utóbbi sugarak elsötétedése már észrevehetetlen, ha az előbbitől való szögtávolságuk a 40° -ot túlhaladja, bár az elhajlott sugár fényerőssége még igen jelentékeny lehet.

Összefoglalva a jelen §-ban felsorolt, a lehető legszélesebb megfigyelési határok között végzett észleleteket, kimondhatjuk:

Ha síkban polározott fény az üveganyag polározási szöge alatt esik az üvegrácsra és a belőle keletkező visszaverődve-elhaj-

lított sugarak közvetlenül az észlelő szemébe jutnak: akkor közülök a főeloltási (extinctio-) kúp mentén haladók a polarizátor forgatásával teljesen elolthatók s ekkor a rácsra eső fény polározásának síkja a sugár mindenkori meridián-síkja normalisától jobbra vagy balra van elforgatva, a szerint, a mint a beesés síkja e meridián síkjától jobbfelé vagy balfelé van elforgatva; az előbbi elforgatás az utóbbival növekszik.

A többi elhajlított sugár a polarizátor forgatása közben általában véve fénymaximumot és minimumot mutat; ez utóbbi annál közelebb áll a zérushoz, mennél közelebb halad a sugár a főeloltási-kúphoz és megfordítva; a minimumnál a beeső fény polározásának síkja közelítőleg megegyezik azon helyzetével, melynél e sugár meridiánja s a főextinctio-kúp metszete mentén haladó sugár eloltódik.

Ha az elhajlított sugár a beesővel $2P-40^\circ$ vagy kisebb szöget képez: a polarizátor forgatása közben észrevehető intenzitás-változások nem lépnek fel, bár a sugár fényerőssége igen jelentékeny lehet.

15. §. *A főeloltási (extinctio-) kúp törvényét igazoló quantitativ adatok. II. táblázat. A törvény projectiv előtüntetése. Második vetületi rajz.*

A II. tábla magában foglalja a 9. §-ban említett PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezésű 0.5 mm. és 0.001159 mm. közü rácscsal végzett ide tartozó észleletek rendezett adatait.

A tábla *jeleire* nézve a 11. §-ban az 1), 2), 3), 4), 5) alatt említett megállapodások itt is érvényesek; a többiekre nézve:

6) A ψ jelenti a beeső fény azon polározási azimutját, melynél a mindenkori elhajlított sugár eloltódik, e helyzetben a NICOL-polarizátor véglapjainak hosszabb átmérője a beeső sugár polározási síkjára merőleges volt; a helyzetét a polarizátor positio-kör szolgáltatta.

E szög *növekedése positiv*, ha a beeső sugár mentén levő, e fény forrása felé tekintő szem e növekedést (a polarizátor forgatását) az óramutató járása mentén lévőnek látja; és megfordítva.

7) A ψ_0 szög a beeső fény azon polározási azimutjai középértékét jelenti, mely a keresztezve rácsozott felület vonalozásá-

nak saját síkjában fellépő négy $\left(\varepsilon = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}\right)$ helyzeténél létesített szabályosan visszaverődött négy sugárnak a 6) alatt említett eloltási azimutjából létesült; ezen esetekben a beeső sugár igen közelítőleg merőlegesen a beesés síkjára van polározva és így a ϕ_0 jelenti a beesés síkjára merőlegesen polározott beeső fény polározási azimutját.

8) A $\phi - \phi_0$ szög jelenti a mindenkor elhajlított sugarat eloltó beeső fény polározási síkja és e sugár meridiánsíkja közötti szöget; ez a 6) és 7) pont szerint leolvasott, illetve képezett azimutok különbsége.

A táblázat harmadik és negyedik rovata a 3) pont szerint a 0,5 mm. köz létesítette elhajlított sugarakra vonatkozik; ötödik rovata e két-két érték középértéke; hasonlóképen a hetedik, nyolczadik, illetve kilenczedik rovata ugyanily jelentésű a 0,001150 mm. közü rácozásra nézve; végre a tizedik rovata az ötödik és a kilenczedik rovat számadatainak középértéke. (Lásd táblázat 260. lap.)

A táblázat szerint a harmadik és a negyedik, valamint a hetedik és nyolczadik rovat adatai egymás között eltéréseket mutatnak, melyek különösen nagy η értékeknél több fokot tesznek ki; ez arra vall, hogy ezen jelenségnél egyrészt egy és ugyanazon rácozásnál a vonalozásnak valamely iránya, s a vele ugyane síkban 180° -ot képező irányja mellett az eloltási azimut észrevehetőleg különböző; de arra is, hogy itt a köznek is megvan a maga, bár kicsiny befolyása. De az ötödik és a kilenczedik rovat középértékei átlagban kisebb, bár nem elhanyagolható, eltéréseket mutatnak, míg a tizedik rovatban felmerülő középértékek elég szabályos menetet jeleznek.

Ugyanis, ezen középértékek átlagos középértékét képezve a szereplő tizenöt iránya nézve, ez: $\{-57^\circ 48' + 55^\circ 97'\} : 15 = -0^\circ 10'$; ebben különbözik a beeső fény eloltási azimutjai eredő középértéke azon azimuttól, melynél a beeső fény a beesés síkjára merőlegesen van polározva; az eltérés ezen csekély volta a tizedik rovat aránylag nagymérvű szögműködésének szabályosságának egy nevezetes kriteriumát képezi.

A törvény graphikai érzékitésére szolgál a második vetü-









II. TÁBLÁZAT.

A föeloltási kúp törvényéhez.

Síkban polározott beeső fény.

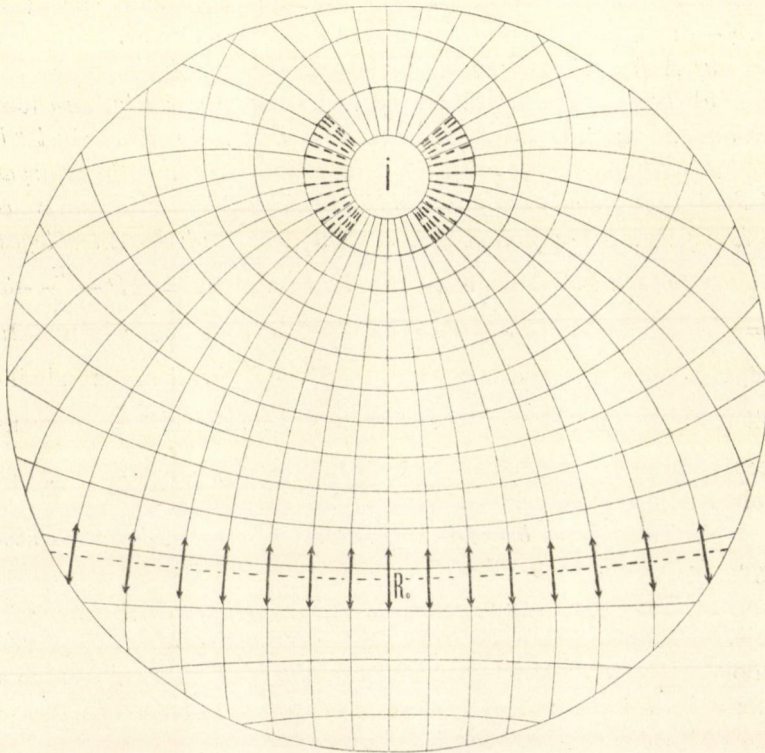
A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett, 0,5 mm. és 0,001159 mm. közü rácstről visszaverődve-elhajlított, a beesővel $2P$ szöget képező sugarat eloltó beeső fény polározási azimutja a mindenkori meridián-sík normálisához képest.

η									Középtérték: $\psi-\psi_0$
	ε	$\psi-\psi_0$	$\psi-\psi_0$	$\psi-\psi_0$	ε	$\psi-\psi_0$	$\psi-\psi_0$	$\psi-\psi_0$	
70°	- 22°3	- 21°38	- 25°09	- 23°24	+ 67°8	- 18°19	- 26°15	- 22°17	- 22°71
- 60	- 18·3	- 16·12	- 18·92	- 17·52	+ 71·3	- 10·57	- 16·65	- 13·61	- 15·57
- 50	- 14·8	- 11·02	- 11·84	- 11·43	+ 74·8	- 7·74	- 11·65	- 9·70	- 10·57
- 40	- 11·8	- 6·24	- 7·93	- 7·08	+ 77·0	- 3·30	- 6·30	- 4·80	- 5·94
- 30	- 9·0	- 1·17	- 1·97	- 1·57	+ 79·8	+ 0·53	- 4·47	- 1·97	- 1·77
20	- 6·1	- 0·22	+ 0·25	+ 0·02	+ 83·0	+ 0·33	- 2·25	- 0·96	- 0·47
- 10	- 5·1	+ 0·05	+ 0·09	+ 0·07	+ 84·4	- 1·04	- 0·90	- 0·97	- 0·45
0	- (0·0)	+ 0·14	- 0·05	+ 0·05	+ (90·0)	- 0·33	+ 0·23	- 0·05	0·00
+ 10	+ 4·9	+ 0·05	+ 0·44	+ 0·25	+ 95·0	+ 1·15	+ 0·48	+ 0·82	+ 0·54
+ 20	+ 6·9	- 0·32	+ 0·78	+ 0·23	+ 96·2	+ 2·76	- 0·18	+ 1·29	+ 0·76
+ 30	+ 8·5	+ 3·20	+ 1·48	+ 2·34	+ 98·1	+ 3·86	+ 0·08	+ 1·97	+ 2·16
+ 40	+ 11·7	+ 6·84	+ 4·69	+ 5·77	+ 101·1	+ 7·39	+ 2·71	+ 5·05	+ 5·41
+ 50	+ 14·5	+ 12·53	+ 11·53	+ 12·03	+ 104·0	+ 12·14	+ 8·02	+ 10·08	+ 11·06
+ 60	+ 18·5	+ 15·52	+ 14·90	+ 15·21	+ 107·8	+ 19·41	+ 12·70	+ 16·06	+ 15·64
+ 70	+ 22·3	+ 19·45	+ 17·42	+ 18·44	+ 111·4	+ 25·62	+ 19·08	+ 22·35	+ 20·40

leti rajz, melyen a beeső sugáron átmenő vonalkázott egyenesek a II. tábla tizedik rovata számadatai szerint képviselik a mindenkori eloltó beeső fény polározási azimutját. Közelebbről pedig a középső vonal, mely a középső meridiánra, a beesés síkjára merőleges,

A főeloltási kúp törvénye.



Második vetületi rajz.

képviseli a közönséges, MALUS-BREWSTER-féle törvény megfordítottjánál az eloltási azimutot, míg a tőle jobbra és balra elforgatott vonalkázott egyenesek a középsőtől egymásra következőleg jobbra vagy balra elforgatott meridiánokban lévő, az eloltási főkúp mentén haladó sugarakhoz tartozó eloltási azimutok képviselői.

A rajz az eloltás polarisatio-síkjának a mindenkori meridián normálisától való növekvő eltérését mutatja.

16. §. *A beeső fény síkban polározott. A beesés szöge tetszőleges. Az eloltási kúp törvénye. Merőleges beesés.*

A visszaverődve elhajlított sugarak itt is a rácsozott felület-től közvetlenül az észlelő szemébe jutottak s fényerősségük a polarizátor forgatásával lett változtatva; egyébként pedig a 13. §-ban említett bevezető megjegyzés itt is érvényes.

a) *A fényelhajlás a beesés síkjában történik.*

a) *Tetszőleges beesési szög mellett a beesés síkjában lévő mindazon visszaverődve-elhajlított sugár, mely a beesővel $2P$ [folytatásával $(\pi - 2P)$] szöget képez, a polarizátor kellő elforgatásával igen jelentékenyen elsötétíthető; a fényminimumra beállított polarizátor polározási síkja a beesés síkjára merőleges.*

A beesés szögét a nevezett feltétel mellett $i = 2P - \frac{\pi}{2}$ -től $i = \frac{\pi}{2}$ -ig lehetett változtatni; ha az elhajlított sugár iránya $2P$ szöget képez a beesővel: akkor az $i = 2P - \frac{\pi}{2}$ esetben az elhajlított rasans sugár eloltása jóformán teljes; továbbá az $i = \frac{\pi}{2}$ rasans beesés esetében az elhajlított sugár eloltása igen jelentékeny; az eloltás teljesnek mondható, ha $i = P$.

β) Tetszőleges beesési szög mellett a beesés síkjában tetszőleges irányban lévő elhajlított sugár a polarizátor elforgatása közben általában véve részleges elsötétedést mutat, mely annál teljesebb, mennél közelebb van a sugár iránya a beesőtől számított $2P$ irányhoz és mennél közelebb van a beesés szöge a polározási szöghöz; a minimumra beállított polarizátor polározási síkja merőleges a beesés síkjára.

Itt is megjegyzendő, hogy a visszaverődve-elhajlított sugarak közül csak azok mutatnak teljes elsötétedést, melyek iránya vagy egybeesik az említett $2P$ iránnyal, vagy ettől csak kevés ivfokkal tér el.

b) *A fényelhajlás (a beeső sugarat tartalmazó) tetszőleges meridiánban történik.*

Idetartozó megfigyeléseim szintén a visszaverődve-elhajlított sugarak egész complexumára kiterjednek.

a) *Tetszőleges beesés-szög mellett a tetszőleges meridiánban elhajlított sugarak közül azok, melyek a mindenkori beeső sugárral $2P$ [folytatásával $(\pi - 2P)$] szöget képeznek, a polarizátor forgatása közben igen jelentékeny elsötétedést mutatnak: ez teljes lesz, ha a beesés szöge a polározás szöge. Ezen fényminimumra beállított polarizátor polározási síkja igen közelítőleg azt a helyzetet mutatja, melynél az ugyanezen meridiánban levő, de a főeloltási kúp mentén haladó sugár eloltódik.*

Az így felmerülő azon kúp, mely a mindenkori beeső sugár körül mint tengely körül, vele $2P$ szöget képező alkotókból szerkeszthető, említett szerepénél fogva *eloltási (extinctio-) kúp*nak nevezhető. E kúpnak csak a rácsozott lap visszaverő oldalán lévő része mutathatja ezt a szerepet; a többi része nem érvényesül. Minthogy a beesővel $2P$ szöget képező visszaverődve-elhajlított sugár csak az $i = 2P - \frac{\pi}{2}$ és az $i = \frac{\pi}{2}$ határok között lévő beesési szögek mellett keletkezhetik: az eloltási kúp palástfelületének érvényesülő részei itt különbözők; ugyanis $i = 2P - \frac{\pi}{2}$ esetben az egyetlen egy alkotóra, a rasans elhajlított sugárra redukálódik; $i = P$ esetben a főeloltási kúp létesül, melynek a beesés síkjában lévő alkotója a rácsozott lappal $(\frac{\pi}{2} - P)$, a kúp tengelyével pedig kétszerakkora, $(\pi - 2P)$ szöget képez; ezért itt a palástfelületnek csak azon kisebb része érvényesül, mely ezen alkotó és rácsozott lap síkja között van; végre az $i = \frac{\pi}{2}$ esetben a kúp tengelye a rácsozott lap mentén lévén, az eloltási kúp palástfelületének fele érvényesül.

β) *Tetszőleges beesési szög mellett a visszaverődve-elhajlított sugár iránya minden tekintetben egészen tetszőleges legyen: akkor az elhajlított sugár, a polarizátor elforgatásával, általában véve részleges elsötétedést mutat, mely annál teljesebb, mennél közelebb halad a sugár az eloltás kúpjához és mennél közelebb áll a beesés szöge a polározási szöghöz; de az első körülmény befolyása általában véve jelentékenyebb, mint az utóbbié. Az elsötétedés minimumára beállított polarizátor polározási síkjának hely-*

zete közelítőleg megegyezik azzal, melynél az ugyanazon meridiánban az eloltási kúp mentén haladó sugár eloltódik.

Ha az elhajlított sugár a beesővel kb. 70° vagy kisebb szöget képez: a polarizátor forgatása közben az elsötétedés jóformán észrevehetetlen, bár az elhajlított sugár fényerőssége még igen jelentékeny lehet.

Összefoglalás. A 14—16. §§-okban részletezett tapasztalatokat a következő áttekinthető kifejezésben egyesíthetjük:

Bármily szög alatt essék síkban polározott fény üvegrácsra: a szabad szemmel észlelt visszaverődve-elhajlított sugarak közül a mindenkori beesési szöghöz tartozó eloltási-kúp mentén haladók a polarizátor elforgatása által elolthatók; az eloltó polarizátor polározási síkja a mindenkori meridiánsík normálisától jobbra vagy balra van elforgatva, a szerint, a mint a beesés síkja a meridián-síkjától jobbra vagy balra van elforgatva. Az eloltás a legteljesebb, ha a beesés szöge a rács anyagának polározási szögével egyenlő.

Minden más irányú sugár a polarizátor elforgatása közben csak részleges eloltást mutat, mely annál teljesebb, mennél közelebb van az elhajlított sugár a mindenkori eloltási-kúphoz; a fényminimumra beállított polarizátor polározási síkjának helyzete általában véve (közelítőleg) ugyanaz, mint a melynél az ugyan ezen meridiánsíkban az eloltási kúp mentén haladó sugár eloltódik. A részleges elsötétedés észrevehetetlen, ha a visszaverődve-elhajlított sugár a beesővel 70° vagy kisebb szöget képez.

Fontos jegyzet a merőleges beesésre nézve. Ez az utóbbi, a megelőző bekezdés végén kimondott tapasztalat normális incidenciánál minden meyszorítás nélkül áll; ugyanis az ezen esetben külön végzett megfigyeléseim szerint egyetlen egy visszaverődve-elhajlított sugár sem mutat észrevehető elsötétedést a polarizátor forgatása közben. (V. ö. a 13. §. utolsó bekezdését.)

III. RÉSZ.

Síkban polározott beeső fény: az elhajlított sugarak polározási azimutjának quantitativ megvizsgálása analizátorral.

A circumpoláris és az isoklinikus (parallel) polározás törvénye.

17. §. *Előzetes általános megjegyzések. A visszaverődve-elhajlított sugarak mind síkban polározottaknak tekinthetők.*

A következőkben az ezen rész címében nevezett megvizsgálást qualitative és quantitative végeztem; a qualitative megfigyelések a beesés szögének és a beeső fény polározási azimutjának tetszőleges változtatása mellett a létesíthető visszaverődve-elhajlított sugarak egész összességére kiterjedtek.

Előre bocsátom annak a ténynek felemlítését, hogy e sugarak mind, *általánosságban véve*, az analizátor kellő elforgatásával elolthatók, e szerint *síkban polározóvák*; az eloltás a legtöbb sugárra nézve teljesnek mondható; egyes sugarak eloltása ha nem is teljes, de majdnem teljes volt. Ezen tapasztalatból folyólag — s minthogy ezen vizsgálódás első sorban az itt várható törvényszerűségek általános keretének, jellemző fővonásainak megállapítását tűzte ki céljául — eltekintettem e néhány sugárnak igen csekély partiális vagy ellipszises polározásától és az összes sugarakat mint lineárisan polározottakat vizsgáltam és határoztam meg.

A quantitativ észleletek főleg azon — véleményem szerint legfontosabb — esetekre vonatkoznak, mikor a beesés szöge egyenlő az üvegrács anyaga polározási szögével és e mellett a beeső fény polározási azimutja 0 és $\frac{\pi}{2}$ között változik; továbbá a normális incidentia esetére; mindezekben az elhajlított sugarak egész complexumára kiterjednek.

Ezen quantitativ észleletek igen szép, részben nem is várt, általában véve pedig eddig ismeretlen, egyszerű, általános törvényszerűségek felismerésére vezettek, melyeknek a többi tetszőleges

beesési szögekre nézve felmerülő módosulataira a IV. rész qualitativ megfigyelései engednek következtetni.

Nem állíthatom, hogy e dolgozat czimében kifejezett vizsgálatot — még a felkarolt egyszerűbb vonatkozásaiban sem — minden tekintetben teljesen elvégeztem: de úgy gondolom, hogy az ezen jelenség-sorozatban megnyilatkozó általános tapasztalati szabályszerűségeket legalább főbb vonásaikban megállapíthattam; az idő folyamán a kiegészítések, a pótlások létesítése, vagy az elméleti értelmezés általánosítása nem fog nehézségekbe ütközni.*

E helyen csak legyen szabad megjegyeznem, hogy e III. részben felmerülő megfigyeléseim közül azok, melyeknél a fényerősség kielégítő volt, semmi nehézséget nem okoztak, míg a fény-gyenge sugarak quantitativ megvizsgálása nagy gondot és többszöri ismétlést igényelt (v. ö. a 9. §. IV. pontját). A megfigyelések a 7. és 8. §§-ban említett módon, akként történtek, hogy minden megfigyelésnél az eszköz polarizátora és analizátora szerepelt s ez utóbbinak forgatásával az elhajlított sugár eloltását létesítve, e helyzetéből a sugár polározási azimutját határoztam meg.

A) *A beesés szöge a rács üveganyagjának polározási szöge.*

18. §. *A beesés szöge a polározás szöge, a beeső fény polározási síkja merőleges a beesés síkjára. Experimentum crucis arra nézve, hogy az elhajlított fény nem keletkezhetik a szabályosan visszaverődött fényből. A circumpoláris polározás törvénye.*

Jelen dolgozat létesítésénél (v. ö. a 7. §. II. pontja bekezdését) meggondolásaim kiindulását azon kérdés fölvetése képezte, vajjon a РЭТНУ által az 1876. évben végzett észleleteim előtüntetésére használt sémában fellépő «*polártengely*», azaz az elhajlított sugarak polározási irányaira merőleges, meghatározott

* A folyó 1904. évi nyár folyamán a jelzett kiegészítéseket és pótlásokat oly terjedelemben végeztem, mely az itt, e III. részben közlött eredményeket számszerint is jelentékenyen felülmúlja; de azoknak a jelen dolgozatba leendő felvételétől azért állok el, mivel feldolgozásuk tetemes időt fog igénybe venni s jelen közlemény közrebocsátását nem akarnám tovább késleltetni.

irány -- mely a STOKES-GLAZEBROOK-féle felfogás szerint a rácsfelületen a rezgés állandó iránya volna -- tényleg létezik-e és vajjon létezését nagyszámú, a legkülönbözőbb irányokban haladó sugarak polározási irányaival ki lehet-e mutatni?

Hosszas gondolkodás, különböző elméleti és számítási próbálgatások és analógiák tekintetbe vétele után azon nézet gyökerezett meg bennem, hogy ily irány, ha egyáltalában létezik, azon tulajdonságot fogná mutatni, hogy a visszaverő rács felületéről ezen irány mentén haladó elhajlított sugár fény-erőssége zérus.

Ugyanis az ezen irány körül lévő sugarak polározási síkjairól az elméleti elhelyezést fölvéve: az ezen «polártengely» vagy «szilárd rezgési irány» mentén haladó sugár polározási síkja helyzetének bizonytalannak kellene lennie, mert valamennyi, e sugarat tartalmazó sík volna e polározási sík.

Ámde ily módon polározott sugár tapasztalatunk szerint nem létezik; de ha felvesszük, hogy e sugár fény-erőssége zérus: ez az ellentmondás megszűnnék, e nehézséget elhárítanók.

De már a 14. §-ban megismerkedtünk a síkban polározva beeső fényből keletkező oly elhajlított sugarak sorával, melyek a polarizátor kellő helyzeténél eloltódnak: a *főeloltási kúp* törvénye szerint; sőt az eloltási kúp szabályának megfelelőleg is vannak így eloltható sugarak (16. §.); ezekről a sugarakról vártam e szerint, hogy a mikor a polarizátor által egyenként eloltódnak: irányuk a mindenkori polártengely vagy fix rezgési irány legyen.

Ezen várandóság kvalitatív megvizsgálása céljából egy régi, JEDLIK-féle, 0·01252 mm. közü (kb. 0·004 mm. barázda-szélességű) *kör-körös* üvegrács vonalozott felületére a polározás szöge alatt (mely itt $56^{\circ}10'$ -ot tett ki) a beesés síkjára merőlegesen polározott AVER-fényt bocsátottam és analizátorral kezemben megfigyeltem a visszaverődve-elhajlított sugarakat, melyek a szabályosan visszaverődött, de most eloltott sugár körül egymásra következő, jól látható közös középponti ellipsises kúpokat, a felfogó ernyőn gyűrűket alkotnak.

A szabályosan visszaverődött sugár fényerőssége jóformán zérus lévén, polározási állapota sem volt megvizsgálható; ellenben egy fényes gyűrű mentén az analizátorral az óramutató járása sze-

rint úgy körülmenvé e sötét sugár iránya körül, hogy e mellett az észlelő szeme mindig a rács visszaverő helye felé tekintsen: a mindenkori elhajlított sugarat eloltó analizátort e közben szintén az óramutató járása mentén kellett forgatnom, úgy hogy a fényes gyűrű mentén egy teljes körülmenvetelt végezve, az elhajlított sugár polározási síkja is ez alatt teljes forgást mutatott.*

Ezen kísérletet számos más kör-körös üvegrácsal, még a 9. §. I. pontjában említettekkel is, ismételttem és mindig ugyanily jelenséget észleltem.

Ezek szerint már ezen. igen könnyen ismételtető qualitativ észleletek kimutatták nézetemnek helyességét; mindazonáltal, hogy ellenvetéseknek elejét vegyem, egyébként változatlan berendezés mellett a kör-körös rácsokat egyenesvonalú rácsokkal helyettesítettem, melyek a 8. §. II. pontja szerint szereltettek; különösen sokat használtam a 9. §. II. pontjában említettekét, de itt is mindig ugyanily jelenséget tapasztaltam.

Ezen jelenség két kérdésre nézve valóságos experimentum crucis:

a) Először is minden kétségen felül helyezi azt a tényt, hogy a visszaverődve-elhajlított sugarak nem keletkezhetnek a szabályosan visszaverődött sugárból, mivel az utóbbinak fényerőssége, akár vonalozott, akár sima felületről is verődjék vissza, jóformán elenyésző csekély, míg az elhajlított sugarak erőssége igen jelentékeny lehet, különösen e sötét sugártól való nagyobb szögtávolságban. E szerint, ha a beérkező sugár visszaverődését és elhajlítását egymástól külön végbemenő folyamatoknak vennők,**

* E jelenséget először 1903. február hó 11-én délután 6 óra körül ismertem fel teljes biztossággal; de ekkor THAN KÁROLY akadémiai osztályelnök MARKUSOVSKY-féle előadásait az elméleti kémia haladásáról volt megkezdendő és ebben részt vettem; befejezése után azonban visszatértem dolgozó szobámba s többször ismételttem a kísérletet, mely mindig ugyanazt a jelenséget mutatta.

** STOKES, i. h. p. 319, az átmenő, elhajlított fény észlelt polározás-azimutjait az ϵ cosinus-törvényével, FRESNEL-nek a rezgés irányára vonatkozó felvételével és azon feltevással állítja elő, hogy a rácsozott felület felé haladó fény, *mielőtt* a barázdákhoz érkezik, elemi hullámokra oszlik szét, melyek csak azután a közönséges geometriai optika törvényei szerint szen-

azt kellene mondanunk, hogy a fény, *mielőtt* a barázdákhoz érkeznék, elhajlást szenved és csak azután visszazерődést.

Minthogy azonban kísérleti tapasztalataim arra vezettek, hogy a visszazерődés és az elhajlás folyamatát egymástól elválaszthatatlan, egyszerre, egymással lefolyó egy folyamatnak tekintsem s minthogy e tárgyra később részletesen kell majd rátérnem (34. §., 35. §. utolsó bekezdése): jelenleg csak e fent érintett tény megállapítására szorítkozom.

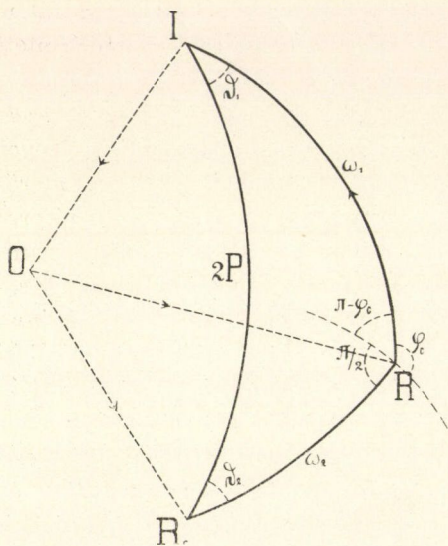
b) Minden kétségen felül helyezi e jelenség, hogy *ezen esetben* RÉTHY felfogása *formai eredményében* a tapasztalatban fényes igazolásra talál; a «*polártengely*» itt a szabályosan visszazерődött sötét sugár; az elhajlitott sugarak polározási irányai erre eléggé közelítőleg merőlegesek, miként ezt a következő §. számadatai quantitative is mutatják. Másrészt szem előtt tartva a STOKES-GLAZEBROOK-féle felfogást: az ott szereplő «*fix rezgési irány*» a jelen esetben a szabályosan visszazерődött, sötét sugár haladási iránya volna; *ez az irány azonban itt nem más, mint a szabályosan törött sugár rezgési iránya*, mert a *P* beesés szög mellett a beesés síkjára merőlegesen polározott fényből keletkező törött sugár haladási iránya merőleges a visszazерődöttre és FRESNEL szerint rezgése e sugárra merőlegesen, a beesés síkjában történik; e szerint e jelenség a STOKES-GLAZEBROOK-féle felfogásnak nemcsak formai eredményében, hanem physikai értelmezése szerint is szintén fényes igazolása. Azon tapasztalati tényekről, melyek úgy az egyszerű RÉTHY-féle, mint a STOKES-GLAZEBROOK-féle értelmezéssel áthidalhatatlan ellentétben állanak, a 25., 26., 27. §§-okban leszen szó.

Az elhajlitott sugarak polározási síkjainak ezen esetben mutatkozó, sajátos eloszlása igen nagy analogiát mutat a circumpoláris csillagoknak a sarkesillag körüli látszólagos járásával, ezért ezen jelenséget, a benne jelentkező törvényszerűséget a *circumpoláris polározás törvényének* nevezem.

vednek törést, mely egész folyamatot STOKES *irregularis törés*-nek nevez (v. ö. a 2. §. utolsó bekezdését).

19. §. A circumpoláris polározást igazoló quantitativ adatok. III_a. táblázat. A törvény projectiv előtűntetése. Harmadik vetületi rajz.

A következő III_a. táblázatban azon észlelési adatok eredményei vannak felsorolva, melyeket a PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett, 0.5 mm. és 0.001159 mm. közü rács segélyével végeztem.



7. ábra.

Benne a ϑ és ω a mindenkori visszaverődve-elhajlított sugár OR irányának gömbi coordinátáit jelentik (7. ábra); közelebb-ről pedig, a ϑ_1 , ω_1 szög-coordináták az IO beeső sugártól és az IOR_0 beesés síkjától akként számítódnak, hogy ϑ_1 az IOR_0 beesés síkja és az IOR mindenkori meridián közötti szög, mely *positív*, ha az OR az ábrára tekintő szemre nézve e sík-

tól *jobbra* elforgatottnak látszik; továbbá ω_1 az IO beeső és az OR elhajlított sugár közötti szög, mely az R mindenkori meridiánjában fekszik.

Hasonlóképen ϑ_2 és ω_2 ugyanezen OR elhajlított sugár gömbi coordinátái az OR_0 szabályosan visszaverődött sugárra vonatkozólag; ϑ_2 *positív*, ha ϑ_1 *positív* és megfordítva.

Végre φ jelenti a mindenkori visszaverődve-elhajlított OR sugár polározási azimutját a mindenkori hozzátartozó meridiánhoz képest; e mellett az

$$\# \# , \# \# , \# \# , \# \# , \# \# ; \varphi , \dot{\varphi} , \ddot{\varphi} ; \varphi , \varphi , \varphi ,$$

jelek ugyanazon jelentéssel bírnak, mint a 11. §-ban.







III_a. TÁBLÁZAT.

A circumpoláris polározás törvényéhez.

A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

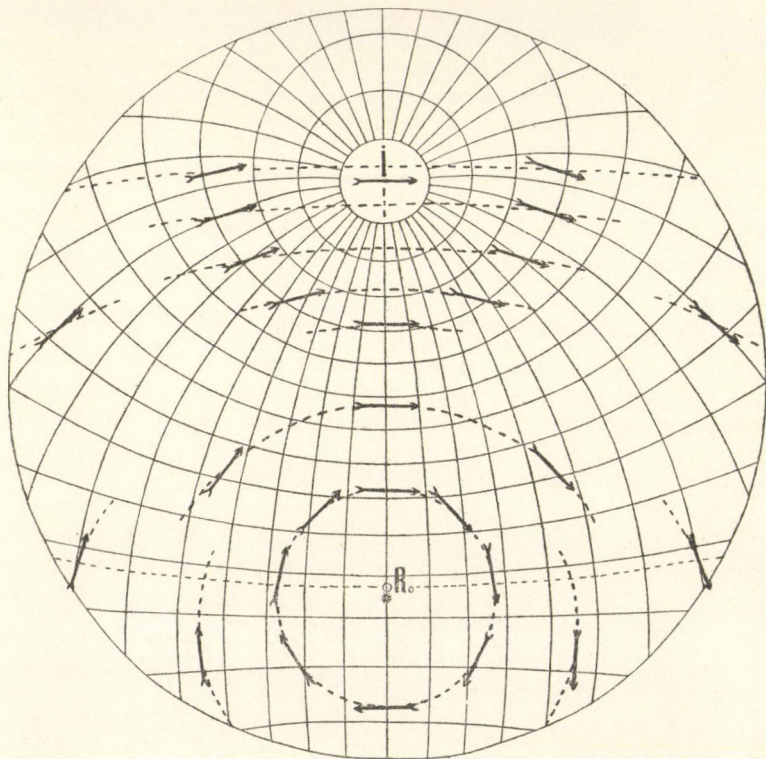
A beeső fénynyaláb polározási síkja merőleges a beesés síkjára.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp 0.5 mm. és 0.001159 mm. közü rácsról vissza-
verődve-elhajlított sugarak megfigyelt polározási azimutjainak középértéke.

θ_1	ω_1	θ_2	ω_2	 φ	 ψ	 ζ	 φ^*	 ψ^*	 ζ^*	Közép- érték φ
00°0	87°5	00°0	25°0	91°3	91°7	91°5	91°0	91°5	91°3	91°4
+ 17.4	94.1	+ 45.0	25.0	141.1	140.8	141.0	142.1	138.1	140.1	140.6
+ 26.8	110.3	+ 90.0	25.0	175.3	174.4	174.9	177.8	169.8	173.8	174.4
+ 22.5	128.5	+ 135.0	25.0	205.2	205.3	205.3	210.4	199.4	204.9	205.1
00.0	137.5	+ 180.0	25.0	265.8	265.8	265.8	265.1	265.4	265.3	265.6
- 22.5	128.5	+ 225.0	25.0	333.3	332.5	332.9	338.8	327.6	333.2	333.1
- 26.8	110.3	+ 270.0	25.0	366.9	365.2	366.1	372.3	362.1	367.2	366.7
- 17.4	94.1	+ 315.0	25.0	401.0	398.9	400.1	402.6	397.3	400.0	400.0
+ 45.0	37.5	+ 25.6	84.6	135.3	133.8	134.6	138.9	138.2	138.6	136.6
+ 45.0	87.5	+ 66.3	50.5	152.1	147.9	150.0	160.3	157.4	158.9	154.5
+ 45.0	127.5	+ 121.8	40.8	183.0	182.7	182.9	188.1	180.9	184.5	183.7
+ 70.9	37.5	+ 35.2	96.4	157.9	155.3	156.6	164.1	162.3	163.2	159.9
+ 70.0	112.5	+ 115.0	64.0	172.1	161.8	167.0	176.6	174.0	175.3	171.2
00.0	37.5	00.0	75.0	91.5	90.7	91.1	90.8	90.7	90.8	91.0
- 45.0	37.5	- 25.6	84.6	408.8	407.2	408.0	402.9	401.8	402.4	405.2
- 45.0	87.5	- 66.3	50.5	390.7	387.8	389.3	385.6	382.3	384.0	386.7
- 45.0	127.5	- 121.8	40.8	354.6	353.5	354.1	359.3	348.3	353.8	354.0
- 70.0	37.5	- 35.2	96.4	385.7	384.5	385.1	379.6	377.6	378.6	381.9
- 70.0	112.5	- 115.0	64.0	372.3	375.9	374.1	366.4	361.1	363.8	369.0
- 90.0	37.5	- 39.7	107.7	369.0	367.1	368.1	262.2	360.0	361.1	364.6
- 90.0	77.5	- 78.4	94.8	374.8	368.4	371.6	361.4	358.3	359.9	365.8
- 105.0	37.5	- 41.2	116.7	354.3	355.2	354.8	348.7	346.5	347.6	351.2
+ 90.0	37.5	+ 39.7	107.7	172.3	176.7	174.5	180.7	182.1	181.4	178.0
+ 90.0	77.5	+ 78.4	94.8	168.1	170.2	169.2	180.2	182.8	181.5	175.4
+ 105.0	37.5	+ 41.2	116.7	189.4	190.8	190.1	194.9	195.7	195.3	192.7

Az adatok általánosságban véve az ötödik és hatodik, a nyolczadik és kilenczedik rovatban egymás között helyenként nagyobb különbséget mutatnak, mint a melyet észlelési hibáknak lehetne tulajdonítani. A *hetedik* és a *tizedik* rovat középterékei általában véve jobban mutatják a rácsozás közének befo-

A circumpoláris polározás törvénye.



Harmadik vetületi rajz.

lyását, mely itt kétségtelenül megnyilatkozik, mert nagyobb, mint a megengedhető megfigyelési hibák; de bajos volna ennek szabályosságát megállapítani. Mindazonáltal ezen eltérések aránylag csekélyek és nem változtathatják meg a jelenség typusát; a tizenegyedik oszlop középterékei pedig a hetedik és tizedik rovat értékeiből eredvén, ezektől szintén nem nagy mértékben térnek el.

Ezen utolsó rovat értékei felhasználásával készült a harmadik vetületi rajz, melynek hálózata a 12. §-ban említett stereographikus projectióban, a beeső sugár átdöfési pontjára, mint pólusra vonatkozólag, mutatja a $\vartheta_1 = \text{const.}$ meridiánok és az $\omega_1 = \text{const.}$ párhuzamos körök rendszerét. A mindenkori megfigyelt visszaverődve-elhajlított sugár átdöfési helyén rajzolt nyíl a hozzátartozó észlelt polározási irányt jelzi; a rajz ezen irányok circumpoláris elrendezését világosan elötünteti.

A vonalkázva húzott ívek a szabályosan visszaverődött OR_0 sugár R_0 átdöfési helye mint pólus körül szerkesztett párhuzamos körök, melyek az észlelt elhajlított sugarak helyein haladnak át: ha a polározási irányok az OR_0 sugárra szigorúan merőlegesek volnának: a nyilak a mindenkori párhuzamos kör érintője mentén haladnának; az ettől való eltérésekre nézve v. ö. a következő §-t.

20. §. *A circumpoláris polározás quantitativ adatainak pontos összehasonlítása az egyszerű Réthy-féle és a Stokes-Glazebrook-féle értelmezés szigorú követelményeivel. A meggyezés általánosságban véve fennáll.*

A czímben mondott felfogások szerint az elhajlított sugarak polározási irányainak a szabályosan visszaverődött, sötét OR_0 sugárra merőlegeseknek kell lenniök, azaz merőlegeseknek a mindenkori $\widehat{R_0R}$ ívre (7. ábra). Ámde ekkor ezen irány és a mindenkori \widehat{IR} meridiánsíkja közötti $\varphi_c = \varphi_{calc.}$ szög az IR_0R gömbi háromszög adatai segítségével könnyen kifejezhető és így e számításból folyó elméleti érték a megfigyelés adataival közvetlenül összehasonlítható.

Mielőtt az erre szolgáló formulát felírnök, meg kell jegyeznünk, hogy az OR sugárnak rendesen ϑ_1, ω_1 , vagy ϑ_2, ω_2 coordinátái ismertek; a többi kettőnek az ismerete részben szükséges (a másik ϑ -é), részben ellenőrzés céljából kívánatos (a másik ω -é).

Az első esetben áll:

$$\left. \begin{aligned} \cos \omega_2 &= \cos 2P \cos \omega_1 + \sin 2P \sin \omega_1 \cos \vartheta_1; \\ \sin \vartheta_1 \cotg \vartheta_2 &= \cotg \omega_1 \sin 2P - \cos 2P \cos \vartheta_1. \end{aligned} \right\} 1)$$

A második esetben:

$$\left. \begin{aligned} \cos \omega_1 &= \cos 2P \cos \omega_2 + \sin 2P \sin \omega_2 \cos \vartheta_2; \\ \sin \vartheta_2 \cotg \vartheta_1 &= \cotg \omega_2 \sin 2P - \cos 2P \cos \vartheta_2. \end{aligned} \right\} 2)$$

Vége

$$\cos\left(3\frac{\pi}{2} + \varphi_c\right) = -\cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2 + \sin \vartheta_1 \sin \vartheta_2 \cos 2F,$$

azaz:

$$\sin \varphi_c = \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2 - \sin \vartheta_1 \sin \vartheta_2 \cos 2P. \quad 3)$$

A III_a . és III_b . táblázatokban felsorolt sugarak közül az első nyolczat az OR_o szabályosan visszaverődött sugár körül szymmetrikusan fekvőnek választottam; ezekre nézve ϑ_2 és ω_2 volt adva és ezekből ϑ_1 és ω_1 -t számítottam; a többi tizenhét sugarat úgy választottam, hogy a félgömbön a lehetőség szerint egyenletesen legyenek eloszolva; ezekre nézve ϑ_1 és ω_1 volt adva; belőlük számítottam ϑ_2 -, ω_2 -t; végre valamennyi sugárra nézve a 3)-ból a φ_c -t. (Lásd táblázat 275. lap.)

A III_p . táblázat előtűnteti az összehasonlítás számbeli eredményeit: az első két rovat tartalmazza a mindenkor észlelt elhajlított sugár irányának szög-coordinátáit az R_o -pólusra vonatkoztatva; a harmadik a $\varphi_c = \varphi_{calc}$. a hozzátartozó, 3) alapján számított, elméletileg várható polározási azimutot; a negyedik és ötödik rovat előtűnteti azon különbséget, mely e számított érték és az egyik rácsozás, illetve a másik rácsozás két-két ellentett irányú helyzeténél felmerülő elhajlított sugarak polározási azimutjai középértéke között létesül, hol e szerint a $\dot{\varphi}$ és $\dot{\varphi}^*$ értékek a III_a . táblázat hetedik és tizedik oszlopának adatai; ugyane táblázat tizenegyedik oszlopa értékei és a φ_{calc} . közötti különbség alkotja a III_b . táblázat utolsó rovatát.

A jelentkező eltérések közül vannak jelentékenyek is; e táblázat utolsó három rovatának egyike sem ment ily látszólagos szabálytalanságotól; de a *nagyobb mérvű eltérések* az utolsóelőtti oszlopban lépnek fel és a *szűkebb rácsozás létesítette elhajlított sugarakra vonatkoznak*.

Ámde mindezen eltérések nem torzíthatják el lényegesen a polározási irányok általános törvénye típusát, a circumpoláris polározás szabályát; ezt különösen a harmadik stereographikus rajz mutatja, mely, bár a nagyobb mérvű eltéréseket is szemléltetővé teszi, e törvény fennállását általánosságban minden kétségen kívül helyezi.

III_b. TÁBLÁZAT.

A circumpoláris polározás törvényéhez.

A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

A beeső fénynyaláb polározási síkja merőleges a beesés síkjára.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett 0.5 mm. és 0.001159 mm. közü rácstról visszazerődve-elhajlított sugarak észlelt polározási azimutjainak az egyszerű RÉTHY-féle és a STOKES-GLAZEBROOK-féle felfogással való quantitativ összehasonlítása.

A felvett polártengely (fix irány) a szabályosan visszazerődött, elottott sugár iránya; szög-coordinátái: $\vartheta_1=0$; $\omega_1=112^{\circ}5$.

ϑ_2	ω_2	$\varphi_{calc.}$	$\varphi-\dot{\varphi}_{calc.}$	$\varphi-\varphi_{calc.}^*$	Középtérték: $\varphi-\varphi_{calc.}$
00.0	25.0	90.0	- 1.5	- 1.3	1.4
+ 45.0	25.0	130.9	- 10.1	- 9.2	- 9.7
+ 90.0	25.0	170.1	- 4.8	- 3.7	- 4.3
+ 135.0	25.0	213.4	+ 8.1	+ 8.5	+ 8.3
+ 180.0	25.0	270.0	+ 4.2	+ 4.7	+ 4.4
+ 225.0	25.0	326.7	- 6.2	- 6.5	- 6.4
+ 270.0	25.0	369.9	+ 3.8	+ 2.7	+ 3.2
+ 315.0	25.0	409.1	+ 9.1	+ 9.1	+ 9.1
+ 25.6	84.6	131.0	- 3.6	- 7.6	- 5.6
+ 66.3	50.5	147.9	2.1	- 11.0	6.6
+ 121.8	40.8	188.2	+ 5.3	+ 3.7	+ 4.5
+ 35.2	96.4	150.9	- 5.7	12.3	9.0
+ 115.0	64.0	169.7	+ 2.7	5.6	- 1.5
00.0	75.0	90.0	- 1.1	- 0.8	1.0
- 25.6	84.6	409.0	+ 1.0	+ 6.6	+ 3.8
- 66.3	50.5	392.2	+ 2.9	+ 8.2	+ 5.5
- 121.8	40.8	351.8	- 2.3	- 2.0	- 2.2
- 35.2	96.4	389.1	+ 4.0	+ 10.5	+ 7.2
- 115.0	64.0	370.5	- 3.6	+ 6.7	+ 1.5
- 39.7	107.7	374.2	+ 6.1	+ 13.1	+ 9.6
- 78.4	94.8	382.0	+ 10.4	+ 22.1	+ 16.2
- 41.2	116.7	362.8	+ 8.0	+ 15.2	+ 11.6
+ 39.7	107.7	165.9	- 8.6	- 15.5	- 12.1
+ 78.4	94.8	158.0	- 11.2	- 23.5	- 17.4
+ 41.2	116.7	177.2	- 12.9	- 18.1	- 15.5

Az eltérések részben a rácsozás barázdái befolyásának, részben és pedig elég határozottan azon körülménynek tulajdonítandók, hogy a *főpolárkúp törvénye* itt is érvényesül, 10. §., azaz, bármily természetű is legyen ezen esetben a beeső fény, a beesővel $2F$ szöget képező elhajlított sugarak a mindenkori meridiánsíkban vannak polározva. Rajzunkból részben közvetlen megfigyelések, részben könnyen végezhető interpolatiók szerint a főpolárkúp törvényének érvényessége kiderül; e törvény a circumpolaritás törvényével együttesen lépvén fel, az utóbbtól tapasztalt eltéréseknek nagy részben az okozója.

Nem tudom, vajjon e tárgyra vonatkozó tapasztalataink már megérették-e meghatározott hypothesis alapján kifejtendő elméletre; de bármilyen is legyen az utóbbinak formulázott eredménye: kell, hogy szóban forgó esetünkben benne mint *főtag* a circumpolaritás törvénye nyerjen kifejezést.

21. §. *A beesés szöge a rács üveganyagának polározási szöge; a beeső fény polározásának síkja a beesés síkjával 105° -ot, illetve 75° -ot képez. Aszimmetrikus, teljes circumpolározás. IV_a . és V_a . táblázat. Negyedik vetületi rajz.*

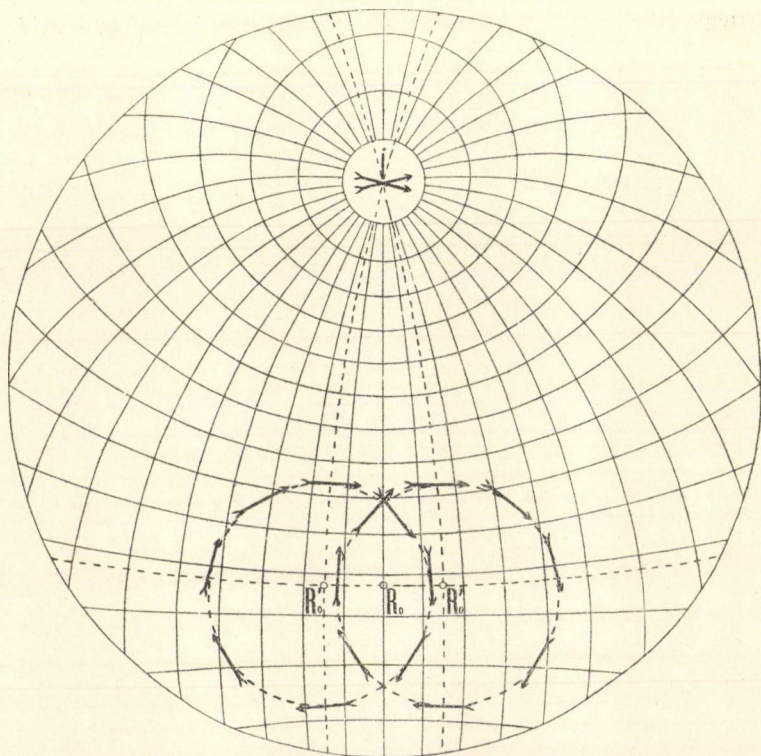
A 18. §. elején a «*változatlan irányra*» nézve kifejezett gondolatom a 18—20. §§. esetében oly szépen válván be: megkísérlettem ugyane beesés szöge mellett a beeső fény polározási azimutjának változtatásánál felmerülő visszaverődve-elhajlított sugarak megvizsgálását; sejtelmem helyessége esetében a főeloltási kúp azon alkotójának az iránya volna a várandó változatlan, fix irány vagy polártengely, mely alkotó menti elhajlított sugár a beeső fény adott azimutjánál eloltódik. Ez az irány a 15. §. II. táblázatából azonnal kivehető; egyszersmind azt is látjuk belőle, hogy a mikor a beeső fény polározási síkja a beesés síkjának normálisától 20° -nál nagyobb szöggel nem tér el: a főeloltási kúp menti mindenkori eloltott sugár iránya nem nagyobb, mint kb. $0^\circ 5$ szöggel tér el a beeső fény polározási síkjára merőleges meridiántól.

Mínt hogy pedig a jelzett megfigyelési célra oly beeső fényt használtam, melynek polározás síkja a beesés síkjával 105° -ot, más ízben 75° -ot képezett: a várandó «*változatlan irány*» a főpolárkúp menti azon OR'_0 alkotó volt, mely a szabályosan vissza-

verődött sugártól egy izben a *jobbra*, más izben a *balra* kb. 15° -al számított meridiánban fekszik.

Quantitativ észleleteimet ezen irányok közül symmetrikusan fekvő nyolcz-nyolcz elhajlított sugárra nézve végeztem; meg-

Asymmetrikus, teljes circumpolaritás.



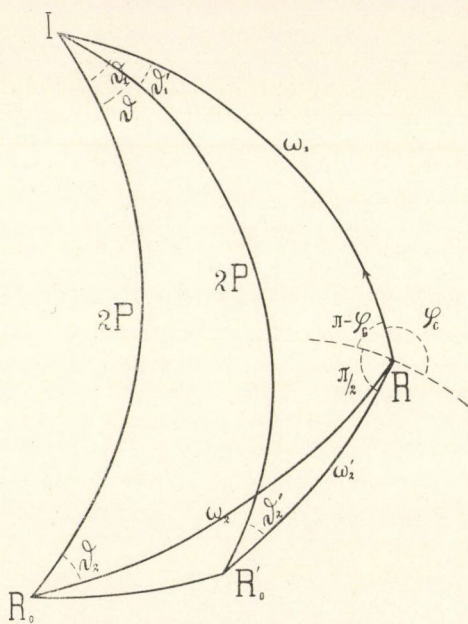
Negyedik vetületi rajz.

figyeléseim sejtelmem teljes helyességét bizonyítják, mint ezt az alább közlött IV_a . és V_a . táblázatok és a negyedik stereographikus rajz mutatja, melyen R_0 a szabályosan visszaverődött sugár, R'_0 és R''_0 az említett, felvett polártengelyek átdőfési pontjait jelzik.

Megfigyeléseim ezek szerint ezen esetben is félreismerhetetlenül igazolják a circumpolaritás fennállását, és pedig általában véve ugyanolyan közelítéssel, mint a beesés síkjára merőle-

gesen polározott beeső fény esetében; e törvényt e szerint érvényesnek kell tekintenünk oly esetekben is, mikor a beeső fény polározási síkja a beesés síkjával 75° — 105° közötti szögben képez.

Az idetartozó különböző beesési azimutok mellett végzett kvalitatív megfigyelések ezen állítás helyességét megerősítik, de a negyedik vetületi rajzban csak a kvantitatív megfigyelések, a



8. ábra.

IV_a. és *V_a*. táblák utolsó rovatai vannak értékesítve, nehogy több polározási irány felrajzolásával a képet bonyolítsam.

A táblák és a 8. ábra ϑ_1 és ω_1 szögkoordinátái az \overline{OI} -től és IR_0 -tól, ϑ'_1 az IR'_0 -tól, ϑ_2 , ω_2 az OR_0 -tól, ϑ'_2 és ω'_2 az OR'_0 -tól számíthatók, mely utóbbi az említett fix irány, az eloltási főkúpnak idetartozó alkotója; a többi rovat jelentése ugyanolyan, mint a *III_a*. tábla ugyanily nevű rovatai-é; ϑ a beeső fény polározási azimutjának a 90° -on felüli növekménye.

IV_a. és V_a. TÁBLÁZAT.

Az asymmetrikus, teljes circumpolaritás.

A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett 0.5 mm. és 0.001159 mm. közötti rácsról visszaverődve-elhajlított sugarak megfigyelt polározási azimutjainak középértékei.

IV_a. A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjával 105° -ot képez: $\vartheta=+15^{\circ}$.

ϑ_1'	ω_1	ϑ_2'	ω_2'							Közép- érték
				φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
00°0	87°5	00°0	25°0	92°1	93°1	92°6	93°6	94°9	94°3	93°5
+17.4	94.1	45.0	25.0	135.9	133.6	134.8	139.7	136.5	138.1	136.5
+26.8	110.3	90.0	25.0	167.9	166.2	167.1	171.4	164.5	168.0	167.6
+22.5	128.5	135.0	25.0	205.6	208.6	207.1	206.4	192.9	199.7	203.4
00.0	137.5	180.0	25.0	269.0	269.8	269.4	266.8	274.6	270.7	270.1
-22.5	128.5	225.0	25.0	329.4	329.7	329.6	335.3	320.3	327.8	328.7
-26.8	110.3	270.0	25.0	363.1	364.0	363.6	367.7	360.1	363.9	363.8
-17.4	94.1	315.0	25.0	403.7	396.8	400.3	406.5	401.8	404.2	402.3

V_a. A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjával 75° -nyi szöget képez: $\vartheta=-15^{\circ}$.

ϑ_1'	ω_1	ϑ_2'	ω_2'							Közép- érték
				φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
00°0	87°5	00°0	25°0	90°4	89°3	89°9	88°5	87°2	87°9	88°9
+17.4	94.1	45.0	25.0	143.0	140.2	141.6	139.4	134.8	137.1	139.4
+26.8	110.3	90.0	25.0	177.1	176.6	176.9	180.0	172.5	176.3	176.6
+22.5	128.5	135.0	25.0	208.2	207.3	207.8	215.7	200.2	207.9	207.9
00.0	137.5	180.0	25.0	260.5	267.6	264.1	268.9	262.0	265.5	264.8
-22.5	128.5	225.0	25.0	324.2	329.5	326.9	343.0	330.9	337.0	332.0
-26.8	110.3	270.0	25.0	372.0	370.8	371.4	378.1	368.5	373.3	372.4
-17.4	94.1	315.0	25.0	411.6	404.9	408.3	407.6	401.9	404.8	406.6

22. §. *Folytatás: A IV_a . és V_a . táblák számértékeinek a szigorú circumpolaritás törvényével való összehasonlítása; IV_b . és V_b . táblázat.*

A 8. ábra rajza szerint a ϑ_1' , ω_1 ; ϑ_2' , ω_2' és a φ_c szögek közötti összefüggések minden tekintetben ugyanazok, mint a 7. ábrán a ϑ_1 , ω_1 ; ϑ_2 , ω_2 ; φ_c mennyiségek között; e szerint a 20. §. eljárását itt is alkalmazva, a számítás mechanizmusa:

$$\left. \begin{aligned} \cos \omega_1 &= \cos 2P \cos \omega_2' + \sin 2P \sin \omega_2' \cos \vartheta_2'; \\ \sin \vartheta_2' \cotg \vartheta_1' &= \cotg \omega_2' \sin 2P - \cos 2P \cos \vartheta_2'; \\ \sin \varphi_c &= \cos \vartheta_1' \cos \vartheta_2' - \sin \vartheta_1' \sin \vartheta_2' \cos 2P. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Ennek segélyével a czimben mondott összehasonlítás azonnal végezhető. Az így létesült IV_b . és V_b . számtáblák szerkezete megegyezik a 20. §. III_b . számtábláéval; sőt még a felmerülő eltérések is, nagy általánosságban, ugyanolyan menetet mutatnak, a nélkül azonban, hogy a rácsozás köze befolyását számbelileg pontosan megállapítani lehetne. (Lásd táblázat 281. lap.)

23. §. *A beesés szöge a rács üveganyagának polározási szöge: A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjával 45° -ot képez. Partialis, asymmetrikus circumpolaritás. A IV_a . táblázat. Ötödik vetületi rajz.*

A 18. §-ban említett sejtelmemet — mely a 18—22. §§-okban oly szép igazolásra talált — még tovább kipróbálandó: a czimben jelzett viszonyok között végeztem megfigyeléseket, melyeknek be rendezése és menete a III_a ., IV_a ., V_a . táblázatokban foglaltakéval egyező.

Az ezen esetben várható változatlan, fix irány vagy polártengely a főpolár- (vagy főeloltási-) kúp azon OR_o' alkotója volna, melynek mentén haladó elhajlított sugár eloltódik, mikor a beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjával 45° -ot képez; ez pedig a II. táblázat adatai szerint az az alkotó, mely a beesés síkjával kb. $\vartheta = -61^\circ$ -nyi szöget képez.

A VI_a . táblázatban a jelölések a IV_a . és V_a . táblázatokéval és a 8. ábráéval egyezők; csak hogy itt $\vartheta = -61^\circ$ az OR_o' -ra nézve; e tábla az idetartozó quantitativ adatokat tartalmazza; csak négy adat, melynek vonalai () zárójelekben vannak, qualitativ természetű, mert kisebb számú leolvásosokból képezettek.

IV_b. és V_b. TÁBLÁZAT.

Az asymmetrikus, teljes circumpolaritás.

A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett 0.5 mm. és 0.001159 mm. közötti rácsról visszaverődve-elhajlított sugarak észlelt polározási azimutjainak az egyszerű RÉTHY-féle és a STOKES-GLAZEBROOK-féle felfogással való quantitativ összehasonlítása.

IV_b. A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjával 105° -nyi szöget képez:

A supponált polártengely (fix irány) szögkoordinátái:
 $\vartheta = +15^{\circ}0$; $\omega_1 = 112^{\circ}5$.

ϑ_2'	ω_2'	φ calc.	$\varphi - \dot{\varphi}$ calc.*	$\varphi - \varphi^*$ calc.*	$\varphi - \varphi$ calc.
00 ^o 0	25 ^o 0	90 ^o 0	-2 ^o 6	-4 ^o 3	-3 ^o 5
45 ^o 0	25 ^o 0	130 ^o 9	-3 ^o 9	-7 ^o 2	-5 ^o 6
90 ^o 0	25 ^o 0	170 ^o 1	+3 ^o 0	+2 ^o 1	+2 ^o 6
135 ^o 0	25 ^o 0	213 ^o 4	+6 ^o 3	+13 ^o 7	+10 ^o 0
180 ^o 0	25 ^o 0	270 ^o 0	+0 ^o 6	0 ^o 7	-0 ^o 1
225 ^o 0	25 ^o 0	326 ^o 7	-2 ^o 9	-1 ^o 1	-2 ^o 0
270 ^o 0	25 ^o 0	369 ^o 9	+6 ^o 3	+6 ^o 0	+6 ^o 2
315 ^o 0	25 ^o 0	409 ^o 1	+8 ^o 8	+4 ^o 9	+6 ^o 9

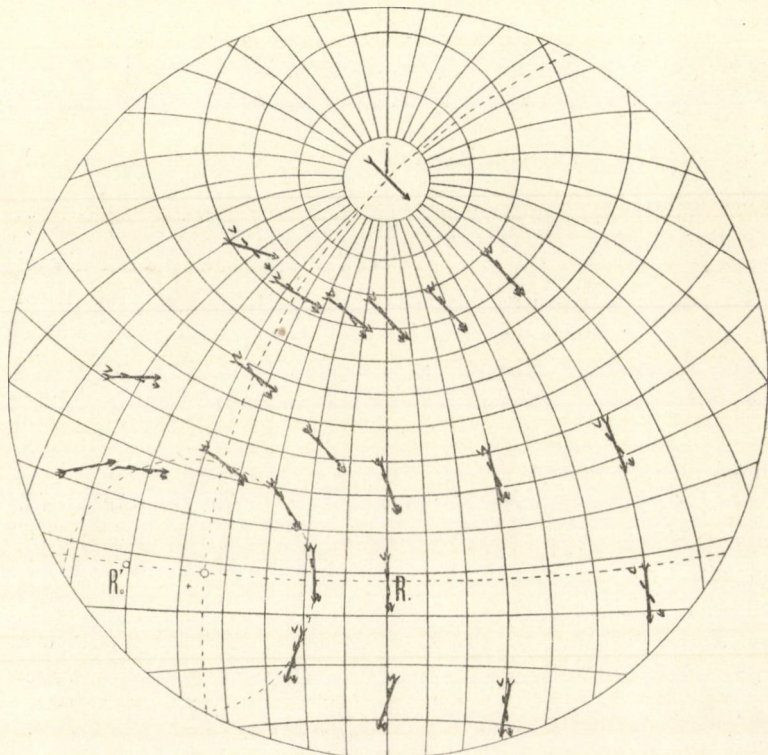
V_b. A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjával 75° -nyi szöget képez:

A supponált polártengely (fix irány) szögkoordinátái:
 $\vartheta = -15^{\circ}0$; $\omega_1 = 112^{\circ}5$.

ϑ_2'	ω_2'	φ calc.	$\varphi - \dot{\varphi}$ calc.*	$\varphi - \varphi^*$ calc.*	$\varphi - \varphi$ calc.
00 ^o 0	25 ^o 0	90 ^o 0	+0 ^o 1	+2 ^o 1	+1 ^o 1
45 ^o 0	25 ^o 0	130 ^o 9	-10 ^o 7	6 ^o 2	-8 ^o 5
90 ^o 0	25 ^o 0	170 ^o 1	-6 ^o 8	6 ^o 2	-6 ^o 5
135 ^o 0	25 ^o 0	213 ^o 4	+5 ^o 7	+5 ^o 5	+5 ^o 6
180 ^o 0	25 ^o 0	270 ^o 0	+5 ^o 9	+4 ^o 5	+5 ^o 2
225 ^o 0	25 ^o 0	326 ^o 7	-0 ^o 2	-10 ^o 3	-5 ^o 3
270 ^o 0	25 ^o 0	369 ^o 9	-1 ^o 5	-3 ^o 4	-2 ^o 5
315 ^o 0	25 ^o 0	409 ^o 1	+0 ^o 8	+4 ^o 3	+2 ^o 6

Úgy a VI_a. táblázat, mint az ötödik vetületi rajz mutatja, hogy ezen esetben teljes circumpolaritás nem volt észlelhető, csak *partiális*; mindazonáltal itt is legalább főbb vonásaiban jelentkezik az az általános szabályszerűség, hogy az elhajlított sugarak polározási irányai nagyjában merőlegesek a főlóttási kúp emli-

Partiális, asymmetrikus circumpolározás.



Ötödik vetületi rajz.

tett OR'_0 alkotójára. Ugyanis az ötödik vetületi rajz kihúzott nyilai az elhajlított sugarak észlelt polározási irányait, vonalkázott nyilai az OR'_0 alkotóra merőleges irányait jelzik; pontozva húzott kis köre pedig, melynek pólusa a $\vartheta = -45^\circ$ szöget a beesés síkjával képező elóttási alkotó átdőfési helye, igen jelentékeny mértékben tér el a nevezett polározási irányoktól.

24. §. *Folytatás: A VI_a. táblázat számértékeinek a szigorú circumpolaritás törvényével való összehasonlítása. VI_b. táblázat. Jelentékenyebb eltérések.*

A 21. §. 8. ábrája a jelen esetben minden tekintetben érvényes; a jelölés is egyező; csak hogy itt a ϑ_1' és az ω_1 a választott, ϑ_2' , ω_2' , φ_c a meghatározandó adatok, úgy, hogy a számítás mechanizmusa:

$$\left. \begin{aligned} \cos \omega_2' &= \cos 2P \cos \omega_1 + \sin 2P \sin \omega_1 \cos \vartheta_1'; \\ \sin \vartheta_1' \cotg \vartheta_2' &= \sin 2P \cotg \omega_1 - \cos 2P \cos \vartheta_1'; \\ \sin \varphi_c &= \cos \vartheta_1' \cos \vartheta_2' - \sin \vartheta_1' \sin \vartheta_2' \cos 2P; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

mely a jelzett összehasonlítást azonnal lehetővé teszi. (Lásd táblázat 285. lap.)

A VI_b. táblázat szerkezete mindenben egyezik a IV_b. és V_b. táblák szerkezetével; a megfigyelések eltérései az elméleti adatoktól, különösen nagyobb ω_2' -kre nézve igen jelentékenyek; mindazonáltal még ezek sem képesek a jelenség circumpoláris típusát eltörölni, bár a \overline{OR}'_o iránynak az észlelési tér határához való közelségénél fogva csak partiális circumpolaritás figyelhető meg, minthogy az \overline{OR}'_o -hez közel haladó sugarak fényerőssége általában véve igen csekély.

De itt is, miként az előbbi észleleteknél, a *főpolárcúp törvénye* érvényesül; ezt a jelen esetben a közvetlen megfigyelések és a könnyen végezhető interpolatiók bizonyítják; de az ötödik vetületi rajz is világosan igazolja.

Jegyzet: Nem fölösleges talán az a megjegyzés, hogy ha csak az egy-egy meridián mentén végezett megfigyelések alapján végeznők a polártengely meghatározását, miként azt RÉRNY idézett dolgozatában, a beesés síkjában az 1876. évben végzett észleleteim alapján tette (és akkor ezt nem is lehetett volna másként tenni): minden egyes meridiánhoz tartozó megfigyelések más-más, egymástól igen jelentékeny mértékben eltérő fix irányokat szolgáltatnának. Így pl. a tábla utolsó három sora, mely a $\vartheta_1' = 60^\circ$ meridiánra vonatkozik, majdnem pontosan ezen meridiánba eső polározási irányokat szolgáltat és így *ezekből* következtetve a fix irány e meridián normálisa volna, mely felvett \overline{OR}'_o fix irányunktól igen tetemesen, több mint 30° -al eltér és pl. az első hat po-

VI_b. TÁBLÁZAT.

Partiális, aszimmetrikus circumpolaritás.

A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjával 45° -nyi szöget képez.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett 0.5 mm. és 0.001159 mm. közü rácstról visszaverődve-elhajlított sugarak észlelt polározási azimutjainak az egyszerű RÉTHY-féle és a STOKES-GLAZEBROOK-féle felfogással való quantitativ összehasonlítása.

A supponált polártengely (fix irány) szög koordinátái:

$$\vartheta = -61^{\circ}.0, \omega_1 = 112^{\circ}.5.$$

ϑ_2'	ω_2'	$\varphi_{calc.}$	$\varphi - \dot{\varphi}_{calc.}$	$\varphi - \dot{\varphi}_{calc.}^*$	$\varphi - \varphi_{calc.}$
+ 34.0	29.5	121.2	+ 2.7	+ 20.9	+ 11.8
+ 65.2	37.2	147.2	+ 4.5	+ 4.9	+ 4.7
+ 95.1	39.8	168.9	- 6.0	- 5.6	- 5.8
+ 107.9	34.5	180.8	- 20.9	- 17.3	- 19.1
- 4.5	18.4	85.8	+ 0.3	+ 20.2	+ 10.3
- 6.8	75.6	79.5	+ 12.9	+ 24.1	+ 18.5
(- 17.9	36.6	73.3	—	—	+ 15.3)
(- 36.4	18.2	56.5	—	—	+ 0.5)
+ 10.0	76.3	99.0	+ 4.1	+ 14.5	+ 9.3
(+ 29.4	33.9	117.2	—	—	+ 15.2)
+ 24.6	83.7	129.2	+ 8.7	+ 15.2	+ 12.0
+ 54.4	54.6	140.3	+ 4.4	+ 5.8	+ 5.1
+ 32.2	91.8	144.0	+ 7.9	+ 11.4	+ 9.7
+ 75.5	65.1	153.6	- 7.0	- 5.6	- 6.3
(+ 103.8	55.9	171.8	—	—	- 8.2)
+ 133.2	54.2	185.5	- 13.0	- 10.4	- 11.7
+ 39.9	108.3	166.6	+ 6.1	+ 6.8	+ 6.4
+ 88.1	91.9	157.6	- 13.6	- 14.3	- 14.0
+ 135.4	74.3	163.3	- 20.7	- 21.1	- 20.9
+ 40.4	126.4	190.3	+ 5.6	+ 7.6	+ 6.6
+ 100.4	126.3	155.5	- 20.0	- 26.0	- 23.0
+ 128.4	104.2	144.8	- 29.3	- 34.7	- 32.0

lározási irány előtűntetésére teljesen alkalmatlan. Jobb oly fix irányt, mely az összes megfigyeléseket lehetőleg közelítőleg előállítja, mint a $\vartheta = -61^\circ$, $\omega_1 = 112^\circ 5'$ szögűt, alig lehet találni.

25. §. *A beesés szöge a rács üveganyagának polározási szöge. A beeső fény polározási síkja a beesés síkjával esik egybe. A párhuzamos (isoklinikus) polározás törvénye. Ellentét az egyszerű Réthy-féle és a Stokes-Glazebrook-féle értelmezéssel, a circumpolaritással. VII_a. táblázat. Hatodik vetületi rajz*

A czimben említett esetben a 18. §. okoskodása már nem alkalmazható, mivel a főeloltási kúp mentén lévő sugarakat csak az $\gamma = +74^\circ 0'$ -tól $-74^\circ 0'$ -ig terjedő közben lehet észlelni s e közben a II. táblázat szerint az eloltó polarizátor polározásának síkja a beesés sík normálisával $+50^\circ$ -tól $-50^\circ 0'$ -ig terjedő szöget képez. E szerint, mikor a *P* szög alatt beeső fény polározásának síkja a beesés síkjával 40° -nál kisebb szöget képez: nem is létesülhet a főeloltási kúp mentén eloltott sugár, mert ennek tulajdonképen a visszaverő lap nem visszaverő oldalán kellene fellépnie, a mi lehetetlenség.

Ezek szerint e §. czimében említett esetben a circumpolározás törvénye érvényességét nem vártam; de még kevésbé voltam elkészülve a jelenségnek azon meglepő *egyszerű szabályosságára*, mely a jelen esetben, sőt, mint később ki fog derülni, a *beesés síkjához párhuzamosan polározott, bármely szög alatt beeső fény esetében* mutatkozik.

A VII_a. táblázat az idetartozó megfigyeléseket foglalja magában; a rovatok berendezése itt is megegyezik a III_a.—VI_a. táblakéval, csakhogy itt nem lévén «polártengely» vagy «fix irány», a ϑ_2 , ω_2 s vele együtt a ϑ_2' , ω_2' szögkoordináták szükségessége elesik. A középső hét sor kivételével, mely kevesebb számú mérésekből származott, az adatok a már a 19. §-ban követett eljárás szerint végezett quantitativ meghatározások eredményei. A bennük, különösen az utolsó rovat értékeiben megnyilatkozó *szabályosság* azonban e számadatokból közvetlenül nem ismerhető oly könnyen fel, mint a hatodik vetületi rajzból, mely a 12. §-ban részletezett stereographikus vetítésben készült; magam is e rajz megszerkesztése közben vettem észre e törvényt.

Szemlélatomást észrevenni, hogy az *elhajlított sugarak polá-*







VII_a. TÁBLÁZAT.

A parallel (isoklinikus) polározási törvényéhez.

A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjába esik.

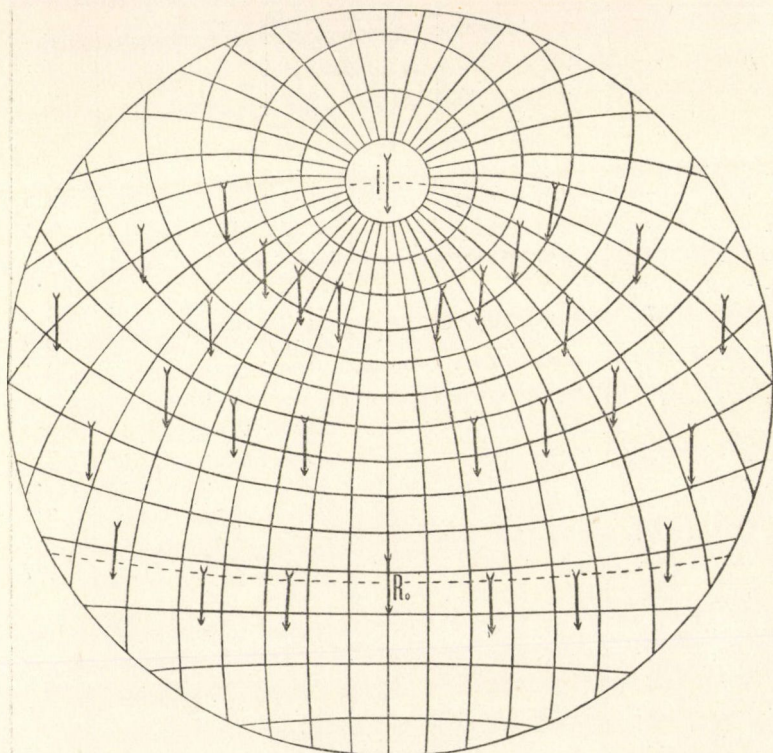
A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett 0.5 mm. és 0.001159 mm. közű rácsról visszaverődve-elhajlított fénysugarak észlelt polározási azimutjainak középértékei.

ϑ_1	ω_1							Közép- érték:
		φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
+ 90°0	37°5	254°3	255°7	255°0	251°8	255°8	253°8	254°4
+ 90°0	57°5	237°0	241°7	239°4	237°1	243°7	240°4	239°9
+ 90°0	77°5	223°0	224°8	223°9	224°7	227°6	226°2	225°1
+ 72°6	94°1	198°8	199°9	199°4	199°8	204°4	202°1	200°8
+ 63°2	37°5	229°9	230°5	230°2	229°2	231°1	230°2	230°2
+ 63°2	57°5	219°3	220°8	220°1	217°6	223°1	220°4	220°3
+ 63°2	77°5	202°5	213°1	207°8	208°0	213°1	210°6	209°2
+ 63°2	102°5	188°4	193°1	190°8	194°6	195°9	195°3	193°1
+ 63°2	110°3	182°0	182°3	182°2	189°5	190°0	189°8	186°0
+ 45°0	37°5	215°0	216°2	215°6	213°9	217°2	215°6	215°6
+ 45°0	77°5	195°1	194°5	194°8	197°3	200°9	199°1	197°0
+ 45°0	117°5	170°3	177°5	173°9	179°9	181°0	180°5	177°2
(+ 25°0	37°5	—	—	—	—	—	—	199°4)
(+ 25°0	77°5	—	—	—	—	—	—	186°9)
(+ 25°0	117°5	—	—	—	—	—	—	177°7)
(00°0	variab.	—	—	—	—	—	—	180°0)
(- 25°0	37°5	—	—	—	—	—	—	163°0)
(- 25°0	77°5	—	—	—	—	—	—	170°6)
(- 25°0	117°5	—	—	—	—	—	—	180°5)
- 45°0	37°5	144°3	144°0	144°2	148°3	144°1	146°2	145°2
- 45°0	77°5	165°9	164°9	165°4	163°0	159°0	161°0	163°2
- 45°0	117°5	183°6	181°1	182°4	180°1	179°5	179°8	181°1
- 63°2	37°5	130°8	132°0	131°4	134°9	130°3	132°6	132°0
- 63°2	57°5	142°9	137°2	140°1	143°3	138°3	140°8	140°5
- 63°2	77°5	156°2	156°5	156°4	154°2	149°6	151°9	154°2
- 63°2	102°5	174°2	170°3	172°4	167°6	165°3	166°5	169°5
- 63°2	110°3	180°4	177°9	179°2	171°5	168°4	170°0	174°6
- 72°6	94°1	163°5	160°0	161°8	159°3	155°4	157°4	159°6
- 90°0	37°5	107°0	108°3	107°7	107°8	105°2	106°5	107°1
- 90°0	57°5	121°5	121°6	121°7	123°0	116°9	120°0	120°8
- 90°0	77°5	138°8	134°4	136°6	139°0	133°3	136°2	136°4

rozási irányainak vetületei általánosságban véve párhuzamosak az első meridiánnak, azaz a beesés síkjának vetületével; ezen törvényszerűség pontossága oly nagy, hogy a tőle való eltérést e rajzon szabad szemmel alig lehet észre venni.

A parallel polározás törvénye.

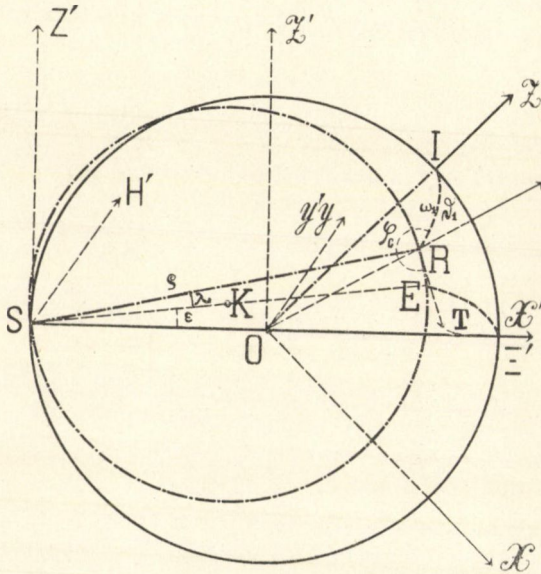


Hatodik vetületi rajz.

Ezen nevezetes, egyszerű szabályosságot a *parallel polározás törvényének* javaslom elnevezni főleg azon oknál fogva, mert az elhajlított sugarak polározási irányainak vetületei párhuzamosak a beeső fény polározás-síkja vetületéhez; később, a 27. §. tapasztalata alapján, ezt még *isoklinikus polározásnak* is fogjuk mondani.

E szabályszerűség geometriai értelmezése igen egyszerű:

A 9. ábra a visszaverő és elhajlító O hely körüli gömb stereographikus vetületére vonatkozik; legyen Ox' a rács visszaverő lapjának pozitív normálisa, S a vetület szempontja, Oz' a beesés síkjának a visszaverő lappal való metszőegyenese, Sz' az evvel párhuzamos, az S -en áthaladó irány: akkor közvetlenül belátható, hogy a gömbön lévő bármely oly (itt a rajz síkja mögött felvett) $SRES$ kör, melynek síkja az Sz' -t tartalmazza, az



9. ábra.

S -ből tekintve egyenes vonalnak látszik, mely az $Sz'Ix'S$ körnek, a beesés síkjának az S -ből képezett egyenes vonalú vetületével párhuzamosan halad.

Ezek szerint, a párhuzamos polározás törvénye azt mondja, hogy bármely visszaverődve-elhajlított OR sugár polározási irányát nyerjük, ha az R -en áthaladó, az Sz' irányt tartalmazó $SRES$ kör R pontjához az RT érintőt húzzuk; ezen érintő e kör síkjában lévén: S -ből képezett vetülete e kör vetületével esik egybe, azaz az RT polározási iránynak vetülete párhuzamos a beesés síkja vetületével.

Az OR sugár polározási síkja az ORT sík, mely általában véve *nem* esik az $SRES$ kör síkjába.

Az utóbbi körnek S -ből húzott \overline{SE} átmérője a gömb SOx' átmérőjével ε szöget képez; ez egyszerismind a beesés síkja és az $SRES$ kör síkja közötti szög; a λ ez utóbbi kör \overline{SE} átmérője és \overline{SR} húrja közötti szög; e két szög síkjai egymásra merőlegesek.

Jegyzet. A parallel polározás szabályát mértanilag még másként, következőképen lehet értelmezni: az $SRES$ kör kerületi pontjain áthaladó OR sugarak oly kúp alkotói, melynek csúcsa O , nyílás-szöge az $(SOE) \sphericalangle$, melynek tengelye a beesés síkjára merőleges síkban fekszik és e sík normálisával ε szöget képez. A mindenkori OR sugár polározási síkja e kúpnak az \overline{OR} alkotójához tartozó érintő síkja, mely a gömböt R helyén a polározás iránya, azaz az RT egyenes mentén metszi. A nevezett kúp e szerint az alkotói mentén haladó elhajlitott sugarak polározási síkjainak beburkolója; mind e kúpok tengelyei a beesés síkjára merőleges síkban fekszenek.

26. §. *Folytatás: A VII_a táblázat adatainak a parallel polározás törvényével való összehasonlításának elmélete.*

A megfigyelések közvetlenül (l. a 9. ábrát) az \overline{OR} sugár \overline{RT} polározási iránya és \overline{ORI} meridiánja közötti szöget, az $(IRT) \sphericalangle = \varphi$ polározási azimutot szolgáltatják; e szög, a parallel polározás fennállása esetében, geometriailag az \overline{OR} sugár ϑ_1 és ω_1 koordinátái által is meg van határozva és ezekkel kifejezhető. Ezen kifejezési vonatkozások nem egészen egyszerűek és az idézett ábrán felmerülő λ és ε szögek közvetítő szerepét igénylik.

I. A 9. ábra három pozitív sodrású koordináta rendszert mutat:

a) Az S szemponttal, mint kezdőponttal bíró $\Xi'H'Z'$ rendszert, melynek $S\Xi'$ tengelye a visszaverő rács tükröző felülete pozitív normálisát, $O\Xi'$ -t tartalmazza; SZ' tengelye a beesés síkjában levő, a visszaverő lap mentén haladó Oz' iránynyal párhuzamos, míg SH' tengelye az $SZ'\Xi'$ sík pozitív normálisá.

Ezen rendszerben az \overline{OR} sugár R átfödési pontjának polárkoordinátái: $SR = \rho, \varepsilon, \lambda$; derékszögű koordinátái ξ', η', ζ' .

β) Az érkezési és visszaverődési helyet képviselő O kezdőpontú $x'y'z'$ koordináta-rendszert, melynek tengelyei az *a)* alatti $\Xi'H'Z'$ rendszerével párhuzamosak.

Ezen rendszerben ugyanezen OR sugár R átdőfési pontjának koordinátái: x', y', z' .

γ) Ugyanazon O kezdőpontú xyz koordináta-rendszert, mely a β) alattitól csak abban különbözik, hogy zx síkja az $Oy' = Oy$ tengely körül ($z'Oz$) $\sphericalangle = \frac{\pi}{2} - P = x'Ox$ \sphericalangle szöggel el van forgatva.

Ezen rendszerben ugyanezen R pontnak gömbi koordinátái: $OR = a, \vartheta_1, \omega_1$; derékszögű koordinátái x, y, z .

II. Az α) pont szerint az ott felmerülő derékszögű- és polárkoordináták közötti összefüggések:

$$\xi' = \rho \cos \lambda \cos \varepsilon; \quad \eta' = \rho \cos \lambda \sin \varepsilon; \quad \zeta' = \rho \sin \lambda. \quad a)$$

A γ) pont szerint az ott érvényes derékszögű és polárkoordináták közötti összefüggések:

$$x = a \sin \omega_1 \cos \vartheta_1; \quad y = a \sin \omega_1 \sin \vartheta_1; \quad z = a \cos \omega_1 \quad \gamma)$$

III. Az α) és β) szerint a ξ', η', ζ' és x', y', z' koordináták között fennálló transformáló vonatkozás:

$$x' = \xi' - a; \quad y' = \eta'; \quad z' = \zeta'. \quad (1)$$

A β) és γ) szerint az x', y', z' és az x, y, z koordináták között a következő transformáló összefüggések állanak fenn:

$$\left. \begin{aligned} x &= x' \cos \left(\frac{\pi}{2} - P \right) - z' \sin \left(\frac{\pi}{2} - P \right); \\ y &= y'; \\ z &= x' \sin \left(\frac{\pi}{2} - P \right) + z' \cos \left(\frac{\pi}{2} - P \right). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Kifejezve ezen vonatkozásokat az α) és γ) formulák szerint polárkoordinátákban:

$$\left. \begin{aligned} a \sin \omega_1 \cos \vartheta_1 &= (\rho \cos \lambda \cos \varepsilon - a) \sin P - \rho \sin \lambda \cos P; \\ a \sin \omega_1 \sin \vartheta_1 &= \rho \cos \lambda \sin \varepsilon; \\ a \cos \omega_1 &= (\rho \cos \lambda \cos \varepsilon - a) \cos P + \rho \sin \lambda \sin P. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

A három egyenlet négyzetösszegéből :

$$\begin{aligned} a^2 &= (\rho \cos \lambda \cos \varepsilon - a)^2 + \rho^2 \cos^2 \lambda \sin^2 \varepsilon + \rho^2 \sin^2 \lambda \\ &= \rho^2 - 2a\rho \cos \lambda \cos \varepsilon + a^2; \end{aligned}$$

azaz :

$$\rho = 2a \cos \lambda \cos \varepsilon, \quad (4)$$

mely vonatkozás egyébként a 9. ábrából közvetlenül is folyik, mert benne az *SRES* kör *SF* átmérője az (*x'y'*)- vagy a (*Ξ'H*)-síkban feküdvén, az *x'E* legnagyobb körív mértéke az ε szög és így: $\overline{SE} = 2a \cdot \cos \varepsilon$; másrészt ugyanezen *SRES* kör $\overline{SR} = \rho$ húrja *SE* átmérőjével λ szöget képezvén, áll: $\rho = \overline{SE} \cdot \cos \lambda$, mely ennél fogva a (4) kifejezéssel egyenlő.

IV. Helyettesítve a (4)-et a (3) rendszerbe, ez írható :

$$\left. \begin{aligned} a \sin \omega_1 \cos \vartheta_1 &= \\ = x &= a(2 \cos^2 \lambda \cos^2 \varepsilon - 1) \sin P - 2a \sin \lambda \cos \lambda \cos \varepsilon \cos P; \\ a \sin \omega_1 \sin \vartheta_1 &= y = 2a \cos^2 \lambda \sin \varepsilon \cos \varepsilon; \\ a \cos \omega_1 &= \\ = z &= a(2 \cos^2 \lambda \cos^2 \varepsilon - 1) \cos P + 2a \sin \lambda \cos \lambda \cos \varepsilon \sin P. \end{aligned} \right\} (5)$$

Az első és a harmadik egyenlet kétféle összekapcsolásából s a másodiknak hozzáírásából :

$$\left. \begin{aligned} \sin \omega_1 \cos \vartheta_1 \sin P + \cos \omega_1 \cos P &= 2 \cos^2 \lambda \cos^2 \varepsilon - 1; \\ \sin \omega_1 \cos \vartheta_1 \cos P - \cos \omega_1 \sin P &= -\sin 2\lambda \cos \varepsilon; \\ \sin \omega_1 \sin \vartheta_1 &= \cos^2 \lambda \sin 2\varepsilon. \end{aligned} \right\} (5a)$$

Az utolsó egyenlet írható :

$$2 \cos^2 \lambda \cos^2 \varepsilon \cdot \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} = \sin \omega_1 \sin \vartheta_1;$$

helyettesítve ezt az (5a) első egyenletébe, és hozzáírva a harmadikat, nyerjük :

$$\left. \begin{aligned} \sin \omega_1 \sin \vartheta_1 \cotg \varepsilon &= 1 + \cos \vartheta_1 \sin \omega_1 \sin P + \cos \omega_1 \cos P; \\ \cos^2 \lambda \sin 2\varepsilon &= \sin \omega_1 \sin \vartheta_1; \end{aligned} \right\} (6)$$

mely rendszerrel az adott ω_1 és ϑ_1 segélyével először ε -t, azután λ -t határozhatjuk meg.

V. Az φ_c azimut elméleti kifejezése céljából képezzük az

$\widehat{RI}=s$ ívnek és az $\widehat{RE}=\sigma$ ívnek R -hez huzott érintői iránycosinusait; ezek rendre

$$\frac{\partial x}{\partial s}; \quad \frac{\partial y}{\partial s}; \quad \frac{\partial z}{\partial s}; \quad \frac{\partial x}{\partial \sigma}; \quad \frac{\partial y}{\partial \sigma}; \quad \frac{\partial z}{\partial \sigma};$$

úgy hogy:

$$\cos \varphi_c = \frac{\partial x}{\partial s} \cdot \frac{\partial x}{\partial \sigma} + \frac{\partial y}{\partial s} \cdot \frac{\partial y}{\partial \sigma} + \frac{\partial z}{\partial s} \cdot \frac{\partial z}{\partial \sigma}. \quad (7)$$

Ámde itt az s -nek és a σ -nak R -től számított növekményei rendre $ds = -a d\omega_1$ és $d\sigma = -\rho d\lambda : \cos \lambda$, mely utóbbi vonatkozás az SRK kör K középpontja tekintetbe vételével adódik, mivel a \overline{KR} és az SR közötti szög szintén λ ; de a (4) felhasználásával $d\sigma = -2a \cos \varepsilon \cdot d\lambda$.

Ezek szerint, az (5) egyenletrendszer alapül vételével, ezen iránycosinusok:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial s} &= -\frac{\partial x}{a \partial \omega_1} = -\cos \omega_1 \cos \vartheta_1; \\ \frac{\partial y}{\partial s} &= -\frac{\partial y}{a \partial \omega_1} = -\cos \omega_1 \sin \vartheta_1; \\ \frac{\partial z}{\partial s} &= -\frac{\partial z}{a \partial \omega_1} = +\sin \omega_1; \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial \sigma} &= \frac{-1}{2a \cos \varepsilon} \cdot \frac{\partial x}{\partial \lambda} = \sin 2\lambda \cos \varepsilon \sin P + \cos 2\lambda \cos P; \\ \frac{\partial y}{\partial \sigma} &= \frac{-1}{2a \cos \varepsilon} \cdot \frac{\partial y}{\partial \lambda} = \sin 2\lambda \sin \varepsilon; \\ \frac{\partial z}{\partial \sigma} &= \frac{-1}{2a \cos \varepsilon} \cdot \frac{\partial z}{\partial \lambda} = \sin 2\lambda \cos \varepsilon \cos P - \cos 2\lambda \sin P. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Ezekkel a (7)-ből:

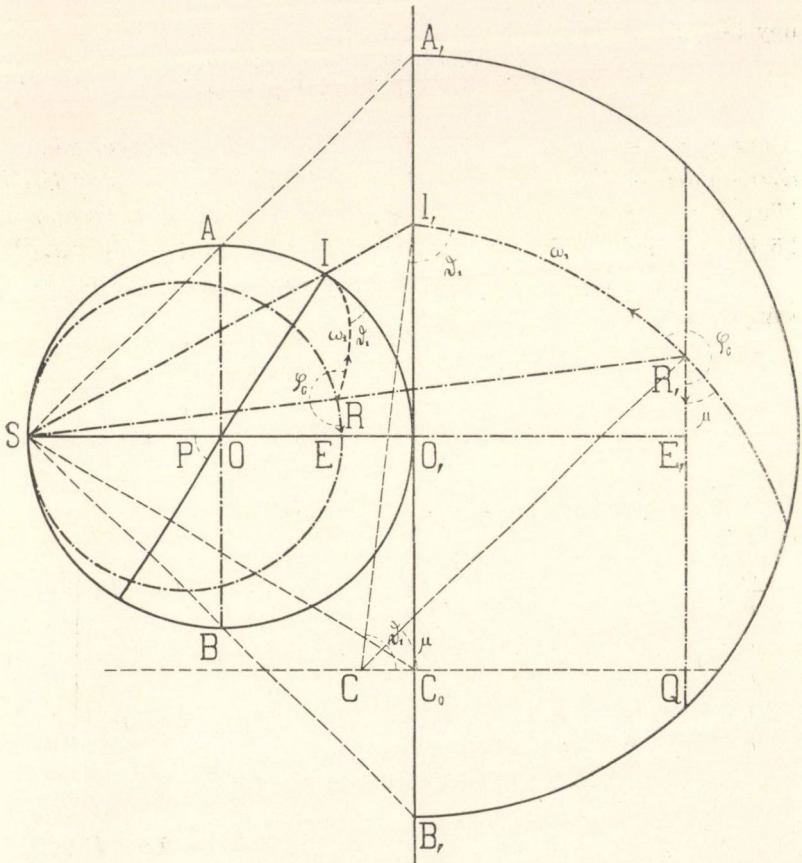
$$\left. \begin{aligned} \cos \varphi_c &= -\cos \omega_1 \cos \vartheta_1 (\sin 2\lambda \cos \varepsilon \sin P + \cos 2\lambda \cos P) \\ &\quad -\cos \omega_1 \sin \vartheta_1 \sin 2\lambda \sin \varepsilon \\ &\quad + \sin \omega_1 (\sin 2\lambda \cos \varepsilon \cos P - \cos 2\lambda \sin P). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Ezek szerint a számítás mechanizmusa az volna, hogy adott ϑ_1 és ω_1 -ből a (6) alapján az ε és λ , azután (10) alapján a keresett φ_c határozottassék meg.

VI. Azonban az eddig ezen §-ban kimutatott számítási módszer, különösen pedig a (10) formula hosszadalmas és nagyon

körülményes, miért is a használt stereographikus projectio alapsajátságai felhasználásával a következő eljárásban állapotodtam meg:

A (6) rendszer *első* egyenletéből az ε -t meghatározottnak tekintjük, míg a φ_c szög úgy a gömbfelületen, mint a vetületben



10. ábra.

ugyanakkora; ezt részletezi a 10. ábra, melyen az *SRES* kör a rajz síkja *mögött* van, míg a vetület kirajzolt fele tulajdonképpen szintén e sík *mögött* van, A, O, B , átmérője e síkban lévén.

Az *SRES* kör vetülete, a nevezett projectióban, az R, E, Q egyenes, mely az első meridiánnak, AIO, B -nek A, I, O, B , vetületével párhuzamos.

Az \widehat{IR} ív vetülete \widehat{IR}_1 ; ennek a vetület síkjában eső C középpontját találjuk, ha az S -ből az \widehat{IO} tengelyre bocsátott merőlegest az A, B , egyenesig meghosszabbítva, az így létesülő C_o metszésponton át az \widehat{RE}_1 -re merőleges QC_o egyenest húzunk, melynek mentén levő C pont nem más, mint az I -ben az \widehat{R}_1I ívre emelt normálisnak a \widehat{QC}_o egyenessel való metszéspontja.*

Ezek szerint:

$$\widehat{CC}_o = \widehat{I}_1\widehat{C}_o \cotg \vartheta_1; \quad I, C = \frac{I, C_o}{\sin \vartheta_1} = \widehat{CR}_1;$$

továbbá, a megelőző (9) rajz felhasználásával:

$$\widehat{O}_1\widehat{E}_1 = 2a \cdot \operatorname{tg} \varepsilon = C_o Q;$$

ezenkívül:

$$\begin{aligned} \widehat{I}_1C_o &= \widehat{I}_1O_1 + O_1C_o = 2a \operatorname{tg} \frac{1}{2} P + 2a \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{2} - P \right) \\ &= 2a \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} P + \cotg P \right\}. \end{aligned}$$

A rajz szerint:

$$\cos(\varphi_c - \pi) = \cos \mu = \frac{CQ}{CR_1} = \frac{CC_o + C_oQ}{CR_1}$$

$$\cos \varphi_c = \frac{I, C_o \cotg \vartheta_1 + 2a \operatorname{tg} \varepsilon}{I, C_o \sin \vartheta_1} = \cos \vartheta_1 + \frac{2a \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \sin \vartheta_1}{2a \left(\operatorname{tg} \frac{1}{2} P + \cotg P \right)}$$

azaz végre:

$$\left. \begin{aligned} \cos \varphi_c &= -\cos \vartheta_1 - \frac{\sin \vartheta_1 \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} P + \cotg P}; \\ \sin \omega_1 \sin \vartheta_1 \cotg \varepsilon &= 1 + \sin \omega_1 \cos \vartheta_1 \sin P + \cos \omega_1 \cos P; \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

mely két egyenlet másodika szolgáltatja ε -t az ω_1 és ϑ_1 segélyével, elseje az ε , ϑ_1 P segélyével a keresett φ_c -t; ezen utóbbinak quadransát a mindenkori rajz is szolgáltatja.

* Ezen stereographikus horizontális projectio idetartozó sajátosságainak részletezését l. KÖVESLIGETHY RADÓ: A matematikai és csillagászati földrajz kézikönyve, 811—820. ll. Budapest, 1899.

VII_b. TÁBLÁZAT.

A parallel (isoklinikus) polározás törvényéhez.

A beesés szöge az üvegrács anyagának polározási szöge: $P=56^{\circ}15'$.

A beeső fénynyaláb polározási síkja a beesés síkjába esik.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett, 0,5 mm. és 0,001159 mm. közü rácstről visszaverődve-elhajlított fénysugarak észlelt polározási azimutjainak a parallel polározás törvényével való quantitativ összehasonlítása.

β_1	ω_1	$\varphi_{calc.}$	$\varphi - \varphi_{calc.}^*$	$\varphi - \varphi_{calc.}^*$	$\varphi - \varphi_{calc.}$
+ 90 ^o 0	37 ^o 5	249 ^o 4	— 5 ^o 6	— 4 ^o 2	— 4 ^o 9
+ 90 ^o 0	57 ^o 5	237 ^o 3	— 2 ^o 1	— 3 ^o 1	— 2 ^o 6
+ 90 ^o 0	77 ^o 5	223 ^o 6	— 0 ^o 3	— 2 ^o 6	— 1 ^o 5
+ 72 ^o 6	94 ^o 1	202 ^o 7	+ 3 ^o 1	+ 0 ^o 6	+ 1 ^o 9
+ 63 ^o 2	37 ^o 5	226 ^o 2	— 4 ^o 0	— 4 ^o 0	— 4 ^o 0
+ 63 ^o 2	57 ^o 5	217 ^o 2	— 2 ^o 9	— 3 ^o 2	— 3 ^o 1
+ 63 ^o 2	77 ^o 5	207 ^o 7	— 0 ^o 1	— 2 ^o 9	1 ^o 5
+ 63 ^o 2	102 ^o 5	194 ^o 2	+ 3 ^o 4	— 1 ^o 1	+ 1 ^o 2
+ 63 ^o 2	110 ^o 3	189 ^o 4	+ 7 ^o 3	— 0 ^o 4	+ 3 ^o 5
+ 45 ^o 0	37 ^o 5	212 ^o 0	— 3 ^o 6	— 3 ^o 6	— 3 ^o 6
+ 45 ^o 0	77 ^o 5	198 ^o 8	+ 4 ^o 0	— 0 ^o 3	+ 1 ^o 9
+ 45 ^o 0	117 ^o 5	183 ^o 0	+ 9 ^o 1	+ 2 ^o 5	+ 5 ^o 8
(+ 25 ^o 0	37 ^o 5	197 ^o 5	—	—	— 1 ^o 9)
(+ 25 ^o 0	77 ^o 5	190 ^o 2	—	—	+ 3 ^o 3)
(+ 25 ^o 0	117 ^o 5	181 ^o 7	—	—	+ 4 ^o 0)
(00 ^o 0	variab.	180 ^o 0	—	—	0 ^o 0)
(— 25 ^o 0	37 ^o 5	162 ^o 5	—	—	— 0 ^o 5)
(— 25 ^o 0	77 ^o 5	169 ^o 8	—	—	— 0 ^o 8)
(— 25 ^o 0	117 ^o 5	178 ^o 3	—	—	— 2 ^o 2)
— 45 ^o 0	37 ^o 5	148 ^o 0	+ 3 ^o 8	+ 1 ^o 8	+ 2 ^o 8
— 45 ^o 0	77 ^o 5	161 ^o 2	— 4 ^o 2	+ 0 ^o 2	— 2 ^o 0
— 45 ^o 0	117 ^o 5	177 ^o 0	— 5 ^o 4	— 2 ^o 8	— 4 ^o 1
— 63 ^o 2	37 ^o 5	133 ^o 8	+ 2 ^o 4	+ 1 ^o 2	+ 1 ^o 8
— 63 ^o 2	57 ^o 5	142 ^o 8	+ 2 ^o 7	+ 2 ^o 0	+ 2 ^o 4
— 63 ^o 2	77 ^o 5	153 ^o 4	— 3 ^o 0	+ 1 ^o 5	— 0 ^o 8
— 63 ^o 2	102 ^o 5	165 ^o 9	— 6 ^o 5	— 0 ^o 6	— 3 ^o 6
— 63 ^o 2	110 ^o 3	170 ^o 6	— 8 ^o 6	+ 0 ^o 6	— 4 ^o 0
— 72 ^o 6	94 ^o 1	157 ^o 4	— 4 ^o 4	0 ^o 0	— 2 ^o 2
— 90 ^o 0	37 ^o 5	110 ^o 6	+ 2 ^o 9	+ 4 ^o 1	+ 3 ^o 5
— 90 ^o 0	57 ^o 5	122 ^o 7	+ 1 ^o 1	+ 2 ^o 7	+ 1 ^o 9
— 90 ^o 0	77 ^o 5	136 ^o 4	— 0 ^o 2	+ 0 ^o 2	0 ^o 0

A VII_h. táblázat φ_c értékei ezen az úton számítottak; az észlelt és az elméleti azimutok egymás között általánosságban véve igen szépen egyeznek és különösen a hatodik projectív rajzban a polározás irányai az első meridian-éhoz olyannyira párhuzamosoknak látszanak, hogy iránykülönbség szabad szemmel alig vehető észre.

Az eltérések egy része a főpolárcúp törvénye fennállásából magyarázható; de általánosságban véve mondhatjuk, hogy a parallel polározás törvénye még nagyobb közelítéssel áll fenn, mint a circumpoláris polározás törvénye.

B) A beesés szöge $\frac{1}{2}\pi$ (normális incidentia).

27. §. Síkban polározott beeső fény: Merőleges beesés. VIII. táblázat: Isoklinikus polározás; a parallel polározás törvényének érvényessége.

A czímben nevezett esetre nézve a megelőzőkhöz hasonló quantitativ meghatározásokat és qualitativ megfigyeléseket végeztem, melyek eredményeit a VIII. táblázat foglalja magában. (Lásd Táblázat 298. lap.)

Benne a ϑ és ω a beeső sugárra (jelen esetben a visszaverő lap positiv normálisára) és a beeső fény polározási síkjára vonatkoztatott azon szögkoordináták, melyek közül ϑ a visszaverődve-elhajlított sugarat s e normalist tartalmazó sík és a beeső sugár polározási síkja közötti szöget, ω az elhajlított sugár és a normális közötti szöget jelenti.

Úgy e számadatok, valamint a φ középértékek felhasználásával készített hetedik vetületi stereographikus æquatoriális rajz, mutatja, hogy itt is érvényes a 25. §-ban definiált parallel polározás törvénye.

Közelebről pedig úgy jelentkezik ennek érvényessége, hogy az egy-egy meridian mentén lévő, visszaverődve-elhajlított sugarak e meridiánhoz képest ugyanazt a polározási azimutot mutatják, a melyet a szabályosan (itt merőlegesen visszaverődött fénysugár képez ugyane meridiánnál; ezen oknál fogva az azimutoknak ezen elrendezését *isoklinikus* (egyenlőhajlású) *polározásnak* is nevezhetjük.

VIII. TÁBLÁZAT.

A párhuzamos (itt isoklinikus) polározás törvényéhez.

Sikban polározott beeső fény.

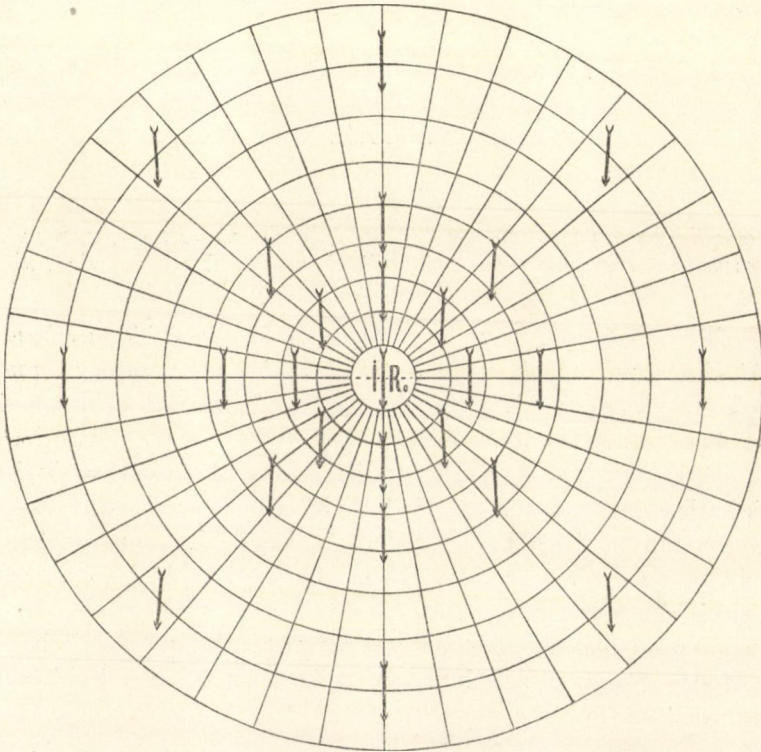
Normális incidentia.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett, 0.5 mm. és 0.001159 mm. közü rácstról visszaverődve-elhajlított sugarak észlelt polározási azimutjai középértékeinek a parallel (itt isoklinikus) polározás törvényével való quantitativ összehasonlítása.

ϑ	ω	$\begin{array}{c} \text{⌘} \\ \cdot \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \cdot \\ \text{⌘} \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{⌘} \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{⌘} \\ * \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} * \\ \text{⌘} \\ * \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{⌘} \\ * \\ \varphi \end{array}$	Közép- érték φ	$\vartheta + \pi - \varphi$
00°0	25°0	179°8	179°5	179°7	179°3	179°9	179°6	179°7	+ 0°3
00°0	45°0	180°3	180°3	180°3	179°4	180°2	179°8	180°1	- 0°1
00°0	80°0	179°5	180°1	179°8	180°0	180°4	180°2	180°0	0°0
(45°0	25°0	—	—	—	—	—	—	220°9	+ 4°1)
45°0	45°0	220°6	219°9	220°3	223°2	219°9	221°6	221°0	+ 4°0
(45°0	80°0	—	—	—	—	—	—	220°9	+ 4°1)
(90°0	25°0	—	—	—	—	—	—	270°1	- 0°1)
90°0	45°0	270°2	270°0	270°1	269°8	270°3	270°1	270°1	- 0°1
(90°0	80°0	—	—	—	—	—	—	270°1	- 0°1)
(135°0	25°0	—	—	—	—	—	—	319°0	- 4°0)
135°0	45°0	318°8	320°1	319°5	316°1	320°9	318°5	319°0	- 4°0
(135°0	80°0	—	—	—	—	—	—	319°0	- 4°0)
(180°0	25°0	—	—	—	—	—	—	359°6	+ 0°4)
180°0	45°0	359°9	359°6	359°8	359°4	359°6	359°5	359°7	+ 0°3
(180°0	80°0	—	—	—	—	—	—	359°6	+ 0°4)
(225°0	25°0	—	—	—	—	—	—	41°4	+ 3°6)
225°0	45°0	41°5	40°3	40°9	43°6	40°1	41°9	41°4	+ 3°6
(225°0	80°0	—	—	—	—	—	—	41°4	+ 3°6)
270°0	25°0	90°1	90°3	90°2	90°5	90°5	90°5	90°4	- 0°4
270°0	45°0	90°7	90°2	90°5	90°7	89°8	90°3	90°4	- 0°4
270°0	80°0	90°7	90°8	90°8	91°0	90°5	90°8	90°8	- 0°8
315°0	25°0	137°0	137°5	137°3	135°0	138°5	136°8	137°1	- 2°1
315°0	45°0	140°3	139°9	140°1	136°8	140°7	138°8	139°5	- 4°5
315°0	80°0	139°2	139°0	139°1	135°7	137°5	136°6	137°9	- 2°9

Ez azonban itt nem más, mint a *parallel polározás törvénye*, 25. §., hatodik vetületi rajz, mert itt is az elhajlított sugarak polározási irányainak vetületei mindenütt párhuzamosak a beeső fény polározási síkja vetületével, az első meridián-éval.

Az isoklinikus polározás törvénye.



Hetedik vetületi rajz.

A VIII. táblázat utolsó rovata mutatja az észlelt azimutok középértékeinek ezen törvénytől való eltéréseit, melyek általánosságban véve e törvény érvényességét bizonyítják, mert oly kicsinyek, hogy a vetületi rajzban szabad szemmel észre sem vehetők.

De a legnagyobb mértékben meglepő az, hogy a 25. §. szerint a *beesés síkjában polározott, a polározás szöge alatt beeső*

nyalábból keletkezett, elhajlított sugárcomplexum polározási állapota ugyanaz, mint a normális incidentia esetében keletkező sugárcomplexumé; ezen nevezetes körülmény általánosítására és jelentésének értelmezésére a 30. §-ban fogunk reátérni.

Jegyzet: A parallel polározás törvényének formális előállítása, pl. a RÉTHY-féle rendszerek alkalmas általánosítása és combinatiója segélyével, lehetségesnek látszik; de jelenleg e tárgyra nem térek reá.

IV. RÉSZ.

Folytatás.

A tetszőleges szög alatt beeső fény tetszőleges síkban van polározva; a visszaverődve-elhajlított sugarak polározásának kvalitatív megvizsgálása analizátorral.

28. §. *A beesés szöge tetszőleges. A beesés síkjában elhajlított fénysugarak polározási síkja a szerint párhuzamos vagy merőleges a beesés síkjához, a mint a beeső fényé az.*

Ezen tapasztalatot, mely néhány beesés szögre nézve már ARAGO és FRAUNHOFER óta qualitative ismeretes: * az $i=0$ -tól $=85^\circ$ -ig terjedő beesési szög-közben lévő bármely beesési szögre nézve bármily irányú, de a beesés síkjában fekvő elhajlított sugárra vonatkozólag a lehető legszélesebb megfigyelési határok között, az észlelési hibák határain belül, pontosan érvényesnek találtam; számadatok közlését mellőzöm; csak azt említem, hogy a szabályosan visszaverődött és az elhajlított sugár közötti (ú. n. elhajlítási) szög még 130° -ot is kitett.

A megfigyelésre többek között használtam a PALATIN-FRÖHLICH-féle keresztezett 0.5 mm. és 0.001159 közü üvegrácsot is; mindegyik rácozását mindkét helyzetében.

29. §. *A beesés szöge tetszőleges. A beeső fény polározási síkja merőleges a beesés síkjára. Fokozatos átmenetel: Teljes circumpoláritás; partiális symmetrikus circumpolaritás; parallel polározás*

* V. ö. az 1. §-t.

A czimben említett viszonyok mellett az $i=85^\circ$ beesés szöge mellett kerestem a netán jelenlévő «polártengely»-t vagy «fix irány»-t; azt találtam, hogy ez az *irány* (épen úgy, mint az $i=P$ esetében) *a beesés síkjában fekszik* és a beeső sugárral közelítőleg $2P+18^\circ=130^\circ 5$, a visszaverő lap síkjával e szerint kb. $54^\circ 5$ szöget képez. Ezen irány körül fekvő sugarakat megvizsgálva: egy teljes körülménettel (ez iránynak egyszeri teljes megkerülése) közben az elhajlitott sugarak polározási síkjának teljes, 360° -kal való elfordulását tapasztaltam és ezzel a circumpolaritás törvényének legalább qualitativ általánosságában fennállását igazoltam.

A fent nevezett rácst használva: a kétféle rácsozásnál e «polártengely» iránya kis különbségeket látszott mutatni.

Ha most az i beesés szögét kisebbitettem: a jelenség általános typusa megmaradt, de a fix irány a beeső sugárhoz közelebb vonult és az $i=P$ esetében a szabályosan visszaverődött sugár irányával esett egybe; az i további kisebbitésénél a jelenség jellege még mindig megmaradt; a fix irány azonban még közelebb jutott a beeső sugárhoz. Az i alsó határértéke, melynél a circumpolaritást megfigyelhettem, az $i=40^\circ$ volt; itt még sikerült az ezen esethez tartozó, a beeső sugárral becslésem szerint kb. $2P-10^\circ=102^\circ 5$ szöget képező fix irányt elhajlitott sugarak megfigyelésével teljesen megkerülni; de ezen fix irány is jelentékenyen közelebb jutott a visszaverő laphoz és a vele kb. $27^\circ 5$ szöget látszik képezni; az ezen szögeközben lévő elhajlitott sugarak fényerőssége csekély, s ez a megfigyelést megnehezíti.

Az i szög további kisebbitésénél már észlelhettem teljes, hanem csak *partialis, de symmetrikus circumpolaritást*; így, mikor $i=35^\circ$ volt és a fix irányt a többször említett körülménettel kísérlettem felkeresni: nem találtam teljes körülménettel, hanem a beesés síkjában lévő rasans elhajlitott sugár körül kb. 180° -ot kitevő elforgását a polározási síknak állapíthattam meg.

Hasonlóképen, mikor $i=30^\circ$ volt: az említett rasans elhajlitott sugár körül levő elhajlitott sugarakon — a látható sugarak határáig menve — csak kb. 120° szöget kitevő elforgását a polározási síknak észlelhettem; e szerint a jelen esetben, ha egyáltalában ily polártengely vagy fix egyenes léteznék, ez a rác visszaverő helyéről e felület *mögött* haladna. Folytatva ezen fix egyenest

visszafelé, ez a beeső sugár és a visszaverő lap közötti hegyes szög közében lépne ki a visszaverő lapból; itt az a kérdés merül fel: mutatja-e ezen egyenes a körülé levő elhajlított sugarakra nézve a polártengely vagy a fix irány tulajdonságát?

E végből ezen $i=30^\circ$ esetre nézve külön megvizsgáltam a beeső sugár és a visszaverő lap által képezett hegyes szög közében úgy a beesés síkjában, valamint a rajta kívül lévő visszaverődve-elhajlított sugarakat, melyek e felvett fix tengely másik vége körül jelentkeznek, melyekre nézve a szabályszerűen visszaverődött sugártól számított elhajlítási szög igen nagy volt, és a *circumpolaritás nyomát sem találtam*. Ellenben azt tapasztaltam, hogy e sugarak általában véve mind körülbelől egyirányú, a beesés síkjára merőleges-polározást mutatnak; ezen, $i=40^\circ$ -nál kisebb beesési szögek esetében e szerint *teljes circumpolaritás nem létezik*.

Összefoglalás. *A beesés síkjára merőlegesen polározott beeső fény esetében folytonosan megváltoztatva a beesés szögét $i=90^\circ$ -tól $i=0$ -ig: a visszaverődve-elhajlított sugár-complexum polározási állapota eleinte a circumpolaritás általános törvényét akként mutatja, hogy a fix irány (polártengely) és a beeső sugár közötti szög a $2P+20^\circ$ értéktől kezdve folyvást kisebbedik; $i=P$ esetben ez egyenlő $2P$ -vel és $i=40^\circ$ -nál körülbelül $2P-10^\circ$ -al egyenlő; az i ezen közében a teljes, szimmetrikus circumpolaritás mindig észlelhető. Az i további kisebbedésénél az eddigi fix irányok körüli zárt kerületnek a szabályosan visszaverődött sugár és a visszaverő lap közötti hegyes szögű térben lévő része megnyílik és csak partiális szimmetrikus circumpolaritás észlelhető, mely mindinkább eltér a teljes circumpolaritástól és végre $i=0$ esetben a parallel polározás törvénye érvényesül.*

Ezen általános esetben nem válik be oly pontosan a 18. §-ban felemlített sejtelmem, hogy a polarizátor mindenkori helyzete mellett eloltott vagy leginkább elsötétített visszaverődve-elhajlított sugár egyszersmind a polártengely iránya, mert akkor, az eloltási kúp törvénye szerint, 16. §., e fix irány a beeső sugárral mindig $2P$ szöget képezne; de tényleg az e szögtől $+20^\circ$ -tól -10° -ig terjedő értékben tér el. Másrészt, ha az $i=P$ beesés szöge alatt szabályosan visszaverődött sugár irányát összevetjük a fent emlí-

tett fix irányokkal, a különbségek határértékei $(\frac{1}{2}\pi + P) - (2P + 20^\circ)$ és $(40^\circ + P) - (2P - 10^\circ)$, melyek a $P = 56^\circ 25'$ esetében $+13^\circ 75'$ és $-6^\circ 25'$ -ot tesznek ki, úgy hogy e fix irány — a meddig ilyen létezik — nagyjában elég közel marad az említett, az $i = P$ esetben szabályosan visszaverődött sugáréhoz.

Mindazonáltal, minthogy a polártengely itt jelzett irányai csak nem pontos megközelítéseknek veendőek, az eloltási kúp szabálya itt is, legalább nagyjában tájékozást nyújt e fix irányok helyzete felől.

30. §. *A beesés szöge tetszőleges. A beeső fény a beesés síkjában van polározva. A parallel polározás törvényének általános érvényessége. A fényerjedés ható oka a polározás síkjára merőleges irányú vector.*

A §. czimében említett berendezés szerint változtatva a beesés szögét $i = 90^\circ$ -tól $i = 0$ -ig: a visszaverődve-elhajlított sugárcomplexum polározása a jelenség megalakulása szigorával megfelel a *parallel polározás törvényének*, melynek érvényessége e szerint, a beesés síkjában polározott beeső fény esetében, *sem a beesés szögétől, sem a rács anyaga természetétől nem függ, hanem egyező a normális incidentiánál fellépő isoklinikus polározás törvényszerűségével.* Érdekes későbbi vizsgálatnak a tárgyát képezendi ezen törvénynek fémrácsokra, photographált rácsokra s. i. t. való érvényessége, tapasztalati megállapítása.

Mindazonáltal már most is véleményem szerint általános, fontos és kényszerítő erejű következtetést szabad vonnunk a 27. §. és a jelen §. tapasztalataiból.

A rácsozott felülethez érkező, ott fényerjesztést létesítő fényvector mindenestre a beeső sugárra merőleges; de kísérletünk szerint a visszaverődve-elhajlított sugárcomplexum polározási állapota a beesés síkjában polározott beeső sugár esetében a beesés szögétől nem függ; e szerint a felülethez érkező fényerjesztő fényvectornak helyzete, irányítása a rácsozott felülethez képest sem függhet a beesés szögétől.

Ezek értelmében e nevezetes jelenségről csak úgy alkotunk magunknak általános mechanikai képet, ha felvesszük, hogy a fényerjesztő ok síkban polározott fény esetében a polározás síkjára merőleges irányú vector.

Ezen következtetés érvényes, bármily természetűnek is tekintjük e gerjesztő vectort; ezt épen úgy foghatjuk fel *lineáris rezgésnek*, mint *lineáris electro-mágnességi polározásnak* vagy *erőnek*. De ugyanily joggal foghatjuk fel *rotatorius vectornak*: akár a rugalmassági erők okozta elemi forgásnak, akár az elektronok keringő rendszerének; mindezen esetekben a vector iránya a forgás vagy keringés tengelyével esik össze.

31. §. *A legáltalánosabb eset. A beesés szöge tetszőleges; a beeső fény polározási azimutja tetszőleges. A teljes, szimetrikus circumpolaritás jelenségének fokozatos, általában véve nem szimetrikus átmenetele a parallel polározás jelenségébe.*

Jegyzet: A szabályosan visszaverődött sugár polározása az elhajlított sugarak összesége polározási viszonyaiba folytonos átmenetel szerint beilleszkedik.

Hogy ezen, most már egészen általános jelenség lefolyását könnyebben lehessen követni és leírni: a kísérleti eredményeket oly sorrendben sorolom fel, a mely adódik, ha a 18. §. esetéből, ugyanis a beesés síkjára merőlegesen polározott, a polározás szöge alatt beeső fény esetéből indulva ki, megváltoztatjuk úgy a beesés szögét, mint a beesési azimutot.

Ha csak a beesés szögét változtatjuk: a 29. §. tapasztalatai érvényesek; ha csak a beesési azimutot változtatjuk a 18—26. §§. tapasztalatai állanak fenn; ha egyszerre változtatjuk, mindkét argumentumot: oly jelenségek várhatók, melyek az említett két tapasztalatot egymással egyesítve mutatják.

Az egyenes megfigyelések e várakozást igazolták és a következő eredményekhez vezettek:

I. A beesés szögének lassú megváltoztatásával a 29. §. módjára a polártengely lassanként eltávozik a polározás szöge alatt szabályosan visszaverődött sugártól, de e közben mindig a beesés síkjában marad, a meddig, az említett tapasztalat szerint, egyáltalában ily fix irány létesül.

Ha most a fényforrástól tekintve (avagy stereographikus rajzaink lapjára tekintve) a polarizátort az óramutató járása szerint lassan forgatjuk: a polártengelynek is, a fényforrástól tekintve, a beeső sugár körüli positiv elforgását észlelhetjük és

megfordítva, úgy a mint azt az $i=P$ speciális esetre nézve a negyedik és az ötödik stereographikus rajzok mutatják.

Ezen szabályt, általános vonásaiban legalább, az eloltási kúp törvénye is nyújtja, a mennyiben ugyanis, a tetszőleges beesési szög és tetszőleges beesési azimut mellett szabad szemmel észlelt sugarak közül a leginkább eloltottnak látszó iránya nagyjában megegyezik az ugyanezen esethez tartozó fix iránnyal.

Folytatva a polarizátor elforgatását, míg polározási síkja a beesés síkjával párhuzamos: az eleinte teljes circumpolaritás fokozatosan átmegy a nem szymmetrikus partiális circumpolaritásba és ebből a parallel polározásba.

II. Ha a beesés szöge kisebb 40° -nál, azaz, mikor a beesés síkjára merőlegesen polározott beeső fény mellett sem létesülhet circumpolaritás, akkor a visszaverődve-elhajlított sugarak polározási állapota a *partiális szymmetrikus circumpolaritás*-é, mely a szymmetrikus circumpolaritás és a parallel polározás között lévő elrendezése az azimutoknak; ha most a beeső fénynek polározási síkját, mely eredetileg a beesés síkjára merőleges volt, az előbb említett módon fokozatosan 90° -ra elforgatjuk: a jelenség ugyanily irányú elforgás mellett egymásután a partiális, nem szymmetrikus polározást mutatja mindinkább nagyobb közelítéssel a parallel polározáshoz, és végre ezt az utóbbit magát.

Ezzel ezen legáltalánosabb esetek jelenségeinek jellemző vonásai advák; későbbi quantitativ kiegészítések az általános típus jellegét nem változtathatják meg.

Jegyzet: E helyen felemlítjük a szabályosan visszaverődött sugár polározási állapotának egy általános tulajdonságát, mely részben a magam 1876. évi észleleteivel, részben W. KÖNIG 1882. évi megfigyeléseivel, végre jelen dolgozatom észleleti sorozataival állapítottatott meg; ugyanis összes megfigyelési számsorozataimból és rajzaimból közvetlenül észrevehető, hogy *a szabályosan visszaverődött sugár*, bármilyen is legyen egyébként erőssége, *polározási állapotára nézve nem képez kivételt az elhajlított sugarak összességében, hanem ez utóbbiak polározási viszonyaiba a folytonosság tapasztalati elve szerint beilleszkedik.*

V. RÉSZ.

Függelék.

Fresnel visszaverő formuláinak érvényességi határai. A visszaverődve- és a megtörve-elhajlított fény polározásának összefüggéséről. A totális reflexio szerepe. A visszaverődve-elhajlított fény polározása törvényei jellegét mutató utánzó kísérletek.

32. §. *A rácsozott üvegfelületről szabályosan visszaverődött sugarak polározási azimutjai Fresnel közönséges visszaverő formulájával igen jól egyeznek. IX_a. és IX_b. táblázat.*

A czímben jelzett megfigyelések, elméleti számítások és összehasonlítások adatait az alább következő táblák tartalmazzák; ezek szerint a rácsozott lapnak saját síkjában való különböző elhelyezése s így a rács köze is csak kis mértékben mutat befolyást; általában véve pedig a megegyezés FRESNEL formulájával kielégítő, sőt az összesített középértékeké igen jó.

Ezen eredmény megerősíti és kiegészíti az 1876. évben készített dolgozatom * idetartozó eredményét s ennek érvényességi körét igen jelentékenyen tágítja.

IX_a. és IX_b. TÁBLÁZAT.

A PALATIN-FRÖHLICH-féle \perp keresztezett, 0·5 mm. és 0·001159 mm. közü rácsról szabályosan visszaverődött sugarak észlelt polározási azimutjainak középértékei és ezeknek összehasonlítása a FRESNEL-féle közönséges visszaverődési formulával :

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{calc.}} = - \operatorname{tg} \psi \cdot \frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}.$$

A \perp , illetve \equiv jelek rovatainál a 0·5 mm., illetve a 0·001159 mm. közü vonalozás párhuzamos a beesés síkjához; a vonalozásnak egymással 180°-ot képező két-két helyzete érvényesült; to-

* FRÖHLICH, i. h.: Müegyetemi Lapok I. k. 294—295. ll. Budapest, 1876; Wiedemann's Ann. d. Ph. u. Ch. Bd. I, p. 332, 1877.

vábbb ψ a beeső fény polározási sikkja és a beesés sikkja közötti azimut; végre

$$\sin i = n \sin r; \quad n = \operatorname{tg} P = \operatorname{tg} 56^{\circ} 15' = 1.4063; \quad \psi = 44^{\circ} 20'.$$

IX_a. A megfigyelt polározási azimutok rendezett középértékeinek táblázata.

i	$\begin{array}{c} \text{ } \\ \cdot \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \cdot \\ \text{ } \\ \cdot \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{ } \\ \cdot \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{ } \\ * \\ \varphi \\ * \end{array}$	$\begin{array}{c} * \\ \text{ } \\ * \\ \varphi \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{ } \\ * \\ \varphi \\ * \end{array}$	Közép- érték: φ
15°	- 41°26'	- 41°32'	- 41°29'	- 41°59'	- 42°01'	- 42°00'	- 41°45'
25	- 36 11	- 35 37	- 35 54	- 36 47	- 36 56	- 36 52	- 36 23
35	- 28 10	- 27 46	- 27 58	- 28 18	- 28 47	- 28 33	- 28 16
45	- 16 31	- 16 05	- 16 18	- 16 49	- 16 53	- 16 51	- 16 35
55	- 2 02	- 1 37	- 1 50	- 1 53	- 2 11	- 2 02	- 1 56
65	+ 13 19	+ 13 25	+ 13 22	+ 13 10	+ 13 16	+ 13 13	+ 13 18
75	+ 26 57	+ 27 00	+ 26 59	+ 26 47	+ 27 04	+ 26 56	+ 26 58
85	+ 38 50	+ 39 04	+ 38 57	+ 38 54	+ 39 00	+ 38 57	+ 38 57

IX_b. A megfigyelt polározási azimutok középértékeinek összehasonlítása Fresnel közönséges visszaverődési formulájával.

i	$\varphi_{\text{calc.}}$	$\varphi_{\text{calc.}} - \dot{\varphi}$	$\varphi_{\text{calc.}} - \dot{\varphi}^*$	$\varphi_{\text{calc.}} - \varphi$
15°	- 41°39'	- 0°10'	+ 0°21'	+ 0°06'
25	- 36 34	- 0 40	+ 0 18	- 0 11
35	- 28 14	- 0 16	+ 0 19	+ 0 02
45	- 16 26	- 0 08	+ 0 25	+ 0 09
55	- 1 54	- 0 04	+ 0 08	+ 0 02
65	+ 13 12	- 0 10	- 0 01	- 0 06
75	+ 26 52	- 0 07	- 0 04	- 0 06
85	+ 38 44	- 0 13	- 0 13	- 0 13

33. §. *A megtörve-elhajlított fényre nézve általában véve sem a teljes, sem a partiális circumpolaritás törvénye nem áll. A parallel polározás törvénye, legalább kisebb érvényességi körben, fennállani látszik.*

Önkénytelenül felmerül az a kérdés, vajjon a visszaverődve-elhajlított sugarak polározási viszonyaiban jelentkező szabályszerűségek jelentkeznek-e és érvényesek-e a megtörve-elhajlított sugárcomplexumra nézve is?

Léteznek ugyan átmenő elhajlított fényre vonatkozó nagyszámú észleletek,* de mindezek vagy normális beesésre, vagy a beesés síkjában lévő sugarakra vonatkoznak, részben olyan esetekre is, hol gondoskodtak az iránt, hogy a rács barázdái előtt és után lévő közeg optikai sajátságai lehetőleg közel legyenek egymáshoz.

E kísérletek, bár egyes esetekben tájékozást nyújtanak, mégsem elegendők, hogy az itt felvetett kérdést általánosságban és minden részletében eldöntsék; ezért az átmenő fény polározását épen e kérdés eldöntése czéljából egyelőre *qualitatively* vizsgáltam meg:

a) Átlátszó üvegrácsra a polározás szöge alatt ejtve a beesés síkjára merőlegesen polározott fényt, akár a rácsozott, akár a sima felületet érte előbb a fény: a rácsozott felületről visszaverődött fényben mindig teljes circumpolaritás jelentkezik, míg a mindig teljesen síkban polározott átmenő sugarak polározási azimutjai egymástól csak elég kis mérvű eltérést mutattak s a circumpolaritásnak nyoma sem jelentkezett. Ámde, ha a fénynek a rácsozott lapon való áthaladása vagy a róla való visszaverődés előtt csak az elhajlítás folytán ily circumpolaris állapot fennállana: akkor ez a törés folytán nem változhatnék annyira, hogy circumpolaris jellegét elveszitené; ebből következtetjük, hogy ily állapot csak a jelen esetben a polározás szöge közelségében felmerülő visszaverődési folyamat hozzájárulása vagy lényeges befolyásolása folytán áll elő; ilyet a 35. §-ban említett egyenes kísérlettel, minden fényelhajlás nélkül létesíthetünk.

b) Átlátszó ily üvegrácsra ugyane P polározási szög alatt

* V. ö. az 1. §. lábjegyzeteit.

tetszőleges polározási azimut mellett bocsátva fényt: az átmenő fény sem aszimmetrikus, sem partiális circumpolározást nem mutat; de mikor a beeső fény polározási síkja a beesés síkjában van: a parallel polározás szabálya általánosságban látszik érvényesülni, legalább a szabályosan átmenőtől nem nagy szögeltéréssel haladó sugarakra nézve; ugyane tapasztalat áll fenn ily beeső félynél tetszőleges beesési szög mellett.

c) Ugyanily üvegrácsra tetszőleges beesési szög alatt, tetszőleges polározási azimut mellett beeső fény esetében az átmenő fény általában véve mindig azt a sajátságot mutatja, hogy a szabályosan áthaladó sugártól nem nagy szögeltéréssel haladó elhajlított sugarak polározása nem tér el nagy mértékben e sugár polározásától.

E tekintetben utalok a 34. §. utolsó bekezdésére.

34. §. *A totális reflexio szögeinél felmerülő elhajlás visszaverődött és átmenő fényben. Experimentum crucis arra nézve, hogy az elhajlított fény nem keletkezik a szabályosan megtört (átmenő) fényből.*

Derekszögű üveghasábok átfogó lapjára a törő élekhez párhuzamos rácsozást készítettem s az egyik befogó lapján át beejtett fényt a totális visszaverődés határszögénél nagyobb szög alatt bocsátottam az átfogó lapjára; azt tapasztaltam, hogy *ámbár ezen esetben szabályosan törött (átmenő) sugár nem létezik, hanem csak szabályosan, totálisan visszaverődött sugár: ennek daczára nem csak a visszaverődve-elhajlított fényben, hanem a kilépő, megtörve-elhajlított fényben is keletkeztek az ismert, szabályos elrendezésű fényelhajlítási színeképek, bár az előbbieket erősege jelentékenyen növekedett, az utóbbiaké tetemesen csökkent, mikor a beesés szöge a totális visszaverődés határszögét átlépte.*

E kísérleteket több különböző üveghasábbal, a legkülönbözőbb rácsozási közők alkalmazásával végeztem s az említett jelenséget úgy subjectiv, mint objectiv előállításában megvizsgálva, a kimondott tapasztalatot feltétlenül fennállónak találtam.

E tények megerősítik STOKES-nek a 2. §. végén említett fel-fogását, hogy a fényelhajlás a szabályos megtörés után nem, hanem ez előtt, vagy egyidejűleg vele történhetik; de egyszerűsmind megerősíti az általam a 18. §-ban érintett ténykörülmenyt,

hogy az elhajlás *nem történhetik a visszaverődés után*, hanem vagy előtte, vagy egyszerre vele; s ez itt a *totális visszaverődésre nézve is áll*. V. ö. egyébként a köv. §. 4. pontját.

Mindezen sajátságok *quantitativ* megállapítása végett oly kísérleti vizsgálatot folytatok, melynél egy külön e czélra készített, homogén, csiszolt ZEISS-féle üveg-félgömb sima lapja közepe van vonalkázva, úgy, hogy az átmenő fény bármily irányú, szabályosan törött vagy törve-elhajlított sugara igen közelítőleg merőlegesen halad ki e gömbanyagából, mely normális kihaladás polározását nem változtatja. Az idetartozó eredményeket e vizsgálat befejezésével lesz szerencsém a Tek. Akadémia elé terjeszteni.

35. §. *Az üvegrácsokról visszaverődve-elhajlított sugarak polározása törvényszerűségeihez analogiát mutató jelenségek előállítására üvegfelületről elhajlítás nélküli visszaverődés által. Záró megjegyzés.*

1. Erős fényforrásból származó fénynyaláb a polározón áthaladva, kicsiny, köralakú diaphragmához érkezett s azon át erős achromata-condensor-lencserendszerre esett, melyből mint convergáló polározott sugárkúp jutott ki; e kúp geometriai tengelye mentén haladó sugár a *fősugár*.

Megvizsgálva e kúp egyes sugarai polározási azimutját, azt találtam, hogy a tetszőleges sugáron és a fősugáron átmenő síkra nézve e két sugár polározási azimutja egymással igen közelítőleg egyenlő. Ez még a 45° nyílás-szögű kúp esetében is fennáll.

Ezen egyszerű sajátság kifejezi a normális incidentiánál fellépő *isoklinikus polározás törvényét*, 27. §.; a fősugár megfelel ott a szabályosan, normálisan visszaverődött sugárnak.

2. Reá ejtve e sugárkúpot egy fekete, csiszolt üveglap sima felületére, úgy, hogy a kúp csúcsa a lapot érje, továbbá, hogy a fősugár beesési szöge az üveg polározási szögével egyenlő és polározásának síkja e fősugár beesési síkjára merőleges legyen: akkor a visszaverődött sugárkúp középső része igen sötét, míg kerületi része, analizátorral megvizsgálva, a *teljes és szimmetrikus circumpolaritás* sajátságait mutatja, 18. §.

E tapasztalat teljes megegyezésben áll a szabályos reflexio FRESNEL-féle formuláival: ugyanis a kúp minden egyes sugara, miként közvetlen kísérlettel meggyőződtem, ezen szabályos

reflexio törvényei szerint verődik vissza; ha ezen alapon a kúp kerületi sugarai polározási síkja helyzetét számítjuk ki, a visszaverődött fősugártól nem igen nagy szög-eltérést mutató sugarakra nézve a circumpolaritás törvényéhez igen közel álló kifejezéshez jutunk.

3. Más beesési szögek és más beesési azimutok mellett ismételve e kísérletet: a visszaverődött kúp sugarainak polározása általánosságban megegyezik azzal, melyet a szabályosan visszaverődött sugár környezetében haladó elhajlított sugarak mutatnak.

Ezzel a §. címében jelzett analogia kísérletileg ki van mutatva; az elméleti kimutatás azonban kissé több helyet vesz igénybe, miért részletezését itt mellőzzük.

4. *Záró megjegyzés.* Ezen kísérletek önkéntelenül azt a gondolatot ébresztik, hogy a visszaverődéssel járó elhajlítás folyamata analog az itt leírt folyamatokkal: ugyanis, hogy a beeső fény, mielőtt a rácszott felülethez érkezik, az elhajlítás folytán divergáló, közelítőleg egyforma, vagy STOKES cosinus-törvényének megfelelő sugarakra oszlik, melyek azután szabályos visszaverődést szenvednek. Az 1. 3. alatt említett kísérleteink szerint *ily felfogás a szabályosan visszaverődött sugár környezetében lévő elhajlított sugarakra nézve első megközelítésben megengedhető* ugyan, de az attól nagy mértékben eltérő sugarakra nézve már nem. Ezt bizonyítják különösen a normális incidentia esetei [13. és 16. §. utolsó bekezdése; 27. §.]: ugyanis ott, síkban polározott beeső fény esetében [16. §. és 27. §.] a normálissal P szöget képező elhajlított sugarak mindegyikének a saját meridiánja síkjában polározottnak vagy eloltottnak kellene lennie; de sem az egyik, sem a másik várakozás nem valósul meg. Hasonlóképen, természetes beeső fény esetében [13. §.] a normálissal P szöget mutató visszaverődve-elhajlított sugaraknak, saját meridiánjukban, mind síkban polározottnak kellene lenniök; de a polározásnak nyomát sem mutatják.

A visszaverődve-elhajlított fény polározási állapotát ezek szerint, szigorúan véve, mégsem szabad a STOKES-féle «irreguláris törés» felfogási módja szerint [2. §. utolsó bekezdése, 18. §. lábjegyzete] «*irreguláris reflexio*» folytán létesültnek tekintenünk, hanem olyasféle, bizonyára bonyolódott folyamatnak, melynél a

határfelületen keletkező másodrendű gerjedési terek állapotát a beeső fény természete, a beesés szöge, a felület optikai jellemzői határozzák meg, mely állapotot általánosabb törésnek és visszaverődésnek lehetne nevezni. Ezen gerjedési állapot minden visszaverődésnél és törésnél keletkezik és pedig úgy a visszaverő, mint a törő oldalon az észleletek nyújtotta tapasztalati szabályok szerint; de a közönséges törésnél és visszaverődésnél ezen állapot csak a rendesen törött és visszaverődött sugár iránya mentén jelentkezik; bármily más irányban felmerülő sajátságait épen az eléggé fényerős elhajlitott sugarak polározási sajátságai teszik felismerhetőkké.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 márczius 14.-én tartott üléséből.)

A HERTZ-FÉLE HULLÁMOK ÁTHATOLÁSA AZ ELEKTROLYTEKEN.

KÁROLY IRÉN-től.

A sík elektromágnes-hullámok a teljes szigetelőkben meggyengülés nélkül, a vezetőkben pedig meggyengülve terjednek tovább; a hullámok energiája itt JOULE-meleggé alakul át.

Azt a határmélységet, a meddig a HERTZ-féle hullámok a különböző fémekbe behatolnak, kísérleti úton BJERKNES¹ vizsgálta meg, s azt találta, hogy a fémek extinctio képessége a MAXWELL-féle teoriának megfelelően, a fémek vezetőképességével és mágnességével növekedik, de e mélység aránylag igen csekély, átlag 0.01 mm. s minél gyorsabb rezgésűek e hullámok, annál kevésbé képesek behatolni a fémekbe. Kísérletezésének alapelve a különböző fémek resonantiája, melyet elektrométerrel észlelt. DRUDE² elméleti úton majdnem ezt az eredményt mutatja ki.

Az elektrolytek vezetőképessége és absorptiója közt levő viszony kísérleti igazolásával J. J. THOMSON J. STEFAN,³ és NORDMANN foglalkoztak abból a czélból, hogy megállapítsák azt a folyadék-réteget, melyen az elektromos hullámok még keresztülhatolnak. J. J. THOMSON³ köralakú vibrátora és resonátora közé tett elektrolyteken kutatta azt a folyadékvastagságot, mely éppen elegendő arra, hogy a resonátor szikráját kioltsa. Kísérleti adataiból azt következteti, hogy a különböző elektrolyteknek más és más átbo-

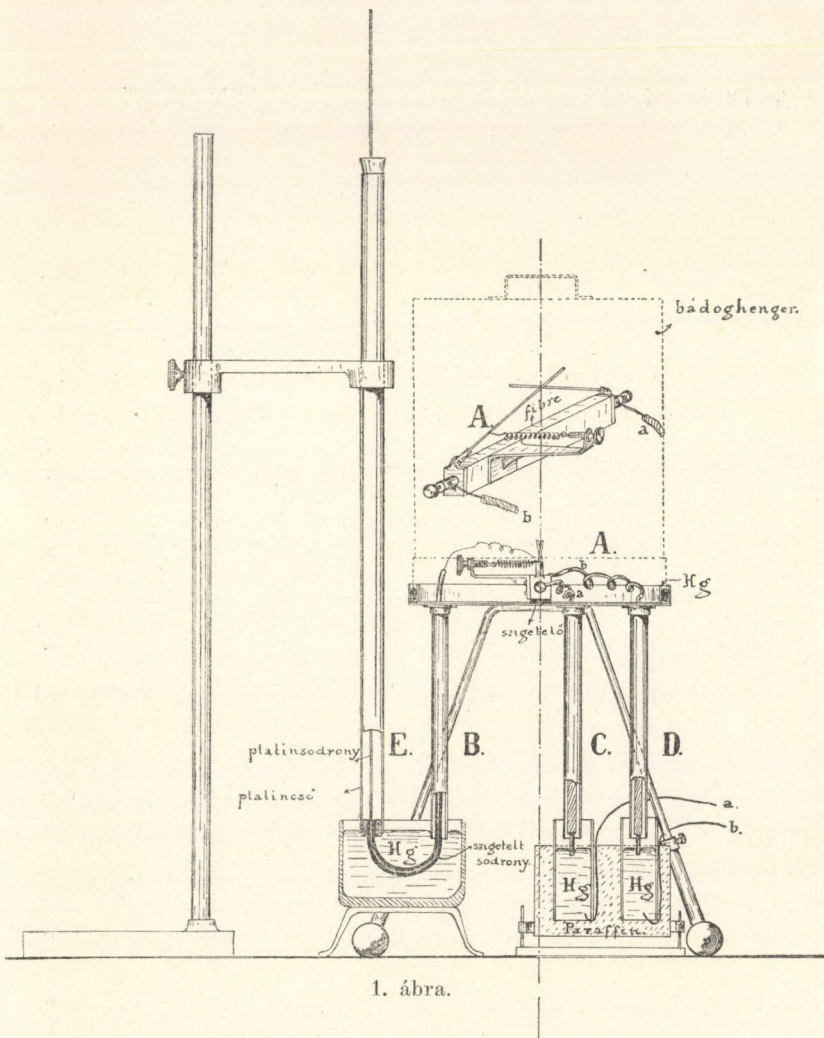
¹ V. BJERKNES, WIED. ANN. 47. 69. l. 1892. és Wied. Ann. 48. 592. l. 1893.

² DRUDE, Physik des Aethers 480. l. és 576. l.

³ WIED. BEIBL. 13. 727. l. 1889. J. J. THOMSON. Proc. Roy. Soc. 45. 288. l. 1889.

⁴ Wied. Ann. XLI. k. 400. l. 1890.

csató vastagságai e folyadékok specifikus ellenállásával állanak arányban. Így ha a kénsavhoz (sűrűsége 1·175), mely 3—4 mm.



vastagságban bocsátja át a hullámot, viszonyítja a különböző elektrolytek átbocsátó képességét, akkor a NH_4Cl (1·072) 1·53-szor, a $NaCl$ (1·183) 2·55-szor, a KCl (1·55) 3·0-szer, NH_4NO_3 (1·175)

1·8-szer, a K_2CO_3 (1·280) 3·2-szer vastagabb rétegén hatol át a HERTZ-féle hullám.

BRANLY¹ érdekes kísérletei után a kohérert többen² használták fel a folyadékokon keresztülhaladó hullámok intenzitás-gyengülésének kimutatására; mérésre azonban NORDMANN használta fel. NORDMANN aranyporból készített kohérerét faedénybe öntött higanytömeg közepébe teszi, később higany fölé, de ekkor fémfödővel zárta körül. A kohérer egyik vége a higanyba merül, másik vége elszigetelt sodronyon halad át a higanyon, de a higany tetejétől, a melyre a megvizsgálandó elektrolytet önti, már mint csupasz vezető halad függőlegesen felfelé 1·5 m. magasságig a levegőben, hol felfogja a tőle 1—2 dm. távolságban kellett hullámokat, melyek így a folyadékon át juthatnak csak az aranyporhoz. E berendezés mellett keresi azt a folyadékvastagságot, a melyen az áthaladt hullám még képes a kohérer ellenállásában megkisebbedést létrehozni.

Kísérleteiből úgy látja, hogy a különböző elektrolyteknek hullámátbocsátó vastagsága e folyadékok specifikus vezetőképességével fordított arányban van; de mindig kisebb arányban növekedik, mint az elektrolytek specifikus vezetőképességének a kisebbedése megkívánja.

Kísérletének eredménye :

	<i>E</i>	$\frac{1}{R}$
H_2SO_4 (a vezetőképesség maximumánál 369 gr. à liter)	5 mm.	0·73
$NaCl$ (telített oldat)	18 "	0·21
KCl (normalis oldat, 74·54 gr. à liter)	32 "	0·098
$MgSO_4$ (a vezetőképesség maximumánál, 424 gr. à liter)	41 "	0·049

E jelenti a határmélységet, a meddig a hullám lehatol a folyadékban; $\frac{1}{R}$ a vezetőképességet. (A higanyé 10690.)

¹ BRAULY C. R. III. 785. l. 1890.

² DRUDE, KÁROLY J., de ezek inkább demonstráló, mint mérőeszköznek vették a kohérert.

³ NORDMANN C. R. CXXXIII. 339. 1901. és C. R. CXXXIV. 417. 1902.

Második értekezésében, a mely a KCl normáloldatának és hígításának a vizsgálatait tünteti ki, első értekezésében kifejtett álláspontját újból megerősíti. Újabb kísérletezésének eredménye:

	E	$\frac{1}{R}$
KCl (normáloldat)	32 mm.	0.098
1 norm.	175 "	0.0119
10 norm.	494 "	0.00239
1 norm.	804 "	0.00122
50 norm.		
100 norm.		

NORDMANN ezúttal grafikai úton összehasonlítja kísérletezésének nyolcz adatát a MAXWELL- és POINCARÉ-féle kifejezésekkel. MAXWELL a fényelektromágnes-elmélet általános egyenletéből a «Z» vastagságú és $\frac{1}{R}$ vezetőképességű folyadékon áthaladt hullám intenzitását $C^{-kZ\frac{1}{R}}$ kifejezésekkel szemlélteti, míg POINCARÉ $C^{-kZ\sqrt{\frac{1}{\mu}}}$ kifejezéshez jut.

Három görbét szerkeszt tehát, egyet a MAXWELL-féle kifejezés alapján, egyet a a POINCARÉ-félére és egyet a kísérlet adataira; s azt találja, hogy kívül áll a MAXWELL-féle, utána van a kísérleti adatnak megfelelő és ezt követi a POINCARÉ-féle kifejezés szerint a kísérleti adat felhasználásával szerkesztett görbe; mely nyomós körülményből az elmélet igazolását látja.

A többi kutató az elektrolitek elnyelési tényezőjének kísérleti megállapítására törekszik.

G. UDNY JULE¹ az elektromos hullámot két drót közt indítja tovább s vezeti keresztül az elektrolyten; az elektrolyten áthaladt hullám gyengülését a BJERKNES-féle elektrométerrel és be rendezéssel méri meg.² De mihamar észreveszi, hogy pontos eredményhez nem juthat, mert a drót és az elektrolyt végeitől visszaverődő hullámok interferenciát adnak. Tökéletesebb mód-

¹ WIED. Ann. 50. 742. I. 1893.

² BJERKNES, WIED. Ann. 44. 513. 1891.

szerrel és eszközzel mérte az elektrolýteken áthaladó hullám gyengülését P. ZEEMAN.³ Hosszú LECHER-féle vezetõn hosszú edénybe öntött elektrolýten ment a hullám keresztül s így az edény faláról a hullám észrevehetően nem verõdhetett vissza; a hullám intenzitását a PAALZOW- és RUBENS-féle⁴ bolométerrel mérte. Kísérleteibõl kitünt, hogy egyforma vezetõképességû folyadékoknak ugyanazon elnyelõképesség felel meg s hogy az elnyelési tényezõ a vezetõképesség négyzetgyökével s a hullámhosszúság reciprok értékével áll arányban.

A. EICHENWALD⁵ ZEEMAN módszerét tökéletesíti s a MAXWELL-féle elméletet megerõsíti kísérleti adataival; DRUDE⁶ a LECHER-féle módszert fejleszti; K. WILDERMUTH⁷ a ZEEMAN-féle módszert kisebb hullámokkal is kipróbálja s kimutatja, hogy a folyadékok elnyelõképessége $21 \cdot 10^{-10}$ periodusú hullámoknál egyedül a folyadékok vezetõképességétõl függ. DRUDE módszerét alkalmazta s tökéletesíti E. MARX⁸ és COOLIDGE,⁹ ki fõleg dielektromos konstansokat mért. Az eddigi módszerektõl elütõ, új alapon határozza meg a víz elektromos hullámelnyelõ tényezõjét PFEIFFER PÉTER,¹⁰ ki a fényelnyelés mérésének elvéhez hasonlóan a beesõ és kilépõ hullámok erejének a viszonyából határozza meg a víz elnyelési tényezõjét, úgy a haladó, mint a visszavert hullámnál.

Igazolja-e az elektrolýtek hullámátbocsátó képessége és specifikus vezetõképessége közt levõ viszony a MAXWELL vagy a POINCARÉ-féle kifejezést: e kérdés kísérleti megoldását nemcsak a tökéletes módszer, hanem első sorban oly eszköz alkalmazása döntheti el, mely az eddigieknél érzékenyebb, mûködésében állandóbb. Mivel két évi kísérletezésem e téren arról gyõzött meg,

³ P. ZEEMANN, WIED. Beibl. 20. 562. l. 1896. és 21. 51. l. 1897.

⁴ WIED. Ann. 37. 329 l.

⁵ WIED. Ann. 62. 571. l. 1897.

⁶ WIED. Ann. 60. 43. l. 1897. és WIED. Ann. 58. 1. l. 1896.

⁷ DRUDE, Ann. 8. 212. l. 1902.

⁸ WIED. Ann. 66. 411. l.

⁹ WIED. Ann. 69. 125. l.

¹⁰ Új módszer elektromos dispersio és absorptio mérésére dróthullámokkal. Kolozsvár.

hogy a készítettem egycontactusú kohérer minden tekintetben e célra igen alkalmas, azért az 1900-ban szerkesztettem s 1901-ben ¹ ismertettem demonstráló eszközümet átalakítottam e kérdés tisztázása végett mérő eszközzé.

A többcontactusú, fémdarabkákból álló kohérert helyettesítettem igen érzékeny, megbízható, állandó működésű ² egycontactusú kohérerrel, mely pontosságban, egyforma működésben messze túlhaladja nemcsak a fémreszelékekből álló kohérereket, hanem a más egycontactusú kohérereket is. A többcontactusú kohérerek ugyanis kifáradnak, hosszabb használat után nem reagálnak sem oly pontosan, sem oly erősen, mint kezdetben; sőt több szikra hatása alatt nemcsak ingadoznak, hanem sokszor ellenkező magatartást tanúsítanak, mint az első szikra keltette hullám alatt.

A LODGE, V. v. LANG ³ szerkesztette egycontactusú kohérereké épen az volt a hátrányuk, hogy rázás után elvesztik érzékenységüket s újból kell őket beállítani; hogy bármily kis mechanikai mozgás elegendő volt arra, hogy a kohérer ellenállása újból megnagyobbodjék. A H. TAYLOR ⁴ készítette nagyon érzékeny, egycontactusú kohérernek pedig az a hátránya, hogy a legkisebb mechanikai rázásra is megszólal, sőt még nagy vasalapon, rézzel teljesen körülvéve, megérzi a hullám hatását. Mindeme hátrányoktól ment kohérerem s e mellett érzékenységét szabályozhatom és állandósíthatom.

Az effajta absorptiósi jelenségeknél, minőket itt vizsgálunk, sem a HERTZ-féle resonator, sem a ZEHNDER-féle üvegeső, sem a KLEMENČIĆ és LEBEDEW alkalmazta thermoelektromos oszlop, sem a RUBENS és RITTER használta bolométer nem felel meg annyira a célnak, mint egy jó, egycontactusú kohérer; legalább kísérleteimnél ezek nem váltak be úgy, mint gondoltam. A készítettem kohérer érzékenységét mutatja a többek közt már az is, hogy egy

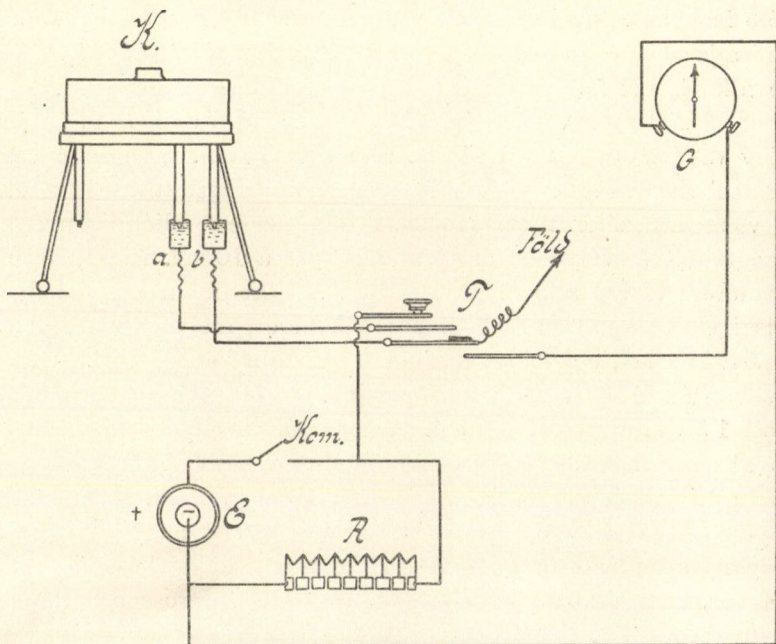
¹ KÁROLY J. Elektromos hullámok elnyeletése. Math. és Phys. Lapok V. f. 230. l. 1901.

² KÁROLY J. Elektromos hullámok keltése a galván-áramkör ellenállásának a változtatásával. Math. és Phys. Lapok II. f. 119. l. 1903.

³ WIED. Ann. 57. 34. l. 1896.

⁴ Electrotech. Zeitschrift 36. f. 717. l. 1903.

200 cm. hosszú vízvezetéki vízoszlopon áthaladó hullám, melyet 3 méter távolságban egy kis elektromos csengő szikrája kelt, épen akkora ellenállás-kisebbedést hoz létre a kohérerben, mint ha a hullám a levegőn haladt volna át. Megbizhatóságát pedig mutatja az a biztonság, melylyel reagál a városi elektromos centrálé 150 V. feszültségű, háromfázisú áramkörébe bekapcsolt, nem égő körte



2. ábra.

közeliében 1 dm. távolságban elszigetelten felfüggesztett 1 dm. hosszú s $\frac{1}{4}$ mm. vastag csupasv rézdrótnak a városi vezetéktől kapott töltésére, ha e rézdrótot a kohérer egyik végétől jövő vezetővel bármikor megérintjük.

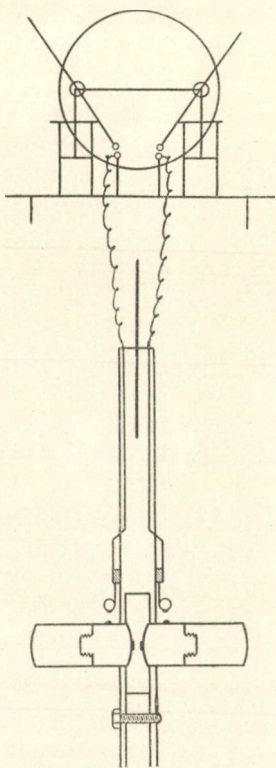
Készülékennél az elektrolyten áthaladó elektromos hullámnak a kohérerhez való jutása, a kohérer végeinek az áramkörbe való bekapcsolása s a kohérernek a levegőben terjedő hullámoktól való teljes elzárása nagyon egyszerű s teljesen megbizható módon történik ép úgy, mint a használt folyadéknak a csőből

való eltávolítása. Az elektrolytet tartó platinacső és a folyadékon áthaladó vékony platinadrót pedig a folyadék vezető-képességet nem változtatja meg s így nem is szükséges a használt folyadék vezetőképességét e miatt újból meghatározni. Elegendő chemiailag tiszta sókat megbízható helyről beszerezni, s a tetszés szerinti százaléku elektrolyt vezető képességét a KOHLRAUSCH-féle táblázatból kivenni. Különben magában a csőben is lehet a WHEATSTONE-féle kombinációval a vezetőképeséget ellenőrizni, mert a platina-cső alja nem érintkezik a higanynyal, tehát a különböző fémek érintkezésénél fellépő elektromotoros erőtől nem lehet félni.

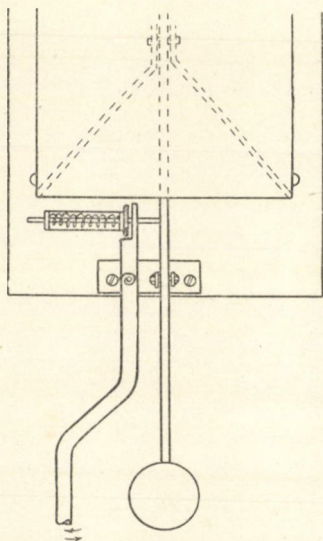
Kísérletem berendezése a következő: (lásd az 1. és 2. ábrát.) Egy vaslábakon nyugvó 15 cm. átmérőjű $\frac{1}{2}$ cm. vastagságú vaslemezbe három vékonyfalú, a vaslemezhez forrasztott vascső vezet; a vaslemez szélén 2 cm. magas, 2 mm. széles, félig higanynyal megtöltött vasvályú halad körül, amelybe a 10 cm. magas, 15 cm. átmérőjű vasból álló földöt teszszük. A vaslemezen foglal helyet elszigetelt alapon az egycontactusú kohérer, melynek két végétől indul ki a két, egyenkint elszigetelt vezető a két szomszédos vascsövön át. E két vezető vége platina, s két egymástól elválasztott 1.5 cm. átmérőjű s 4 cm. magasságú, $\frac{2}{3}$ magasságig higanynyal megtöltött üvegsőbe ér úgy, hogy a vascső vége ugyanekkor nem érinti a higanyt; de emelőkészülékkel (lásd IV. ábra) könnyen felemelhetők e higanyt tartó üvegsővek annyira, hogy a higany a két fémcövet legalább 1 cm. magasságig teljesen befedje. Ekkor, ha a fémfedő is zárja a kohérert, a legerősebb hullámok sem képesek a kohérerhez jutni. A vasedény harmadik vascsövén halad a kohérer egyik végéhez egy elszigetelt vezető, mely szigetelten halad e vascső alsó végét fémileg elzáró, higanynyal megtöltött, 5 cm. átmérőjű és 4 cm. magas üvegedényen át abba a platinacsőbe, melyben az elektrolytok hullámmelnyelését vizsgáljuk.

A platinacső alját elzáró szigetelő dugón halad keresztül a kohérertől elszigetelten jövő, a higanyon át is elszigetelten haladó vezető végéhez forrasztott platinadrót, mely mihelyt a dugót elhagyja, elszigetelés nélkül halad függőlegesen végig a platinacsövön ki a levegőbe, annyira, hogy a levegőben kb. 100 cm. magasságot ér el, hol aztán a közelben, 2—3 dm. távolságban, keltett elektromos hullámokat felfogja és az elektrolytan át vezeti a

kohérerhez. A platinadrót felületén haladó elektromos hullámnak a kohérerhez való jutásig az elektrolyt absorptiójával kell megküzdeni, s így a folyadék vezetőképességétől függő intenzitásgyengüléssel hat már a kohérerre. A kohérer két vége, mely két



3. ábra.



4. ábra.

egymástól különálló higanynyal megtöltött üvegedényben végződik, e két üvegedény higanyán át elszigetelt vezetón kapcsolódik a RAOULT-féle normal elem áramának azon ágával, melybe a DEPREZ-féle tükrös galvanométer van beiktatva, míg az áram másik ágában egy dugós rheostat, melyből 5Ω van állandóan bekapcsolva. Az osztatlan vezetékben van a kommutátor, míg a kohérer magába foglaló áramágban két áramszakító (EDELMA-
N-

féle). Az objektív leolvasásnál a skáláskészülék 1 m.-nyire áll a galvanométer tükrétől; a kohérer normális állapotakor (végtelen nagy ellenállás mellett) a tű mindig 0° -on áll; a hullám hatása után, ha az a levegőn át jut a kohérerhez 110 sc.-t mutat a tű kitérése és pedig állandóan, száz meg száz kísérlet után is. Ha a levegőn át mérjük a hullám intenzitásának megfelelő kohérer-effektus hatását a galvanométer tűjének a kitérésével, akkor a hullám úgy a higánnyal megtöltött két üvegedény vezetőjén, mint a folyadékon át jut a kohérerhez, mert a kohérer a fémfedővel állandóan el van zárva. Ha pedig a folyadékon áthaladó hullám intenzitásának a gyengülését figyeljük meg, úgy e két higánnyal megtöltött üvegedényt annyira felemeljük egy emelővel, míg a higany a két vascsövet legalább is 1 cm.-nyire fedi s így a hullám a kohérerhez a levegőn nem juthat: tehát a kohérer ellenállásának a változása, a galvanométer tűjének a kitérése, a folyadékoszlopon áthaladt hullám intenzitásától függ. A platinacsőbe addig öntünk elektrolytet 0.1 cm^3 -ként, míg a kohérer állandóan végtelen nagy ellenállását meg nem tartja, míg a galvanométer tűje állandóan 0° -on nem marad. Ebben a pillanatban a platinacsőben maradt elektrolyt magassága mutatja azt a határmagasságot, melyen a hullám már nem hatol át, vagy legalább nem képes kohérer-effektust létrehozni. Ha azonban a platinacsőben levő elektrolytból csak 0.1 cm^3 -nyi folyadékmennyiséget kiveszünk, a kohérer a hullámra már reagál és a tű kitér. Az így visszamaradt elektrolyt adja azt a mennyiséget, azt a magasságot, mely még átbocsátja az elektromos hullámokat, mely aztán kohérer-effektust hoz létre s a galvanométer tűjét még kitéríti.

Hullámkeltésre egy 30 cm. átmérőjű WIMSHURST-féle gépet és egy igen megbízható, szabályosan működő K. L. LINDMANN-féle¹ oscillatort használtam (lásd III. ábra). A kohérer ellenállásának a megváltoztatására ebben az esetben is elegendő a vasedénynek gyenge megkopogtatása; mert a tű azonnal 0° -ra tér vissza.

¹ K. L. LINDMANN, Ann. d. Phys. 4. 617. l. 1901. és DRUDE Ann. der Phys. 7. 826. 1902.

A hullám hossza 20 cm; minden leolvasás előtt 5 szikrát adtam. Az áramkört csak abban a pillanatban zártam, mikor a leolvasás történt, s a kohérert is nyitott áramnál ráztam meg. A platinacső hossza 39·5 cm.; térfogata a dugótól számítva 45·5 cm³; tehát 0·1 cm³-nyi folyadéknak megfelel a csőben 0·87 mm.-nyi magasság.

A kísérletezésre használt elektrolytek:

5% *KCl*.

10% *KCl*.

15% *KCl*.

20% *KCl*.

KCl normáloldat (7·14^o);

$\frac{KCl \text{ normáloldat}}{2}$;

$\frac{KCl \text{ normáloldat}}{5}$;

$\frac{KCl \text{ normáloldat}}{10}$;

$\frac{KCl \text{ normáloldat}}{20}$;

$\frac{KCl \text{ normáloldat}}{50}$;

15% *NaCl*.

25% *NaCl*.

10^o *CuSO₄*.

A kísérlet eredménye.

Százalék	Az elektrolyt		
	vezető- képessége Ω^{-1} cm.	átbocsátó	
		menyisége cm ³ -ekben	magassága mm-ekben
<i>KCl</i>			
5 %	0·069	7·6	66·12
10 %	0·136	5·5	48·00
15 %	0·202	4·7	40·89
20 %	0·268	3·6	31·32
<i>KCl-nak normál oldata és hígításai</i>			
Norm. oldat	0·098	5·9	51·33
2-szeres higt.	0·0512	8·3	72·28
5-szörös higt.	0·0216	14·4	125·28
10-szeres higt.	0·0112	17·9	155·73
20-szoros higt.	0·00579	26·8	233·16
50-szeres higt.	0·0024	41·0	336·00
<i>NaCl</i>			
15 %	0·164	4·5	39·15
25 %	0·214	4·3	37·41
<i>CuSO₄</i>			
10 %	0·032	10·7	93·09

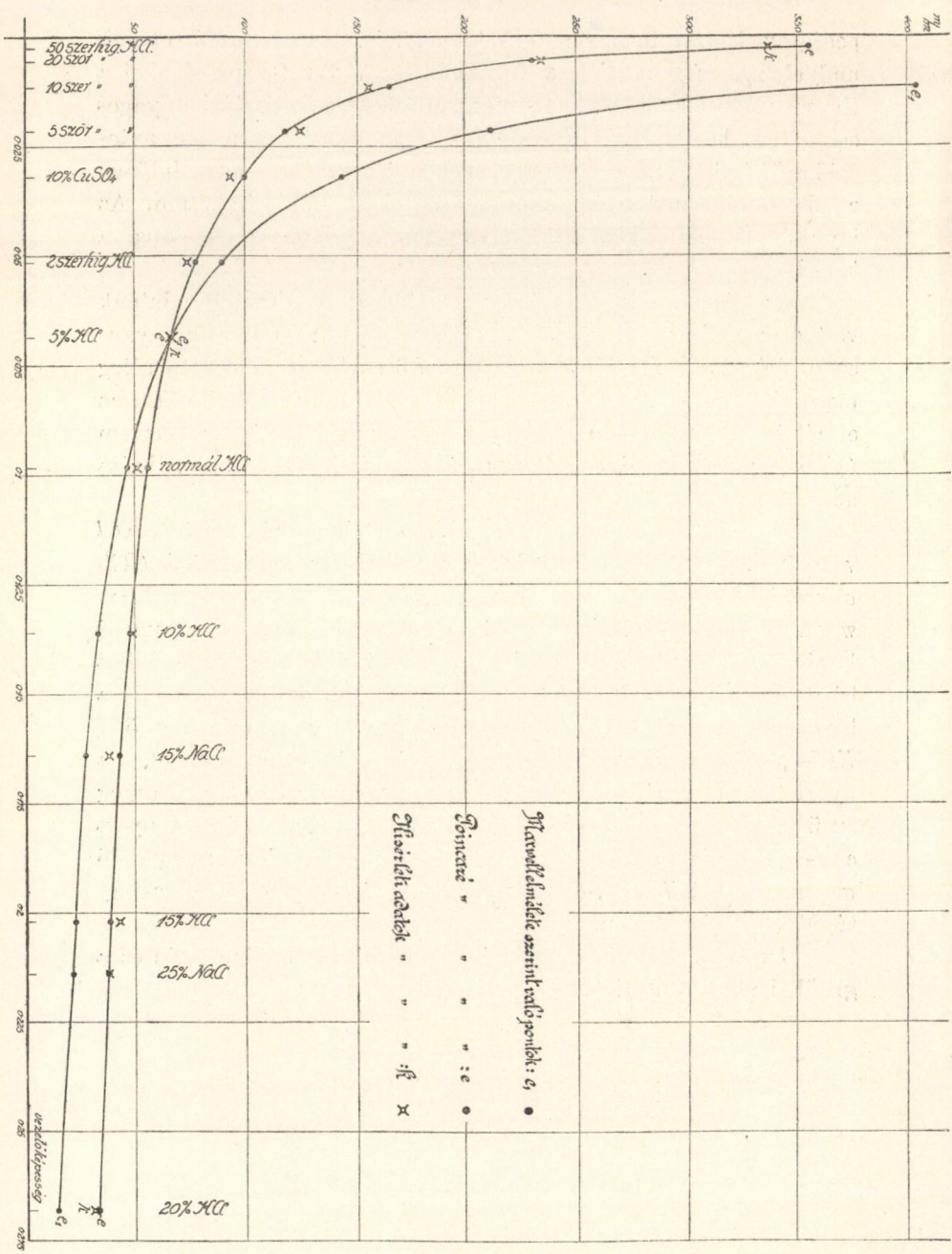
E táblázat adatai világosan mutatják, hogy az elektrolitek hullámátbocsátó-képessége és vezetőképessége közt szoros viszony van. Egyforma vezetőképességnek ugyanazon vastagság, nagyobb vezetőképességnek pedig kisebb át-bocsátóképesség felel meg. E viszony grafikus kimutatása és az elmélettel való összehasonlítása végett úgy a MAXWELL-, mint a POINCARÉ-féle kifejezés szerint megszerkesztettem a görbéket, hogy a kísérlet alapján szerkesztett görbével való összehasonlítás után kitűnjék, melyik áll legközelebb a kísérlet adataihoz. A görbékhez az adatokat az abcissára az elektrolitek vezetőképességei adják, az ordinátára

pedig az elektrolytek azon mm.-ekben kifejezett magasságú rétegei, melyek még átbocsátják a hullámokat. A vezetőképességeket a KOHLRAUSCH-féle táblázatból vettem. Minthogy a legtisztább anyagot szereztem be Merktől (Darmstadt) s az oldatokat a legpontosabban készítettem a KOHLRAUSCH-féle táblázatnak megfelelően: a platinacsőben tényleg ellenállásváltozást nem észleltem. Az így készült oldatokkal még ugyanazon napokon tettem meg a kísérleteket.

Az elmélet s kísérlet összehasonlításához kiinduló adatnak vettem a *KCl* 5% oldatának vezetőképességét: 0.069-et s ugyan ezen elektrolytnél a kísérlet adatát: 7.6 cm³-t az átbocsátó réteg mennyiségére és vastagságára. E két adathoz viszonyítottam az elméletnek megfelelően az átbocsátó réteg mennyiségét s nyertem úgy a MAXWELL-, mint a POINCARÉ-féle kifejezéshez az ordináta adatait.

Ugyanis elosztottam a nagyobb vezetőképességet az 5% *KCl* vezetőképességével s a nyert hányadossal elosztottam az 5% *KCl*-nak megfelelő átbocsátó mennyiséget, 7.6 cm³-t, s ez adta a MAXWELL-féle elméletnek megfelelő adatot cm³-ekben. A POINCARÉ kifejezésnek cm³-ekben kifejezett adatait nyertem, ha a kijött hányados négyzetgyökével osztottam el a 7.6 cm³-t. Ha pedig a kérdéses elektrolyt vezetőképessége kisebb volt, mint az 5% *KCl*-é, akkor az 5% *KCl*-nak vezetőképességét osztottam el, s a nyert hányadossal, illetve ennek négyzetgyökével szoroztam meg az 5% *KCl*-nak megfelelő kísérleti adatot, a 7.6 cm³-t. A nyert cm³-eket pedig mindenütt megszoroztam az 1 cm³-nek megfelelő magassággal, 8.7 mm.-rel, s nyertem az átbocsátó réteg vastagságát milliméterekben.

Az összehasonlítás eredményét a táblázatos kimutatás és a grafikai ábra mutatják.



A kísérlet adatai és az ezekből az elmélet szerint nyert eredmények.

Kísérleti adatok				Elméletnek megfelelő eredmények			
Százalék	Az elektrolyt			Poincaré-féle		Maxwell-féle	
	vezető- képes- sége Ω^{-1} cm.	átbocsátó		Az elektrolyt-nek át bocsátó			
		mennyi- sége cm ³	magas- sága mm.	mennyi- sége cm ³	magas- sága mm.	mennyi- sége cm ³	magas- sága mm.
<i>KCl</i>							
5 %	0·069	7·6	66·12	7·6	66·12	7·6	66·12
10 %	0·136	5·5	48·00	5·48	47·68	3·85	33·6
15 %	0·202	4·7	40·89	4·42	37·5	2·596	22·62
20 %	0·268	3·7	31·32	3·85	33·5	1·956	17·1
<i>KCl-nak normál oldata és hígításai</i>							
Norm. oldat	0·098	5·9	51·33	6·35	55·68	5·35	46·54
2-szeres higt.	0·0512	8·3	72·28	8·61	76·56	10·26	89·26
5-szörös higt.	0·0216	14·4	125·28	13·6	118·32	24·24	210·9
10-szeres higt.	0·0112	17·9	153·73	18·9	164·43	46·82	407·3
20-szoros higt.	0·00579	26·8	233·16	26·3	228·81	90·74	789·4
50-szeres higt.	0·0024	41·0	336·7	40·75	354·52	218·5	1900·95
<i>NaCl</i>							
15 %	0·164	4·5	39·15	4·9	42·63	3·19	27·8
25 %	0·214	4·3	37·41	4·32	37·58	2·45	21·4
<i>CuSO₄</i>							
10 %	0·032	10·7	93·09	11·5	100·05	16·42	142·85

Az így nyert adatok s a belőlük szerkesztett görbék emi-
nenter a MAXWELL-féle kifejezés ellenében a POINCARÉ-félét iga-
zolják.

*Az elektrolytek hullámátbocsátó-képessége specifikus vezető-
képességük négyzetgyökével fordított viszonyban áll.*

RIEMANN-NAK A LINEÁR DIFFERENTIÁLEGYEN- LETEK ELMÉLETÉRE

VONATKOZÓ TÖREDÉKÉRŐL ÉS AZ AHHOZ CSATLAKOZÓ
ÚJABB VIZSGÁLATOKRÓL.

SCHLESINGER LAJOS I. t.-től.

I.

Mikor 1876-ban RIEMANN munkáinak első kiadásában * a «*Zwei allgemeine Lehrsätze über lineare Differentialgleichungen mit algebraischen Coefficienten*» című töredék RIEMANN hagyatékából először közretétetett, az ezen töredékben foglalt eredmények tekintélyes részén a FUCHStól és munkatársaitól 1865 óta megteremtett és tovább művelt elmélet már túlhaladott. A lineár differenciálegyenletek amaz osztálya, melyet ma FUCHS-félének mondunk, a lineár differenciálegyenletek újabb elmélete megalapítójának, a GAUSS-féle sor differenciálegyenletének természetszerű általánosításaként akkép adódott, hogy emez osztályhoz tartozó egyenletekre minden az egyenletet formálisan kielégítő hatványsor bizonyos sikrészben belül convergens is, és hogy integráljainak magatartása a singuláris pontok környezetében a differenciálegyenlet coefficienseiből algebrai segédeszközökkel kiolvasható. RIEMANN a saját álláspontján ép oly természetszerűen jutott el a differenciálegyenletek ugyanezen osztályához, mert ** azon differenciálegyenlet coefficiensei, a melynek a tőle postulált függvényrendszer *** eleget tesz, csak abban az esetben adódnak

* B. RIEMANN'S gesammelte mathem. Werke, herausgegeben von DEDEKIND und WEBER. (Leipzig, 1876.)

** V. ö. CRELLE Journal, Bd. 125, p. 28.

*** Werke (1892), p. 388. sq.

teljes biztonsággal, mint a független változó algebrai függvényei, ha e függvényrendszer annak a megszorításnak lesz alávetve, hogy sehol sem válik «végtelen rendszámú végtelenné». Míg azonban a FUCHS-féle elmélet természetsszerűleg mindenekelőtt a singuláris pontok környezetében fellépő különlegességek, valamint azon esetek vizsgálata felé fordult, a mikor az integrálok a singuláris pontokban határozatlanná válnak,¹ továbbá pedig a fundamental substitutiók coefficienseinek meghatározását,² valamint speciális lineár differenciálegyenletek vizsgálatát³ vette célba, addig RIEMANN a tőle választott és általános függvényteni gondolkodásának megfelelő kiinduló pontból mindjárt az ugyanazon módon elágazó függvényrendszerek fogalmát állítja fel, azokat — ép úgy mint az algebrai függvények elméletében — egy osztályba foglalja, és ezzel azt a szempontot teremti meg, a mely hátrahagyott feljegyzéseinek közzétételével mint lényegesen új — habár a GAUSS-féle differenciálegyenlet elméletében előkészített és FUCHSNÁL is speciális esetekben előforduló⁴ — elem a meglévő elméletbe belépett.

Az algebrai függvények elméletében RIEMANN,⁵ nem törődve azokkal a nehézségekkel, a melyekkel a DIRICHLET elvére alapított existencia bizonyítások járnak, az osztály fogalmával és az osztály invariánsainak (p és az osztálymodulusok) kijelölésével megtalálta az egész elmélet főidegét, melynek föltárásával RIEMANNNAK magának megnyílt az út az általános ABEL-féle függvények elmélete felé, utódai számára pedig, kik algebrai alapon tovább építettek, meg volt adva az a cél, a mely felé törekedniök kellett. A lineáris differenciálegyenletek elméletében, a mely abban az időben, a midőn RIEMANN vele foglalkozni kezdett (1857), még a XVIII. százév gyermeksarúiban járt, még RIEMANN geniális elfogulatlansága sem tudott az existencia bizonyítások nehézségeivel megküzdeni, és így a töredékben foglalt

¹ Különösen HAMBURGER, THOMÉ munkáiban.

² FUCHS, CRELLE Journal, Bd. 75, 76.

³ FUCHS, CRELLE Journal, Bd. 71, 73, 82, 83, 85.

⁴ CRELLE Journal, Bd. 71, 73.

⁵ Theorie der ABEL'schen Functionen, CRELLE Journal. Bd. 54, Werke (1892), p. 88. sq.

alapvető gondolatok, nemzőjüknek önbíralata következtében, sok évi terméketlenségre lőnek elítélve. Szerencsére a tudománynak nem származott ebből állandó veszteség; mert a mi RIEMANN eszméiből megtermékenyítésre érett volt, az FUCHStól és munkatársaitól RIEMANNTól függetlenül hozatott napvilágra, az osztály fogalma pedig és az ezzel kapcsolatos problémák még 1876-ban is koraiak voltak.

Tényleg a lineáris differenciálegyenletek elméletének fejlődésében a RIEMANN-féle töredék megjelenése nem érvényesül mint egy *deus ex machina*, hanem e fejlődés folytonos módon halad tovább addig, míg az elméletből eredő *inversio problemák* körútján addig a pontig jut el, a melynél az ugyanazon módon elágazó függvényrendszerek természetszerű módon lépnek fel. Mivel ugyanis az a FUCHS-féle függvény, mely a FUCHS-féle osztályba tartozó differenciálegyenlet független változóját, mint az ezen egyenlet integráljait FUCHS-féle zetáfüggvényekké uniformizáló parameter függvényét szolgáltatja az elágazó pontokkal és azokkal a substitutiókkal, a melyeket egy fundamentárendszer eme pontok megkerülése után szenved, meg van határozva, POINCARÉ* indítatva érezte magát azon differenciálegyenletek összességének a vizsgálatára, a melyekre nézve az elágazó pontok és a hozzájuk tartozó fundamentálsubstitutiók ugyanazok, és ez vezette őt — úgy látszik a nélkül, hogy RIEMANN töredékét ismerte volna — a RIEMANN-féle osztály fogalmát felölelő *faj* (espèce) fogalom felállítására.

Valószínű, hogy az algebrai függvények elméletében is annak a belátása, hogy a ϑ függvények egy és ugyanazon rendszere mindazoknak a két változó közt fennálló algebrai vonatkozásoknak az uniformizálására képes, a mely vonatkozások birationális transformatiókkal egymásba átvihetők (tehát ugyanabba az osztályba tartoznak), indította volt RIEMANNT arra, hogy az osztály fogalmát elméletének középpontjává tegye, és ha közelfekvő is az a föltevés, hogy RIEMANN tisztán az analógiát követve, a lineáris differenciálegyenletek tőle tervezett elméletének alapjául az ugyanazon módon elágazó függvények elméletét

* Acta Mathematica, t. V.

kivánta tenni, a mely eljárás az algebrai függvények elméletében oly fényesen bevált, mégis, tekintettel bizonyos leképezési feladatokra, a melyekkel RIEMANN foglalkozott¹, továbbá arra, hogy a hypergeometrikus sorról tartott előadásában (1859) a modulfüggvény uniformizáló erejét felhasználja,² de különösen tekintettel a töredék kisebb betűkkel szedett passzusában³ foglaltakra, nem utasíthatjuk el azt a gondolatot, hogy RIEMANN a valamely algebrai coefficiensű lineáris differenciálegyenlettel adott vonatkozás uniformizálását is sejtve láthatta lelki szemével, talán oly alakban (t. i. több változós függvények segélyével), a melyben ez még manapság is ismeretlen előttünk.

Miután HEUN (1887—1888)⁴ azoknak a lineáris egyenleteknek a coefficienseiről írt volt, a melyek egy és ugyanazon fajba tartozó függvényrendszerek közt fennállanak, a RIEMANN-féle osztály- (vagy helyesebben a POINCARÉ-féle faj-) fogalommal FUCHS-nak azon vizsgálataiban⁵ találkozunk, a melyek azon lineáris differenciálegyenletekre vonatkoznak, a melyeknek csoportja valamely a coefficiensekben szereplő parametertől függetlenek. Habár kétségtelen, hogy FUCHS e vizsgálatokat azzal a szándékkal kezdte, hogy azoknak a differenciálegyenleteknek az elméletében, a melyeknek az ABEL-féle integrálok periodicitási modulusai eleget tesznek, mélyebbre hatoljon és ezt az elméletet általánosítsa, e vizsgálatok mégis — a mint mutattam⁶ — igen szoros és meglepő kapcsolatban vannak a RIEMANNTÓL töredékében felállított problémákkal, és ezen összefüggés felismerése volt az, a mely engemet közvetlenül RIEMANN töredékének alapos tanulmányozására indított. Mielőtt már most saját régibb kísérleteim megbeszélésére és legújabb vizsgálataim eredményeinek kifejtésére reátérnék, még FELIX KLEIN⁷ megjegyzéseit és E. RITTER — sajnos befejezetlenül maradt — vizsgálatát «*Über Riemann'sche*

¹ Werke (1892), XXVI, p. 440.

² Werke, Nachträge (1902). III, p. 93.

³ Werke (1892), p. 386, 387.

⁴ Acta Mathematica, t. XI, p. 97—118., t. XII, p. 103—108.

⁵ Sitzungsberichte der k. preuss. Akademie, 1888. sq.

⁶ CRELLE Journal, Bd. 123. p. 173.

⁷ Mathem. Annalen, Bd. 46 (1895), p. 83. sq.

*Formenschaaren auf einem beliebigen algebraischen Gebilde*¹ kell felemlítenem, ez utóbbit különösen azért is, mert RITTER ott² körülbelül egy időben velem³ annak a lehetőségét említi, hogy a RIEMANN-tól töredékében postulált függvényrendszerek existenciája POINCARÉ FUCHS-féle zétafüggvényeinek segítségével bebizonyítható volna, bár úgy látszik, hogy RITTER-nél ez csak futólag odavetett megjegyzésnek tekintendő, mivel minden megszorítás nélkül az «*Existenz solcher Formenschaaren bei beliebig vorgegebener Gruppe*»-ról beszél, míg a «*series zétafuchsiennes*» convergentiája a fundamentalsubstitutiókra kirovandó megszorító föltételekhez van kötve (lásd alább).

II.

A RIEMANN töredékére vonatkozó saját tanulmányaimban — a melyek 1895-ig visszanyúlnak⁴ — azt a feladatot tűztem magam elé, hogy a lineár differenciálegyenletek elméletét a töredékben kijelölt irányban, és általában RIEMANN függvénytani elveinek megfelelő módon tovább fejtssem, a mennyiben a RIEMANN-tól postulált függvényrendszerek existenciáját bebizonyítom, a RIEMANN-féle problémák következményeit a lineár differenciálegyenletek általános elméletében vizsgálom s végre kiderítem azoknak a RIEMANN-tól magától «*nem helyes*»-nek mondott észrevételeknek az igazságtartalmát, a melyek a töredék kiadásában kisebb betűkkel vannak szedve.

Hogy egyelőre is szilárd talajon járhassak,⁵ az existenciabizonyítást POINCARÉ-nak FUCHS-féle zétafüggvényeire alapítottam, bár ezzel az általánosságnak igen lényeges megszorítása járt, a mennyiben a zétasorok convergentiájának biztosítására azokat

¹ Mathem. Annalen, Bd. 47 (1896), p. 157.

² P. 158, 12—10. sor alulról.

³ Handbuch d. Th. d. l. Diffgl. Bd. II. 1 (1897), p. 110 (az illető iv 1896. évi márczius havában hagyta el a sajtót).

⁴ 1895-ben a töredéket a berlini tud. egyetemen tartott gyakorlatokon tárgyaltam.

⁵ Handbuch d. Th. d. l. Diffgl. Bd. II. 2 (1898), p. 392; Comptes Rendus 1898, CHELLE Journal, Bd. 123.

az A_1, \dots, A_σ lineáris substitutiókat, a melyeket a postulált függvényrendszer szenved, ha a független változó x , a tetszőlegesen adott a_1, \dots, a_σ elágazó pontokból a végtelen felé fektetett l_1, \dots, l_σ metszetek valamelyikét átlépi, annak a megszorításnak kellett alávetni, hogy a hozzájuk, valamint az

$$A_{\sigma+1} = (A_\sigma \dots A_1)^{-1}.$$

hez tartozó fundamentalegyenletek gyökei mind egységnyi abszolút értékűek legyenek. Ezen tölem *convergentiafőltételeknek* nevezett megszorítások mellett sikerült:

1.¹ egy az osztályon belül egyértékűleg meghatározott függvényrendszer felállításása, melyre nézve a lényegtelen singuláris pontok² száma minimum;

2.³ annak a kimutatása, hogy határozatlan helyzetű a_1, \dots, a_n pontok és tetszőlegesen adott állandó coefficiensű fundamentalsubstitutiók mellett, az így meghatározott y_1, \dots, y_n függvényrendszer lényegére nézve a legáltalánosabb, a mely az oly lineár differenciálegyenlettel értelmezhető, melynek csoportja egy a coefficiensekben szereplő parametertől független; ez által az a már említett összefüggés van helyre állítva, a mely a RIEMANN problémája és FUCHS 1888. s következő évi vizsgálatai között fennáll;

3.⁴ annak a kimutatása, hogy valamely tetszőleges egyértékű coefficiensű, de véges számú elágazó ponttal bíró homogen lineár differenciálegyenlet mindig egy a FUCHS-féle osztályba tartozó differenciális egyenlettel cogrediens,⁵ és hogy minden racionális coefficiensű lineár differenciálegyenlet egy bizonyos egyértékű függvény adjungálásával a FUCHS-féle osztályba tartozó differenciálegyenlet jellegét ölti fel; e tétel első részével utat mutattam arra, hogy mikép lehet azt az integrálási módszert, melyet POINCARÉ a FUCHS-féle osztályba tartozó lineár

¹ Handbuch etc. Bd. II. 1 (1897), p. 365—393; CRELLE Journal, Band 123.

² Lásd FUCHS, CRELLE Journal, Bd. 68.

³ CRELLE Journal, Bd. 123, p. 113.

⁴ Mathem. és Phys. Lapok X. k. p. 261; CRELLE Journal, Bd. 124, p. 47.

⁵ Lásd Handbuch, Bd. II. 1 (1897), p. 114.

differentiálegyenletek esetére kifejtett, tetszőleges egyértékű coefficientsű lineár differentiálegyenletekre használhatóvá tenni;

4.* teljes elintézése annak a kérdésnek, hogy vajjon a RIEMANN problémájával értelmezett 1. alatt jelzett függvényrendszer mily analytikai jelleggel bír, ha azt az a_1, \dots, a_σ singuláris pontok függvényeként fogjuk fel, és kapcsolatban ezzel legáltalánosabb értelmezése a több változós függvények egy nevezetes osztályának, melyek azzal a tulajdonsággal bírnak, hogy mint minden egyes változónak a függvényei, egyértékű coefficientsű lineár differentiálegyenletnek tesznek eleget, a mely differentiálegyenlet coefficientsei az összes többi változónak is egyértékű függvényei; a függvények emez osztálya lehetett az, a mely RIEMANN-nak szeme előtt lebegett, a midőn a későbbben saját magától elvetett megjegyzéseket** megírta; e függvényosztály speciális esete a TISSOT-POCHHAMMER-féle differentiálegyenlet*** valamely fundamentárendszerre, ha azt mint a független változó és mint a singuláris pontok függvényrendszerét tekintjük.

III.

Ezen előleges megállapítások után mint legfontosabb föladat még az maradt hátra, hogy a RIEMANN-tól postulált függvényrendszerek existenciáját abban az esetben is kimutassuk, a mikor a fundamentásubstitutiók a convergentiaföltételeknek nem tesznek eleget. A követendő út a következő megfontolások alapján volt felismerhető.

A RIEMANN, POINCARÉ és másoktól eszközölt állandó megszámlálások szerint, mindig szerkeszthető oly a FUCHS-féle osztályba tartozó differentiálegyenlet, mely a szabott $a_1, \dots, a_\sigma, \infty$ elágazó pontokra nézve a szintén szabott $A_1, A_2, \dots, A_\sigma, A_{\sigma+1}$ fundamentásubstitutióknak megfelelő determináló fundamentálegyenletekkel bír, és melyben a még rendelkezésre álló, a coef-

* Sitzungsberichte der k. preuss. Akademie 1902 p. 283.; CRELLE Journal, Bd. 124. p. 292.

** Werke (1892), p. 386. 7—12. sor.

*** Lásd pld. Handbuch etc. Bd. II. 1 (1897), Abschnitt XII.

ficiensekben szereplő b_1, \dots, b_N parameterek száma N , azon lényeges β_1, \dots, β_N parameterek számával egyezik, a melyektől az $A_1, \dots, A_\sigma, A_{\sigma+1}$ fundamentalsubstitutiók fundamentalegyenleteik gyökeinek rögzítése után még függnék. Ez utóbbi körülmény azonban $n > 2$ esetekre csak akkép létesülhet, hogy a differentialegyenletnek még bizonyos számú lényegtelen singuláris pontot adunk. Az eldöntendő kérdés már most az, hogy vajjon lehetséges-e a coefficiensekben szereplő b_1, \dots, b_N parametereket akkép megválasztani, hogy az l_1, \dots, l_σ metszetek adott helyzete mellett a kezdő értékeivel adott fundamentalrendszer e metszetek átlépésével épen a szabott A_1, \dots, A_σ substitutiókat szenvedje, azaz vajjon a b_1, \dots, b_N folytonos variálásával sikerül-e azokat a lényeges parametereket, a melyektől a differentialegyenlet fundamentalsubstitutiói még függnék, a β_1, \dots, β_N helyzetekbe szorítani? A mint látjuk a feladat azon fordul meg, hogy vajjon a «methode de continuité» POINCARÉ alkotta elvei itt alkalmazhatók-e vagy sem. Az ezen elvek szerint megejtendő elő- és mellékvizsgálatokat azonban épen az a körülmény nehezíti meg igen lényeges módon, hogy a lényegtelen singuláris pontok szükséges bevezetése folytán a b_1, \dots, b_N parameterek a differentialegyenlet coefficienseiben igen komplikált módon szerepelnek és hogy e parameterek értéktartománya közöttük főnnálló algebrai vonatkozások következtében teljesen homályban marad. Ezért oly eszközre kellett gondolni, a melynek segélyével e complicatiókat kikerülni, azaz a lényegtelen singuláris pontok bevezetését fölöslegessé tenni sikerül. Ilyen eszköz a képzelhető leg-egyszerűbb és legteljesebb módon abban adódik, hogy az n -edrendű lineár differentialegyenlet helyébe n elsőrendű differentialegyenlet canonicus rendszerét tesszük.

Az osztálynak egy függvényrendszere, a melyre nézve az összes $a_1, \dots, a_\sigma, \infty$ elágazó pontokhoz tartozó kitevők szabott értékűek, a mint kimutattam * pontosan $\nu + 1$ lineárisan szereplő tetszőleges állandótól függ, ha a rendszer egyszerűen számítandó lényegtelen singuláris pontjainak a száma $\rho_0 + \nu$, hol

* Handbuch, Bd. II. 1, p. 385. sq.; CRELLE Journal, Bd. 123, p. 168.

$$\rho_0 = 1 - \nu + (\sigma - 1) \frac{n(n-1)}{2}.$$

A «rendszer lényegtelen singuláris pontjain» itt azokat az értékeket értjük, a melyekben — az elágazó pontokon kívül — a rendszer WRONSKI-féle determinánsa eltűnik, az eltűnés rendszáma mutatja, hogy az illető pont hányszor számítandó egyszerű lényeges singuláris pontként.

Ha a függvényrendszert akkép választjuk, hogy az egyszerűen számítandó lényegtelen singuláris pontoknak a száma éppen $\rho_0 + n - 1$ — a mi mindig lehetséges —, akkor az összes kitevők összege zérusra redukálódik* és a tetszőleges állandók száma egyenlő lévén n -nel, éppen n lineárisan független függvényrendszer létezik, a mely ilyen természetű. Ezeket egy matrixba képzeljük egyesítve és pedig akkép, hogy az egyes függvényrendszerek a matrix (vizszintes) sorait alkotják; akkor ez a matrix egy *jobbfelől* componáló el nem tűnő determinánsú állandó matrixtól eltekintve meg van határozva; ez utóbbit azáltal rögzítjük, hogy a függvénymatrixra azt a kirovást teszszük, hogy valamely szabott reguláris x_0 értékben az *egységnyi matrixra*, (δ_{ik}) -ra, redukálódjék.** Nem nehéz belátni — és egy következő dolgozatban, a melyben a lineár differenciálegyenletrendszerek elméletének új alapvonalait adom, részletesen ki fogom mutatni —, hogy az ily módon *egyértékűleg* meghatározott (y_{ik}) függvénymatrix az

$$\frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n a_{\lambda k} y_\lambda \quad (A)$$

$(k=1, 2, \dots, n)$

differenciárendszernek egy fundamentalrendszerét (*integrál matrixát*) alkotja, a hol

$$(a_{ik}) = (y_{ik})^{-1} \left(\frac{dy_{ik}}{dx} \right),$$

melynek az a_1, \dots, a_n tól különböző, a végesben fekvő singuláris pontja nincs, és mely az a_1, \dots, a_n, ∞ pontok környezetében

* Handbuch, Bd. II. 1, p. 387, (24) egyenlet.

** $\delta_{ik} = 0$, ha $i \neq k$, $\delta_{kk} = 1$, $(i, k = 1, 2, \dots, n)$.

azzal az alakkal bír, melyet HORN * *canonicus alaknak* nevez. Az a_{ik} -k tehát ** ily alakúak:

$$a_{ik} = \sum_{\nu=1}^{\sigma} x^{\nu} A_{ik}^{(\nu)},$$

($i, k=1, 2, \dots, n$)

hol az $A_{ik}^{(\nu)}$ -k állandókat jelentenek. Ezzel az a tétel van bebizonyítva, a melyet folyó évi április 18-án a párizsi akadémiával bebizonyítás nélkül közöltem.***

A mint látjuk, itt azon $A_{ik}^{(\nu)}$ állandóknak a száma, a melyek az a_1, \dots, a_{σ} singuláris pontokon kívül az (A) differenciálrendszeroefficienseiben szerepelnek, pontosan egyezik az

$$A_{\nu} = (A_{ik}^{(\nu)}) \quad (\nu=1, 2, \dots, \sigma)$$

($i, k=1, 2, \dots, n$)

fundamentalsubstitutiók elemeinek a számával. A kérdés már most az, vajjon lehetséges-e az $A_{ik}^{(\nu)}$ akképeni meghatározása, hogy az (A) differenciálrendszernek az az integrálmatrixa, a mely $x=x_0$ -ban (∂_{ik}) -ra redukálódik az l_1, \dots, l_{σ} metszetek átlépésénél a szabott $(A_{ik}^{(\nu)})$ ($\nu=1, 2, \dots, \sigma$) substitutiókat szenved, azaz ezekkel a substitutiókkal *balfelől* komponáltak?

IV.

Egyszerűség kedvéért felteszem, hogy az $(A_{ik}^{(\nu)})$ ($\nu=1, 2, \dots, \sigma$) substitutiókhöz, valamint az

$$(A_{ik}^{(\sigma+1)}) = (A_{ik}^{(1)})^{-1} \dots (A_{ik}^{(\sigma)})^{-1}$$

substitutióhoz tartozó fundamentalegyenletek

$$| A_{ik}^{(\nu)} - \partial_{ik} \omega | = 0 \quad (\nu=1, 2, \dots, \sigma+1) \quad (\nu)$$

($i, k=1, 2, \dots, n$)

nem bírnak többszörös gyökkel. Legyenek

$$\omega_1^{(\nu)}, \dots, \omega_k^{(\nu)}$$

* Mathem. Annalen, Bd. 40 (1892), p. 527.

** KOENIGSBERGER, Lehrbuch der Theorie der Differentialgleichungen, 1889, p. 452.

*** Comptes Rendus, 18. avril 1904.

a (ν) egyenlet gyökei. Az $A_{ik}^{(\nu)}$ -ket válaszszuk mindenekelőtt akkép, hogy az (A) differenciálrendszernek az a_1, \dots, a_σ ∞ singuláris pontokhoz tartozó determináló fundamentalegyenleteknek gyökei a megfelelő fundamentalegyenletek gyökeinek $2\pi\sqrt{-1}$ -gyel osztott logaritmusai legyenek, tehát:

$$A_{ik}^{(\nu)} - \delta_{ik} r_i = (r - r_1^{(\nu)}) \dots (r - r_n^{(\nu)}), \quad (\nu=1, 2, \dots, \sigma+1) \\ (i, k=1, 2, \dots, n)$$

hol

$$A_{ik}^{(\sigma+1)} = - \sum_{\nu=1}^{\sigma} A_{ik}^{(\nu)}, \\ r_k^{(\nu)} = \frac{\log \omega_k^{(\nu)}}{2\pi\sqrt{-1}}, \\ (\nu=1, 2, \dots, \sigma+1) \\ \sum_{\nu=1}^{\sigma+1} \sum_{k=1}^n r_k^{(\nu)} = 0.$$

Ezzel az $(A_{ik}^{(\nu)})$ matrixok mindegyike, egy öket transformáló $B_{ik}^{(\nu)}$ matrixtól eltekintve, meg van határozva; e transformáló matrixok pedig még a

$$\sum_{\nu=1}^{\sigma+1} (B_{ik}^{(\nu)}) (A_{ik}^{(\nu)}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} = (0)$$

symbolikus egyenletet tartoznak kielégíteni, a melyben (0) azt a matrixot jelenti, a melynek minden egyes eleme zérus, úgy, hogy a $(B_{ik}^{(\nu)})$ -k még

$$n^2(\sigma+1) - (\sigma+1)n - n^2 = N$$

számú, tetszőleges és korlátlanul választható b_1, \dots, b_N parameterektől függenek.

Annak a differenciálrendszernek a fundamentalsubstitúciói, a mely rendszernek coefficiensei a

$$\sum_{\lambda=1}^{\sigma} (B_{ik}^{(\lambda)}) \left(\frac{A_{ik}^{(\nu)}}{x - a_\nu} \right) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1}$$

matrix elemeivel adva vannak, az

$$(B_{ik}^{(\nu)}) (A_{ik}^{(\nu)}) (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} \\ (\nu=1, 2, \dots, \sigma+1)$$

alakban állíthatók elő, a hol a $(B_{ik}^{(\nu)})$ -k tetszőleges transformáló matrixok, a melyek a

$$(B_{ik}^{\sigma+1})(A_{ik}^{\sigma+1})(B_{ik}^{\sigma+1}) \dots (B_{ik}^1)(A_{ik}^1)(B_{ik}^1)^{-1} = 1$$

symbolikus egyenletnek tartoznak eleget tenni. A (B_{ik}^{σ}) -k tehát szintén N számú tetszőleges és korlátlanul választható β_1, \dots, β_N parameterektől függenek.

POINCARÉNAK egyik tétele szerint* a β_1, \dots, β_N -ek a b_1, \dots, b_N mennyiségeknek egész transcendens függvényeiként állíthatók elő; a megelőző fejezetben bebizonyítottak szerint a β_1, \dots, β_N -ek valamely rendszerének nem felelhet meg több mint egyetlen egy rendszere a b_1, \dots, b_N -eknek. Továbbá úgy a β_1, \dots, β_N -ek, mint a b_1, \dots, b_N -ek sokasága, mint korlátlanul változtatható complex mennyiségek sokasága, szükségképen zárt sokaság, azaz nem határolt; ezekből és a *méthode de continuité* elveiből** következik, hogy a β_1, \dots, β_N -ek minden értékrendszerének tényleg a b_1, \dots, b_N -ek egy értékrendszere tartozik megfelelni, a mivel az existenciabizonyítást megadtuk.

V.

Ha az itt körvonalozott existenciabizonyítást talán azzal hasonlítjuk össze, a melyet RIEMANN a DIRICHLET elvének alapján a valamely adott RIEMANN-féle fölületen egyértékű algebrai függvények és azok integráljai számára adott, akkor logikai szempontból mélyreható különbséget látunk e kettő között, a mennyiben a mi bizonyításunk nem közvetlenül állapítja meg a postulált függvények létezését, hanem csak közvetve, t. i. egy eme függvényeket értelmező lineár differenciálrendszer segítségével. Ahhoz pedig, hogy e differenciálrendszertől az $x = x_0$ pontban magát (δ_{ik}) -ra redukáló integrálmatrixhoz eljussunk, a classikus FUCHS-féle elmélet szerint még két bizonyításra van szükségünk. Az egyik annak a megállapítására szolgál, hogy az (A) differenciálegyenletrendszernek van oly monogen és $x = x_0$ pont környezetében holomorph függvényekből alkotott integrálmatrixa, mely

* Acta Mathematica, t. IV, p. 212.

** POINCARÉ a. i. h. p. 233. sq.; v. ö. SCHLESINGER, De applicationibus geometriæ absolutæ analyticis, IOANNIS BOLYAI in memoriam (Cladiopolis MCMII), p. 48.

még n^2 tetszőleges állandót tartalmaz, a másik pedig annak a ténynek a kimutatására, hogy ez integrálfüggvények az a_1, \dots, a_n, ∞ singuláris pontokban nem határozatlanok. A classikus elmélet mindkét bizonyítást akkép adja, hogy a differenciálrendszernek formailag eleget tevő hatványsorokat állít föl, a melyeknek a convergentiáját azután vagy — úgy mint FUCHS¹ — a *calcul des limites*, vagy pedig — mint FROBENIUS² és mások — directebb módszerek segítségével bizonyítja. HEFFTER³ e két bizonyítást egybe vonta össze, de ezzel sem tudtam megelégedni, mert egy RIEMANN elveinek szellemében felépítendő elmélet keretében az oly bizonyítást, mely formálisan felállított sorok convergentia vizsgálatán alapszik, idegenszerű elemnek kell tekintenem.

Bár RIEMANN maga az ABEL-féle függvények elméletében az algebrai függvények sorba bontásával dolgozik, és erre nézve CAUCHYRA és a FOURIER-féle sorokra,⁴ majd LAGRANGE sorára⁵ hivatkozik, mégis úgy látszik nekem, hogy egy RIEMANN szellemében adandó existenciabizonyítástól különösen azt kell megkövetelnünk, hogy tisztán tüntesse föl azt a módot, a mely szerint a postulált monogen függvények valós és képzetes részeikből összerakódnak.

Ezek a megfontolások indítottak arra, hogy a kérdéses két bizonyítást más módon adjam, mint a classikus elmélet, és ez tényleg sikerült is az által, hogy azokból a szép vizsgálatokból indultam ki, a melyeket VOLTERRA a substitutiók (matrixok) infinitesimális calculusáról írt két értekezésében⁶ közzétett. Erről a már fõnt említett késõbbi dolgozatomban lesz szó.

¹ CRELLE Journal, Bd. 66.

² CRELLE Journal, Bd. 76.

³ Einführung in d. Theorie d. linearen Differentialgleichungen (1894).

⁴ Werke (1892), p. 110.

⁵ U. o. p. 112.

⁶ Memorie della Società R. Italiana delle Scienze (detta dei XL) 1888, 1899.

KERATOSIS PHARYNGIS.

ÓNODI ADOLF 1. tagtól és ENTZ BÉLÁ-tól.

(I.—IV. tábla.)

Egy kóralak képezi észleleteink alapján a fejtegetés tárgyát, mely pharyngomycosis benigna, pharyngomycosis leptothricia, algosis, phykosis leptothricia, hyperkeratosis lacunaris néven lett ismeretve. A mandolák felszínén, lacunáiban, a garatíveken, a hátsó és oldalsó garatfalon, a nyelvgyök tüszőinek nyílásain elhelyezett fehéres, sárgás, lágy részben kemény foltok, csapok, stalaktitszerű, pallisadszerű elrendezésben szarúszerű tüskék klinikai megjelenése annyira jellegző, hogy más kóralakkal össze nem téveszthető. Mielőtt eseteinkkel és ezen kóralakkal klinikai szempontból részletesen foglalkoznánk, előre bocsátjuk keletkezésére nézve az idevonatkozó adatokat.

Az első esetet B. FRÄNKEL¹ ismertette mykosis pharyngis néven; a nyelv gyökén és a mandolákon penészre emlékeztető foltokat talált, melyek górcső alatt elszarusodott hámpikkelyek között igen nagy mennyiségű vékony, elágazódó fonalat mutattak. Ezen fonalak néhol nagy mennyiségben egymás mellett egész pázsitot alkottak, Fränkel ezeket egy leptothrix fajnak tekintette. A fehéres foltok jórészt ilyen leptothrix fonalakból állottak, miért is Fränkel a kóralakra nézve jellegzetesnek tekintette és a bántalmat egy jóindulatú mycosisnak tartotta. B. BAGINSKY² ozæna trachealis egy esetében, melyhez csak később csatlakozott a pharyngomykosis, a leptothrix úgy a légeső porkeiben, mint a mandola lepedékein

¹ Fränkel: Berliner klin. Woch. 1873.

² Baginszky: Berlin. klin. Woch. 1876.

kimutatható volt. Fränkel ezt a tényt konstatálja a nélkül, hogy az okozatos összefüggést felvenni akarná, míg BAGINSKY azt egyenesen tagadja. E. FRÄNKEL¹ a mandolán képződött foltokban talált bacillusokat sajátos kötegekbe való csoportosulásuk miatt bacillus fasciculatusnak nevezte el. HAMPELN² is közölt egy mykosis tonsillæ esetet, egy 8 éves gyereknél, de górcsövi vizsgálatot nem eszközölt. GUMBINER³ eseteiben a lepedékben leptothrixet talált és azt tekintette kórokozó tényezőnek. Nagyon kimerítő dolgozatban foglalkozott HERING⁴ az egész kérdéssel, felölelve az eddig ismert eseteket és saját észleleteit kiegészítve beható szövettani vizsgálatokkal. A mykosis benigna jelzöt a leptothricia jelzővel helyettesíti. Őelőtte metszeteken való behatóbb szövettani vizsgálatokat nem végeztek, hat esete közül három esetben a mandolákat kimetszette és szövettanilag megvizsgálta. A csípővel vagy éles kanállal eltávolított friss szövetrészekben levált, elszarusódott hámsejteket és ezek között szemcsés sárgás anyagban rövidebb és hosszabb pálczikákat, leptothrix-fonalakat talált, melyek sok helyen egész gombolyagokat és kötegeket alkottak, melyek gyenge Lugol-oldat hozzáadására a kék jódreactiót mutatták. -- A kikaparás után másnap ujólag vizsgált részekben nem lehetett annyi leptothrixet találni, ellenben nagyon sok hámsejtet és szemcsés tömeget. A kiirtott mandolák vizsgálatánál HERING azt találta, hogy a mandolán félgömbyszerűen kiemelkedő foltok erősen összekapaszkodnak a felületes hámmal és elszarusódott hám tömegekből állanak, melyek közepükben egyszerűek, szélső részeikben szétrostozódtak.

A háromszög-alakban a nyákhártya hámján keresztül a mélységbe hatoló sárgás csapok jórészt szintén egynemű elszarusódott hámrétegekből vannak összetéve, melyek helyenként egynemű, rostokra emlékeztető képződményekké alakultak át, közöttük azonban leptothrix-fonalakat nem lehet találni. Hering véleménye szerint valószínűleg azért, mert a fonalak az elszarusódott hám nyo-

¹ Fränkel: Zeitschrift f. klinische Medic. 1882.

² Hampeln: St. Petersburger med. Woch. 1881.

³ Hering l. c.

⁴ Hering: Zeitschrift f. klin. Med. 1884.

mása következtében elhaltak. A mandola kriptáiban levő hám is tetemesen, akár háromszorosára megvastagodott, felületes rétegei elszarusodottak, egynemű, erősen fénytörő tömeggé alakultak át, melyben erős nagyítással a leptothrix-fonalakat egész határozottan felismerhette.

A mandola kötőszövetében semmi gyuladással elváltozást nem lehet találni. A változás tehát tisztán a felületes hámrétegekre szorítkozik s annak mérsékelt megvastagodásában és elszarusodásában áll.

Hering ezek alapján arra a következtetésre jutott, hogy az elváltozások a hámsejtek között található leptothrix-fonalakkal oki összefüggésbe hozhatók s hogy ezt eldönthesse, a leptothrixot házi-nyulak conjunctivájára ültette, de mind az öt kísérlete eredménytelen maradt. Ennek daczára a leptothrixnak kórjelző fontosságot tulajdonított s a bajt mykosis leptothriciának nevezte el.

Bár a hám nagyfokú megszorodása és elszarusodása neki is szembeötlött, e változásnak nagyobb fontosságot nem tulajdonított.

Behatóan foglalkozott a kérdéssel JACOBSON¹ az addig ismert 20 észlelés kapcsán; a bántalmat algosis vagy puykosis faucium leptothricia névvel jelölte. Részletesebb szövettani vizsgálatokat metszeteken nem végzett és a szövettani elváltozásokat illetőleg újabb adatot nem szolgáltatott. Ő a hám megszorodását egészen mellékesnek, a mykosis komplikáló folyamatnak tartja. JURASZ² pharyngomykosis benigna három észlelt esetéről emlékezik meg. DUBLER³ egy bronchopneumoniában elhalt gyereknél észlelt leptothrix mykosis a felső légutakon; a mandolákon, garatfalon, gégeben talált fehér csomók többnyire leptothrixből állottak, a nyelvgyökén át készített metszeteken úgy a hámfelületen, mint a hámsejtekben is nagy mennyiségű leptothrix-fonalat talált, a kötőszövetben a tüszők és mirigyek állományában pedig igen sok pálczikát látott, melyek azonban a jódreációt nem adták, de Gram szerint megfestődtek.

¹ Vollkmann's Vorträge, Innere Medicin 1886—1890.

² Die Krankheiten der oberen Luftwege 1891.

³ Virchow's Archiv Bd. 126. 1891.

Miller ¹ szerint a betegség főleg olyan gyermekeknél és nőknél észlelhető, a kik mandolatúltengésben szenvednek s nagyon hajlamosak a torokgyulladásra. Az a véleménye, hogy az ismételt gyulladások a szöveteket a mikroorganizmusok letelepedésére mintegy előkészítik.

ACKERMANN ² a leptothrix jelenlétét hangsúlyozva foglalkozik a pharyngomykosis kórképével, hasonlóképen SPAANS ³ is, felhíván a figyelmet a mykosis pharyngis leptothricia heveny alakjára, három észlelete kapcsán. ROSENBERG ⁴ tankönyvében ezen kóralakot a pharyngomycosis leptothricia fejezetében tárgyalja, épen úgy későbbi kiadásában is, ⁵ midőn az ætiológiában azonban Siebenmann vizsgálatairól is megemlékezik. STÖRK ⁶ tankönyvében ezen kóralakot a seborrhœa tonsillaris című fejezetben tárgyalja. 1875-ben észlelte esetét, a mandolák, garat és nyelvgyök sajátyszerű fehér csapokkal voltak tele, melyek elszarusodott lap-hámból, zsírból, mészből és detritus szemcsékből állottak, a nyirk-tűszők rendelenes váladékának tekintette és seborrhœa tonsillarisnak nevezte. Ugyanezen beteget 1876-ban KLEBS is látta és vizsgálatai alapján schizomyceták által feltételezett bántalomnak tekintette. STÖRK 1895-ben megjelent könyvében részletesen fejtegeti az említett cím alatt ezen kóralakot, a nélkül, hogy FRÄNKEL, HERING és JACOBSON közléseit tekintetbe vette volna. SIEBENMANN ⁷ néhány esete kapcsán a kérdést újból felvetette és a szövettani elváltozásokat a legpontosabban leírta. Vizsgálatainak eredménye egészebe véve HERING tapasztalatait erősíti meg, de egészen más következtetésre jut, mert a mykosis nevet elveti és helyette a keratosis elnevezést ajánlja. A megbetegedésnél a kryptákból sajátos képletek keletkeznek, faluk aránylag nagyon vastag, részint sokrétegű magnélküli hámsejtekből, részint egyszerű szarúpikkelyekből áll, melyeknek szerkezete a szőrtü-

¹ Die Mikroorganismen der Mundhöhle II. kiadás. 1892.

² Deutsche med. Woch. 1894.

³ Deutsche med. Woch. 1893.

⁴ Krankh. der Mundhöhle etc. 1893.

⁵ Krankh. der Mundhöhle etc. 1899.

⁶ Erkrankungen der Nase, des Rachens etc. 1895.

⁷ Archiv f. Laryngologie. 1894.

szőkre emlékeztet. A tüskékben kisebb-nagyobb ürök vannak, melyeket szemcsés detritus, bakteriumok és nyák, itt-ott adenoid szövet tölt ki, mely utóbbi Siebenmann véleménye szerint valószínűleg valami nyíláson át összefügg a többi adenoid szövettel. Az elszarusodott hám az ürcse felé czafatosan szétrostozódva a szemcsés detritushoz hozzá keveredik s a csapoknak a kryptából kiálló része is szétrostozódott, s leptothrix fonalaktól van áthatva.

A mandola lymphoidos szövetfelületét borító hám teljesen ép, míg a kryptaké szerfelett megszaporodott, átlag 7—12 sejtrétegből áll, a basalis (az alapra merőlegesen álló) sejtréteg azonban hiányzik. Az összes sejtek széle fogazott, a felületesek kissé laposra vannak nyomva. A csapra közvetlenül reá boruló sejtek néhol nagyobbak a többinél, sötétre festődnek (hogy mivel, azt Siebenmann nem említi fel) s erősen szemcsészetek. E szemcsék azonban hæmatoxylinnel nem festődnek meg.

A keratohyalin és az eleidin a krypták falát alkotó sejtekben teljesen hiányzani látszik.

A krypta szomszédságában semmi gyuladásra mutató elváltozást, mint kötőszövet-túltengést, vagy erősebb gömbsejtes beszűrdést nem lehetett észlelni.

A folyamat lényege tehát Siebenmann szerint a lacunaris hám crós elszarusodása és valóságos szarútüskék képződése.

Hogy e képződményekben annyi a leptothrix, az Siebenmann szerint abból érthető, hogy a szájban minden elhalt hámban, például rákos fekélyek felületén is óriási mennyiségben található e saprophyta, mely egyébként normálisan is tömegesen tenyészik a szájüregben. E gomba tehát a bántalom oka nem lehet. Erre utal különben az is, hogy a mélyebb szövetrétegekben nincs semmi gyuladásos elváltozás, továbbá hogy a leptothrix csak a felületesek, elszarusodott rétegben található. Ennek következtében Siebenmann a mycosis nevet elveti s helyébe a folyamat lényegét -- a hám elszarusodását -- kifejező hyperkeratosis lacunaris nevet ajánlja.

SCHÉCH könyvében ezen bántalmat a mykosis című fejezetben tárgyalja, de hozzáteszi, hogy csak részben van a gom-

báktól feltételezve a mykosis tonsillaris benigna. SCHMIDT¹ az angina leptothricia neve alatt tárgyalja ezen kóralakot, melyet mykosisnak tart, mely ép nyálkahártyán is előfordulhat. A néha fellépő lobra nézve nagyon kérdésesnek tartja az okozatos összefüggést a lob és a leptothrix közt. VEIS² ellenben, a ki a bajt szintén mykosisnak tartja, a gyuladást a betegségre praedisponáló tényezőnek tekinti. B. FRÄNKEL³ ujabban, miután a leptothrix oki jelentőségét és az egész kérdést nem tartja teljesen tisztázottnak, a causalis jelző leptothricia elejtésével, az indifferens mykosis benigna elnevezést tartja leghelyesebbnek. ARNSPERGER⁴ azon véleményen van, hogy a betegség gyuladásos alapon fejlődik s hogy a gomba csak parasitikus szerepet játszik. Egyszersmind azonban nem tartja kizártnak, hogy itt tulajdonképen két különálló kóralakkal van dolgunk, ú. m.: a hyperkeratosissal és a mycosissal; neki is szembeötlött, hogy a betegség főleg fiatal egyéneknél lép fel, véleménye szerint ez arra vezethető vissza, hogy a mandolák szövete fiatal egyéneknél sokkal élénkebben szaporodik és megújul s ez által hajlandó a szövet túlképződésre. KRAUS⁵ a betegséget határozottan hyperkeratosissnak tartja, mely a pachydermia laryngissal, a leukoplakiával s a szőrös nyelvvel egy kórtani csoportba tartozik. CHIARI⁶ a ki ezen bántalmat mykosis tonsillaris benigna néven jelöli meg, nem csatlakozik SIEBENMANN felfogásához, mert a bántalom makaesságát ezzel megmagyarázni nem tudja.

Mindezekből látjuk, hogy a szóban forgó kórkép, eltekintve SIEBENMANN vizsgálataitól napjainkig mint mykosis szerepel. Előre bocsátjuk még észlelt eseteinket s a megejtett szövettani vizsgálatokat, hogy azok alapján állást foglalhassunk e kérdésben.

Azon két nőbeteg, a kik egyszersmind beható szövettani vizsgálataink tárgyát képezték, Sz. E. 22 éves és N. E. 36 éves, hosszabb ideje a torokban kellemetlenséget éreztek, majd nyelési

¹ Die Krankheiten der oberen Luftwege 1897.

² Archiv für klinische Chirurgie 1897. Bd. 54.

³ Realencyclopedie der gesammten Heilkunde 1898.

⁴ Münchener medicinische Wochenschrift 1902.

⁵ Nothnagels Specielle Pathologie u. Therapie Bd. 16. 1902.

⁶ Die Krankheiten des Rachens 1903.

nehézségeket is kisebb mérvben, ehhez járult, hogy megtekintvén torkukat, látták a leírandó elváltozásokat, a mi nagyon megijesztette őket és ekkor orvoshoz fordultak. Az orvos, miután a bántalom minden kezeléssel daczolt, a kórkép változatlanul fennállott, előtte ismeretlen volt és betegeinek idegessége is egyre növekedett, szakorvoshoz utasította őket. A kellemetlenségek a torokban, a nyelési nehézségek, általában a subjectív érzések csekélyebbek voltak, de az ismeretlen bántalom és az önvizsgálat okozta félelem nagyban fokozta a sikertelen gyógykezelés alatt fennállott idegességet. A fiatalabbik leánynál mindkét mandola helyén és a nyelvgyökön, valamint mindkét oldalt a redőkön meglepő sűrűségben alapjukon fehér, végükön fekete tüskék emelkedtek ki, melyek azt a képet adták, mintha a sündisznó bőre lenne előttünk tüskéivel. Ezen tüskék helyenként elkülönülten sűrűn egymás mellett, helyenként csoportokban szinte stalaktitszerű elrendezésben emelkedtek ki 2 egész 5 mm. hosszúságban, mellettük inkább a mandolák alsó részén és a nyelvgyökön kisebb-nagyobb, gombostűfejnyi, szürkés, fehéres-sárgás csapok is voltak láthatók, a csapok és a tüskék egyaránt erősen összetapadtak az alappal, tömött, kemény összeállásúak. Az idősebb nőnél ezen kép kisebb mértékben volt jelen, de ép olyan kifejezett alakban. Teljesen érthető, hogy a milyen szokatlan és meglepő volt a kép a szakorvosoknak is, annyira ijesztő benyomást kellett kelteni a betegnél az önvizsgálatnak. A mandolák és nyelvgyök cocainérzéstelenítése után, egymásután több ülésben, a tüskék és csapok a mandola és nyelvgyök szöveteivel együtt lettek éles fogóval eltávolítva és midőn már a terület teljesen tiszta volt, a megfelelő részeket galvanokauterrel érintettem. A betegek kedélynyugalma egy csapásra visszatért, a nagyfokú idegesség, a kellemetlenségek a torokban megszűntek és egy félév után úgy a mandolákon, mint a nyelvgyökön semmi újabb elváltozás nem jelentkezett, a betegek teljesen jól érzik magokat.

A mandolákon észlelhető szövettani elváltozásokat egy harmadik esetben volt alkalmunk megvizsgálhatni. M. F. 20 éves asztalos legénynél a hyperkeratosist Feldmann tanársegéd, kinek az eset átengedéseért itt is örömet mondunk köszönetet, egészen véletlenül a bonczolatnál találta. A beteg manduláinak

elváltozásáról semmit sem tudott s a kórházban való rövid tartózkodása alatt az igen súlyos állapotban fekvő betegen a kezelő orvosoknak sem tűnt fel a megbetegedés.

A beteg genyes fülfolyása miatt vétette fel magát a kórházba s a felvétel utáni 5. napon a bajához csatlakozott agytályog következtében halt meg. A boncsolás alkalmával feltűnt, hogy mindkét mandola akár olasz-mogyorónyira megnagyobbodott, a mandolát borító nyálkahártya halvány-szederves, a mandola állománya elég tömött, középvértartalmú; úgy a mandolák túszerűiből, mint az akár borsónyira megduzzadt nyelvgyöki solitaris túszerűk nyilásaiból részint lapos gömbölyded, részint hegyes tövisszerű, 2—4 mm. hosszú, 1—2 mm. széles és vagy 1 mm. vastag, tömött, merev, repedezett vagy széthasadozott, fakósárgás fehéres csapok állanak ki, a melyek alapjukkal erősen összekapaszkodtak, le nem törölhetők. A közelebbi vizsgálatnál kitűnt, hogy a csapok 2—3 mm.-nyire a mandola állományába is betervednek.

Újabban megint alkalmunk volt a betegség néhány esetét észlelhetni.

Egy orvosnövendéknél észleltünk mindkét mandolán 1—2 mm. hosszú fehér csapokat, melyek különösebb zavart nem okoztak, csupán az önvizsgálat keltette nyugtalanság miatt képezte a beteg a beavatkozás tárgyát. A csapok éles fogóval lettek eltávolítva és görcsövi vizsgálatnak alávetve, melyről alább megemlékezés történik.

Egy 15 éves leánykánál mindkét mandolán stalaktitszerű elrendeződésben voltak ezen 5—6 mm. hosszú tüskés csapok észlelhetők, melyek véletlen megtekintésnél vonták magukra a figyelmet és nyugtalanságot okoztak. A tüskék éles fogóval lettek eltávolítva a környező mandolaszövettel együtt és kiújulás nem történt. Ezen esetben szöveti vizsgálatot nem végeztek, miután a klinikai kép teljesen megegyezett azon két kórképpel, melyről fentebb szóltunk és melyeket részletes görcsövi vizsgálat egészít ki.

Egy 14 éves fiúnál nyelési kellemetlenségek vonták a figyelmet a torok vizsgálatára, a mely a gondos anyát nagyon megijesztette, miután a felvett túszerűs mandolalob és az orvos által elrendelt szokásos gyógykezelés eredménynyel nem járt. Vizsgá-

latnál mind a két mandolán, az egész nyelvgyökön a gégefedőig mozaikszerű elrendezésben sárgás-fehér, gombostüfejnyi, tömött, az alappal erősen összefüggő csapok voltak láthatók, egyéb zavarok nem voltak jelen. Hosszabb időt vett igénybe, míg a fiu meggyógyult, a gyógykezelés a jelzett területek kikaparásában és azután galvanokaustikus érintésében állott. Górcsövi vizsgálat nem történt.

Egy 17 éves fiúnál heveny tünetek mellett nyelési nehézségek léptek fel, melyeknek okát az egyszerű torok-vizsgálat megadni nem tudta. A tükörvizsgálat kimutatta, hogy a nyálkahártya belöveltsége mellett az egész nyelvgyök és a gégefedő érintkező alapja tele volt hintve fehéres, gombostüfejnyi, az alaphoz tapadó csapokkal; míg a mérsékelt láz, a nyelési kellemetlenségek néhány napig tartottak, addig a leirt csapok csak két hónap múlva kezdtek lassankint tünedezni erősebben alkalmazott jodglycérin ecsetelésekre, melyeknél az erőművi behatásoknak is szerep jutott. Górcsövi vizsgálat ezen esetben sem történt. Néhány esetet észleltünk még felnőttéknél, a hol a csapok mozaikszerű elrendezésben voltak láthatók úgy a mandolán, mint a nyelvgyökön, de miután a nyugtalanságon kívül egyéb subjectiv zavar nem állott fenn, az erősebb helyi kezelést javaslatba nem hoztuk, a vizsgálat eredménye teljesen megnyugtatóván a beteget.

A mi a bántalom tüneteit illeti, fennállhat minden zavar, minden subjectiv érzés nélkül, lehet csiklandozás, kaparás, érdesség, szárazság, idegen test érzete a torokban, ritkábban nyelési nehézség és láz is kísérheti, localis és általános reactio rendszeren hiányzik. Megegyezik, hogy a beteg vagy az orvos véletlenül fedezi fel megtekintéskor. A baj makacssága folytán felléphet hypochondria, idegesség, étvágytalanság, dyspepsia és lesoványodás. Többnyire a mandolák és a nyelvgyök mutatnak elváltozást. A mandolák lacunaris nyílásain, a nyelv tüszőin, a garatívek solitær tüszőin, néha a hátsó és oldalsó fal tüszőin, az orrgaratban, az Eustach-féle kürtön, ritkán a gégefedő laryngealis felületén, gombostüfejnyi, lágy, tömött, vagy egészen kemény, sárgás-fehéres csapok, vagy szürkés, barnás tüskék stalaktitszerű és palissadszerű elrendezésben láthatók; a 2 mm. vastag és 2--8 mm. hosszú csapok és tüskék erősen tapadnak az alapjukhoz, nehezen eltávolíthatók. A bántalom kórisméje könnyű, annyira jellegzetes,

a nem szakember azonban, a mint azt a tapasztalat mutatja, vagy nem ismeri fel, vagy összetéveszti a diphtheria, az angina lacunaris és a concrementum kórképeivel. Diphtheriánál az általános tünetek: magas láz, a foltok kifejezett hártvás jellege, melyek könnyen leválaszthatók, alatta a könnyen vérző exulcerált nyákhártya; angina lacunarisnál az általános tünetek: láz, a mandolák pirja, duzzadtsága, a genyes foltok, melyek könnyen letörölhetők; mindezekkel szemben áll a szóban forgó bántalomnál a foltok állandósága, jellegzetes helyük, láz hiánya, zavartalan közérzet, helyi reactio hiánya, a foltok, csapok és tüskék jellegzetes alakja és rögzített volta. A concrementumokkal sem téveszthető össze, melyek könnyebben eltávolíthatók, kocsányos csapok és tüskék alakjával nem birnak, elszórtan fordulnak elő és többnyire kökeménységűek. Különbözik a sárgás sajtos részek görcsö alatt elzsirosodott hámból, mészből, cholestearinból és kevés microorganismusból állanak, de elszarusodott képleteket nem képeznek.

A mi a prognosist illeti, ártatlan, de hosszadalmas a bántalom, elhúzódhatik hónapokig, sőt évekig, egy esetben nyolcz évig állott fenn. A bántalom gyógykezelését, illetőleg a gyógybeavatkozásokat chronologikus sorrendben fogjuk felsorolni, mert azok az aetiológiával karöltve jártak. HERING a csapokat csipővel kitepte vagy galvanokauterrel elpusztította, egyes esetekben a horoggal kihúzott mandolából egy részt késsel távolított el. Öt esetben így gyógyulást ért el, egy esetben, daczára ennek, recidiva állt be. Egy betegénél, kinél a bántalom minden beavatkozással daczolt, a beteg az erős cigarettázással gyógyult meg bajától. JACOBSON nem tartja indikálnak sem a galvanokaustikát, sem a tonsillotomiát, ajánlja a csapok mechanikus eltávolításával a sublimatöblítéset (1 : 2000), Nem zárja ki a spontán gyógyulást, bár nem észlelte. JURASZ a csapok mechanikus eltávolítása mellett a nicotin (0.2 : 100) ecsetelést alkalmazta eredménynyel. Erre a gondolatra Hering beteget hozta, kinek baja minden szerrel daczolt, míg végre az erős cigarettázástól megszűnt. SPAANS három esetében a kikaparástól és a desinfiens öblítésektől látott eredményt. ACKERMANN szerint az adstringens, edző, bactericid oldatoknak nincsen hatása, az éles fogóval és a galvanokauterrel a beavatkozás kíméletes legyen, mert a baj a betegnek csekély nehézséget

okoz. Störk eleinte az egyes csapokat csipővel kinyomta, de ezt a hasztalan és fárasztó eljárást, mint maga mondja, elejtette; azután egy ideig meleg öblítőket alkalmazott, míg végre bactericid szerhez, 2% creosothoz nyult, melytől jó eredményt látott. Siebenmann szerint az erőművi kikaparás, kitépés, edzés, égetés eredménytelen, rendszerint a bántalom különben spontán is gyógyulhat két három hónap alatt. Schech szerint a gyógykezelésnek, ha egyáltalán javalva van, energikusnak kell lennie, mert ritkán lehet az antibactericid öblögetésekkel és ecsetelésekkel eredményt elérni (10% alkoholos salicylsav, sublimat, 0.2 : 100.0 nicotin, absolut alkohol). Mechanikus eltávolításnál éles kanál, galvanokauter, tonsillotomia. Schmidt rendszerint nem kezeli az eseteket, látott eseteket, melyek maguktól gyógyultak, a kikaparást és égetést rosszabbnak tartja magánál a bajnál. Felemlíti Renault ajánlatát, a cigarettázást, mely összeköti a hasznosat a kellemessel és Colin jodoldatát, melylyel egy esetben nyolcz hónap alatt látott gyógyulást. Rosenberg eltekint a kezeléstől, a hol nincsen nehézség; az ismert öblítések és ecsetelések gyakran eredménytelenek. Eredménynyel járhat a lacunák kikaparása és azután az antiparasitær oldatokkal való kezelés vagy a trichlor-ecetsavval való edzés. Egy fiatal leánynál galvanokaustikus kacsccsal távolított el a mandolából egy részt minden eredmény nélkül. Frankel az edzést, kaparást, égetést elejti, mert ezek a beavatkozások nincsenek arányban a bántalommal és nem járnak eredménynyel, a maga részéről absolut alkohollal ecsetel. Chiari szerint a bajt, miután rendszerint nem zaklat, nem kell kezelni, különben az eddig felsorolt eljárások és szerek mellett a chromsavat is említi. Tapasztalataink alapján a gyógykezelést illetőleg álláspontunkat a következőkben jelöljük meg. Azon esetekben, midőn a beteg vagy az orvos véletlenül fedezte fel ezen bántalom jelenlétét és semmi subjectiv zavar nem áll fenn és a kórisme a beteg nyugalmát is biztosította, akkor minden kezelés határozottan elejtendő. Azon esetekben azonban, midőn a beteget az említett kellemetlenségek és nehézségek zavarják, midőn az önvizsgálat és a bajnak a kezeléssel daczoló makacssága, hosszadalmasága nyugtalanít, sőt káros hatású, akkor a helyi kezelés indokolt és szükséges. Ezen esetekben pedig, miután a baj lényegét a

lacunaris hám elszarusodásában ismertük fel, mindenféle antibactericid öblögetésnek vagy ecsetelésnek semmi értelme sincsen, hanem csupán az erélyes beavatkozásnak. A beavatkozások állhatnak az egyes lacunák, tüszők felhasításában és a csapok mechanikus eltávolításában, az éles kanállal való kikaparásban, az éles fogóval való kitépésben, a mandola nagyobb részleteinek tonsillotommal, késsel vagy galvanokaustikus kacsasal való eltávolításában; ezen erős beavatkozások után vagy a trichlorecretsavval való edzés vagy a galvanokaustikus égetés jut alkalmazásba. A csapoknak, tüskéknek teljes eltávolítása biztosítja a beteg kedélynyugalmát, másrészt azonban ezen energikus eljárás célhoz is vezet és a recidivák vagy nem következnek be, vagy ismételt beavatkozással megszüntethetők.

Áttérve a szövettani vizsgálatokra: az éles fogóval nagy mennyiségben eltávolított szövetrészeket 4% formolban fixáltuk, s a szokásos alkoholkeményítés után celloidinba ágyasztuk be.

A metszeteket a rendszerint használatos hæmatoxylin eosin és van Gieson festésen kívül, Unna eljárása szerint polychrom methylenkével, Weigert-féle fibrinfestéssel, Gram eljárása szerint és ruganyos rostokra is megfestettük. Ezenkívül a formolból vett anyagot minden előzetes kezelés nélkül egyszerű konyhasó oldatban is megvizsgáltuk. Miután a szövetrészek már fixáló folyadékban jutottak kezeinkhez, azokkal tenyésztési és oltási kísérleteket természetesen nem végezhattünk.

A minden előzetes kezelés nélkül formolból vett, hevenyészett készítményben nagy mennyiségű levált, részint még ép, részint egynemű szarupikkelyű átalakult hámsejtet s vörös véresejteket kapunk, a melyek közt néhol szabadon, máshol a hámsejtekhez tapadva finoman szemcsés anyagot látunk, melyben gyéren elszórva rövid pálczikák vannak, ezek azonban a közönséges bacillusoknál jóval nagyobbak, úgy, hogy gyenge nagyítással is jól láthatók.

Ha az ilyen készítményhez hig Lugol-oldatot cseppentünk, a pálczikák belsejében éles határú kék szemcsék jelennek meg. A fonalak tehát úgy viselkednek, mint a FRAENKEL által leírt leptothrixok s így azokkal azonosaknak tekinthetők. E fonalakat különben FRAENKEL óta minden vizsgáló megtalálta a szóban

forgó betegségben szenvedő egyénektől nyert kórtermékekben. Feltűnő azonban, hogy bár számos készítményt átnéztünk, a leptothrixokat olyan praëdomináló mennyiségben, mint azt JACOBSON, FRAENKEL, vagy HERING észlelték, nem találtuk. A metszeteken pedig, melyeket joddal kezeltünk, alig láttunk ilyen fonalakat. Vas-kos kötegeket és csikokat alkotó leptothrix fonáltömegeket pedig, mint azt JACOBSON említi, sehol sem kaptunk.

A metszeteken már első pillantásra szembeötlik a lacunák hámjának rendkívüli megszaporodása.

A hám legalsó 2—3 rétegében hengeralakú vagy négyszögletes sejtekből áll, melyeknek hosszúra nyúlt, a sejt tengelyében fekvő magja chromatinban dús (I. tábla 1. ábra *a*). Feltűnő, hogy e rétegben számos, a többinél nagyobb, világosabb protoplasmájú sejtet találunk, melyek az indirect sejtoszlás legkülönbözőbb phasisaiban vannak (I. I. tábla 2. ábra *b*). E réteg után alacsonyabb, sokszögletű hámsejteket látunk, melyek a reájuk következő réteg sejtjeinél jóval szegényebbek protoplasmában, magjuk vízszintesen fekvő ovalis, szintén sötétre festődik, chromatin dús; majd nagy sokszögletű sejtek következnek 5—6 rétegben egymás fölött (I. tábla 1. ábra *b*), melyeknek széles protoplasmája egészen egynemű. A sejtek magja jóval nagyobb, chromatin szegény, egy-két jól felismerhető magocskával. A sejtek határa e két utóbbi rétegben jól megkülönböztethető, a sokszögletű sejtek rétegében egészen kifejezett fésűs sejteket lehet látni. A külső, a lacuna üre felé tekintő sejtrétegekben a hámsejtek ellapultak (I. tábla 1. ábra *c*), a sejthatárok eltűntek, a magvak helyenként hosszúra nyúlt ovalis alakúak, halványabbak, többnyire azonban összetöpörödöttek, rendetlen rögöket képeznek, különösen a chromatin zsugorodott úgy, hogy egészen átlátszatlan sötétre festődő rögökből áll. E réteg sejtjei minden fokozatos átmenet nélkül vas-kos, VAN GIESON eljárással intenzíven sárgára festődő, elszarusodott réteggé alakulnak át (I. tábla 1. ábra *d*), melybe itt-ott apró szemcsés detritus tömegek vannak temetve. Az e réteggel érintkező sejtek plasmája helyenként a többi sejtektől eltérőleg élénk sárga, finom szemcsékkel telt. A hámnak ez erős megvastagodása, elszarusodása és a sok magoszlás kétségtelen jelei annak, hogy itt a hám megszaporodása az elsődleges folyamat.

A mandulából készített metszeteken kitűnik, hogy a felületet borító hám rendes vastagságú, semmi különösebb elváltozást nem mutat, nincs elszarusodva, az a hám azonban, mely a mandula cytogen szövetébe nyúló kryptákat béleli, ugyanolyan módon változott el, mint a nyelvgyöki lacunák hámja, de nincs feltűnően megvastagodva. A kötőszövetre boruló Malpighi-réteg (II. tábla 1. ábra *a*) azon helyeken, hol az elszarusodott anyag nincs túlságos nagy mennyiségben felhalmozódva, szép sorban egymás mellett levő hengeralakú sejtekből áll, melyeknek chromatindús, a sejt tengelyében fekvő ovalis magjuk van. Közvetlenül ezután apró, általában kissé sorvadt, sokszögletű, kifejezetten fogazott szélű sejtek következnek 2—3, itt-ott azonban akár 7—8 rétegben egymás fölött (II. tábla 1. ábra *b*), ezeknek szintén sötétre festődő kerekded magjuk van. E sejtek plasmája finoman szemcsézett. A mag körül a plasmában sokhelyt vacuolaszerű hólyagot látunk (a milyenek a bőr sokrétegű hámjában is vannak), mely a magot félhold alakban összeszorítja; különben ez az egész réteg vékony, sorvadt, főleg a miatt, mert sejtjei, leginkább azoknak plasmája elsorvadt, míg a sejtmag itt aránylag ép. A felület felé haladva, a sejtek mindinkább megnyúlnak s a legkülső rétegben 3—5 egymással párhuzamosan futó egynemű szarulemezzel olvadtak össze, melyben azonban a vízszintesen fekvő, megnyúlt, a többi magvaknál jóval sötétebbre festődő s kissé zsugorodott magvak felismerhetők (II. tábla 1. ábra *c*). Ezután itt is, mint a nyelvgyöki részletekben, minden fokozatos átmenet nélkül, hatalmas elszarusodott réteg következik, mely harántmetszetben kerekded csap alakjában jelentkezik. (II. tábla 1. ábra *d*). Néhol e szarucsap erősen összefügg a hám felületesebb sejtrétegeivel, máshol attól különvált. A csapot egymással párhuzamosan haladó szarulemezek alkotják, a melyek tömörebben vagy lazábban feküsznek egymás mellett s a hol egymástól elváltak, ott a hézagokat finoman szemesés tömeg tölti ki.

Az olyan részleten, a hol az elszarusodott hám túlságos nagy mennyiségben elszaporodott (II. tábla 2. ábra *c*), az maga mintegy elnyomja, elsorvasztja a sokrétegű hámot, úgy, hogy a hámréteget csak egy-két elszarusodott sejtekből s egy-két sokszögletű, de apró sarkos sejtekből álló réteg helyettesíti (II. tábla 2. ábra *a*).

E helyeken a Malpighi rétegnek megfelelő sejteket nem találunk. Az ilyen képek tehát megfelelnek SIEBENMANN azon állításának, hogy a hengeres sejtek e helyeken teljesen hiányoznak, az elszarusodott hám mintegy agyonnyomja a mélyebb sejtrétegeket. Ez észlelhető különben cancroidokban is, a hol a szarugyöngyök a sokrétegű hámot nyomásuk folytán szintén elsorvasztják. Ugyane helyeken a szaruanyag (III. tábla 1 ábra *d*) erősebben odalapul a vékony hámréteghez (III. tábla 1. ábra *b*) s a kettő között egyes finoman szemcsézett, a többiekénél azonban jóval nagyobb, kissé elmosódott határu, az elszarusodott rétegbe éles határ nélkül átmenő sejtet lehet látni (III. tábla 1 ábra *c*). A szemcsék azonban nem keratohyalin szemcsék, mert VAN GIESON eljárással sárgára festődnek.

Maga az elszarusodott hám hol lemezes, hol mintegy rostos szerkezetű (III. tábla 2. ábra *c*), vaskos, egymással párhuzamosan haladó, egynemű tömegeket alkot, melyek a szélső rétegekben foszlányosan szétrostozódnak. A szétzilált lemezek közötti réseket itt finoman szemcsézett, haematoxylinnal erősen festődő anyag tölti ki (III. tábla 2. ábra *e*), mely a műtét folytán sokhelyt nagy kiterjedésben véralvadékkal van keverve. E tömeget legnagyobb mennyiségben az elszarusodott hám felületén a lacunák lumenében találjuk, magában a hámsejt rétegben, vagy a mélyebb kötőszöveti rétegekben ilyenféle szemcsés tömeget, vagy leptothrix fonalakat, mint azt HERING és DUBLER említik, sehol sem látunk.

A szemcsés detritus a GRAM-féle eljárással nem festődik, a WEIGERT—GRAM-féle eljárással ellenben sötétkékre festődő gömböcskéket és hosszabb-rövidebb, tagoltaknak látszó, merev vagy kissé hajlott pálczikákat látunk benne. E tömeghez néhol sok vörös vérsejt is van keveredve, sőt helyenként a hámot borító tömeg tisztán vörös vérsejtekből áll. Máshol az elszarusodott hámlemezek között mintegy a lacuna lumenében cytogen szövetből álló halmazokat találunk. SIEBENMANN, ki ezeket szintén látta, azt tartotta, hogy a cytogen szövet valami módon a mélyebben fekvő solitaris tüszők cytogen szövetével függ össze, de ez összefüggést kimutatni nem sikerült. Támogatni látszik a felfogást, hogy a hámréteg egyes elvékonyodott részein a cytogen szövetű góczok egészen a felületig felterjednek. Nincs azonban ki-

zárva az a lehetőség sem, hogy a cytogen sejtek nem praëformált nyíláson keresztül jutottak az elszarusodott hámlemezok közé, hanem, mint régóta ismeretes (STÖHR), a sértetlen hám sejtjei közt vándoroltak a felületre (IV. tábla 1. ábra *b*), e mellett szól az is, hogy a hámban magában igen sok helyen találunk a hámsejtek között mono- és polynuclearis leucocytákat és lymphocytákat. Sőt a metszetek pontos áttekintésénél oly részleteket is látunk, a hol a sokrétegű hám belsejében is csoportosult lymphocyták vannak. E sejthalmazokban reticulumot s véredényeket nem látunk. (IV. tábla 1. ábra *c*).

Meglepő, hogy a nagyfokú elszarusodás ellenére a metszetekben keratohyalin vagy eleidin-szemcséket tartalmazó sejteket sehol sem találunk. Úgy látszik, hogy a szarúanyag képződése itt is ép úgy, mint más kóros elszarusodásoknál (pl. ichthyosis), az előbb említett kétféle szemcséktől teljesen független. Elfogadhatónak látszik Siebenmann véleménye, mely szerint a keratohyalin éppen azokon a helyeken hiányzik, a hol sok szarúanyag képződik ugyan, de le nem válik, meg nem újul, hanem helyt marad. Unna felfogása szerint ez a tuskés sejtek hiányos fejlettségével áll összefüggésben. A keratohyalin ugyanis épen azon sejtrészben keletkezik (ichthyosisnál), a mely sorvad, mint láttuk, e betegségben is, a közbülső sejtrétegben, míg a mag körüli és szélső sejtréteg aránylag igen jól fejlettek. Hogy azonban a jelen esetben a szarúanyag hogyan képződik, erre nézve a metszeteken bővebb felvilágosítást nem kapunk; mint már előbb említettük, a sokrétegű hám minden átmenet nélkül, mondhatni egy csapásra elszarusodik.

Mielőtt a hám alatti kötőszövetre áttérnénk, néhány szóval a csapok barnás elszíneződését akarjuk felemlíteni. Siebenmann szerint e barnás szín kiszáradás eredménye. A kiszáradás azonban nézetünk szerint igen alárendelt szerepet játszik, a mennyiben a folytonos nyálelválasztás a csapokat állandóan nedvesen tartja s az elszarvult hám máshol, például a bőrön, sem szokott kiszáradás folytán barnás színt felvenni, hanem áttünő sárgás marad. A hámcsapok nem mind barnák, hanem váltakozva hol barnák, hol fehérek. Valószínűbb, hogy a barnás elszíneződés egyfelől a szarúanyag jellegzetes (sárgás barna) színétől ered, másfelől a

szarúlemezek közé történt vérzés eredménye lehet, erre utal az is, hogy a szarúlemezek között meglepően sok véralvadékat kapunk, mely részint fonalas rostonyából, részint zsugorodott vörös vérsejtekből áll. Hogy ez a fonalas tömeg tényleg rostonya, az a Weigert-féle fibrinfestéssel kezelt készítményekből kétségtelenül kiderül.

A hám alatt fekvő kötőszövet felületes rétegei többnyire finom szálú rostokból állanak, a hám felé itt-ott alacsony, legömbölyített végű szemölcsöket bocsátanak, melyek épúgy, mint maga a kötőszövet is, gömbsejtesen beszűrődtek (IV. tábla 2. ábra *c*). A gömbsejtek legnagyobb részét egymagvú lymphocyták, csak helyenként elvétve találunk egy polynuclearis sejtet; a gömbsejtek plasmája nagyobbára vékony, a mag körül övet alkot; a magvak a hámsejtek magvánál jóval kisebbek, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ -szer akkorák, körülbelül oly nagyok, mint egy vörös vérttest, gömbölyűek, a sejtek centrumában fekszenek, chromatindúsak, több apró, de jól felismerhető magocskával birnak, melyek hol centrális, hol peripheriás fekvésűek. A magvak helyenként összetöpörödött ovalisak vagy háromszög alakúak, sőt kisebb-nagyobb foltokban egészen alaktalannokká, vagy pálczika, orsó alakúakká lettek (IV. tábla, 3. ábra *d*). Hogy ezek gömbsejtek magvai, azt abból következtetjük, hogy mindenütt csupa lymphocytá között fekszenek s egyikből a másikba átmeneti alakokat lehet látni. Ugyane helyeken elég bőven kapunk piknotikus és karyorrhectikus magvakat is.

Plasmasejteket a kötőszövetben az Unna-féle polychrom metylenkével festett készítményekben nem találunk, de gyéren elszórva vannak benne itt-ott metachromatikus szemcsékkel telt sejtek.

A kötőszövetnek gömbsejtes beszűrődése egészen elmosódott, úgy hogy a cytogenes sejthalmazokkal, melyek a környezettől nagyon élesen el vannak határolva s a solitaris tüszőknek felelnek meg, össze nem téveszthető.

Ugyanitt a gömbsejtesen beszűrődött kötőszövet elég bőven át van járva egy rétegű endothellel bélelt, kitágult hajszálas véredényekkel, melyeket vékony rétegben mindenütt finom kötőszöveti recze vesz körül.

A kötőszövet mélyebb rétege felé a sejtes beszűrődés mind-

inkább csökken s rostos kötőszöveti recézetnek ad helyet, melynek hullámos lefutású rostjai közt elég nagy számban látunk finomabb és durvább rugalmas rostokat is, melyek szintén hullámos lefutásuak, sem megvastagodva nincsenek, sem szétesést nem mutatnak. Az e rétegben haladó véredények már vastagabb falúak, igen tágak.

A solitaris tüszők foltszerű, a környező kötőszövettől többnyire élesen elhatárolt cytogen szövettű góczok, melyeket gömbsejtektől áthatott, vékony rostos kötőszöveti tok vesz körül. E tok rostjai hol finomabbak, hol durvábbak s a tüsző bensejében levő reticulummal sokszoros összeköttetésben vannak. Különben a tüszők is sejtdúsak s a bennök levő finom kötőszövet csak erős nagytámasz látható reticulumot alkot, a melynek szálai közt levő sejtek maguk a kötőszövetben egyebütt látható lymphocytákhoz úgy nagyságra és alakra, mint plasmájukat és magjukat illetőleg teljesen hasonlítanak, de sokkal sűrűbben fekszenek, mint a környező kötőszövetben.

A folliculusok hol közvetlenül a hám alatt fekszenek, hol vékonyabb vagy vastagabb kötőszövetréteggel vannak a hámtól elkülönítve s mint említettük, sejtheik a sértetlen hámon keresztül a felületre is kivándorolnak.

Mélyebbre ható elváltozásokat a tüszőkben nem találunk.

A mandulák kötőszöve távolról sincs oly erősen gömbsejtesen beszűrődve, mint a nyelvgyöki folliculusokat körülvevő kötőszövet. A mandula saját kötőszöve csak a hám alatt közvetlenül s a benne fekvő gyér számu, összehúzódtott véredények s a lacunák körül van mérsékeltén gömbsejtektől áthatva, ott tehát, a hol valamivel lazábbak a kötőszövet rostjai; a beszűrődés azonban itt is mérsékelt, a gömbsejtek csak gyér csoportokat alkotnak, vagy egyenként elszórtan fekszenek a kötőszövetben. E gömbsejtek igen aprók, többnyire egy nagy magjuk van, a mely sötétre festődik, csak elvétve találni egy-egy polynuclearis sejtet. A gömbsejteket sötétre festődő magvaik miatt könnyen meg lehet különböztetni az endothel sejtektől, melyek a véredényeket bélelik, az utóbbiak magva ugyanis jóval nagyobb, hólyagcsás, halványabbra festődik, finom szemcsézettséget mutat, míg a gömbsejtek magván a sötét festődés miatt semmiféle finomabb

részletet sem lehet felismerni. Egyébként elég jól el lehet különíteni e sejteket az álló kötőszöveti sejtektől is, ezek ugyanis megnyúltak, orsóalakúak, pálczika alakú, sötétre festődő maggal bírnak.

Néhol a magvak egészen egyenesek, merevek, máshol kissé hajlottak. Nagyobb fokú, elterjedt gömbsejtű beszűrődést a mandula kötőszövetében nem találunk, mert a mélyebb kötőszövetrétegek mind vaskos, hullámos, különböző lefolyású rostokból állanak, hasonlóképen durva szálú rostos kötőszövet alkotja a mandulát kívülről körülvevő kötőszövet rétegeket is. Plasma-sejteket, ruganyos rostokat a mandulából készített metszetekben külön festéssel nem kerestünk.

A mandula tüszői nem mutatnak szembetűnő elváltozásokat. Csak erősebb nagyítással látható reczés kötőszöveti reticulumba ágyazott, sűrűn egymás mellett fekvő lymphocytákból állanak, melyek a kötőszövetben egyebütt látható gömbsejtekhez nagyban hasonlítanak, de magvak valamivel világosabbra festődik, úgy, hogy a magtestecskék még valamennyire kivehetők. A sejtekből jóformán csak a mag látható, a vékony protoplasmát nem is lehet megkülönböztetni. Ezen cytogen szövet sejtei közt elég számos, csak egy rétegű endothellel bélelt capillaris véredény és nyirokér látható, melyeknek endothelje többnyire duzzadt. A cytogen szövetben kisebb-nagyobb, kerekded vagy ovalis, világosabbra festődő sejtészkek van, a melyek töle abban is különböznek, hogy sejtjeik nem állanak olyan sűrűn egymás mellett; a sejtek alakja ugyan meg nem határozható, de a sejt-mag sokkal nagyobb, akár háromszor akkora, mint a lymphocytáké és világosabbra festődik, ovalis, csak egy-két, élesen határolt nucleolussal, melyek a sejt-magban szabálytalanul vannak elszórva, míg a lymphocyták gömbölyű magvaiban a magocskák sokkal számosabbak s egészen szabályosan a mag felületén vannak elhelyezkedve. Ez utóbbi észkek kétségtelenül csirgóczoknak felelnek meg.

Különösen a nyelvgyöki tüszőket környező kötőszövetnek nagyfokú gömbsejtes beszűrődése s a véredények szembetűnő kitágulása látható jelei a gyulladásnak s vizsgálatunk eredménye ebben Siebenmantól teljesen eltérő, a mennyiben ő a kiirtott

mandulákon semmiféle gyuladásos beszűrődést nem látott, sőt a mandula kötőszövetét inkább sejtszegénynek találta.

Ezek után a szövettani vizsgálat eredménye röviden a következőkben foglalható össze :

1. A folyamat lényege, a nyelvgyökön épen úgy, mint a mandulákon, a lacunákat bélelő hám némi mérsékelt fokú kötőszöveti gyuladástól kísért tetemes megszorodása és elszarusodása, tehát mintegy a hámnak metaplasziája, mondhatnók visszaesése az ébrényi állapotba; ez a hám tudniillik a bőrideg-lemezből (ektoderma) fejlődik, a melyből a bőr elszarusodó laphámja is ered. A száj hámja azonban nem szokott elszarusodni, hanem a nélkül, hogy elszarusodnék, leválik. E mellett a metaplasia mellett még feltűnő, hogy az elszarusodó hám nem kopik le, a mi megint vagy az által van feltételezve, hogy a szarus hám túlságosan nagy tömegben képződik, vagy az által, hogy a szarulemezek erősebben összetartanak.

2. Az elszarusodás keratohyalin, vagy eleidin fellépése nélkül történik.

3. A szarucsapok barnás elszíneződése egyrészt a szarusanyag eredeti sárgás barna színétől függ, másrészt vérzés eredménye.

4. A csapok belsejében található lymphoid-sejtek a hámsejtek közt vándorolnak ki a felületre, nem praëformált nyílásokon át jutnak oda.

5. A betegség, mint az a szövettani készítményekből is kiderül, enyhébb idült gyuladásos alapon fejlődik ki. Több szerző említi, hogy a baj olyan egyéneket illet, a kik több ízben szenvedtek torokgyulladásban. Úgy véljük, hogy az ismételt gyulladások által fentartott gyenge, de hosszantartó inger erősebb burjánzásra indítja a hámsejteket.

6. A felületen található sok leptothrix csak accidentalis lehet, másodlagosan telepedik le a hámfelületre s a bántalommal nem hozható oki összefüggésbe.

Miután a betegséget egészen az utolsó időkig pharyngomycosis név alatt irták le, még a leptothrix kérdésre óhajtunk kissé bővebben kiterjeszkedni.

Bár az utolsó időben egyesek elismerik, hogy a baj lényege

a hámszaruosodás, a tankönyvekből és kézikönyvekből még mindig nem sikerült a helytelen mycosis leptothricia nevet kiszorítani. Kraus is, ki a betegséget határozottan hyperkeratosis lacunarisnak tekinti, a nagy Nothnagel-féle gyűjtőmunkában Leptothrixmycose der Mundhöhle néven ismerteti a bántalmat. Már ez önmagában, de még inkább az a körülmény, hogy a gyakorló orvosok közt még mindig az a téves felfogás uralkodik, hogy itt valami a soorhoz hasonló folyamattal van dolgunk, indokolttá tesz, hogy a kérdés e részét is megvilágítsuk, a mennyiben azt az eddig megjelent s nekünk hozzáférhető irodalomra támaszkodva tehetjük.

Mint ismeretes a leptothrix buccalis, melyet e néven először Robin¹ írt le, a nyelvet bevonó s a fogakon tapadó nyálkában normális egyénben is mindig megtalálható, mint ezt az ez irányban végzett beható kísérletek is igazolják (Vignal).² Kóros viszonyok közt, ha valahol hámszárazság, vagy sérült, kifelé nyúló hely van, a leptothrix néha óriási mennyiségben felhalmozódik, így például a cariosus fogakon is oly nagy tömegben, hogy hosszú ideig a leptothrixot a cariessel határozottan oki kapcsolatba hozták (Zopf), csak ujabban sikerült kimutatni, hogy itt egyéb mikroorganizmusok szerepelnek (Miller,³ Vignal⁴). Más kóros folyamatoknál, melyek a hámszövetek életképességét lecsökkentik, vagy a hol a hám tökéletesen, szintén nagy tömegben letelepszik a leptothrix, így például a szájnyálkahártyán gyulladásoknál, vagy daganatokon keletkező fekélyek felületén. Érdekes, hogy tisztátalan egyéneknél a szájüregben éppen a nyelvökön telepedik le legnagyobb mennyiségben a leptothrix.

A gomba, mely Petruschky⁵ beosztása szerint a hyphomyceták rendjébe s a trichomyceták családjába tartozik, hosszú, vékony fonalakból áll. Az összes többi e családba tartozó gombáktól az általánosan elterjedt, hogy fonalai soha el nem ágazódnak, me-

¹ Histoire naturelle des végétaux parasites 1853.

² Archives de physiologie normale et pathologique 1886.

³ Miller l. c.

⁴ Vignal l. c.

⁵ Handbuch der pathogenen Mikroorganismen von Kolle u. Wassermann.

revek, legfeljebb gyengén hajlottak, nincsenek tagolva. Egyik legjellegzetesebb sajátsága, Miller szerint, hogy ki nem tenyésztethető. A Leber és Rottenstein által jellegzetesnek mondott reactio, hogy a gombafonalakban jodra kék szemcsék jelennek meg, épen nem lehet irányadó a leptothrix meghatározásában, mert Miller vizsgálatai szerint a tulajdonképeni leptothrix joddal sárga lesz, s egy egész serege van azon másféle szájrü mikrobáknak, melyek jodra kék színt vesznek fel. Így a jodococcus, a bacillus maximus buccalis. Kraus szerint a jodreactio attól is függ, vajjon milyen volt a táplálék, ha például keményítőt tartalmazott, a fonalak adják a jodreactiót.

Miller éppen ezért a leptothrix buccalis nevet, mely csak félreértésekhez vezet, elejti s helyette a leptothrix innominata elnevezést ajánlja. Miller, Kraus, Patruschky s ujabban Fraenkel a leptothrixot nem tartják pathogen mikroorganizmusnak. Mig Miller véleménye szerint a leptothrix ki nem tenyésztethető, mely véleményhez Petruschky fent jelzett munkájában szintén hozzá csatlakozik, mások, így Vignal, Arustamoff, Jacobson állítják, hogy nekik sikerült a leptothrixot kitenyészteni.

Az újabb irodalmi adatok ilyen rövid áttekintéséből is kitűnik, hogy nemcsak a leptothrix pathogenitásának megállapítása, hanem egyáltalában a leptothrix alaktani elkülönítése is igen nagy nehézségekbe ütközik, sem valami jellegzetes festődés, sem tenyésztési viszonyai, sem oltási kísérletek e tekintetben nem vezetnek célhoz, sőt a leptothrixnak Miller szerint épen egyik jellegző sajátsága az, hogy nem tenyésztethető s így tenyésztelési viszonyai teljesen ismeretlenek. Miután a leptothrix nem tenyésztethető, tanulmányozása csak friss anyagon történhetik, minden összehasonlítás nélkül. Ábrák és leírások után pedig, bármilyen tökéletesek legyenek is azok, jóformán lehetetlen a mikroorganizmusokat elkülöníteni. Az alaktani tulajdonságok nem mindig olyan állandóak, hogy azokból valamely speciesre határozottan következtetni lehetne.

Tetézi a bizonytalanságot, hogy a kérdéses fonalak görcsői megjelenését a legtöbb szerző nem írja le egészen pontosan, hanem csak általános kifejezéseket használ. A leírások, melyeket a legtöbb a hyperkeratosissal, illetve mycosissal foglalkozó dol-

gozatban találunk, csak általánosságban arról szólnak, hogy az e betegségben szenvedő egyénektől nyert szövetrészletekben, lepedékben, hámsejtekhez tapadva, vagy szemcsés anyagba ágyazva, mely állítólag a sporáknak felelne meg, nagy mennyiségű elágazódó, vagy el nem ágazó, joddal kékre festődő pálczikákat találtak. Ezek mind oly általános kifejezések, a melyekből még arra sem lehet biztosan következtetni, hogy az esetekben vajjon ugyanazon gombáról van-e szó vagy sem.

Ha már az alaktani és tenyésztési kísérletek ilyen eltérő eredményekhez vezettek, még nehezebb annak eldöntése, vajjon kórokozó lehet-e adott viszonyok közt a leptothrix, vagy sem. Ezt csak sikerült állatkísérletekkel lehetne bebizonyítani. Az ilyen kísérletek azonban eddig még mind eredménytelenek voltak. Hering több átoltást végzett, mind eredménytelenül; Deckert és Seifert kísérletei nem teljesen kifogástalanok.

Daczára e nehézségeknek s bizonytalanságnak, mégis azt találjuk, hogy a legtöbb szerző, a ki e bajjal foglalkozik, minden részletesebb vizsgálat nélkül határozottan a mellett foglal állást, hogy a betegséget a leptothrix okozza. Ujabban azonban, különösen Siebenmann dolgozatának hatása alatt, egyesek elállnak attól, hogy a megbetegedést leptothrix mycosisnak tekintsék.

A mi a saját észleleteinket illeti, mi is találtunk az elszarusodott hám felületén egyéb mikroorganizmusok közt olyan fonalakat, melyek a leptothrixnak felelnek meg, de elenyésző csekély mennyiségben. A leptothrix sehol a hám mélyebb rétegébe nem terjed be és sehol sincs olyan domináló mennyiségben, mint azt Jacobson, vagy Dubler említik, hogy egész pázsitokat alkotna.

Tekintve, hogy a leptothrix bármely egyén szájüregében feltalálható s különösen olyankor halmozódik fel, ha a hám kórosan elváltozott, továbbá hogy a vele végzett oltási kísérletek eredménytelenek voltak: éppen nem valószínű, hogy e saprophyta gomba, mely, mint láttuk, még alaktanilag sincs teljesen körülírva, kórokozó lenne. E kórfolyamatnál is csak a hám felületén található nagyobb mennyiségben a gomba, saját vizsgálataink pedig határozottan a mellett szólnak, hogy itt a megváltozott hám felületére másodlagosan telepedik le a leptothrix. A hám

elváltozása mintegy alkalmassá tette a talajt a mikroorganizmus buja tenyészésére, de vele oki kapcsolatba nem hozható.

De a csapok makroszkopi megjelenése is ellene szól annak, hogy itt valami gomba megtelepedésével állanánk szemben. El nem képzelhető, hogy e tömött szívós képletek, melyeket csak nagy nehezen lehet kitépni, szétezzafatolni, ilyen laza gombatelepekből állanának. Mi tudniillik mindegyik esetünkben tömött, kemény szarucsapokat találtunk, nem puha lepedéket, a milyenről Veis tesz említést. De az is valószínűtlen, hogy a nyelvgyökön levő, a felületen elhelyeződött (nem mint a soornál a nyálkahártyába is betérjedő), lazán tapadó gombatelepek a nyelés közben le ne súrolatnának a felületről.

Hogy e csapok eltávolításuk után újra kinőnek, nem bizonyítja, mint Veis mondja, hogy ezek gombatelepek. Ezek épen úgy újra képződnek, mind a köröm, haj, vagy más esetleg kóros elszarusodott képletek (például a cornu cutanum).

Azzal, hogy a leptothrix kórokozó jelentőségét e betegség-nél elejtjük s az eddigi név helyébe a keratosist tesszük, mely a baj szövettani lényegét kifejezi, a bántalom oktana távrolról sincs tisztázva. E betegséggel úgy vagyunk, mint az elszarusodással járó bőrbántalmakkal, melyeknek oka eddig nagyrészt szintén ismeretlen, a melyek azonban sok tekintetben hasonlítanak a garat szoban forgó megbetegedéséhez. Nem hallgathatjuk el annak a lehetőségét, hogy e betegség talán veleszületett alapon fejlődik. Mint már Stöhr is említé, de még inkább ujabban Stahr,¹ Amos,² Zieler,³ Schaffer⁴ kimutatták, a nyelv különböző részein, a gombalakú szemölcsökön, a felületes hámmal összefüggő vagy különálló hámsejtfészkeket találunk, melyeken néhol izlő kelyheket, mirigycsöveket is lehet látni. Amos szerint ezek mind fejletlen mirigyeknek felelnek meg, véleménye szerint azonban később eltűnnek, talán úgy, hogy valami nagyobb, keményebb falat lenyelésekor a krypta fala megreped s hámtartalma kiürül. Lehet-

¹ Centralblatt für allg. Path. u. pathol. Anatomie Bd. 14. 1903.

² Centralblatt für allg. Path. u. pathol. Anatomie Bd. 14. 1903.

³ Merkel u. Bonnet's Anatomische Hefte 52/53. 1901.

⁴ Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften Wien. Math. naturw. Classe Bd. 106. Abth. III. 1897.

séges, hogy ilyen hámgöngyök egyes egyéneknél később is megmaradnak s valami inger, mondjuk esetleg gyulladás folytán erősebb burjánzásnak indulnak. E felvétel mellett szól az is, hogy e bajt főleg fiatalabb egyéneknél, gyermekeknél találjuk, épen úgy, mint például az ichthyosist, melyre nézve pedig (legalább a gyermekek ichthyosisánál) általánosan el van fogadva, hogy congenitalis alapon nyugszik.

Ezek alapján teljesen hozzátalkozhatunk Siebenmann felfogásához, a ki a hám elszarusodását mondja lényegesnek. Az elnevezést illetőleg a Siebenmann által választott hyperkeratosis pharyngis nevet csak annyiban módosítanók, hogy a bántalom azon eseteit, melyeknél az elváltozás csekélyebb fokú, csak a szaruhám megvastagodásában nyilvánul, keratosis pharyngisnak nevezzük s a hyperkeratosis nevet csak a súlyosabb, valóságos szarutüskék képződésével járó esetekre alkalmazzuk.

I. T Á B L A.

1. ábra. Mitotikus oszlások a lacunák hámjában.

a a henger- vagy köbalaku sejtek rétege, *b* mitotikus oszlások, *c* a sokszögletű sejtek rétege, *d* ellapult hámsejtek, *e* itt-ott gömbsejtesen beszűrődött kötőszövet. Hæmatoxylin-eosin festés. Reichert Oc. IV. Obj. 7. Az elszarusodás nincs feltüntetve.

2. ábra. A tetemesen megvastagodott hám, a felületen levő vastag, kissé szétzilált elszarusodott réteggel.

a Malpighi réteg, *b* a sokszögletű sejtek rétege, *c* az ellapult hámsejtek, *d* szétzilált szaruhámlemezek, *e* gömbsejtesen beszűrődött kötőszövet. Hæmatoxylin-eosin festés. Reichert Oc. IV. Obj. 7.

Fig. 1.

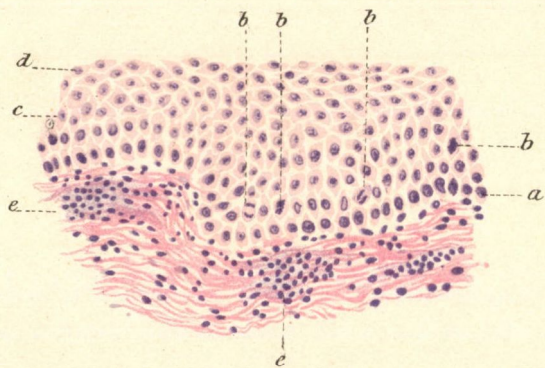
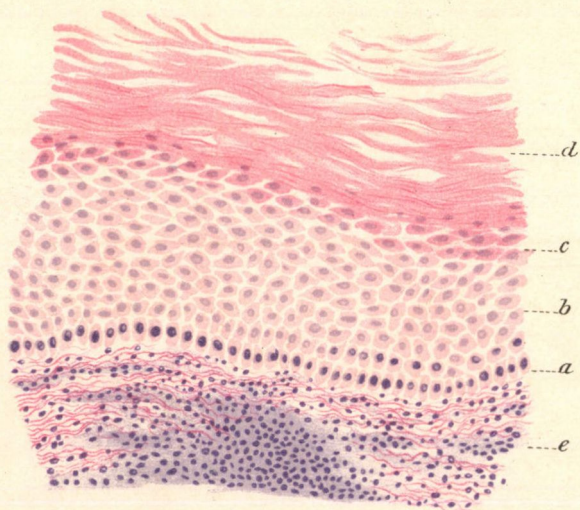


Fig. 2.



II. TÁBLA.

1. ábra. A mandulából készített metszet, melyen a kryptahám elszarusodása van feltüntetve.

a a Malpighi-réteg sorvadtt sejtszejtjei, *b* a sorvadtt fésűs sejtek rétege, *c* elszarusodott összeolvadt hámsejtek, melyekben a vízszintesen fekvő ovalis magvak még jól felismerhetők, *d* elszarusodott lemezek, melyek *e*-nél kissé szétrostozódtak, *f* a hám alatt következő gömbsejtesen beszűrődött kötőszövet, *g* sejtzegény kötőszövet. Hämatoxylin-eosin festés. Reichert Oc. IV. Obj. 7.

2. ábra. A mandulából készített metszet, hol a nagymennyiségű elszarusodott hám a sokrétegű hámot mintegy elsorvasztja.

a sorvadtt hámréteg, *b* a legerősebben kifejezett sorvadás helye, hol csak 1—2 sejtréteg maradt vissza, *c* elszarusodott lemezek, *d* gömbsejtesen beszűrődött, *e* sejtzegény rostos kötőszövet. Hämatoxylin- van Gieson estés. Reichert Oc. III. Obj. 4.

Fig. 1.

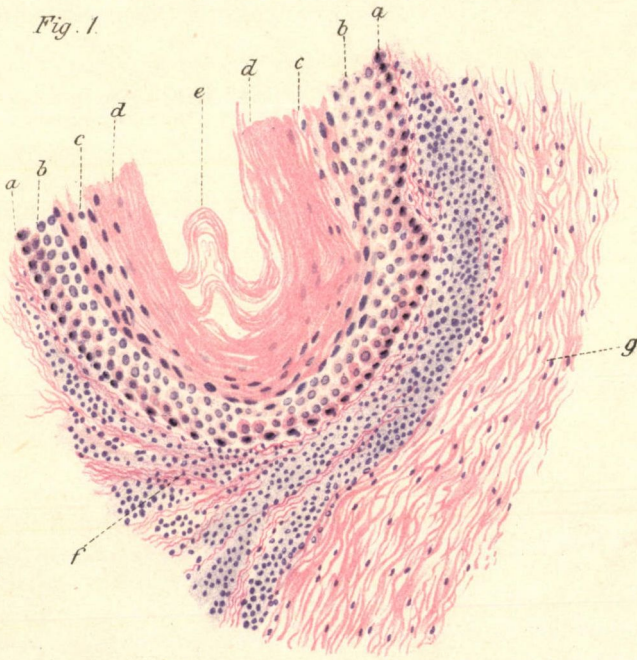
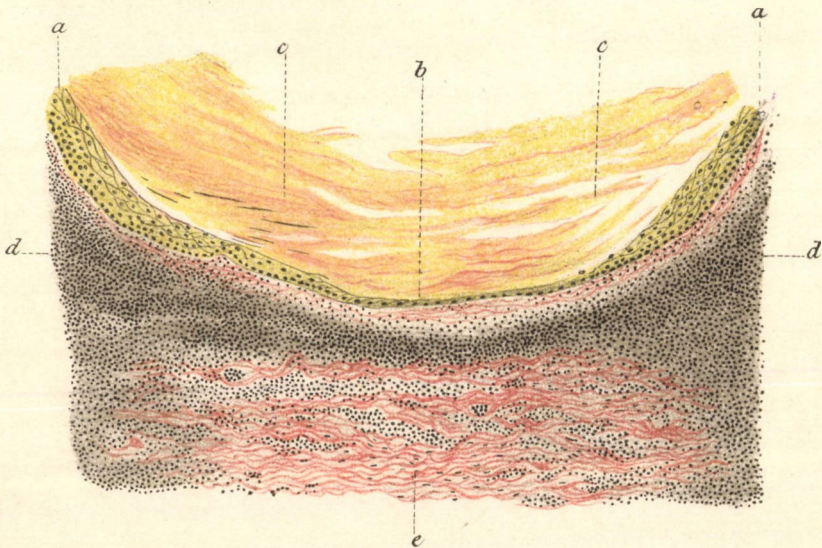


Fig. 2.



III. TÁBLA.

1. ábra. Szemcsés sejtek a szarvult hám határán.

a Malpighi-réteg, *b* sorvos hámréteg, *c* a szemcsés sejtek rétege, *d* elszarusodott hám, *e* gömbsejtesen beszűrődött kötőszövet. Hæmatoxylin-eosin festés. Reichert Oc. IV. Obj. 7.

2. ábra. Egy lacuna mélyéből kinyúló szarucsap.

a megvastagodott hámréteg, *b* elszarusodott hám, *c* a lacunából kitekintő szarucsap, a mely *d*-nél kissé szétrostozódott, *e* a lemezek közt fekvő szemcsés detritus tömeg, *f* gömbsejtesen beszűrődött kötőszövet, *g* sejtszegény rostos kötőszövet. Hæmatoxylin-eosin festés. Reichert Oc. III. Obj. 4.

Fig. 1.

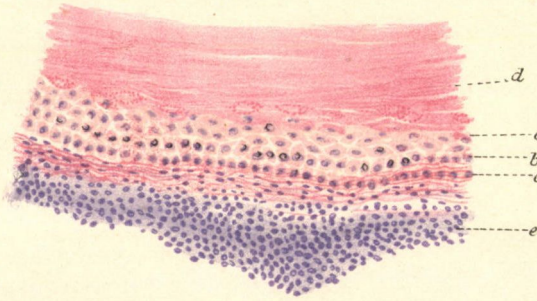
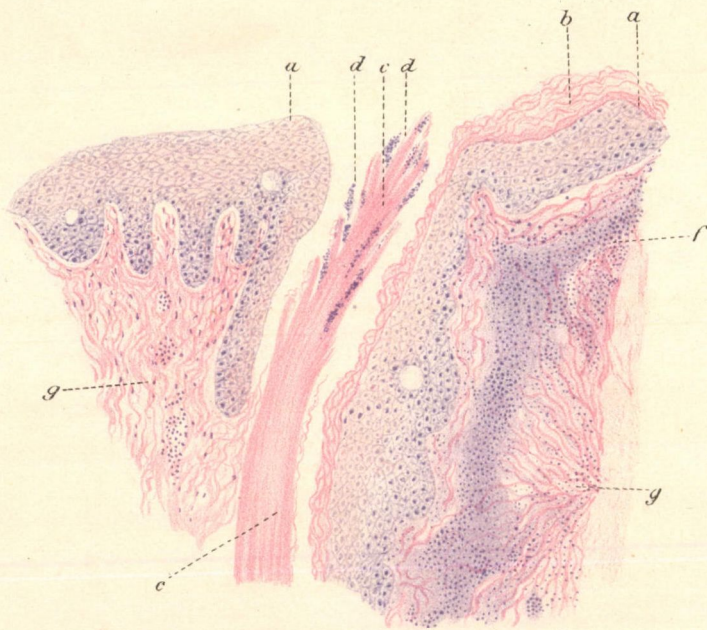


Fig. 2.



IV. TÁBLA.

1. ábra. Cytogen-szövethalmazok a sokrétegű hámban.

a sokrétegű hám, *b* egyes lymphocyták a hámsejtek közt, *c* csoportosult lymphocyták a hámban, *d* cyto-gen sejthalmazok a kötőszövetben, *e* sejtszegény rostos kötőszövet. Hamatoxylin-eosin festés. Reichert Oc. IV. Obj. 7.

A szaruanyag nincs lerajzolva.

2. ábra. Sajátságosan átalakult gömbsejtfészkek a kötőszövetben.

a Malpighi-réteg, *b* fésűs sejtek rétege, *c* gömbsejtesen beszűrődött kötőszövet, *d* sajátságos orsó- s pálczikaalakú gömbsejtek halmaza, *e* vérzés. Hamatoxylin-eosin festés. Reichert Oc. IV. Obj. 7.

Az elszarusodott hám nincs feltüntetve.

Fig. 1.

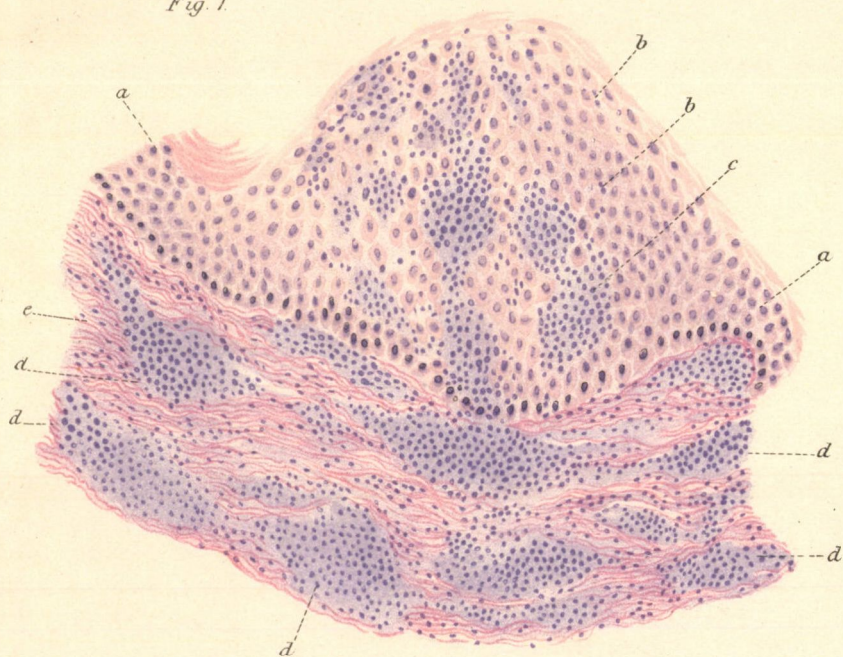
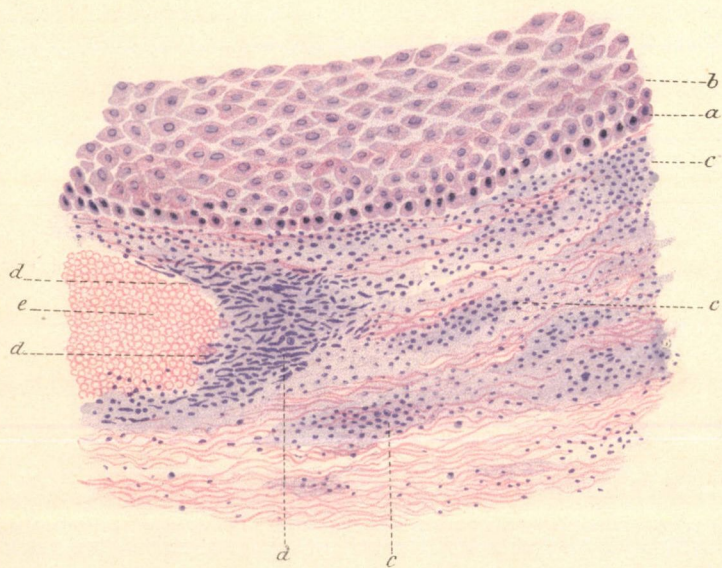


Fig. 2.



VÁLTOZÓ ÁRAM- ÉS MÁGNESES JELENSÉGEK VIZSGÁLATA.

WITTMANN FERENCZ-től.

Ha a változó elektromos és mágneses jelenségeket oly kísérleti elrendezéssel kívánjuk megvizsgálni, melynek célja a jelenségek időbeli lefolyását egész teljességében egyszerre tenni láthatóvá, ezidőszert kétféle segédeszközzel rendelkezünk: a BRAUN-féle kathodesóvel, illetőleg az oscillographokkal.

A BRAUN-féle csövet az említett célra elméleti szempontból az a megfontolás teszi kiválóan alkalmassá, hogy a kathod-sugarat tehetetlenség nélkül való áramvezetéknek tekinthetjük s így a kathodsugár kitérése a reá működő mágnestér változását követi.

A BLONDEL ismertette oscillographok * használata a BRAUN-féle eszközhöz képest korlátolt, mert mozgó részük tehetetlenségénél fogva saját rezgésük van. BLONDEL szerint az ily eszköz jelzései akkor helyesek, ha:

a) A készülék saját rezgésideje a vizsgálandó jelenség időszakaszaihoz képest kicsiny.

b) A gyors saját rezgésű eszköz csillapítása lehető csekélyre igazítandó; az oly esetekben azonban, mikor a vizsgálandó jelenség változásai nem folytonosak, a csillapítást a kritikus aperiodicitásra kell hoznunk.

* Oscillographes; nouveaux appareils pour l'étude des oscillations électriques lentes. Note de A. BLONDEL, Comptes Rendus T. 116. p. 502. 1893. márcz. 10; továbbá «Nouveaux oscillographes pour l'inscription des courbes périodiques des courants alternatifs par M. A. BLONDEL, Congrès international d'électricité, Paris 1900; Annexes p. 10. Gauthier-Villars 1903.

c) A készülék öninductiója kicsinyre veendő, hogy a mért jelenség vizsgálandó változásainak törvényét ne módosítsa.

d) Histerezis és tömeg (Foucault)-áramok a készülékben elhanyagolható csekélyek legyenek.

e) A készülék kellő érzékenységüre szerkesztendő.

Az oscillographok annak ellenére, hogy alkalmazásuk a BRAUN-csőhöz képest korlátolt, elektrotechnikai laboratorikumokban és próbatermekben egyre fokozottabb mértékben használatnak, a mi a következő tényekben leli magyarázatát.

Az oscillographnak, valamint a hozzátartozó kísérleti segéd-eszközöknek beszerzése, illetőleg elkészítése könnyű; a készülékkel való kísérletezés egyszerű és fizikai meg elektrotechnikai kísérleti bemutatások és a gyakorlat számos esetére a BLONDEL kifejtette követelmények kielégíthetők; végre hangsúlyozandó, hogy az oscillograph-fal a változó áram- és mágneses jelenségek lefolyását mutató görbéket, ivlámpát vagy még előnyösebben napfényt használva. ernyőre vetítéssel akár egy méternyi magasságban vagyis oly nagy méretekben állíthatjuk elő, hogy azokat a legnagyobb auditorium is igen jól megfigyelheti.

A jelen dolgozat főcélja egyrészt adalékokat szolgáltatni arra, hogy az oscillographiai kísérleti berendezés a laboratorikumban és elektrotechnikai próbateremben kutatási célokra alkalmas, másrészt kimutatni, hogy elektrotechnikai és elektrofizikai kurzusban, mint a változó áram- és mágneses jelenségek igen érdekes részleteinek megértésére, azok tanulmányozására serkenteni hivatott demonstrációs eszköz, figyelmet érdemel.

A kísérleti vizsgálatok ismertetése előtt az *oscillographokról* a következőket tartom előrebocsátandóknak.

Dolgozatom tárgyára való tekintettel az eszközöket két csoportra osztom.

Az első csoportba tartozó eszközök *oscillographiai galvanometerek*; ezeket közvetlenül áramgörbék, közvetve pedig feszültséggörbék előállítására használhatjuk, olyképpen, hogy kis időkonstans érdekében inductiomentes nagy additionális ellentállással együtt a zárókör két pontjához párvonalasan csatoljuk. A két célra szolgáló berendezés egy készüléken, a *dupla oscillographon* egyesíthető.

A második csoportba tartozók *oscillographiai magneto-meterek*, melyek a változó mágnesezés időbeli lefolyásának törvényét vannak hivatva szemléltetvé tenni.

Az *oscillographiai galvanometerek* két típusa van ezidő szerint használatban.

Az egyik BLONDEL *vasszalagos eszköze*, melynek lényege a következő.

Igen vékony és keskeny, függélyes helyzetben tartott 10—20 m/m hosszú vasszalag két végén meg van fogva és közepére apró könnyű tükör van ragasztva. A vasszalagnak állandó mágneses sarkiságot adunk, nevezetesen egymáshoz illesztett apró vízszintes tengelyű mágnesek rendszerévé teszszük azzal, hogy a szalagot egész hosszában, erős mágnesnek keskeny sarksarú-közébe hozzuk; a gyors saját rezgésű vasszalag a galvanometer mozgékony része. Álló része a vasszalag síkjával párvonalas menetű, tehát a vasszalag síkjára normális tengelyű symmetriáisan elhelyezett dróttekerccspár, melyeken a vizsgálandó változó áramot átvezetjük. A vasszalagnak elcsavarodása a reá ható árammal arányos és annak mértéke.

Az *oscillographiai galvanometer* második típusa a húros-, illetőleg hurokvezetékes *oscillograph*.

Az EWING-féle *húros galvanometer*, mely az ismert mágneses görberajzolónak * egyik alkatrésze, velejében JOULE szerkesztésű elektromágnes, melynek keskeny sarúközében vörösréz drót van kifeszítve; az elektromágnezt állandó árammal gerjesztjük, a húron pedig a vizsgálandó változó áramot vezetjük. Az áram és mágnes tér kölcsönös hatásától a húr a mágnes tér erővonalaira merőleges irányban kihajlik. Ezt a helyzetváltozást szögemelővel tükörelfordulásra változtatjuk át.

A BLONDEL-DUDELLE-féle *oscillographiai hurokvezetékes galvanometer* lényegében DEPREZ-d'ARSONVAL rendszerű galvanometer; az erős mágnes teret elektromágnessel, a gyors saját rezgésű mozgékony vezeték rugalmas fémszalagból való hurokkal képezzük, melynek közepére könnyű apró tükröt ragasztunk.

* Prof. EWING's magnetic curve tracer, The Electrician Vol. 29. p. 385, 460, 511; Vol. 30. p. 55, 64, 99.

Egyszerűsített berendezésének leírását e dolgozat szerzője más helyen adta.*

Az *oscillographiai magnetometerek* a tárgyalt galvanometer típusokat tekintve a következő szerkesztésűek lehetnek.

A vasszalagos magnetometer, BLONDEL vasszalagos galvanometerének módosítása. A vasszalagnak erős mágnes térben mágneses sarkiságot adunk; a magnetometrikus eljárást követve hosszú dróttekeresztet veszünk, melynek hatását előbb az ismert módok egyikével kompenzáljuk, azután pedig belsejébe a vizsgálandó s változó mágnesezésnek alávetendő vaspróbát hozzuk. Ily elrendezésnél a vasszalag elcsavarodása, megfelelően apró tükrének elfordulása, a vasban gerjesztett *mágneses induciónak* mértéke.

Húros, illetőleg hurokvezetékes magnetometer.

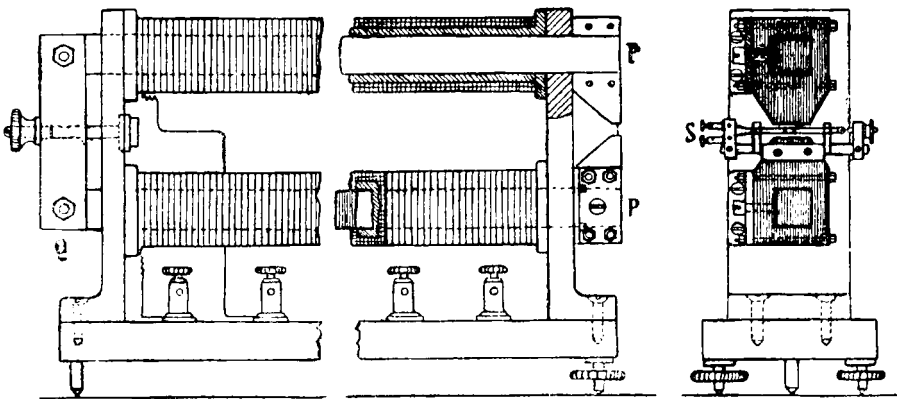
A húros magnetometer EWING szerkesztése és mágneses görberajzolójának második alkotórésze; EWING berendezése szerint két darab mintegy 40 $\%$ hosszú négyszögletű sárgaréz hüvelyt drótbetonattal látunk el; mindegyik hüvely egyik végén pólustoldalék van. A hüvelyek közös alapzaton egymás mellett úgy rögzítettnek, hogy patkóalakú elektromágnes álljon elő, melyet oly alakú sarksarúkkal látunk el, hogy közöttük keskeny hézag maradjon. A hüvelyek üregébe a vizsgálandó vas kerül és a szárvegeket áthidaló csatlóvassal a készülék e részén lehető teljes mágneses zárulatot létesítünk; a pólussarúk között drót van kifeszítve. Ha a hüvelyekbe tett vasat az orsók meneteit átjáró árammal mágnesezzük, a húron pedig állandó áramot vezetünk át, a vasban gerjesztett mágnesség és a hűrt átjáró áram kölcsönös hatásától a drót középtája a mágnes tér erővonalaira merőlegesen elmozdul s a mágnesezés értelméhez képest súlyed illetőleg emelkedik; kis helyzetváltozását kiskarú szögemelővel könnyű tükörnek vízszintes tengely körüli forgására változtatjuk át.

Az EWING készülékénél alkalmazott hűrt a BLONDEL-DUDDÉLL-féle tükörfelszerelésű hurokkal helyettesítvén, *oscillographiai hurokvezetékes magnetometert* kapunk; a hurok saját rezgésidejét igen kicsinyre tevén, az eszköz alkalmassá válik arra, hogy a

* Math. és természettudományi Értesítő XXI. kötet 4. füzet.

változó mágnesezési jelenség időbeli lefolyását egész teljességében előtüntesse.

E magnetometer részletes rajzát az 1. ábra mutatja. A tömegáramok lehető kiküszöbölésére az elszigetelt drótot fából készült vagy egész hosszukban átfűrészelt sárgaréz hüvelyekre csavarjuk; a (p, p) sarksarúk, úgyszintén a (Q) csatlórész lamellált vasból készülnek. Változó mágnesség hatása alatt az állandó áramtól átjárt S hurok tükre vízszintes tengely körül rezeg. Tapasztalás szerint, a mikor a vaspróbák a hüvelyekből ki vannak véve és csupán a szárbevonatokon átvezetett változó áram hat a hurkot át-



1. ábra.

járó állandó áramra, bár a csatlóvas és vassarúk helyükön vannak, a huroknak megfigyelhető elcsavarodása, megfelelően tükröelfordulás nem mutatkozik; ezen az alapon a dróttekerceset átjáró áram hatását kompenzálunk nem szükséges. Végeredményben a huroknak megfigyelt elcsavarodása tisztán a hüvelyekbe behozott próbavasak mágneses hatásának tulajdonítandó.

A kísérleteimnél használt BLONDEL-DUDDÉLL-féle hurokvezetékes galvanometereknek és magnetometereknek tisztán mechanikai csillapítására viscosus anyagot, vaselint használtam. Ebből kis csomót a hurok szabad végeinek táján a sarksarúk közé hozva, a vaselin oda tapad; a szálvégek így változtatható mennyiségű és elhelyezésű vaselinbe levén beágyazva, a hurok mozgása szabályozható mértékben csillapodik.

Megjegyzem még, hogy a tőlem korábban a galvanometer-nél használt csillapító fémkeretnek a magnetometer-nél való alkalmazása eleve ki volt zárva, mert a változó mágnes-tér e keretben áramokat indukálna, melyek a hurokvezetékeknek az állandó áram és változó mágnes-tér kölcsönös hatásától származó s a vizsgálat alapjául szolgáló mozgását lényegesen módosítanák.

A teljesen megfelelő eme folyadék csillapítást a galvanometer-nél is alkalmazván, nélkülözhetővé vált a tőlem korábban használt kis aluminium-keret, mely egyrészt jelentékeny csillapító hatást okozott,* másrészt a hurok rezgését lassította.

Dolgozatom tárgyrendje a következő.

I. Áramgörbék előállítása, nevezetesen elektromágneses rezgések áramgörbéi és ezek egymás fölé helyezése, továbbá változó áramú villamforrás körében előállított áramgörbék.

II. Mágnesezési görbék bemutatása és vizsgálása.

III. Teljes mágnesezési körfolyamat görbéinek létesítése.

I. Az áramgörbék előállítása.

Ha erre a célra a BRAUN-féle kathód csövet használjuk,** a vizsgálandó áram a vízszintes tengelyű symmetriás elhelyezésű kitérítő dróttekerespárt járja át. Az áram okozta mágnes-térben a kathodsugár függélyes irányban mozdul el. Hogy az áramgörbét egész teljességében megfigyelhessük, az eredeti BRAUN-féle eljárás szerint a fluoreskáló lapon a kathodsugár létesítette kerek fényfoltok függélyes mozgását tengely körül forgatott tükörben nézzük.

ZENNEK*** az áramgörbének magán a fluoreskáló ernyőn teljességében való előállítására az úgynevezett lineáris áramot, vagyis az idővel arányosan változó erősségű áramot veszi segítségül, mely függélyes tengelyű második tekerespárt járván

* Erre czéloz J. ZENNEK észrevétele, Annalen d. Physik, 13. p. 819. 1904. évf.

** F. BRAUN, Wiedemann Annalen, 60. kötet, 532. lap, 1897. évf.

H. TH. SIMON és M. REICH, Physikalische Zeitschrift, II. évfolyam 284. lap 1900—1901.

*** J. ZENNEK, Wiedemann Annalen, 69 kötet, 838—853. l. 1899. évf.

át, a fényfoltnak vízszintes irányban az idővel arányos elmozdulást ad.

A kísérleteimnél használt BLONDEL-DUDELLE-típusú oscillograph állandó erősségű mágneserét elektromágnessel létesitem, a vizsgálandó változó áram a vízszintes tengely körül rezgő hurokvezetékét járja át; az erre erősített könnyű tükörré összeverődő fénynyalábot vetünk, mely visszaverődve, elektromotortól függélyes tengely körül egyenletesen forgatott tükörré s végre ernyőre, illetőleg fényérzékeny lemezre jut.

a) *Elektromágneses rezgések egymás fölé helyezése (superponálása).*

Képezzünk két (esetleg több) áramkört, melyekben

a kapacitások — — — — — — — — — — C_1, C_2
 a bekapcsolt szerkezetek öninductio tényezői L_1, L_2
 az ohmikus ellentállások — — — — — — — — — — R_1, R_2 .

Közös E elektromindító erővel bíró villamforrást használván, a töltés illetőleg kisülés jelenségének t idő pillanatában az áramerősségek legyenek i_1, i_2 ; ama feltétellel, hogy

$$R_1 < \frac{4L_1}{C_1} \quad \text{és} \quad R_2 < \frac{4L_2}{C_2},$$

$$i_1 = \frac{2C_1 E e^{-\frac{R_1}{2L_1} t}}{(4C_1 L_1 - C_1^2 R_1^2)^{\frac{1}{2}}} \sin \left[\frac{(4C_1 L_1 - C_1^2 R_1^2)^{\frac{1}{2}}}{2C_1 L_1} t + \varphi_1 \right],$$

$$i_2 = \frac{2C_2 E e^{-\frac{R_2}{2L_2} t}}{(4C_2 L_2 - C_2^2 R_2^2)^{\frac{1}{2}}} \sin \left[\frac{(4C_2 L_2 - C_2^2 R_2^2)^{\frac{1}{2}}}{2C_2 L_2} t + \varphi_2 \right].$$

Az áramerősségek a csillapított rezgések törvényét követik; * feltettük, hogy a rezgések kezdőfázisa φ_1 illetőleg φ_2 .

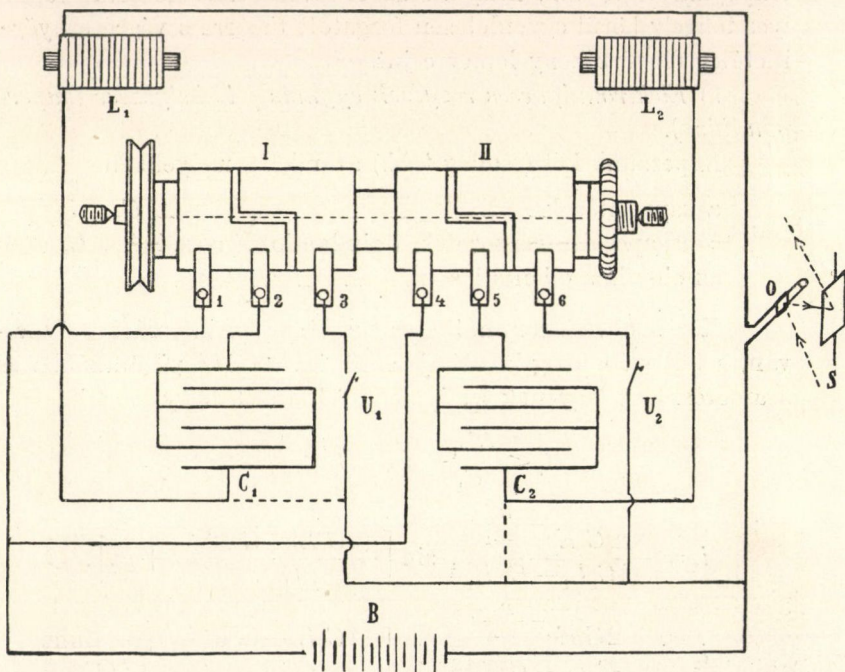
A két egyidejű áramgörbe eredőjét megkapjuk, ha az egyes időpillanatoknak megfelelő ordináták algebrai összegét képezzük.

Az oscillograph-fal az egyes összetevő rezgéseket és az eredőt is megkapjuk.

* E formula levezetését l. szerzőnek «Villamos kondenzátorok töltő és kisülési áramának vizsgálata és objektív előállítása» cz. dolgozatában. Matematikai és Fizikai Lapok 1903. évfolyam.

A két elektromágneses rezgés összetevésénél használt kísérleti összeállítást a 2. ábrával feltüntetett kapcsolási rajz mutatja; az elrendezésnek oly czéllal való kibővítése, hogy kettőnél több rezgést összetehessünk, a következőkből már nyilvánvaló lesz.

A *secohmmeter*nek nevezett commutatort forgásban tartjuk; a *B* közös villamforrásból, a C_1 illetőleg C_2 condensato-

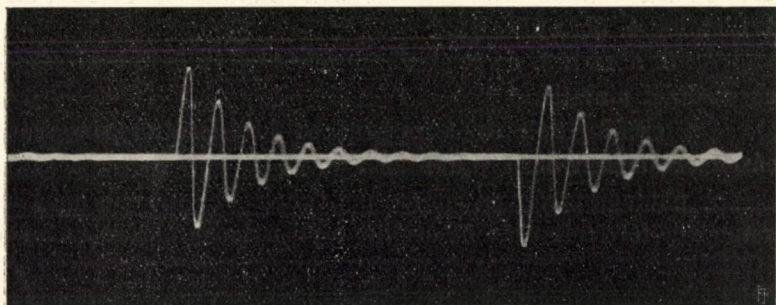


2. ábra.

rok, melyeknek köréhez még az L_1 és L_2 vasmagvat tartalmazó dróttekeresek tartoznak, a *secohmmeter*nek rajzolt helyzetében — midőn 1, 2 illetőleg 4, 5 rugók ugyanazt a fémhüvelyt érintik — az *O* oscillographon keresztül töltetnek; *C*, *L*, *R* fentebb kifejezett összefüggésénél a töltő összetevő áramok a csillapított rezgések szerint folynak le és az oscillograph rezgése a töltő oscillatorius áramok eredőjét adja. Ha a *secohmmeter* forgása folyamán a 2, 3 illetőleg 5, 6 rugók érintik ugyanazt a

fémhüvelyt, a condensatorok oscillatorius kisülési áramai fognak az oscillographon keresztül összetevődni.

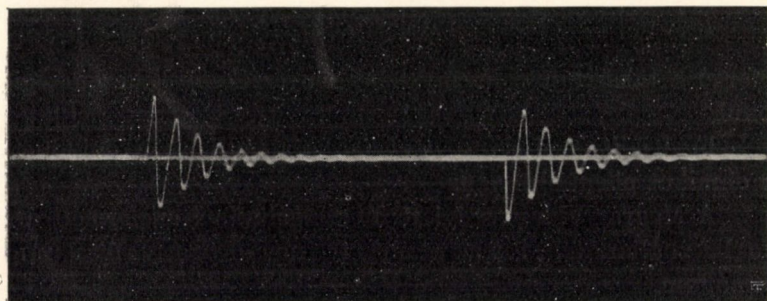
Hogy csak az egyik rezgésgörbét kapjuk, arra $U_1 U_2$ kikapcsolók szolgálnak.



3. ábra.

Ha csak a töltő rezgéseket kívánjuk összetenni, a kondenzátorokat a szaggatott vonalakkal jelzett vezetőkkel rövid úton kisütjük.

Az összetevő rezgések fáziskülönbségének megváltoztatására pl. a tengelyre elszigetelten felékelt II. sz. hüvelyt, melyet



4. ábra.

a készüléken jobboldalt látható recézett felületű csavaranya rögzít, az I. hüvelyhez képest kissé elforgatjuk.

A photographiai felvételeknél a secchmetert kis elektromotor hajtja; ugyane motorral forgatjuk, lépcsőzetes szíjkorong

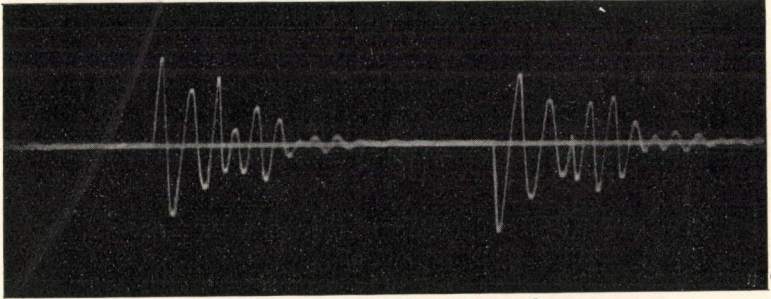
közbeigatása által lassított járással, függélyes tengely körül az S tükröt, mely a függélyes síkban rezgő fénynyaláb széthúzására szolgál.

Az egyes összetevő rezgésekre nézve a kísérlet a másodpercenkénti váltakozások számát 312 illetőleg 441-nek adta. (3. illetőleg 4. ábra.)

Az 5. ábra a 3. és 4. ábrában feltüntetett összetevő rezgések eredőjét mutatja.

Az oscillograph saját rezgésének kísérleti megvizsgálása másodpercenként 5421 váltakozást adott.

A photographián az idő (zérus) vonala úgy áll elő, hogy az áramgörbe felvétele után az oscillograph nyugvó tükrére és innét



5. ábra.

a forgó S tükrre jutó fénynyaláb a fényérzékeny lemezen végigvonul.

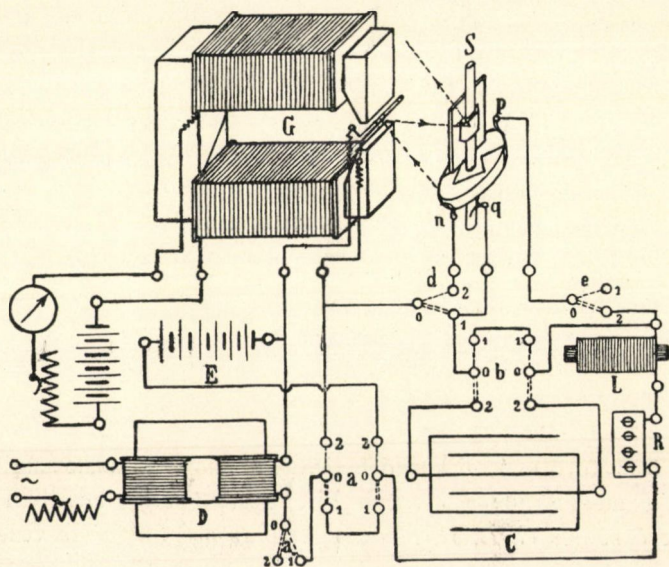
b) *A váltakozó áram görbéje, ha a zárókörben öninductio és ohmikus ellentállás van.*

A Magyar Villamossági R. T. szolgáltatatta transformált áramot használtam fel; ezt az áramot ívlámpa-divisorral újra transformáltam.

A 6. sz. kapcsolási rajzban D divisor és az

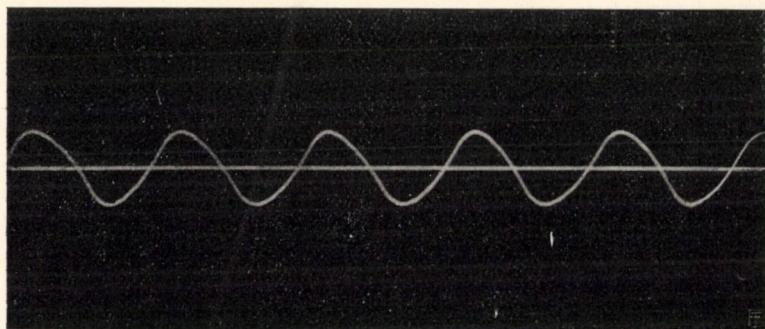
$$\frac{\text{átkapcsolók } a_0 \mid a \mid b \mid d \mid e}{\text{állása} \quad 0, 1 \mid 0, 1 \mid 0, 1 \mid 0, 1 \mid 0, 1};$$

Másodpercenként kerek 84 váltakozású áram járja át az oscillograph hurok vezetékét, ez utóbbi saját rezgése mpercenként 4390 váltakozású.



6. ábra.

A photographiai felvétel (7. ábra) arra az esetre érvényes, ha az áramzárástól számított annyi idő telt már el, hogy a stationær állapot bekövetkezett.



7. ábra.

c) Áramgörbék előállítása kapacitást, öninductiót és ohmikus ellentállást tartalmazó körben.

Tegyük fel, hogy a C kapacitást, L állandónak feltételezett

öninductiót, R ohmikus ellentállást tartalmazó áramkörben ε periodikus elektromindító erő (röviden e. i. e.) működik.

Tapasztalás szerint a gyakorlati célú váltakozó áramú generatoroknál, a milyen a mi kísérleteinknél is alkalmaztatott, az ε periodikus e. i. e. symmetriás lefolyású; következőleg az időnek ez egyértékű periodikus függvényét Fourier-sorba kifejtve, e sorból azok az egyszerű harmonikusok, melyeknél a rezgésidő az alaphullám rezgésidejének páros számú sokszorososa, elmaradnak.

$$\varepsilon = \sum_{n=0}^{n=\infty} \varepsilon_k \sin(k\omega t + \psi_k),$$

a hol $k = 2n + 1$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, T az alaphullám rezgésideje, ψ_k a k -dik összetevő e. i. e. kezdő fázisa. THOMSON WILLIAM szerint az energia megmaradása elvének kifejezése, t időpillanatban az i áramerősség és C , L , R , ε között erre az összefüggésre vezet:

$$\frac{d^2i}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di}{dt} + \frac{1}{CL} i = \frac{1}{L} \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad 1)$$

mely differenciálegyenletből következik:

$$i = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\varepsilon_k}{\left[R^2 + \left(k\omega L - \frac{1}{k\omega C} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \sin(k\omega t + \psi_k + \varphi_k) + c_1 e^{-\frac{t}{T_1}} + c_2 e^{-\frac{t}{T_2}}. \quad 2)$$

Az egyszerű harmonikus szerint lefolyó k -dik összetevő áramerősség és megfelelő e. i. e. fázis különbségét vagyis a k -dik felső áramhullám fáziseltolódását a következő kifejezés határozza meg:

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{1}{R} \frac{k\omega L - \frac{1}{k\omega C}}{1}. \quad 3)$$

Továbbá a characteristikus egyenlet gyökeiből származtatott

$$T_1 = \frac{CR + (C^2R^2 - 4CL)^{\frac{1}{2}}}{2},$$

$$T_2 = \frac{CR - (C^2R^2 - 4CL)^{\frac{1}{2}}}{2}.$$

Ha már a stationær állapot bekövetkezett, vagyis a zárás pillanatától számított annyi idő telt el, hogy a c_1 és c_2 -t tartalmazó tagok zérussal egyenlőknek vehetők, az i áram erősség is periodikus lesz. Vegyük még tekintetbe, hogy a k -dik összetevő áramerősség maximuma

$$I_k = \frac{\varepsilon_k}{\left[R^2 + \left(k\omega L - \frac{1}{k\omega C} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}, \quad 4)$$

lesz

$$i = \sum_{n=0}^{n=\infty} I_k \sin(k\omega t + \psi_k + \varphi_k).$$

Ez eredmény értelmében a stationær állapot bekövetkezése után az eredő áramerősség is az időnek periodikus függvénye.

A k -dik felső áramhullám fáziseltolódása a 3) egyenlet szerint pozitív, zérus vagy negatív lehet, ahhoz képest, a mint

$$\frac{1}{k\omega C} \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} k\omega L.$$

Tehát az e. i. e.-t összetevő mindegyik harmonikus sajátlagos áramot okoz, melyek az egymás fölé helyezkedés (superpositio) elve szerint egymástól teljesen függetlenek.

Ha az e. i. e. egyszerű harmonikus volna

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin(\omega t + \psi),$$

a stationær állapot bekövetkezése után

$$i = \frac{\varepsilon_0}{\left[R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \sin(\omega t + \psi + \varphi),$$

a hol

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\frac{1}{\omega C} - \omega L}{R}.$$

Az áramgörbe előbbre van, fázisban megegyező, vagy elmarad az e. i. e.-hez képest, a mint

$$\frac{1}{\omega C} \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} \omega L.$$

Hogyha

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L, \quad \frac{1}{CL} = \omega^2 = \frac{4\pi^2}{T^2},$$

$$T = 2\pi \sqrt{CL}$$

és a másodpercenkénti váltakozások száma

$$N = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}},$$

akkor az úgynevezett *velerezgés* jelensége (resonantia) áll elő.

Ekkor $i = \frac{\epsilon_0}{R} \sin \omega t$; az egyszerű harmonikus e. i. e. működén, az öninductio és kapacitás hatásai egymást kompenzálják és az áramerősség momentán értéke olyan, mintha csak ohmikus ellentállás volna a zárókörben. Az áramerősség tehát a resonantia esetén jelentékenyen megnövekedik.

Ha azonban a fentebbi általánosabb esetben a periodikus e. i. e. nem egyszerű harmonikus, figyelembe véve, hogy

$$\frac{1}{k\omega C} = k\omega L$$

k függvénye, különböző rezgésidejű több harmonikus nem lehet egyidőben resonantiában; de C és L kellő értékénél a periodikust összetevő harmonikusok egyikével ez a resonantia létesíthető.

A kísérleteket illetőleg utalok a 6-dik kapcsolási rajzra, melyben az

átkapcsolók	a_0	a	b	d	e
állása	0, 1	0, 1	0, 2	0, 1	0, 1

ez esetben a divisor szolgáltatja közel állandó effectív feszültségű áram a sorosan bekapcsolt C , L -en és az oscillograph hurok vezetékén megy át. A vizsgálatoknál L csak kis határok között változott, a mennyiben i különböző effectív értékeinél L vasának permeabilitása változik; de módomban volt a beiktatott kapacitást tágas határok között változtatni. Az áramgörbéknek alakja igen érdekesen változik; észrevehető, hogy C kis értékénél az

alaphullámnak megfelelő felső harmadik harmonikkal való resonantiára van tendencia, míg $C=15-20$ mikrofarad körül az alaphullámmal való resonantia mutatkozik.

A fotografiai felvételekre való összeállításnál:

$$R(=) 90 \text{ ohm}$$

$$L \text{ értékei } \left\{ \begin{array}{l} 0,1-0,6 \text{ ampère} \\ 1,1-0,9 \text{ henry.} \end{array} \right.$$

Kísérlet folyószáma	C mikrof.	i ampère	Észrevétel
1	4	0,100	áramerősség növekedik
2	8	0,260	
3	15	0,510	
4	20	0,520	
5	25	0,360	áramerősség csökken
6	40	0,265	

A photographiai felvételek közül kiválasztott 8. ábra a 4. számú kísérlet adatainak felel meg.

Megjegyzendő, hogy C és L kellő választásánál az áramkör saját rezgésidejét olyanná tehetjük, hogy a

$$kN = \frac{1}{\pi \sqrt{CL}}$$

összefüggésnek megfelelőleg az

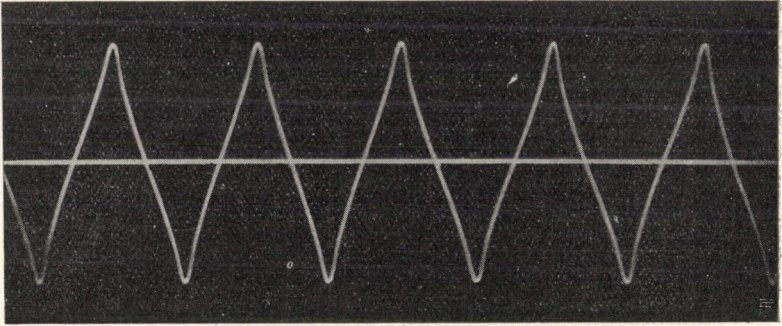
$$N, 3N, 5N, 7N \dots (2n+1)N$$

váltakozású hullámmal vagyis az alaphullámmal, illetőleg a páratlan számú felső harmonikusokkal létesíthetünk resonantiát.

Bár az áramgörbében ama harmonikkal együtt, melylyel resonantiát létesítettünk, a többi harmonikus is mutatkozik, a resonantiának megfelelő harmonikus határozottan nyilvánul.

A kísérleti vizsgálatra divisor transformálta váltakozó áram szolgált; a zárókörben 0,340 henryt tevő öninductióval sorosan kapcsolt kapacitás elég tágas határok között azzal volt változtatható, hogy a condensator elemek sorosan, majd kaszkad kapcsolással egyesítették. Az öninductiót és a másodpercenkénti

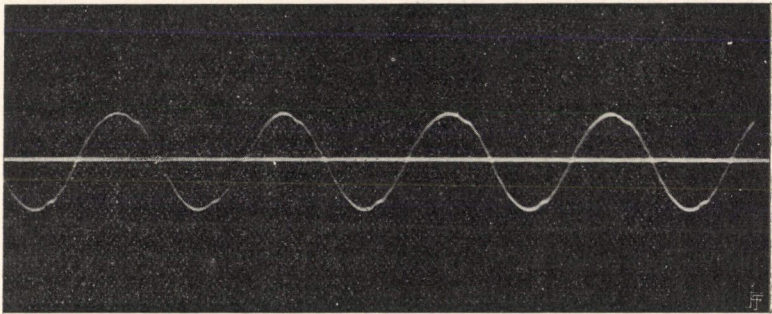
áramváltakozások számát ismervén, kiszámítható volt az a kapacitás, mely a különböző harmonikusokkal való resonantiának megfelel; a rendelkezésemre álló condensatorokkal ezt a kiszámított kapacitást lehetőleg megközelíteni iparkodtam. A követ-



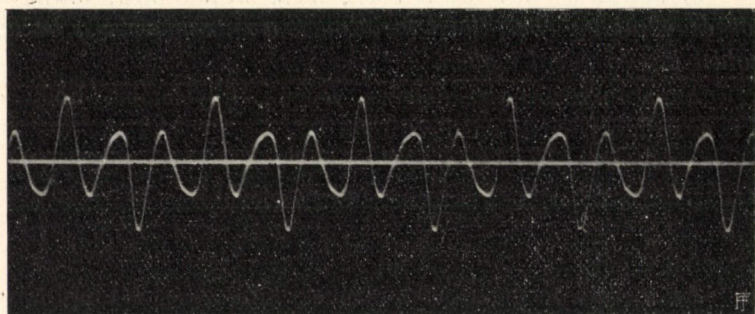
8. ábra.

kező táblázatban az áramgörbék és az előállításuknál tényleg bekapcsolt kapacitások vannak egybeállítva.

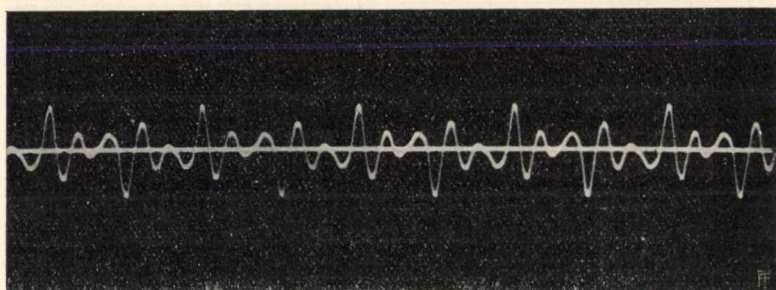
Ábra száma	Bekapcsolt kapacitás mikrofarad	A velehangzást legjobban megközelítve, a harmonikus rendje
9	40,00	1
10	4,56	3
11	1,64	5
12	0,80	7
—	0,66	9



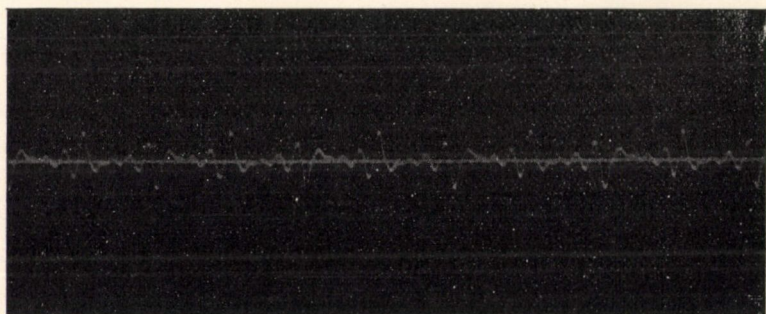
9. ábra.



10. ábra.



11. ábra.



12. ábra.

d) *Váltakozó áramú körben, mely kapacitást, öninduc-tiót és ohmikus ellentállást tartalmaz, az áramgörbe a bekap-csolást követő rövid időben.*

Az áramgörbe vizsgálására vegyük figyelembe, hogy az e. i. e. az idő periodikus függvénye

$$\varepsilon = \sum_{n=0}^{n=\infty} \varepsilon_k \sin(k\omega t + \psi_k + \varphi_k)$$

$$k = 2n + 1.$$

Az energia megmaradása elvének kifejezése, t időpillanat-ban az i áramerősség illetőleg q töltés és a zárókör állandói közt következő összefüggésre vezet:

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di}{dt} + \frac{1}{CL} i = \frac{1}{L} \frac{d\varepsilon}{dt} \quad 1)$$

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{CL} q = \frac{\varepsilon}{L}. \quad 2)$$

E differenciálegyenletek teljes megoldása (384 és 385. lap 3. és 4. sz. egyenletek)

$$i = \sum_{n=0}^{n=\infty} I_k \sin(k\omega t + \psi_k + \varphi_k) + c_1 e^{-\frac{t}{T_1}} + c_2 e^{-\frac{t}{T_2}}, \quad 3)$$

$$q = - \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{I_k}{k\omega} \cos(k\omega t + \psi_k + \varphi_k) - c_1 T_1 e^{-\frac{t}{T_1}} - c_2 T_2 e^{-\frac{t}{T_2}}, \quad 4)$$

melyekben $k = 2n + 1$,

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{\frac{1}{k\omega C} - k\omega L}{R}$$

$$T_1 = \frac{CR + (C^2 R^2 - 4CL)^{\frac{1}{2}}}{2} = \frac{CR + \Delta}{2},$$

$$T_2 = \frac{CR - (C^2 R^2 - 4CL)^{\frac{1}{2}}}{2} = \frac{CR - \Delta}{2},$$

hol

$$\Delta = \sqrt{C^2 R^2 - 4CL}.$$

A c_1 és c_2 integratio állandók meghatározására vegyük tekintetbe, hogy $t=0$ időpillanatban $i=0$ és $q=0$.

Tehát a 3) és 4) egyenletek értelmében, ha azokat erre az időpontra alkalmazzuk és rövidség kedvéért

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} I_k \sin(\psi_k + \varphi_k) = i_0$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{I_k}{k\omega} \cos(\psi_k + \varphi_k) = q_0$$

jelzést vezetünk be:

$$0 = i_0 + c_1 + c_2$$

$$0 = q_0 + c_1 T_1 + c_2 T_2,$$

melyekből

$$c_1 = \frac{i_0 T_2 - q_0}{T_1 - T_2},$$

$$c_2 = -\frac{i_0 T_1 - q_0}{T_1 - T_2}.$$

További számításainkban, mivel e helyütt csupán az áram-görbét vizsgáljuk, q -t mellőzve, csak i -vel fogunk foglalkozni.

Az állandók értékeit i kifejezésébe betéve

$$i = \sum_{n=0}^{n=\infty} I_k \sin(k\omega t + \psi_k + \varphi_k) + \frac{i_0 T_2 - q_0}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} - \frac{i_0 T_1 - q_0}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}}.$$

Az exponentiális függvényt tartalmazó két tagot, mely csak a bekapcsolást követő rövid ideig van befolyással i értékére, közelebbről vizsgálandó, rövidség kedvéért legyen

$$U = \frac{i_0 T_2 - q_0}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} - \frac{i_0 T_1 - q_0}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}}.$$

Egyszerű számítások alapján kapjuk továbbá, hogy

$$\frac{1}{T_1} = \frac{R}{2L} - a,$$

$$\frac{1}{T_2} = \frac{R}{2L} + a,$$

hol

$$a = \frac{A}{2CL} = \frac{\sqrt{C^2 R^2 - 4CL}}{2CL}$$

és

$$T_1 - T_2 = A = 2\alpha CL,$$

$$\frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{1}{2} + \frac{R}{4\alpha L},$$

$$\frac{T_1}{T_1 - T_2} = -\frac{1}{2} + \frac{R}{4\alpha L};$$

a kellő helyettesítéseket megtevén

$$U = -\frac{i_0}{2} e^{-\frac{R}{2L}t} (e^{\alpha t} + e^{-\alpha t}) + \frac{i_0 CR - 2q_0}{4\alpha CL} e^{-\frac{R}{2L}t} (e^{\alpha t} - e^{-\alpha t}). \quad (5)$$

Első eset, ha T_1 és T_2 reálisak, vagyis

$$R^2 \geq \frac{4L}{C},$$

akkor i is reális; ez esetre

$$i = \sum_{k=0}^{n=\infty} I_k \sin(k\omega t + \psi_k + \varphi_k) +$$

$$+ e^{-\frac{R}{2L}t} \left[\left(\frac{i_0 CR - 2q_0}{4\alpha CL} - \frac{i_0}{2} \right) e^{\alpha t} - \left(\frac{i_0 CR - 2q_0}{4\alpha CL} + \frac{i_0}{2} \right) e^{-\alpha t} \right].$$

Második eset, ha T_1 és T_2 komplex számok, a minnek feltétele

$$R^2 < \frac{4L}{C},$$

akkor az előbbi esetre talált általános képletekben α helyett $i a_1$ irandó, hol

$$i = \sqrt{-1} \quad \text{és} \quad a_1 = \frac{\sqrt{4CL - C^2 L^2}}{2CL},$$

akkor

$$U = -i_0 e^{-\frac{R}{2L}t} \cos a_1 t + \frac{i_0 CR - 2q_0}{2a_1 CL} e^{-\frac{R}{2L}t} \sin a_1 t,$$

következésképpen

$$i = \sum_{k=0}^{n=\infty} I_k \sin(k\omega t + \psi_k + \varphi_k) +$$

$$+ e^{-\frac{R}{2L}t} \left(-A \cos a_1 t + \frac{i_0 CR - 2q_0}{2a_1 CL} \sin a_1 t \right).$$

Ez egyenletben a jobboldal második részének zárjelben levő kifejezése t elsőfokú függvényének sinusaként adható.

Ha ugyanis M és ζ állandókat úgy választjuk, hogy

$$\begin{aligned} A &= M \sin \zeta \\ \frac{i_0 CR - 2q_0}{2a_1 CL} &= M \cos \zeta, \end{aligned}$$

tehát

$$\begin{aligned} M &= \left[i_0^2 + \frac{(i_0 CR - 2q_0)^2}{4a_1^2 C^2 L^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ \operatorname{tg} \zeta &= \frac{2i_0 a_1 CL}{i_0 CR - 2q_0}, \end{aligned}$$

akkor

$$\begin{aligned} i &= \sum_{n=0}^{n=\infty} I_k \sin(\omega t + \phi_k + \varphi_k) + \\ &+ e^{-\frac{R}{2L} t} \left[i_0^2 + \frac{(i_0 CR - 2q_0)^2}{4a_1^2 C^2 L^2} \right]^{\frac{1}{2}} \sin(a_1 t - \zeta). \end{aligned}$$

Ezek szerint a minket kiválóan érdeklő második esetben, midőn $R^2 < \frac{4L}{C}$, az áramzárás pillanatában az összetevő harmonikusoktól eredő periodikushoz, melyet a formulában a summációs első tag kifejez, a csillapított rezgések jellegével bíró áram hozzáadódik. Az utóbbi áram csillapítási viszonya az e kitevőjének állandójától $\frac{L}{R}$ -től vagyis a zárókör időállandójától függ. Az oscillatorius áram erőssége t -nek már kis értékénél zérus felé közeledik vagyis a rezgés elhal és csakhamar bekövetkezik i -nek amaz értéke, mely tisztán az összetevő harmonikusok eredője, vagyis

$$i = \sum_{n=0}^{n=\infty} I_k \sin(k\omega t + \phi_k + \varphi_k).$$

Az oscillatorius áram maximuma

$$A = e^{-\frac{R}{L^2} t_1} \left[i_0^2 + \frac{(i_0 CR - 2q_0)^2}{4a_1^2 C^2 L^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

ahol t_1 -et abból a feltételből határozzuk meg, hogy $a_1 t_1 - \zeta = \frac{\pi}{2}$.

Ennélfogva A az i_0 illetőleg q_0 -tól, vagyis attól függ, hogy az áramzárás pillanatában milyen a csupán az összetevő har-

monikus áramoktól eredő periodikus áram fázisa. Eme fázis különböző értékeinél A is különböző lesz. A kísérletek az elméleti eredményeket teljesen igazolják.

A nyert áramgörbét ugyanis két alkotójából tehetjük össze; egyik alkotója a váltakozó áram, mely C , R , L -et tartalmazó áramkörben a stationær állapot bekövetkezte után mutatkozik, a másik az oscillatorius áram, melyet külön úgy létesíthetünk, hogy állandó villamforrásból a fentebbi C , L , R záró kör töltő oscillatorius áramgörcsét állítjuk elő, vagy pedig a váltakozó e. i. e.-t tetszőleges fázisában megszüntetve, tisztán a kisülési oscillatorius áram lefolyására adunk alkalmat. Az említett két alkotó görbéből az eredő görbe megszerkeszthető.

A kísérleti berendezésnél (6. ábra) arra kell ügyelnünk, hogy az áramgörcsét a zárás pillanatától kezdve megfigyelhessük. Erre a célra tükör felszerelésű, elektromotorral lassú egyenletes forgásban tartott contact készülék S szolgál. Ez velejében $6 \frac{m}{m}$ vastag, $30 \frac{m}{m}$ átmérőjű korong, melynek 180° -nál kisebb kerületi része sárgaréz, a többi része szigetelőből készült; a fémes tengelyhez egy (q), a korong kerületéhez két (p , n) fémrugó illeszkedik, mely utóbbiak diametrálisan szembe vannak téve úgy, hogy a korong fémes részét egyidőben sohasem érinthetik.

A kapcsolási rajzban az

átkapcsolók a_0	a	b	d	e
állása	0, 1	0, 1	0, 2	0, 2

S forgó kontakt készüléket figyelve, abban a pillanatban, melyben n rugó a korongon fémet ér, az áramkör záródik és addig tart, míg az említett fémi érintkezés; ezután n elhagyja a fémet és p jut a korong fémi részével érintkezésbe, mire a condensator rövid úton kisül. Ez a jelenség a korong, illetőleg a tükör minden fordulásánál ismétlődik.

Az áramgörcsét megvizsgálva látjuk, hogy a zárás pillanatától kezdve a váltakozó áramú görbe fölé csillapított rezgés szerint lefolyó áram helyezkedik, mely csakhamar elhal és a stationær állapotnak megfelelő görbe áll elő.

A 13. számú kép ilyen eredő görbét mutat.

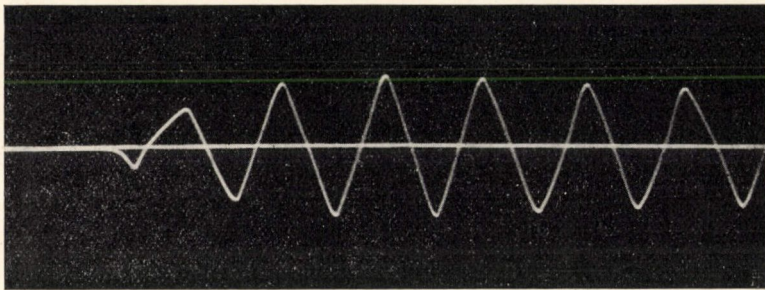
Csupán csillapított rezgésű görbét úgy kapunk, hogy a

kapcsolók	a_0	a	b	d	e
állása	0, 2	0, 2	0, 2	0, 2	0, 2

a mivel a C, L, R -t tartalmazó körben, hol $R^2 < \frac{4L}{C}$, a condensatornak E állandó villamforrás létesítette töltő áramát vezetjük az oscillographon át.

Eme csillapított rezgés másodpercenkénti váltakozási számát 79-nek találtam, tehát a centrale áramának váltakozási számát megközelítőnek.

Ha a stationær állapot bekövetkezte után a váltakozó áramot tetszőleges fázisában megszakítjuk és a C, L, R -et tartal-



13. ábra.

mazó körben a condensatort az oscillographon keresztül kisütjük, az előbbi töltő oscillatorius áramnak megfelelő, másodpercenként 79 váltakozási számú kisülési oscillatorius áramot kapunk; ennek kezdő amplitudója nagyság és értelem szerint a töltő váltakozó áramnak a megszakítás pillanatában volt fázisától függ. Ilyen kisülési áramgörbét mutat a 14. számú ábra.

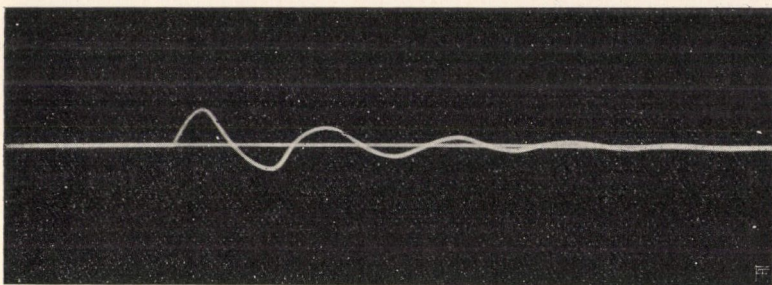
e) *Váltakozó áram fölé helyezkedő aperiodikus illetőleg oscillatorius áram.*

Az említett jelenség előállítására az oscillograph hurok vezetékén váltakozó áramot vezetünk; egyidőben a C, L, R -et tartalmazó körbe, mely az oscillograph hurok vezetékét is tartalmazza, állandó villamforrás szolgáltatja rövid tartamú töltő áramot vezetünk, mely a váltakozó áram fölé helyezkedik.

A kapcsolási rajzban a

kapcsolók	a_0	a	b	d	e
állása	0, 1	0, 2	0, 2	0, 2	0, 2

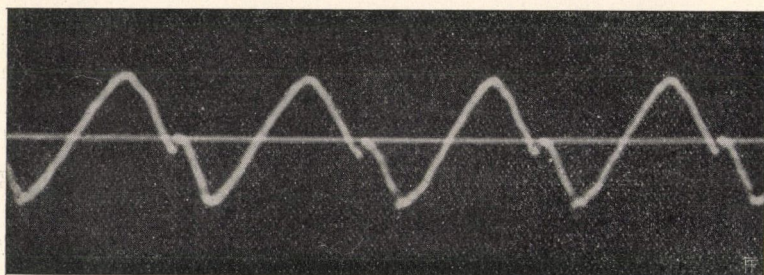
D divisor váltakozó áramot ad; E állandó villamforrás körében C , L , R van és a tükörfelszerelésű contact készülék



14. ábra.

attól a pillanattól kezdve, mikor n rugó fémet ér, gyors lefolyású töltő áramot juttat az oscillographon át; p rugó fémet érve, a condensatort rövid úton kisüti.

Ha $R^2 > \frac{4L}{C}$, akkor aperiodikus lefolyású áram helyezkedik a váltakozó áram fölé. A 15. ábra ezt az esetet mutatja;

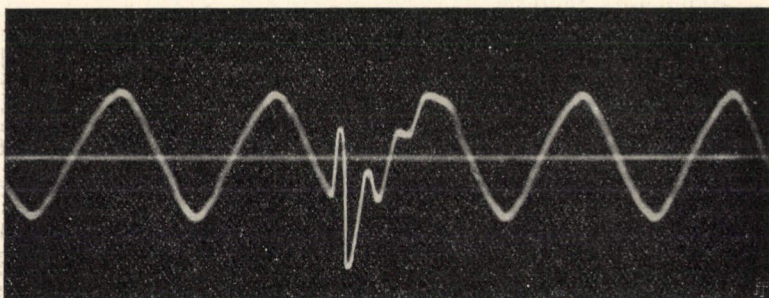


15. ábra.

megjegyzendő, hogy ennél az elrendezésnél kis synchron motorral közvetlen kapcsolt contactkészüléket alkalmaztam, úgy hogy a váltakozó áram minden hullámába jutott az aperiodikus lefolyású áram; az S tükörkészülék, melynek érintő rugói most ki

vannak kapcsolva, lépcsőzetes szíjkorong közbeiktatásával a synchron motortól lassú forgásban tartatott.

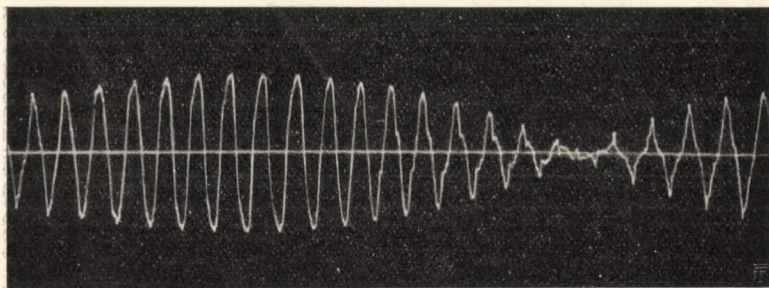
Ha $R^2 < \frac{4L}{C}$, akkor oscillatorius lefolyású áram helyezkedik a váltakozó áram fölé.



16. ábra.

A 16. számú felvétel, másodpercenként 533 váltakozású rezgéseknek a másodpercenként körülbelül 84 váltakozású áram fölé helyezkedését mutatja.

f) *Váltakozó áramok egymás fölé helyezése (superponálása).*



17. ábra.

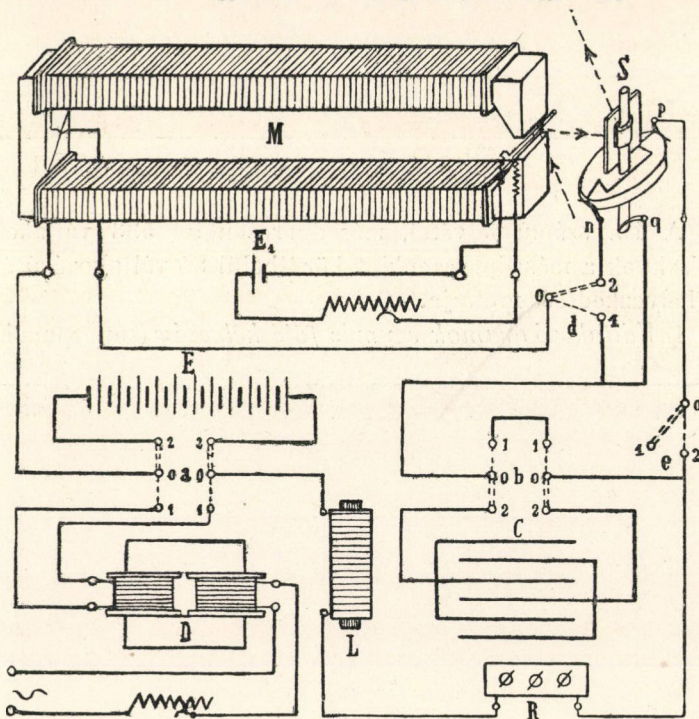
E feladatnál a kísérletet úgy intézzük, hogy két vagy több alternátor árama egyidőben járja át az oscillograph hurok vezetékeit. Kísérletem eredménye két váltakozó áram egymás fölé helyezkedését mutatja; az egyik a Magyar Villamossági R. T. szolgáltatatta másodpercenként 84 váltakozású transformált áram; a má-

sikat úgy állítottam elő, hogy négysarkú kis alternátornak külön gerjesztésű mágnesrendszerét oly fordulatszámmal járatom, hogy a másodpercenkénti váltakozások száma a 84-hez közel legyen.

Ily esetben az akusztikában *lüktetés* (battement) néven ismeretes jelenséghez hasonló mutatkozik. Az eredő áramgörbét a 17. számú ábra mutatja.

II. Változó mágnesezésre vonatkozó vizsgálatok.

A BRAUN-féle katódsugár-csővel dolgozva, a vízszintes tengelyű kitérítő tekercseket egymás ellen kapcsoljuk, úgy hogy tisztán az



18. ábra.

áram okozta hatások egymást kompenzálják. Ha erre az egyik tekercsbe a vizsgálandó vaspróbát teszszük, a katódsugár kitérése a villamóram létesítette mágneses indukciónak mértéke.*

* K. Angström, Phys. Zeitschrift. I, köt. 121. lap. 1899.

Az oscillographiai magnetometerrel való kísérleteknél a változó mágnesezést létesítő változó áram a magnetometer M dróttekeresét, az E villamforrás szolgáltatja állandó áram pedig a hurokvezetékét járja át (18. ábra).

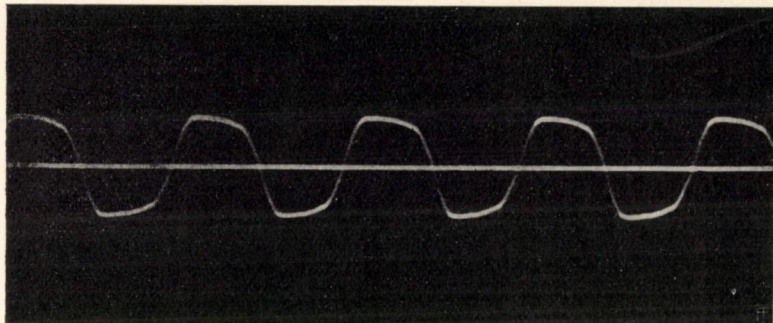
Váltakozó áram létesítette mágnesezési görbe.

A Magyar Villamossági R. T. szolgáltatja transformált áramot divisorba vezetjük, mely azt újra transformálja.

a) *A zárókör öninductiót és ohmikus ellentállást tartalmaz. Az*

átkapcsolók	a	b	d	e
állása	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1

a mágnesezés lefolyása periodikus görbét mutat. A 19. számú



19. ábra.

photographiai felvétel másodpercenként körülbelül 84 váltakozású áram létesítette mágnesezési görbe.

b) *Mágnesezési görbék kapacitást, öninductiót és ohmikus ellentállást tartalmazó váltakozó áramú körben.*

$$\epsilon = \sum_{n=0}^{n=\infty} \epsilon_n \sin(k\omega t + \phi_k)$$

$$k = 2n + 1$$

periodikus e. i. e. C , L és R -et tartalmazó zárókörben működik; L oly zárt mágneses körre vonatkozzék, melynek állandó keresztmetszete S és n drótmenettel egyenletesen van bevonva; ha

a mágnesező erő a vasban B mágneses inductiót okoz, az energia megmaradásának elve a következő kifejezésre vezet:

$$\frac{d^2B}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dB}{dt} + \frac{1}{CL} B = \frac{1}{nS} \cdot \frac{d\varepsilon}{dt},$$

melynek származtatásánál első megközelítéssel a vas permeabilitását állandónak tételeztük fel.

Mint hogy ez a differenciálegyenlet, a jobboldal $\frac{1}{nS}$ tényezőjétől eltekintve, a 390. lap 1) egyenletének megfelel, a teljes megoldás a B mágneses inductióra nézve ugyanolyan alakú lesz, mint azt az áramerősségre nyertük.

Ennélfogva a mágnesezés aperiodikus illetőleg rezgészerű lefolyásának feltételei, az áramerősségre nyertekhez hasonlóak lesznek.

A szóban levő esetre berendezett kísérletnél az

$$\frac{\text{átkapcsolók } a \mid b \mid d \mid e}{\text{állása } 0, 1 \mid 0, 2 \mid 0, 1 \mid 0, 1};$$

L közel állandó értékénél C -t változtatván, a mágnesezési görbék jellege is különböző. Egy kísérleti sorozatnál volt

$$R (=) 90 \Omega.$$

Kísérlet sorszáma	C mikrof.	i ampère	Észrevétel
1	4	— *	} i növekedik
2	8	0,17	
3	15	0,35	
4	20	0,30	
5	25	0,5	} i csökken
6	30	0,22	

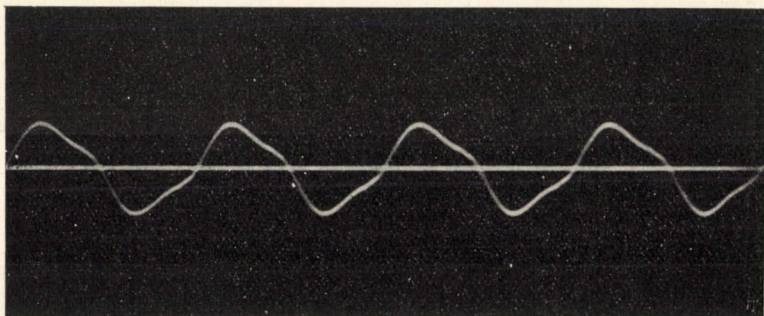
Itt is C , L kellő választásával

$$kN = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}$$

* A használt HARTMANN-BRAUN-féle hődrót ampèremérőn, a csekély áramerősség megbecsülhető sem volt.

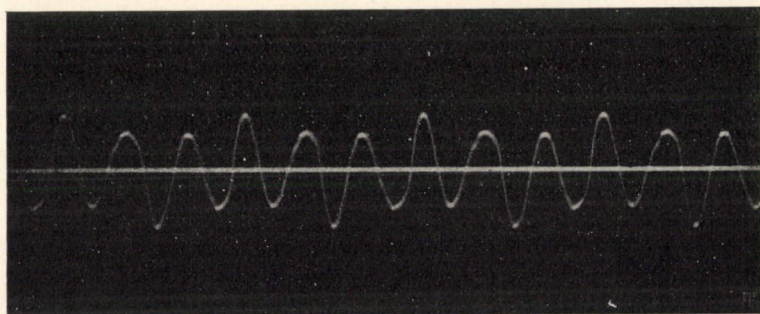


tehető ; a zárókör saját rezgését, megfelelően a másodpercenkénti váltakozási számot változtatván a mágnesezés alaphullámával vagy a páratlan számú felső harmonikusok egy valamelyikével rezonanciát megközelítő viszonyokat létesíthetünk. A mágneszési görbék különböző alakjait a 20—23. ábrák adják.



20. ábra.

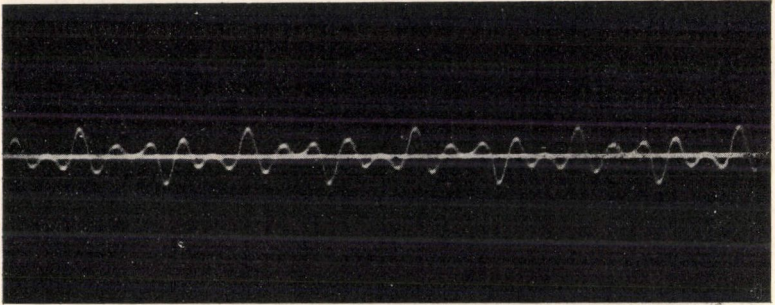
A 21. számú mágneszési görbén a harmadik, a 22. számú az ötödik, a 23. számú képen a hetedik felső harmonikus befolyása túlnyomó.



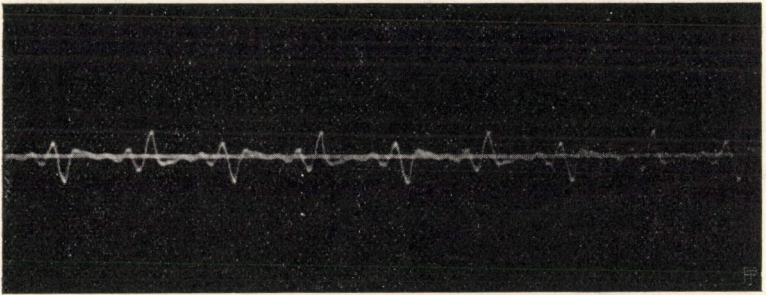
21. ábra.

c) A mágneszés görbéje kapacitást, öninductiót és ohmikus ellentállást (C, L, R -et) tartalmazó váltakozó áramú körben a zárás pillanatától megfigyelve.

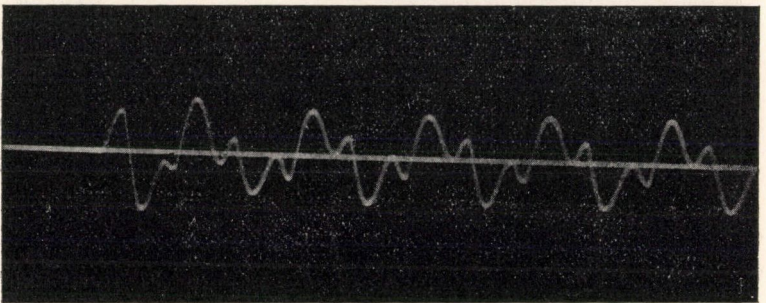
A kísérleti berendezésnél a



22. ábra.



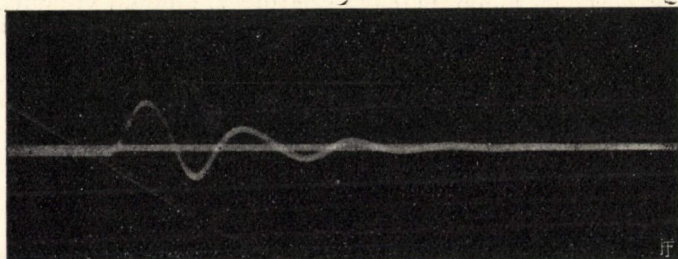
23. ábra.



24. ábra.

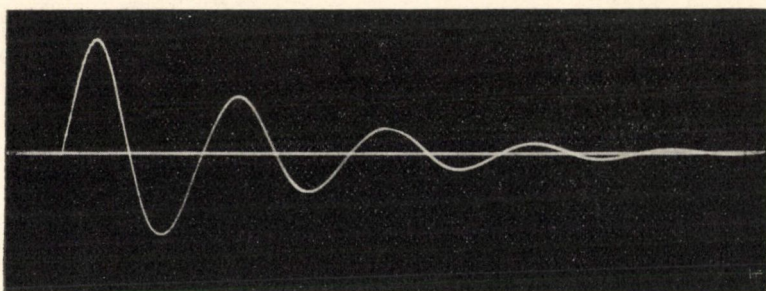
kapcsolók	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
állása	0, 1	0, 2	0, 2	0, 2

ekkor *S* tükörfelszerelésű forgó-contactkészülék zárja az áramkört; ha $R^2 < \frac{4L}{C}$, akkor a harmonikusok egymásfölé helyeződéséből származó periodikushoz, a zárás pillanatát követő rövid



25. ábra.

ideig csillapított rezgésszerű mágnesezés járul; ezután a stationær állapot következik be (24. ábra).



26. ábra.

Az eredő egyik alkotóját képező oscillatorius mágnesezést úgy kaphatjuk, hogy a váltakozó áramot bármely fázisában megszakítva, a condensator a magnetometeren és *L*-en keresztül ki-sütjük; a 25. számú felvétel ily kisülési oscillatorius mágnesezési görbét mutat másodpercenként 164,3 váltakozással.

Érdekes, hogy itt a zérus vonal kezdeti része nem egyezik meg a mágnesezési görbe null vonalával; ez a vas remanens

mágnességétől ered, mely a magnetometert átjárt váltakozó áramtól a megszakítás pillanatában birt fázisának megfelelőleg megmaradt. A condensator oscillatorius kisülésénél ez a remanentia eltűnik és végre a mágnesezési görbe zérus vonala összeesik az áramnélküli viszonyoknak megfelelő zérusvonallal.

A zárás pillanatában kezdődő oscillatorius lefolyású mágnesezés görbáját külön is előállíthatjuk E állandó villamforrással; ekkor a

$$\begin{array}{c} \text{kapcsolók} \quad a \quad | \quad b \quad | \quad d \quad | \quad e \\ \hline \text{állása} \quad 0, 2 \quad | \quad 0, 2 \quad | \quad 0, 2 \quad ; \quad 0, 2 \quad ; \end{array}$$

A 26. ábra másodpercenként 58,6 váltakozású oscillatorius lefolyású mágnesezési görbét mutat.

III. Átmágnesezési körfolyamatok vizsgálása.

Az átmágnesezési --- histerezis --- munka graphikumának előállítására használatos módok közül e helyütt a gyors lefolyású körfolyamatok vizsgálására alkalmas BRAUN-féle csövet kell kiemelnem, melylyel ÁNGSTRÖM és ZENNEK dolgoztak.*

Lassúbb, másodpercenként egészen 40 váltakozásnál e vizsgálatokra EWING mágnesezési görberajzolója szolgálhat,** mely a húros galvanometer és magnetometer elmés combinatiója; e kiválóan érdekes eszköz tökéletes mechanikai kiképzése alapján rendkívül egyszerűen kezelhető, a mit az eszköz egyik főelőnyeként kell hangsúlyoznom.

A gyakorlatban előforduló 80—120 áramváltakozási számnál EWING eredeti készüléke, alkatrészeinek aránylag lassú rezgése miatt, már nem ad hasznavehető görbéket. Ezt saját tapasztalásból is nyilváníthatom, mert ZIPERNOWSKY KÁROLY műegyetemi tanár kartárs úr szíveségéből az EWING készülékkel kísérletezni alkalmam volt.

Már EWING első közlése idején felmerült az eszme, hogy

* Knut ÁNGSTRÖM, Phys. Zeitschrift I. S. 121. 1899. J. ZENNEK, Wied. Ann. Bd. 69. S. 838—853. 1899.; lásd még H. TH. SIMON u. M. REICH, Phys. Zeitschrift II. S. 284. 1900—1901.

** L. EWINGnak e dolgozat elején felsorolt értekezéseit.

mágneses görberajzoló készüléke rezgő részeinek méreteit kisebbiteni lehetne, egy tükör helyett egy-egy húrón külön tükör volna alkalmazandó és LISSAJOUS eredeti eljárása szerint mikroskoppal nagyított görbék volnának megfigyelhetők.* Tudtommal EWING készülékének eme módosításai kivételre nem kerültek talán azért, mert a készülék rendkívül könnyű kezelésének nagy előnye kárba veszett volna.

Magam a BLONDEL vasszalagos oscillographjának alapeszmejét felhasználva ily galvanometert és magnetometert kombináltam LISSAJOUS-féle optikával. Az összcállítás a másodpercenként kerek 84 váltakozású áramnál egészen kielégítő rendes átmágnesezési görbéket adott, melyek ernyőre való projectionón oly nagy méretekből állottak elő, hogy nagy közönség is jól láthatja.

Legújabbán D. K. MORRIS és J. K. CATTERSON-SMITH** transzformator vas histerezisgörbéjének a gyakorlati váltakozású árammal való előállítására a BLONDEL-DUDDÉLL-féle burok vezetékes dupla oscillographiai galvanometert használták; az eljárás lényege, hogy az egyik hurkot a mágnesező erővel arányos áram járja át, a másik hurkon pedig a mágneses inductióval arányos áramot kell átvezetni. Eme czél elérésére szerzők a következő megfontolásból indulnak ki.

A terhelés nélküli transzformator árama, a tömegáramok demagnetizáló hatásától eltekintve, a mágnesező erő, H mértéke. A vasban keltett mágneses inductióval, B -vel arányos áram létesítésére pedig a transzformator tekercséhez párvonalasan vas nélküli nagy tekercset alkalmaznak, melynek L_2 öninductio tényezője és ellentállása az üres járású transzformatoréval közel egyenlő.

A két párvonalasan kapcsolt vezeték ellentállása r_1 illetőleg r_2 ; az áramerősségek i_1 és i_2 . Minden pillanatban érvényes

$$i_1 r_1 + \frac{ns}{10^8} \frac{dB}{dt} = i_2 r_2 + L_2 \frac{di_2}{dt},$$

a hol a transzformatorra nézve n a drótmenetek száma, s a vas keresztmetszete; az egyenlet mindkét oldalán az első tag olyan

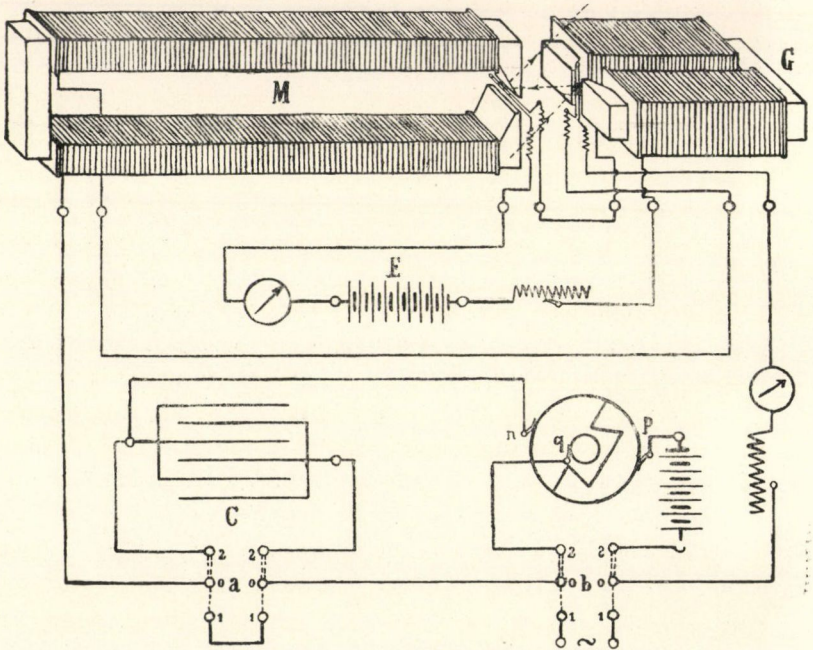
* The Electrician Vol. 29., 543. lap; Vol. 30., 55. lap. 1892.

** Some uses of the oscillograf. The Electrician Vol. 52. p. 684. 1904.

vector, mely a második tagnak megfelelő vectorral 90° -ot képez, úgy hogy ha $i_1 r_1 = i_2 r_2$, akkor i_2 arányos B -vel.

A feltétel, hogy jó $B-H$ görbét kapjunk az, hogy mindkét vezetékben az ohmikus esés egyenlő és lehető kicsiny legyen.

A kísérlet részletéről érdekes, hogy ivlámpának párvonallássá tett fénynyalábja az egyik függélyes helyzetű hurok tükre-ről visszaverődvén, a visszavert fény vízszintes síkban rezeg; a



27. ábra.

reflektált nyáláb derékszögű reflektáló prizma-ra ejtetik, amitől a nyáláb rezgése függélyes síkban végbemenő-re változik. Ez a nyáláb homorú tükörrre esik, melyről a másik függélyes oscillograph-hurok tükre-re vettetik; e szerint a végleges-en visszavert sugár mindkét coordina-ta szerinti rezgést végez és a $B-H$ görbe áll elő.

A jelen alkalommal bemutatandó kísérleti eredményeket az EWING-szerkesztésére alapított eszköz szolgáltat-ta.

E dolgozat bevezető részében jellemzett hurokvezetékes G galvanometer ugyanily felszerelésű M magnetometerrel van kombinálva (27. ábra).

A *galvanometert* vízszintes csapja körül az előző kísérleteknél használt helyzetéhez képest 90° -kal elforgatva, elektromágnesen állandó áramot, függélyes helyzetű hurokvezetékén pedig változó áramot vezetünk. Az apró tükörnek függélyes tengely körül való elfordulása a változó áram és ezzel arányos *mágnesező erő H* , momentán értékének mértéke.

A *magnetometer* dróttekerésén ugyanazt a változó áramot vezetjük, mely a galvanometer hurokvezetékét járta át; a magnetometer hurokvezetékén pedig azt az állandó áramot vezetjük, mely a galvanometer elektromágnesét gerjeszti. Ez esetben az apró tükörnek vízszintes tengely körül való elforgása a vasban gerjesztett mágnesség, a *mágneses inductio B momentán értékének* mértéke.

Ha LISSAJOUS eljárását követve, a galvanometer tükrére közel normális beeséssel összeverődő fénynyalábot vetünk, mely visszaverődés után a magnetometer tükrére, innét pedig ernyőre jut, az áram kellő váltakozási számánál az ernyőn a teljes mágnesezési körfolyamatnak megfelelő $B-H$ görbét egész teljességében egy méternél nagyobb szélső koordinatákkal meglátjuk.

A változatlanul egy helyen veszteglő, alakját meg nem változtató görbét igen könnyen lefényképezhetjük; a közölt felvételeknél egy teljes görbére alig egy másodpercznyi expositio időre volt szükség.

Megjegyzendő, hogy e kombinált készülékkel való kísérletezés a fizikusnak és elektromérnöknek époly kevés nehézséget okoz, mint az egyszerű oscillograph-fal való művelet.

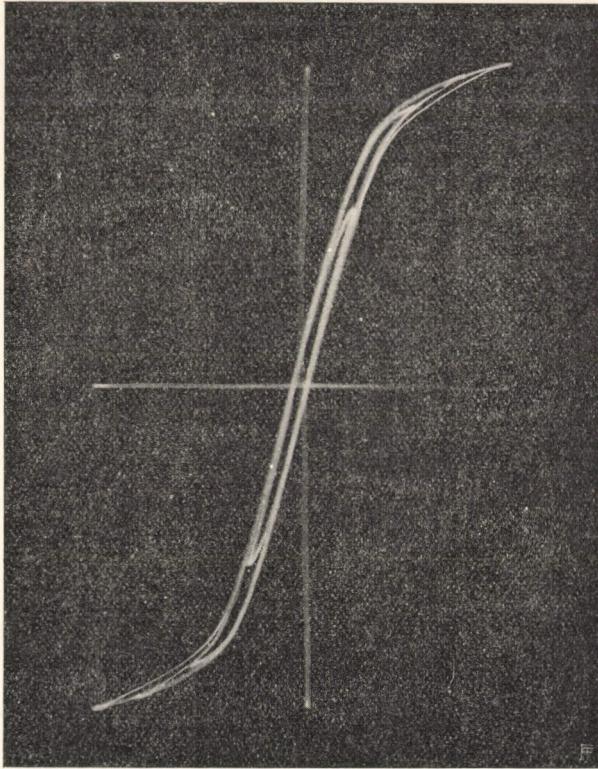
a) *Histerezis-görbe vállakozó áramú körben, mely L és R -t tartalmaz.*

A kapcsolási rajznál a és b átkapcsolók 0, 1 helyzetben vannak, az áramot a budapesti centrale transformált árama adja.

Ismeretes, hogy a V cm³nyi mágneses anyag egy teljes mágnesezési körfolyamaton átvezettetvén a (FOUCAULT-áramok munkafogyasztásától eltekintve) a histerezis munka ergekben cm³-enkint

$$\frac{L}{V} = \frac{1}{4\pi} \int_{-B}^{+B} HdB = \frac{1}{4\pi} \int_{-H}^{+H} BdH$$

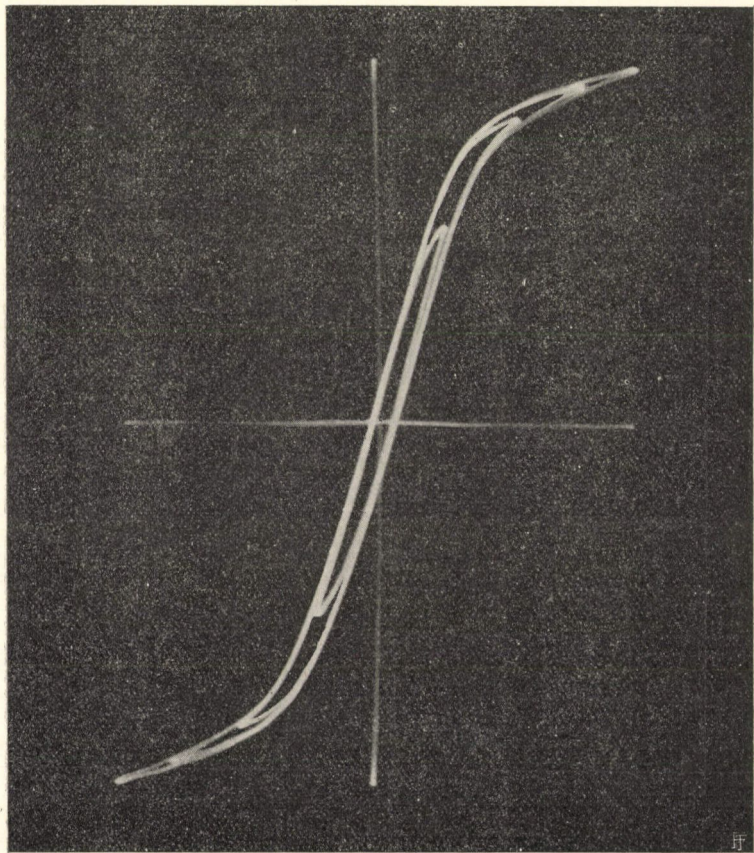
vagyis a histerézis görbe quadraturája, a 4π állandótól eltekintve, az átmágnesezési munka mértéke.



28. ábra.

Így az egy cm^3 illetőleg 1 kgr.-nyi mágneses anyagokra átszámított és planimeterrel megmért területeknek viszonya a histerézis munkák viszonyát adja. Ha etalon-vasunk van, melyre nézve pl. pro kgr., wattokban meghatározott a histeretikus effectus, a többi vaspróbára a photographiai felvételek vagy az ernyőre vetett kép utánrajzolása alapján következtethetünk.

CSERHÁTI JENŐ úr és dr. HOÓR MÓR műegyetemi tanár úr, Ganz-gyári igazgatók voltak szivesek transzformátor vasakat rendelkezésemre bocsátani, melyeknek kitűnő minősége a photographiai felvételekből látszik; ezek az «Unió-Zólyom» $0,5 \frac{m}{m}$ vastag

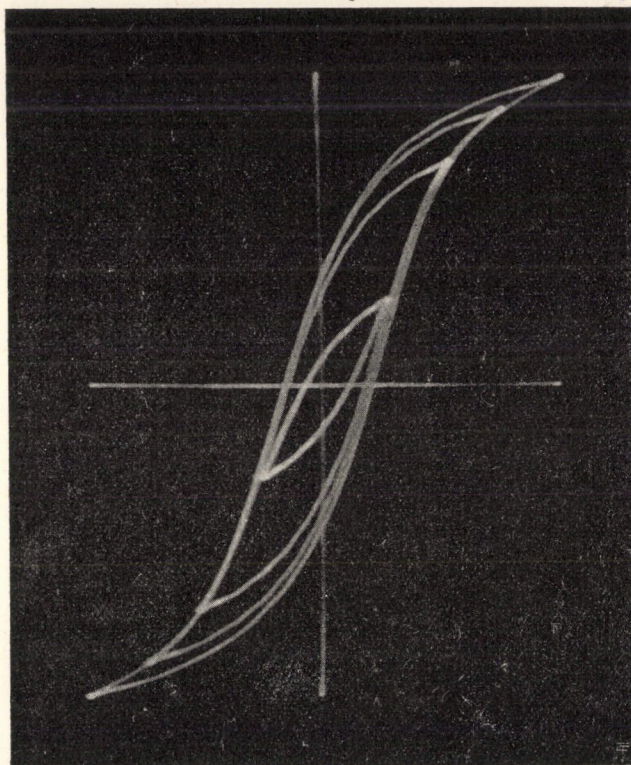


29. ábra.

(28. ábra) és «Bismarkhütte» $0,3 \frac{m}{m}$ vastag vasaira (29. ábra) vonatkoznak. Ugyanegy photographián négy histerezis görbe is van, melyek ugyanegy fényérzékeny üveglapra egymásután vették fel i effektív értékeinek vagyis a mágnesező erő fokozatos változtatásával.

A PEUGEOT-FRÉRES-től való lemezes aczél viselkedését a (30. ábra) mutatja; a histerézis munkaterület igen nagy a vasé-
hoz képest.

Feltűnő a tömör vas viselkedése (31. ábra); a nagy területet
jórészt a FOUCAULT-áramok okozzák. A képen észrevehető az



30. ábra.

EWINGTÓL* részletesen tárgyalt azon jelenség, hogy eme $B-H$
görbéknél a maximális H -nak nem felel meg a B maximuma.

b) *Histerézis görbe C, L, R -et tartalmazó váltakozó áramú
körben.*

Az említett alkatrészek soros kapcsolására a rajzban, a
kapcsoló 0, 2 helyzetben, b pedig 0, 1 helyzetben van.

* The Electrician. Vol. 29. 460. lap.

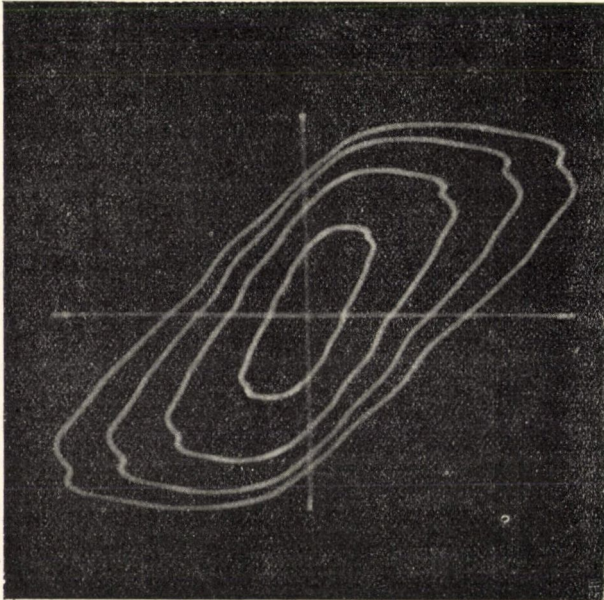
A felvett, de ez alkalommal nem közölt görbék

$$C = 40 \text{ mfd.}$$

és

$$C = 17 \text{ mfd.-ra}$$

vonatkoznak; a görbék jellege teljesen megegyező ama görbékkel, melyek a kapacitás nélküli körben állottak elő. A váltakozó



31. ábra.

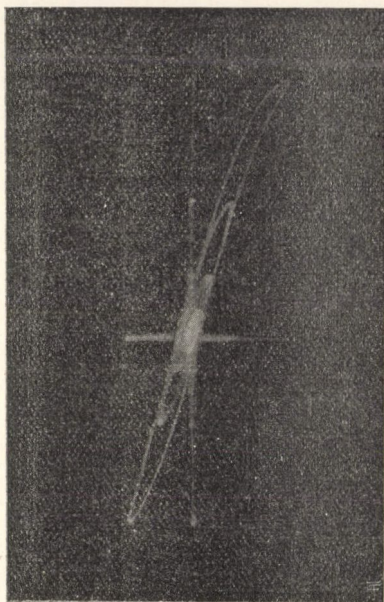
villamforrás, meg L és R változatlan értékénél, kisebb kapacitásnak kisebb effectív áramerősség, megfelelően kisebb mágnesező erő, tehát kisebb inductio felel meg.

c) *Csillapított rezgés szerint lefolyó mágnesezés histerézis görbéje.*

Ennek előállítására oscillatorius lefolyású áramot vezetünk a magnetometer dróttekerésén és a galvanometer hurokvezetékén; a magnetometer hurokvezetékét és a galvanometer elektromágnes bevonatát pedig egyirányú áram járja át.

A 27. számú kapcsolási rajzban a és b átkapcsolók 0, 2 hely-

zetben vannak és a p , q , n rugókkal felszerelt contact készüléket elektromotorral hajtván, az állandó villamforrás körébe C condensator és az M magnetometer L és R -je bekapcsolatik; ha $R^2 < \frac{4L}{C}$, a contact készülék oscillatorius lefolyású töltő áramot küld ama rövid ideig az oscillographon át, mely p rugónak a korong fémrészével való érintkezése pillanatától az elektromos



32. ábra.

rezgés elhalásáig tart. Azalatt, hogy n rugó fémet ér, a condensator rövid úton kisül.

Az oscillatorius lefolyású H mágnesező erő, melyet a galvanometer az abscissán mutat, oscillatorius B mágneses induciót okoz, melynek lefolyását a magnetometer rezgése, vagyis az ordinata mutatja. A görbe igen érdekes, lefolyásában teljesen megegyezik azzal, melyet EWING statikus módon, pontról-pontra határozott meg,* lágy vasra illetőleg aczélra.

* J. A. EWING, Magnetic induction in iron and other metals (1892.) p. 106—109.

A lágy vasra vonatkozó kísérleteimnél a rezgések másodpercenkénti váltakozásainak száma 51,1 (32. ábra).

A Peugeot-aczélnál nevezetes a gyors csillapodás (a photographiai felvételt e helyen nem közlöm).

A készülék alkalmasnak ígérkezik annak a megvizsgálására, hogy az áramgörbék alakja, továbbá a váltakozások száma milyen befolyással van az átmágnesezés munkájára; egyelőre azonban erre a vizsgálatra ki nem terjeszkedtem.

★

Kísérleteim alapján úgy vélekedem, hogy az oscillographiai módszerrel még számos más érdekes jelenséget sikerül majd szembevetővé tenni, esetleg új jelenségek lesznek kideríthetők.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. május 16.-án tartott üléséből.)

ADATOK A SZEPES-GÖMÖRI ÉRCZHEGYSÉG PONTOSABB GEOLOGIAI ISMERETÉHEZ.

SCHAFARZIK FERENCZ I. tagtól.

Székfoglaló értekezés.

Előadásom tárgya hazánk ama részére vonatkozik, mely a szepes-gömöri Érczhegység neve alatt ismeretes. Miként már neve is mutatja, sok benne az ércz, s népének ősfoglalkozása a bányászat. Az Érczhegység bányászatáról szóló feljegyzések igen régiak s még a tatárjárás előtti időkre nyulnak vissza. A bányászat főbb fészkei a XIII. és XIV. században bányavárosokká fejlődtek, s a magyar királyok messzire kiható privilégiumokkal ruházták fel őket. Ebből az időből hét bányavárost ismerünk és ezek az 1487-ben ujonnan megállapított rangviszony sorában: Gölniczbánya, Szomolnokbánya, Rudabánya, Jászó, Telkibánya, Rozsnyó és Igló.* Ezek közül Telkibánya már a tulajdonképeni Érczhegység területén kívül, t. i. Abaujmegye K-i részén, az eperjes-tokaji hegylánczban fekszik.

A régi időben az Érczhegység területén ezüstöt, rezet és egyes helyeken még higanyt is termeltek; Gölniczbánya például akkoriban mint ezüstbánya szerepelt és IV. (Kun) László és a pápai követ közti egyenetlenségek alkalmával az itteni ezüstbányából évenként 100 márka ezüst köttetett le. Ma azonban az ezüst és a higany termelése már csak mellékesen foglalkoztatja a bányászt, s a réz mennyisége is alárendelt szerepet játszik, sőt

* WENZEL GUSZTÁV. Magyarország bányászatának kritikai története Budapest 1880. 75. old. és köv.

a dobsinai kobalt- és nikkell-ércztermelés is abban maradt már teljesen. Előtérbe nyomult ellenben a pátvas-érczek lefejtése és pörkölése, a melyeket azelőtt a kibuvások (vaskalap) barna vas-érczei mellett semmibe sem vettek.

Felső-Magyarországnak és különösen a szepes-gömöri hegy-ségnek érczekben való gazdagsága nagy mértékben vonta magára a külföld figyelmét is. Egymásután jöttek ide Edler von BORN, (1774), JOHANN JAKOB FERBER (1780), JENS ESMARK (1793), BEUDANT (1818), rövidebb-hosszabb időt hazánk beutazására szentelve, és egy sem mulasztotta el közülök Szepes- és Gömörmegye híres bányavárosait is meglátogatni. Feljegyzéseikben inkább magokra az érczelőfordulásokra, a lefejtésre és egyéb mellékkörülményekre fektették a fősúlyt, az érczeket tartalmazó kőzetről azonban, a meddőről, pedig csak rövidesen emlékeztek meg, többnyire agyagpalának, grauwackehomokkőnek vagy pedig gneisznak mondván azt.

1860-ban azonban egy igen kiváló és különösen bányageologiai dolgokban úttörő férfiú utazta be az országot, a ki nem volt más, mint a freibergeri bányászakadémiának hírneves tanára. COTTA BERNÁT. Meglátogatta a Felvidéket, továbbá a nagybányai bányakerületet és az erdélyi Érczhegységet, és ez útjában érintette Selmezbányán kívül Urvölgyöt, Magurkát, Dobsinát, Alsó-Sajót és Szomolnokot. Az érczteléreket tartalmazó kőzeteket Dobsinán agyag- és csillámpalának, az alsó-sajóit talkos-csillámpalának, a szomolnokit pedig agyag- és részben csillámpalának mondja.

1868-ban azután a bécsi csász. kir. földtani intézet megbízásából STUR DÉNES, ez intézetnek kiváló geologusa, foglalkozott a szepes-gömöri Érczhegység geologiai felvételével s az ezen térképezéséről szóló leírásában részletesen számol be a hegység kőzeteiről is.¹ Szerinte a szóban forgó terület még messze Ny-ra Rozsnyón tulig főleg agyagpalákból, fillites gneiszből és kárpáti gneiszből áll s mindezen kőzeteket STUR a kristályos palákhhoz, még pedig azoknak legfelsőbb részéhez sorolja.

¹ D. STUR. Bericht über die geologische Aufnahme der Umgebung von Schmölnitz und Göllnitz. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 19. kötet. Wien. 1869. 382—416. old.

Ezt a nézetet magáévá tette HAUER FERENCZ is, úgy a tőle kiadott átnézetes geologiai térképen, mint pedig a hozzá tartozó magyarázó szövegben,¹ valamint ismert kézikönyvében is,² felső-magyarországi masszivumnak nevezvén a szepes-gömöri és részben még zólyomi Érczhegységet.

1902 június havában a m. kir. pénzügyminiszter ő Excellenciája külön megbízásából kb. egy hónapon át Rozsnyó vidékén tartózkodtam és ekkor történt, hogy már az első napokban észrevettem, hogy az eddig szericzites gneiszoknak és paláknak tartott kőzetek nem azok, hanem *porfiroidok*. Rozsnyó környékén tovább folytatva a kutatást, csakhamar felfedeztem a csucsomi quarczporfir-tömszöt s így napról-napra világosabb lett előttem, hogy a szepes-gömöri Érczhegység eme részében kristályos palák helyett egy óriási porfirterülettel van dolgunk, a melynek nyomai Rima-Brezótól Gólniczbányáig és Rozsnyótól Dobsináig megtalálhatók. Ezzel természetesen egy csapással más világításban láttam az eddig olyan rejtélyesnek tetszett érczes teléreknak genesisét is.

Belátván, hogy mindezen megfigyeléseket kellőképpen megokolva néhány nap alatt leírni lehetetlen, elhatároztam magam egy előzetes kis közleményre, a melylyel csakugyan sikerült is ebben a kérdésben a magyar prioritást megmentenem.³

Időközben ezen első tekintetre egyhanguaknak látszó kőzeteket ismételve áttanyulmányozván és egyesekről vegyelemzéseket is készítettvén, most már a szepes-gömöri Érczhegység tőlem bejárt részeire vonatkozólag a következő kőzettípusokról számolhatok be:

¹ FRANZ Ritter von HAUER. Geologische Übersichtskarte der österr.-ung. Monarchie. 1: 576000. Wien 1867—1871.

² FRANZ Ritter von HAUER. Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der österreich-ungar. Monarchie. Wien. 1878.

³ SCHAFARZIK F. Előzetes jelentés a Gömör- és Szepes vármegyékben előforduló quarczporphyrokról és porphyroidokról. Földt. Közöny XXXII. köt., Budapest 1902, 306—7. l.

Quarzporfir.

A tipos quarczporfirnak jelenléte eddig valamennyi előttem a helyszínen járt kutató figyelmét teljesen kikerülte. Magam majdnem két kilométer hosszú vonalon a felső-csucsomi völgyben találtam meg szálaban álló sziklák alakjában, a rozsnói völgyben pedig a patak görgetege közt szintén tipos darabokban. R^{EG}ULY JENŐ bányamérnök úrnak, a ki egy évre rá a m. kir. Földtani Intézet részéről e vidék térképezésével volt megbízva, sikerült azután kimutatni, hogy a csucsomi előfordulás legalább is egy négy négyzetkilométer nagyságú területnek felel meg, valamint hogy a rozsnói völgyi darabok egy a Zlatavölgyben szintén szálaban megtalálható kisebb quarczporfirelőfordulásból származnak.

Makroszkoposan tekintve, a különben tipos quarczporfirok igénytelen külsejűek. Színük barnás-szürke, szerkezetök tömeges, de nyomás következtében olykor a palásba hajlók. Felzitesen tömött alapanyagukban sok közép nagyságú (1—2 mm.), ritkábban nagyobb (3—4 mm.), egyenetlen, kagylós törésű, zsiros fényű quarczszem látszik. Színe füstszerű. Gyéribben egyes orthoklászszemek is fedezhetők fel benne, a melyek hasadási lapjaiknál fogva könnyen felismerhetők. Színes elegyrészeket nem látunk a quarczporfirban, — mint másodlagos képződésű ásványokat pedig néhány apró pirit-szemcsének az előfordulását jegyezhetjük fel.

Mikroszkop alatt mindenekelőtt a nagy quarczszemek tűnnek fel. Belsejök szabálytalanul repedezett, körvonalaik pedig erős magmatikus resorptiót árulnak el, mi a rajtok gyakran észlelhető beöblösödés által még inkább feltűnővé válik. Ezenkívül magukon viselik az erős nyomásnak világos jeleit, amennyiben keresztezett nikolok között hullámos a kioltódásuk, és azonkívül sokszor töredeztek is. A szétzuzásból keletkezett kisebb-nagyobb szegletes részek újabb képződésű, apróbb szemcséjű quarczszemmel vannak ismét egymással összetapasztva, és ez a sokszor valósággal breccsiás küllemű kép az, melyet kataklázos szövetnek mondunk. Ha jobban érvényesült a nyomás, akkor ezek a szétzuzódott és ismét összecementeződött quarczok lencsealaku területekké nyultak meg, mit különösen a Lázpatak jobboldali gerinczéről származó

példányokon lehet jól észrevenni, ha merőlegesen a nyomás lapjára készítettjük a vékony csiszolatot.

A quarczszemeken kívül gyakoriak a földpátszemek is. Ezek kétfélék, ikerrovatkosság nélküli orthoklászok, melyek a *OP* lapjaikon egyenes kioltást mutatnak, a lángkisértetben pedig loxoklászokként viselkednek, és ikerrovátkos plagioklászok, melyek némely esetben oligoklászszerű kioltást engedtek észlelni. A földpátok épúgy össze vannak törve, mint a quarczok, sőt olykor annyira, hogy az egyszersmind ásványilag is átalakuló részecskéi szinte elvegyülnek az alapanyag közé.

Az átalakulás szericzitpikkelyek kiválásában és zoizitszemcsék képződésében áll. A szericzitnek vékony, egyenesen kioltó lemezkéi rendetlenül elszórt fűrészporhoz hasonlóan lepik el a földpátok területét. Egyszerű fényben teljesen szintelenek, kereszttezett nikolok között pedig élénk sárgásan polarizálják a fényt és egyenes kioltásuak. A zoizitnak vagy valószínűleg klinozoitnak szintelen, erősen fénytörő szemcséi kereszttezett nikolok közt az ezen ásványra igen jellemző lavendulakék színnel világosodnak meg, mely gyöngye kettős törésének az eredménye. Ezen vasmentes termény mellett azonban nem hiányzanak a vastartalmu epidot-szemcsék sem, melyek sárgás színük és kereszttezett nikolok közt élénk sárga és vörös színjátékuk által különböznek a zoizitszemcséktől. Habár a zoizit az orthoklász szemekben is észlelhető, mégis kétségtelenül szaporábban keletkezik a plagioklászok rovására, sőt foltonkint az alapanyagban is megfigyelhető, bizonyára szintén az egykori földpátos elegyrészek nyomában.

Egykori biotitnak tartható néhány feslett szélű és sokszor meghajlitott muszkovitszerű csillámlemez, a melynek levelei között vékony, barna vasas csikok láthatók. Ez teljesen megfelel a más esetekben is előfordulni szokott elhalványított biotitnak, a mely processus a biotit vastartalmának kiválásával karöltve szokott járn. Ilyen elhalványított biotitkristályok főleg a csúcsomi völgyből és a Lázpatak környékéről származó quarczporfirpéldányokban fordulnak elő. A rozsnói völgy quarczporfir darabjaiban azonban apró pikkelyek alakjában részben még ép barna csillámot is találtam, míg más része már zöld chloritá van átalakulva. Ez utóbbi ásvány ∞P -vel párhuzamos metszeteiben sárgás és

zöldes pleochroizmus, keresztezett nikolok közt pedig kékes színezése által tűnik fel. Genezisét mi sem bizonyítja világosabban, mint az a körülmény, hogy lemezkéi olykor parallel módon biotittal összenöve található. Megjegyzendő még, hogy elvéve apró biotit- és chloritpikkelyeket még az alapanyag apró szemcséi között is felfedezhetünk.

Áttérve ezek után a járulékos ásványos elegyrészekre, mindenekelőtt a zirkont kell megemlítenem, mint igen gyakori és majdnem egy vékony csiszolatból sem hiányzó elegyrészt. Kristálykái hol hosszukásak, hol pedig zömökebbek és többnyire 0.06, 0.072, de olykor 0.168, sőt egy esetben 0.2 mm. nagyságúak is. A kisebbek rendesen élesebbek, míg a nagyobbak már némileg kopottabb szögletűek. Kristálykái vagy szintelenek, vagy igen világos barnásak. Fénytörésük feltűnően erős. Keresztzett nikolok közt jellemző reájuk az élénk zöld és piros színjáték egyenes kioltódás mellett. Egy esetben egy nagyobb kristály egészen közel a OP síkjához lett a csiszolás által érintve és ez megadta a zirkonra jellemző tengelyképet, a fekete keresztet egy színes gyűrűvel, a mely egyszersmind az $\frac{1}{4}$ undulációs csillámlemez segítségével pozitív karakterének megállapítására is alkalmas volt.

Gyérebben bukkanunk egy-egy apatit hosszú, karsú kristályára is, a mely keresztzett nikolok közt alacsonyfoku, (egér-) szürke színe által tűnik fel. Egyes tűi a dinamikai behatások által mintegy izekre vannak széttörve, a melyek egymástól szétválva ugyan, de nagyjából mégis még egy vonalban fekszenek. A darabok közti cement szemcsés quarcz. Az apatit-kristálykák a STRENG-féle mikrochemiai eljárás szerint a P_2O_5 -re jellemző sárga csapadékot adják.

Úgy a zirkon, mint pedig az apatit quarczporfirjaink legrégibb kiválásainak tarthatók.

A rozsnyói völgyi quarczporfir vékony csiszolatában gyéren előfordulva még kékes és barnás színű, erősen pleochroos turmalintűkből álló csoportokat is találtam, s végre még megemlítendő, hogy a vékony csiszolatokban imitt-amott még egyes átlátszatlan, ráeső fényben sárga, fémfényű szemcsék is látszanak, melyek nyilván a makroszkoposan megfigyelt pyritkristálykáknak felelnek meg.

Mіндеzek a porfírosan kiválott elegyrészek és járulékos ásványok egy sűrű quarczszemcsékből, és parányi szericitpikkelyekből álló alapanyagba vannak beágyazva, a mely hullámosan veszi körül a porfírosan kiválott nagyobb szemeket. Néha, bár igen alárendelt módon, apró biotit, illetve chloritpikkelyek is járulnak hozzá az alapanyag alkotásához. Az alapanyag quarczszemcséin kívül, a melyek fogasan kapaszkodnak egymásba, van nyilván újabb képződésű quarcz is, mit leginkább abból következtethetünk, hogy a szétzúzódott quarcz- és földpátrészek közti hézagok szintén quarczszemcsékkel vannak kitöltve. Ezek azonban tisztán csak éles mozaikot alkotnak és feltűnő, hogy ezekben a közökben rendszeren igen kevés a szericitpikkely.

Hogy megvizsgált kőzeteink felől chemiai szempontból is tiszta képet nyerjünk, kettőnek az analizisét iktatom ide. Ezeket dr. ERNYEI ÖDÖN úr volt szíves eszközölni:

	1	2
SiO_2	66.45	65.23
Al_2O_3	20.85	15.10
Fe_2O_3	2.67	5.01
FeO	1.73	3.99
MnO	0.45	0.74
MgO	nyom	—
CaO	2.53	3.19
Na_2O	nyom	1.85
K_2O	3.88	5.67
H_2O (kötött)	0.21	0.18
Összeg	<u>98.77</u>	<u>100.96</u>

1. Quarczporfir a rozsnýói völgy görgetegéből (27. sz.).

2. Quarczporfir a felső-csuesomi völgyből (190. sz.).

Ezen két analizis számadatait mérlegelve, látjuk, hogy kőzeteink kovasavtartalmuk szerint nem tartoznak épen a legsavasabb quarczporfirók közé, s mint ilyenek leginkább hasonlíthatók a merani Naifschluhtból való quarczporfirhoz, de nem valószínűtlen továbbá az sem, hogy már a dinamometamorf és postvulkáni behatások folytán történt átkristályosodás közben a kovasav-tartalom és a nátrium mennyisége némileg mecsappant, az alumi-

nium pedig és a kálium viszont megmaradva, ennek százalékos mennyisége többnek látszik. A mésznek meglehetősen mennyisége nemcsak egyedül a még jelenlevő mésznátron-földpátokra, hanem főleg a nem csekély mennyiségű klinozoizitra is visszavezethető. A sok káli pedig nemcsak a káli földpátok, hanem a tetemes mennyiségű szericit által is találja magyarázatát.

Quarczporfirból keletkezett porfiroid.

A szóban forgó területnek számos paláját megvizsgálván, kitűnt, hogy dinamikai hatások következtében az előbbiekből megismertetett quarczporfirok teljesen palás kőzetekké, vagyis porfirpalákká, vagy ROSENBUSCH elnevezése szerint porfiroidokká változtak át. Végeredményben szennyes fehéres, vagy sárgás palákká lettek, a melyeknek leginkább szembeszökő ásványa a rendkívül finom pikkelyekből álló muszkovit vagy szericzit, mely többé-kevésbé ezüstösen csillogó hárták alakjában vonja be a palák elválási vagy hasadási lapjait. A legutóbbi időkig ezen ásvány után nevezték e palákat általánosságban szericzites paláknak vagy szericzites gneiszoknak. E palák hasadási lapjain a leggondosabb megsejtelés útján sem vagyunk képesek nagyobb elegyrészeket felismerni, mindössze apró csomókat és dudorokat veszünk észre, a melyek azonban szorosan be vannak burkolva a hullámosan, fodrosan elterülő szericzhártáktól. Egészen mást találunk azonban, ha a palalapokat harántul széttörjük és töréslapján vizsgáljuk meg a kőzetet. Ekkor ugyanis a finom pikkelyű szericzites csikok között porfirosan kiválott elegyrészeket pillantunk meg, a melyekben már az első megtekintésre a quarczot és sok esetben még a földpátot is felismerhetjük. A quarcz gombostűfej- vagy olykor borsónagyságú, többnyire gömbölyödött szemekben fordul elő. Színe füstszürke vagy sok esetben halványkékes, mint pl. az Ivágyó számos pontján. A quarcznak ezen élesen különváló szemei igen jellemzők az ide tartozó kőzetekre, a mennyiben tipos porfiros szövetet kölcsönöznek nekik.

Sokszor nem is találunk paláinkban más porfirosan kiválott elegyrészt, csupán csak a quarczot. De van azután számos oly

eset is, a mikor mellette még földpát is megfigyelhető. A földpát kétféle, orthoklász és plagioklász. Utóbbit fénylő hasadási lapjain az ikerrovátkosság révén ismerjük meg, míg az előbbit karlsbadi ikerkristályaiban néha már makroszkoposan is. E földpátok nagysága szintén a gombostüfejnagyságúnál kezdődik és felmegy egészen a hüvelyk nagyságúig. Különösen az Ivágyó déli oldalán akadtam olyan példányokra, a melyekben kékes quarczszemek mellett több centiméter nagyságú karlsbadi ikrek voltak beágyazva, a melyek orthoklászoknak (loxoklász) bizonyultak.

Ezekben a porfiroidokban a mikroszkopos vizsgálat a következő elegyrészeket mutatta ki:

Quarcz. Ez az elegyrész gyakran szépen mutatja a magmatikus resorptiót, a minek konstatálása különösen azért fontos, mivel ez a szóban forgó palás kőzeteknek porfirból való származását igazolja, ellenben a más kőzetből, nevezetesen a granitból való keletkezést teljes biztossággal kizárja. A quarczszemeknek azonban nagy nyomást kellett elszenvedniök, a mit nemcsak keresztezett nikolok közt a hullámos kioltás, hanem azonkívül a tényleges összezúzódás is bizonyít. Az egyes quarcztöredékek közti hézagok apró quarczszemecskékből álló czeментtel vannak ismét összetapasztva, és ezáltal előáll az úgynevezett habarcsos szövet (Mörtelstruktur).

Sok quarczban egész sorai láthatók az interpositióknak, a melyek között vannak üvegzárványok, mozdulatlan libellával és folyadék-zárványokkal telt üregek élénken mozgó buborékkal, a mi különösen a rudnai Skalicza és a WAGNER VILMOS altárói porfiroid quarczában tűnik fel legjobban.

A quarcz rendszeren az uralkodó elegyrész, de kivülről mindig több-kevesebb földpátot is találunk a kőzetben, mely kétféle: orthoklász egyszerű karlsbadi ikrekben (rudnai Ivágyó) és ikerrovátkos plagioklász. Ez utóbbiak az albit-, de néha még a periklin-törvény szerint képeznek ikreket, a melyek azután végre még a karlsbadi törvény szerint is egymással össze nőve szoktak lenni. Sokszor a földpátok is szét vannak zúzva és ilyenkor szintén jól mutatják a kataklász strukturát. A plagioklász extinkciója változik az oligoklászfélétől egészen a labradoritéig. Különösen ez utóbbi elég gyakori.

Az eddig vázolt petrográfiai viszonyokat igen típusosan ismerhetjük fel első sorban a nadabulai és rudnai Ivágyó hegy szericites szemes paláin, nevezetesen az Ivágyó *D*-i és *K*-i oldalain, továbbá kivétel nélkül a rudnai Lajos-táróban, a nádabulai Augusztá-, Bernhardi-, Szádlovszky-tárókban, a Rimamurányiak új altárójában stb. Továbbá megtaláljuk e kőzeteket Alsó-Sajón (Ignatius), Sebespatakon, Csúcsomon a Csipketetőn, a MILLER-féle antimonbányában, Rozsnyó határában pedig a rozsnyói és a majorosi völgyekben, a Ramzsás délkeleti lejtőjén, a Kosztoldás és Meszestető nevű pontokon és végre magában a városban is az elektromos mű szomszédságában lévő kis feltárásban, stb.

Bár még sokszor elég ép a földpát, mégis vékony csiszolatban észreveszszük, hogy úgy az orthoklász, mint a plagioklász apró szericit pikkelykével van tele, a melyek gazdájuk róvására keletkeznek, sőt sokaságuk által átlátszóságát is elhomályosítják.

Egyes esetekben azután (Rozsnyó, majorosi völgy ÉK-i ága) még hosszukás klinozoizitszemek is előfordulnak belsejökben. Ezen szemek halványsárgások, fénytörésük erős, de kettős törésük igen gyenge, a minek kifolyása az ismeretes alacsony kékes polarizációs színe.

Egykori nagyobb biotitlemezek ritkán találhatók kőzeteinkben és a hol fel is fedezhetők (rozsnyói völgy), ott többnyire máris zöldes chlorittá vannak átalakulva. Némely kilugzott, halványított biotitban sagenit van kiválva (zolyombreznói nagy kőbánya). Más esetekben az ilyen elhalványított biotitlemezek sűrűn tele vannak epidotszemekkel, így például a szulovai nyereg és az ottani granittömeg közti quarczdzús porfiroidban. Kisebb pikkelyek alakjában már félig-meddig az alapanyagba elvegyülve többször találkozunk biotittal, így például a rozsnyói Meszestető porfiroidjában is elég sok az apró barna csillámfoszlány vagy egymagában, vagy pedig chlorittal összenöve (Rozsnyó, Majoros-völgy).

Kékes-fekete, fémfényű, átlátszatlan ércszemecskék szintén vannak porfiroidjainkban, de csak igen gyéren. A mennyiben sajátságos fehéres, gyengén fénytörő titanomorfitnak vagy leukoxénnek tartható mállási terményekkel vannak körülvéve, magát az érczet vagy ilmenitnek, vagy legalább titán tartalmu magnetitnak lehet tartani (Rozsnyó, Majoros-völgy ÉK-i ága). Éles

magnetitkristályok, még pedig oktaéderek a rozsnói Kosztoidás porfiroidjában fordulnak elő és kimutathatók már szabad szemmel is. Ezek erősen mágnesesek.

Egy további gyakran előforduló fölös elegyrész a zirkon, mely szórványosan majdnem minden porfiroid vékony esiszolatában kimutatható. Az egészen halványbarnás, kissé koptatott élű kristálykák nem is olyan nagyon kicsinyek, a mennyiben hosszuk 0.03—0.22 mm.-ig váltakozik, a mi mellett vastagságuk 0.06-ig is fölmege. A zirkon-kristálykák többnyire az alapanyagban fekszenek és csak a nadabulai Szadlovsky tárói porfiroidban sikerült egy kristálykát mint zárványt egy porfirosan kiválotott quarczszemben találnom.

Az apatit egy-egy vaskosabb kristálykája szintén elő szokott fordulni porfiroidjainkban. Egyik-másik oszlopocskája a nyomás következtében mintegy izekre van eltördelve. Ez az elegyrész az előbb említett zirkonnal együtt az egykori quarczporfirok legrégibb kiválásaihoz tartozik.

A turmalin, mely az egykori pneumatolitikus-hydatogén hatásoknak egyik kiváló tanuja, igen gyakran található a porfiroidokban, s feltűnő, hogy hosszukás kristályai néha a rétegeségre harántul állanak, tehát nyilván későbbben képződtek (Nadabula, Augusztá).

Ha ezek után porfiroidjaink alapanyagát vizsgáljuk, akkor azt vesszük észre, hogy ez nemcsak ásványos elegyrészeiben, hanem főleg szövetében is nagy fokban megváltozott. Első tekintetre a legtöbb esetben főleg quarczszemecskékből és szericizipikkelekből állónak látszik az alapanyag. Közelebről vizsgálva azonban az egyes vitzista szemek között csakhamar rájövünk, hogy tetemes részük albit (Rudna, Wagner Vilmos altáró). Minthogy ezen albitszemek sem jellemző külalakkal nem bírnak, sem hasadást vagy ikres összenövést nem mutatnak, könnyen quarczszal téveszthetők össze, a mitől csakis a konvergens és polarizált fényben való vizsgálat óvhat meg bennünket. Nevezetes azonban, hogy az albit mellett, bár gyérebben, ikerrovátkos plagioklászemek is előfordulnak (Rudna, Szkalicza fölött). A quarcz- és földpátszemecsek többnyire egymásba nyuló-kapaszkodó helyzetben vannak egymás tőszomszédságában.

A szericzipikkelyek víztiszták, vagy pedig halványzöldek és egyenes kioltásuak. Elhelyezkedésük teljesen szabálytalan és az általános rétegzéshez nem alkalmazkodó. Elszórt fűrészpor módjára lepik el a quarczitos alapanyagot. Szálkái sokszor harántul állanak a rétegzésre. Némely porfiroidpalában azonban nagyjából egy irányuak a szericzipikkelyek a réteglapokkal (rozsnyói völgy). A réteglapok szericzit-, de olykor biotit- és chloritpikkelyek vonalas sorakozása által vannak jelezve, a mely zsinórok azután többé-kevésbé egyenesen, vagy a porfiros elegyrészeket megkerülve, hullámosan vonulnak végig a kőzeten, vékony réteglapocskákra osztván azt. Ez a szövet okozza nagyban is a kőzetnek levelességét. Az ilyen csillámos réteglapok közti quarcz-, albit-, szericzit-lencsék tömege a dinamikai behatásoknak semmiféle nyomait nem mutatja.

Az alapanyagának eddig felemlített ásványain kívül foltonkint egyes csoportokat képezve, vagy pedig keskeny zónákba sorakozva klinozoizitot és kíséretében kevesebb epidotot találunk; előbbi majdnem szintelen, utóbbi pedig sárgás szemekben fordul elő (rozsnyói völgy, majorosi völgy, szulovai nyereg alatt). Míg előbbi kékes polarizációs színeket mutat, addig az utóbbi élénk sárga és piros színekben pompázik. Czitromsárga epidotszemcsék halmaza az Ivágyó porfiroidjában konstatálható (Bernhardi, Rudna, Lajos-táró). Kétségtelen, hogy mind a két epidotféleség utólagos képződésű, s eredeti ásványai, a melyek romjain keletkeztek, a földpátok, főleg a plagioklász és azután még a biotit is.

Egy további ásvány, mely szintén másodlagos keletkezésű a *sziderit*. Ezen ásvány részint egyes éles rhomboéderekben, részint pedig nagyobb szabálytalan halmazokban lép fel, a melyek azonban a legtöbb esetben jól mutatják a rhomboédes hasadást. Ikerképződés nem észlelhető rajta. A sziderit-kiválások szennyes fehérek és polarizált fényben is csak határozatlan fehéres színnel világosodnak meg. A sziderit részint elszórtan az alapanyagban fordul elő egyes szemcsék alakjában, leginkább azonban egykori hasadékok mentén, a hol másféle újabb képződmények is találhatóak, a milyen az újabb képződésű quarcz, albit, szericzit és ezekkel az ásványokkal együtt be szokott hatolni még a katalázosan széttörött nagyobb quarczszemek közé is. Melegi-

tett sósav fönnyen és teljesen kioldja a vékony csiszolatból. A mikrochemiai reakció sósavval pezsgést, az oldatban pedig FeO -t enged megfigyelni. A nadabulai Bernardi tárói porfiroid dr. EMSZT KÁLMÁN vizsgálata szerint 0.52% CO_2 -t, ill. 1.00 $FeCO_3$ -t tartalmaz. Figyelemmel végigvizsgálva porfiroidjainkat, legtöbbszörben találunk szideritet, így az alsó-sajói (Ignatius), a nadabulai (Augusta, Bernardi, R. M. altáró, Szadlovsky), a rozsnyói (városi kőbánya, rozsnyói völgy) és a rudnai (Lajos-táró, Wagner Vilmos táró, Ivágyó és Szkalicza) kézi példányokban. Oxidálás folytán ezen sziderit R -ek rozsdabarnaszínűekké lesznek.

Érdekes, hogy némely vékony csiszolatban szürkés, a polarizált fény iránt teljesen indifferens testek láthatók, melyek nem egyebek, mint egykori, de utóbb kioldott sziderit-csoportoknak negatív üregei, a melyek sokszor tisztán az R alakját mutatják. Hogy ezek csakugyan ilyen negatív kristályüregek, arról úgy győződtem meg, hogy egy sziderit rhomboédereket tartalmazó vékony csiszolatot (Nadabula, Bernhardt) HCl -ral addig kezeltem, míg a sziderit teljesen ki nem oldódott belőle és ekkor ugyanolyan üregek állottak elő, mint az imént említettek.

Egy esetben azután még egy másik karbonátot fedeztem fel, t. i. a mézpátot, mely legujabb keletkezésű és mely kivülről infiltrálódott be a kőzetbe. Mikroszkop alatt ikres sávozása, valamint hígított sósavval való élénk pezsgése eléggé jellemzik ezen elegyrészt (rozsnyói völgy).

Területünk néhány típusos porfiroidja a következő vegyi összetételű:

	1	2	3	4
SiO_2	62.37	68.95	67.35	70.70
Al_2O_3	21.26	14.28	15.73	14.23
Fe_2O_3	3.57	2.81	3.61	2.56
FeO	6.45	4.65	2.79	2.83
MnO	0.11	0.36	nyom.	0.40
MgO	0.38	—	0.28	nyom
CaO	0.55	1.79	0.84	0.51
Na_2O	1.22	—	1.07	2.26
K_2O	2.62	5.80	3.47	4.98
H_2O (kötött)	0.11	0.15	0.45	0.21
CO_2	—	—	3.19	—
Összeg:	99.64	98.79	98.78	98.69

1. Gyűrődött porfiroid, porfiros quarczezal, Nadabula, Szadlovsky-táró (57. sz.). 2. Porfiroid, bőven violás quarcz kiválásokkal, Nadabula, Bernhardi a legszélsőbb fekvőből (67. sz.). 3. Porfiroid, porfiros quarczkiválásokkal, Nadabula, a rimamurányi vasmű társaság új altárójából (100. sz.). 4. Zöldes, selymes szericites porfiroidpala, a sideritlep határáról, Nadabula, Augusta-táró (118. sz.).*

Látni ezen analysisekből, hogy a szóban forgó kőzetek, nemcsak a bennök kimutatható ásványos elegyrészek alapján, hanem vegyi összetételök szerint is jól megegyeznek az ismert quarczporfirokkal, illetve porfiroidokkal. Kovasav tartalmuk 70%-ig rúg. A timföld 14—15% és csak egy esetben ennél nagyobb, az alkáliák 4—6%-ot tesznek ki s ebből rendszerint a K_2O -ra esik a nagyobbik rész, mi a kaliföldpát egykori túlsúlyára enged következtetni. A víztartalom igen kicsiny, mi által porfiroidjaink a sokszor hasonló kinézésű fillitektől különböznek.

Klasztoporfiroidok vagyis tufaporfiroidok.

Petrografiájának harmadik kiadásában 1896-ban (II. köt. 728. l.) H. ROSENBUSCH hangsúlyozta volt azokat a nehézségeket, a melyekkel találkozunk, ha a klasztoporfiroidok, vagyis a quarczporfirtufákból dynamometamorf úton keletkezett porfiroidok és a tulajdonképeni porfiroidok szétválasztásáról van szó. Külsőleg teljesen hasonlítanak a szintén palás szericites porfiroidokhoz. Elegyrészeik teljesen ugyanazok, mint a porfiroidokéi, a mi meg nem lephet bennünket, ha meggondoljuk, hogy a quarczporfirruptiók szórt anyaga, a kisebb-nagyobb rapilik és a hamu nem is lehetnek más, mint az illető quarczporfirnak anyaga maga. Főleg K. LOSSEN, O. MÜGGE és H. ROSENBUSCH-on kívül eddig még csak igen kevesen nyomozták a klasztoporfiroidokat. A kis számú esetekben, a melyek eddigelé a vizsgálat tárgyát képezték, főleg a Harz és az Odenwald kőzeteire vonatkoznak, s a kutatók mind oda-

* Az Íványó D-i, a Szkalicza felé leereszkedő gerinczének 630 méter magasságában előforduló, nagy ortoklász és kékes borsónagyságú quarczszemeket tartalmazó porfiroid SiO_2 tartalma 67·25%.

nyilatkoztak, hogy a tufaporfiroidok megkülönböztetésének kriteriuma a klasztikus szövetben keresendő, mely a tufákat egykor szükségképen jellemezte. A klasztikus szövet azonban a gyűrődött hegységekben a nagy nyomásnak kitett porfirtufákön többé-kevésbé elmosódik, és ez a körülmény az, mi biztos felismerését sok esetben megnehezíti. A törmelékes szövet mellett azután még számos kisebb-nagyobb üreg is szokott az egykori tufák elegyrészei között fenmaradni, a melyek a nyomás alatt sokszor csak részben záródnak be egészen. És az ilyen még fenmaradó üregekben a kőzetben czirkuláló oldatokból újabb ásványok kristályosodnak ki, apró geodák alakjában.

Ezeket a körülményeket tartottam szem előtt én is, a mikor a Gömörvidéki porfiroidokat mikroszkop alatt átvizsgáltam.

A szepes-gömörmegyei porfiroid-hegység klasztoporfiroidjai makroszkoposan nem különböznek a typosus porfiroidoktól. Habár a porfirosan behintett quarcz-kristályok leginkább a tulajdonképeni porfiroidokat jellemzik. mégis találunk a tufaporfiroidoknak tartható palák között is olyanokat, a melyeknek haránttörésén porfirosan behintett quarczszemcsék, sőt még sokszor földpát szemek is látszanak. Legtöbbje azonban csak apróbb törmelékek alakjában, vagy épenséggel nem is tartalmazza ezen behintéseket, úgy, hogy makroszkoposan egyöntetű szericzites palának vagy szericzites quarczitpalának volnának minősíthetők.

Ásványos összetételök röviden a következő:

Nagyobb töredezett quarczszemek és rendszeren ennél több nagyobb földpát szem, mely többnyire plagioklász az albit- és olykor még a periklin-törvény szerint ikreket képezve. A földpátok erősen zúzódottak. Sokszor egy-egy nagyobb plagioklász szem körül, kerületére merőlegesen elhelyezkedő biotit és chlorit-pikkelyekből és quarczszemcsékből álló koszorúk figyelhetők meg (az Íványó D-i oldalán (9. sz.) és Veszveréstől Ny-ra (89. sz.) található porfiroidokban). Ez utóbbi lelőhely porfiroidjában a nagyobb quarczszemek egyes kristálytöredékeknek felelnek meg; az alapanyag pedig, mely aprószemű quarcz-szericzitből áll, rétegenként szemnagyság szerint változó. Az alapanyagban kevés biotit, illetve ennek átalakulása: zöldes chlorit észlelhető. Ez utóbbi mellett imitt-amott még egy epidot-szemcse is mutatko-

zik. Végre megemlítendő, hogy e két lelőhely kőzeteiben a zirkon sem hiányzik egyes kristályokban.

A csücsomi MILLER-féle antimon-bányában, az ottani vetődés fekvő kőzetéből 35. sz. a. gyűjtött palás tufaporfiroid mikroskop alatt főleg szericzit pikkelyekből és quarczszemcsékből áll, szövete rétegenként, sőt lencsésen változó durvább és finomabb szemű. A lencsés csomókban egyes nagyobb töredezett orthoklász és quarczszemek fekszenek, továbbá imitt-amott még egy-egy plagioklász-szem is. Sziderit-kristályok találhatóak a kőzetben elszórva, valamint a finom hasadékokban telér-quarcz társaságában is.

A csücsomi MILLER-bánya altárójában 55. sz. a. gyűjtött példány finom szemű szericzit-quarczból álló alapanyaga rétegenként változó szemnagyságú és sok benne a zuzódott földpát és quarcz. Az egyik orthoklász-szem utólagosan mikroklinos szegélylyel növekedett tovább, más nagyobb szemek körül pedig quarczból és albitból álló koszorúk találhatóak.

Alsó-Sajón a higanýércz-telérek fedűjében található porfiroid-pala (83. sz.) hasonlóképen igen szépen mutatja a szericites koszorúkat, nemcsak földpát, hanem quarczszemek körül is. Ebben a kőzetben még egyes zirkonkristályok, továbbá rutil-tűcsoportok észlelhetők úgy az alapanyagban, mint pedig a quarczban is. Turmalin szintén előfordul egyes kristálycsoportok alakjában; továbbá egyes pyritkristályok és sok sziderit-rhomboéder és végre előfordulnak még az alsó-sajói tufaporfiroidban egy gyengén kettős törésű cloritoid olivazöld pikkelyei is. Ez utóbbi újabb keletkezésű, mert deformálva nincsen. E kőzet SiO_2 tartalma 66·8%.

Váralja-Dénes határában a Pirtyi oldalon a 122. sz. a. gyűjtött porfiroidpala azon sűrű albit, biotit és chloritlemezekből álló rostos szalagoknál fogva, melyek a nagyobb földpát-szemek közt a hézagokat kitöltik, szintén tufaeredésűnek mondható. Ezen kőzet vékony esiszolatában különben egy típusos hosszúkás quarczgeoda is észlelhető. E palában különben egyes porfirosan behintett quarczokon kívül sok a nagy plagioklász. Zirkon csak néhány parányi kristály alakjában fordul elő.

Az eddigiekhez hasonló jelenségek alapján tufaporfiroidok-

nak tarthatók a rozsnyói Magastető kőzete (Reguly 3., 4. sz.), az Uhornai-lágó (Uhlig 28. sz.), a lassúpataki Siroka-Dolina és Dolina-Hatarska közt előforduló kőzet, amelyben vékony esiszolatban egyes mikroszkopos geodák észlelhetők (Posewitz 52. sz.). Ez az utóbbi különösen egy konglomerátos tufaporfiroidnak látszik lenni, mely lapilli darabkákból tevődött össze. Egyes lensés kőzetrészek tisztá porfiroidos szövetűek és ezeket erős csillámos zónák választják el egymástól. Tufaporfiroidnak tartható a Sebesvölgy, Bányicskavölgy (Szomolnok) kőzete is (Posewitz 63.), a melyben egyes orthoklász-szemek körül quarcz és chlorit képez rostos koszorúkat. S végre a gölniczbányai Zenderling oldalában előforduló porfiroidpala (134.), valamint a szomolnoki Charitás fedőpalája (141.) főleg alapanyagának lensésen és sávosan különböző szemnagyságából, valamint a behintett nagyobb quarczok töredezettségéből ítélve, szintén klasztoporfiroidoknak látszanak lenni. A gölniczbányai klasztoporfiroidokról meg kell azonban jegyeznünk, hogy számos szemcsés quarczit-lencse, sőt néha harántul a palásságra egy-egy quarczit-ér is átszövi a kőzetet, úgy, hogy a pala már bizonyos szericités quarczitpalához kezd hasonlítani.

A klasztoporfiroidoknak a rendes porfiroidoktól való szétkülönítésében a vegyi vizsgálat szintén támogat bennünket, a mint ezt a következő vegyelemzések bizonyítják:

	1	2
SiO_2	69·47	80·42
Al_2O_3	16·22	13·36
Fe_2O_3	4·13	1·17
FeO	2·77	0·50
MnO	0·43	nyom
MgO	nyom	nyom
CaO	0·36	0·19
Na_2O	1·65	—·—
K_2O	3·07	1·97
H_2O (kötött)	0·26	0·35
Összeg:	98·36	97·96

1. Tufaporfiroid, Szomolnok Charitas fedőpalája (141. sz.)
2. Quarczdzús tufaporfiroid, Gölniczbánya, Zenderling oldala az országút mellett (134. sz.).

Az 1. számú szomolnoki pala a rendes porfiroidok összetételét közelíti meg, a 2. számú gölniczbányai kőzet ellenben makro- és mikroszkoposan egy quarczdzús kőzetnek minősíthető, a mit rendkívüli nagy kovasav mennyisége is igazol.

A klasztoporfiroidoknak helyes felismerése mindenesetre elég kényes dolog, mert ha egyes esetekben sikerül is a mikroskopi és vegyi vizsgálatok alapján reájuk ismerni, úgy mégis igen sok adatra lesz még szükségünk, mielőtt a klasztoporfiroidoknak a rendes porfiroidoktól való térszíni elkülönítéséhez hozzáfoghatnánk. Egyelőre legjobban cselekszünk, ha együtt hagyjuk e két tagot, általában mint porfiroidokat különböztetvén meg őket egyrészt a quarczporfirtól, másrészt pedig a metamorf szedimentektől.

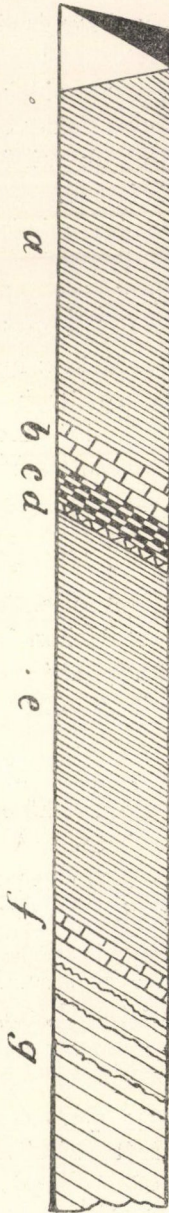
Metamorf-kőzetek.

A szepes-gömöri Érczhegység területén a felsorolt kőzetnemeken, nevezetesen a quarczporfirokon, porfiroidokon és klasztoporfiroidokon kívül még olyan palákra, sőt helyenként mészkőtelepekre is akadunk, a melyek az előbbiektől eltérőleg egykori szediment-lerakódásoknak tekintendők.

Ilyen például azon világosszürke fillites agyagpala, mely a csúcsomi mangánbánya fedőrétegeiből származik. E kőzet finom elegye apró quarczszemcséknek és kevés szericitnek. A vékony csiszolatban világosabb és sötétebb zónák váltakoznak egymással, a melyeket, miként ezt szabad szemmel is látni, finom szericzitlapok határolnak. Erősebb nagyításoknál temérdek rutil-tűt látni, a melyek zsinorokká sorakozva vonulnak át a kőzeten. Epidot-szemcsék és sziderit-kiválások szintén kimutathatók, míg egyes fekete szemcsék grafitól erednek. Végre 1—2 koptatott élű zirkonkristály is látható a vékony csiszolatban.

Hasonló, de valamivel sötétebbszürke agyagpala fordul elő a MILLER-féle antimonbánya-táróban, szájától számítva vagy 150 méterrel befelé. Itt is apró quarczszemcsék és szericzit-pikelyek halmaza képezi a kőzet főtömegét. Ebben azután már

1. ábra. A csúcsosmi Miller-féle altáró geológiai szelvénye (saját felvételelem szerinti), a) Fekete agyagpala, b) fehér szemcsés mészkő, c) szürkés ankerit, d) réz- és ezüsttartalmú érzetelek, e) grafitos agyagpala, f) mészkőpala, g) porfiridok néhány vékony antimon-zsmórral. Az altáró D—E-irányban van hajlítva és az ábrázolt rész körülbelül 200 méter hosszú; a rétegek dőlése 11—13° 60° alatti.



sok a grafit-szemcsé és por, mely valószínűs felhőzetképen vonul át a vékony csiszolatokon. Ezeken kívül temérdek rutil-tű jegyzendő fel egyszerű és ikerkristályokban, és ezeknél valamivel gyéribben még néhány kicsiny turmalinkristály is, a melyek olykor rutil-tüket zárnak magukba. Ezen sötét grafitos palák apró szilánkjai forrasztócső előtt fehér izzás után a grafitos szemcsék elégése folytán világosszürkére változnak.

Ezeken a többé-kevésbé sötétszürke agyagpalákon kívül egészen fekete, szabad szemmel is grafitosoknak felismerhető agyagpalák fordulnak elő úgy a csúcsosmi mangánbánya feküjében, mint pedig az antimonbánya altárójában. Ez utóbbinak geológiai szelvénye a következő (1. ábra).

Hogy a felsorolt esetekben csakugyan igazi agyagpalával van dolgunk, bizonyítja az egyik palának vegyelemzése is, a melyben az alacsony kovásv, az aránylag magas timföld, valamint a tetemes mennyiségű víztartalom jellemző.

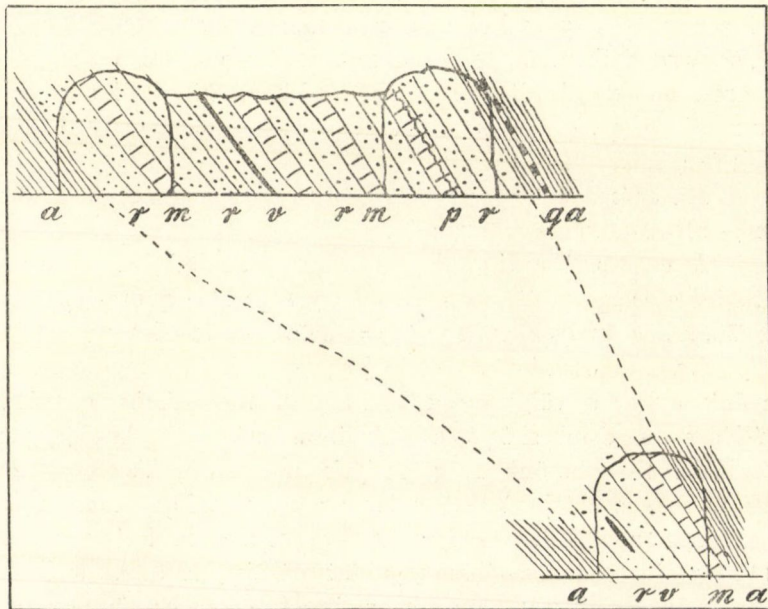
Légszáraz anyagában foglaltatik :

SiO_2	---	---	---	57.52 %
Al_2O_3	---	---	---	24.39
Fe_2O_3	---	---	---	1.54
FeO	---	---	---	5.35
MnO	---	---	---	0.44
MgO	---	---	---	nyom
CaO	---	---	---	nyom
Na_2O	---	---	---	1.43
K_2O	---	---	---	3.59
H_2O	---	---	---	5.51
Izzítási veszteség	---	---	---	0.18

99.95

A megelezett pala a csúcsomi mangánbánya fedőjéből származik.

Metamorf-kőzetnek kell továbbá azt a szürkés fehér márványt is tartanunk, mely a csúcsomi antimonbányában észlelhető. Anyaga szemcsés calcit, a melynek szemei között azonban egyes quarczszemcsék és zsinórok is kimutathatók. Piritszemcsék már szabad szemmel is látszanak a mészkőben. Ezen szemcsés mészkőtelepben mangános kiválások találhatók, valamint magnetit és vaskovand-lenesék és zsinórok is. Előfordulását a következő szelvényben mutatom be:



2. ábra. A csúcsomi kinstári magánbánya geológiai szelvénye (saját felvétel alapján). *a* = agyagpala (részben grafitos), *q* = kvarczér, *m* = kristályos mészkő. *r* = mangánpát kiváláson helyenként tremolittal és gránáttal. *v* = magnésvas, *p* = pirítér mészkőben. Ugy a felső, mint az alsó társzinten 10–11^h felé 50–60° alatt dűlnek a rétegek.

Typusos, többé-kevésbé grafitos agyagpalák előfordulnak porfiroidok között Alsó-Sajón, a Gampl-külfejtést az Ignatius tömzssel összekötő altáróban, valamint magában az utóbb emli-

tett tömzs kerületében is. S hasonlóképen volt alkalmam a szomolnoki Péter-táróban is grafitos agyagpalákat gyűjtenem. Ez utóbbi egy részleges analysis szerint 59·14% kovasavat és 1·29% kARBONT tartalmaz. Mind a két helyen porfiroidok is előfordulnak.

Említést kell tennem végre még a szericzites quarczitpalákról is, a melyek szintén a metamorf-palák sorozatába tartoznak. Ilyen például a rozsnyói völgy alsó szakaszának nyugati oldalán megfigyelt quarczitpala, melynek apró quarczszemekből álló alapanyagában egyes nagyobb szögletes quarcz-törédekek vannak behintve. Némely quarczszemben rutil-tűk láthatók.

Az alapanyag szericzit-pikkelyei nagyjából párhuzamosan fekszenek a réteggzssel, de sokszor megvan az a hajlandóságuk is, hogy rostjaik merőleges elrendeződéssel veszik körül a nagyobb quarczszemeket. A réteggesség tulajdonképeni kifejezői a grafitos szemcsék csoportjai, melyek foszlányos zsinórok gyanánt húzódnak át a kőzetben.

Mint járulékos elegyrész néhány kristályka alakjában még megemlítendő végre a turmalin.

A csúcsomi antimonbánya altárójában találni az ottani grafitos agyagpala-réteggcsoportban egyes grafitos quarczitpadokat is (50. sz.), a melyekben a $SiO_2 = 86\cdot65\%$ -ra is felrűg.

Ha a csúcsomi völgyben fölfelé a Volovecz-hegyre fölme-gyűnk, akkor a völgyben fekvő nagy quarczporfirtömzs szélein túllépve, a Csipkés-kő éles szikláiban még egy darabig porfiroidokat figyelhetűnk meg, melyek azonban a Volovecz 1286 méter magas teteje felé csakhamar metamorf-quarczos agyag-paláknak engedik át a helyet. A Volovecz-csúcs déli oldalának 1150 méter magasságában gyűjtött példányom 62·28% SiO_2 -t tartalmaz. Keleti irányban követve innét a szepes-gömörme-gyei határt szolgáltató főgerinczet, a legközelebbi Katusdeka gerinc-zűp felé csakhamar koromfekete grafitos quarczitpalákra aka-dunk, a melyek 8—9^h felé 20—30° alatt dűlnek.

*

Az előbbieken kimutattuk, hogy a szepes-gömöri érczhe-gységben quarczporfirok, továbbá ezek lāvájából a tufáiból kelet-kezett porfiroidok és végre eredeti szedimentek is fordulnak elő.

Mindezen kőzetek azonban nem normális külleműek, hanem megváltoztak, a mi nemcsak számos járulékos ásvány fellépésében, hanem az erős szövetheli deformációban is nyilvánult.

Porfirjainknak és tufáinknak eme palásságát bizonyosan elsősorban a nagy vulkáni tömegek nyomása, valamint továbbá gyűrődések is okozhatták.

Ha az egykori szepes-gömöri quareczporfir eruptió terjedelmét és nagyságát az azóta lepergett hosszú időszakok romboló eróziója miatt tán soha helyesen megítélni képesek nem leszünk, úgy mégis feltehető, hogy ezek az eruptiók nemcsak területileg, hanem tömegükre nézve is igen hatalmasak voltak s hogy a felszínre került láva és tufaanyag tömege a jelenleg még látható roncsokat sokszorosán felülmulta. A hatalmas eruptív testekben a nagy nyomás joggal feltételezhető és a quareczporfirmagmának mélyebb részeiben palás módon való megszilárdulása bizvást erre a körülményre vezethető vissza.

Szabadjon e helyen a svájcezi nagy Windgälle több 100 méter vastag quareczporfirjára hivatkoznom, a melynek nagyobbik alsó része palás-réteges, míg fönt a tetőn ugyanaz a quareczporfir normális szövetű s e mellett oszlopos elválású.

Csak egyes pontokon merevedett meg a szepes-gömöri Érczhegység quareczporfirja az őt nem túlnagy nyomás mellett megillető szöveti kiképződéssel. Ilyenek a csúcsomi nagyobb és a zlatavölgyi kisebb quareczporfir tömzsök. Vajjon szabad-e ezen előfordulásokat az eruptió egyes helyeinek, vagyis az ottani kőzeteket az egykori vulkáni csatornák kitöltésének tekinteni, azt ez idő szerint még nem dönthetjük el. De azért ezeknek a tömzsöknek porfirios szövete sem egészen normális és zavartalan, a mennyiben még itt is megtaláljuk a nyomás okozta belső zúzódás világos nyomait. Egy bizonyos neme a piézokristályosodásnak különben még abban is nyilvánult, hogy kivált az alapanyag földpátos része, nevezetesen káliföldpátja a nagyobb tömörségű szericitté, a plagioklász pedig részben klinozoizittá alakult át, míg az imitt-amott jelenlévő kevés biotit részben chlorittá lett. Ez az átalakulása az ásványos elegyrészeknek hasonló összetételű, de kisebb térfogatú ásványokká leginkább a quareczporfirokban és

porfiroidokban észlelhető, míg ellenben a klasztoporfiroidokban főleg a szericzetesedés jutott kifejezésre. Ezekben a zoizitosodást nem figyeltem meg. A laza anyagban ugyanis az egykori rétegeknek összehérsékelése közben és után keletkezett szericzipikelyek pedig inkább már egy bizonyos piézokontakt metamorfózisnak köszönik létrejöttöket, a mennyiben a gázalakú ásványképzők ezen tufák legfinomabb likacsaiba is behatolhattak. Így képződhetett a túlnyomó szericzit mellett Alsó-Sajón az ott észlelhető cloritoid is.

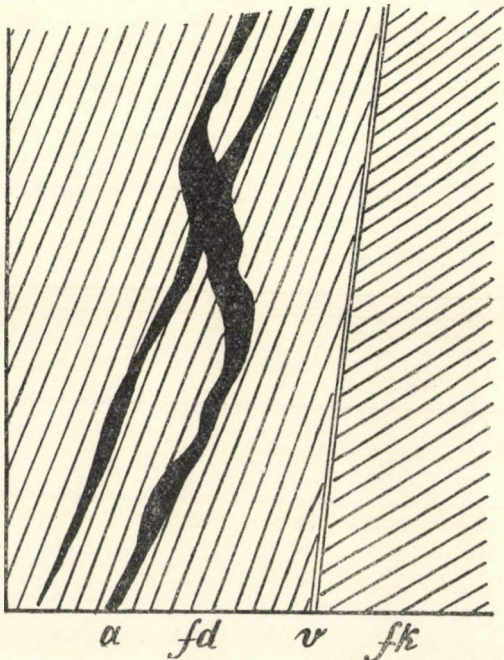
A vulkáni eruptiók befejezése után a postvulkáni hatások ideje köszöntött be, ez hozta meg vidékünknek gazdag ércztartalmát. Míg eddig — pusztán csak agyagpalákról és szericzites palákról lévén tudomásunk — érthetetlennek látszott a szepes-gömöri hegység gazdag érczelőfordulásainak genezise (habár minden régebbi szerző epigenetikusként nyilvánította is), az most felismerve a palák egykori eruptív voltát, minden erőszak nélkül egyszerű és természetes magyarázatot nyer, ha a postvulkános jelenségeket vesszük fontolóra.

A szilárd anyagok ejectiója után kezdetben gázok és gőzök ömlenek ki a vulkán és közelebbi környékének hasadékaiban, később hévforrások szállítják föl nemcsak az ásványképző elemeket és savakat, mint a sósavat, a bórsavat, a fluorsavat, a kén-savat és a szénsavat, hanem még azonfelül sok kovasavat és még különböző nehéz fémeket is. Ezek a folyamatok részint érczteléreket hoznak létre, részint pedig metamorfizálják a tőlük áthatott mellékkőzeteket.

A szepes-gömöri Érczhegységben ezek a folyamatok leginkább érczteléreket szolgáltatottak. Itt van először is az antimon-ércz, mely TRUNKÓ ADOLF bányagazgató szíves közlése szerint egy körülbelül 29 kilométer hosszú hasadékon KÉK-i irányban Gömörből az egész Szepességen át egészen az abauj-tornai határig húzódik. Ezen nevezetes előfordulást Csúcsomon a MILLNER-féle bányában vehettem közelebről szemügyre.

Az itteni érczteléreket a meredek (70—90°) állású fedő porfiroid palában találhatók és állandóan csak kettő fordul elő, a melyek 0—7 méternyire fekszenek egymástól. Kivált ott alkotnak vastagabb (4—5 méter) tömzsöt, a hol egymással egyesül-

nek, különben egyenként csak néhány centimétertől 2 méterig szokott változni a vastagságuk. Ez a két telér szigorúan betartja a pala csapását, még pedig KÉK felé. Fekvőjükben szabályszerűen egy jól észlelhető vetődést figyelhetünk meg, a melyen túl kisebb fok alatt dülő porfiroidok találhatók.



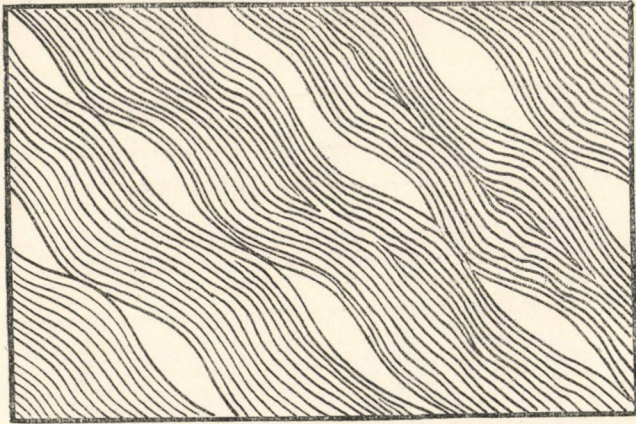
3. ábra. A csúcsomi Miller-féle antimonbánya geológiai szelvénye. (Részben saját felvételem szerint). *fd* = fedő porfiroid, *fk* = fekvő porfiroid, *v* = vetődés, *a* = az antimonit telérek vázlatos képe Trunkó Adolf szerint. A fedőpadok dülése 70°-u, a fekvő padoké 40°-u 10–11^h szerint.

Maga az antimonit többnyire fehér quarczczal fordul elő a teléreken, de találtattak egészen tiszta érczközők is, részint rostos, részint pedig finomszemű tömött szövettel.

Másutt leginkább vas és rézkénegek rakódtak le, mint azt a szomolnoki bányákban tapasztalhatjuk. A szomolnoki érczek pyrit és chalkopyrit, a melyek quarcz kíséretében nemcsak kisebb lencsékben találhatók az ottani palák között, hanem nagyobb tömzsök alakjában is. Három nagy tömzs: a fedő, a fekvő és az

Engelbert-törmzs fordul itt elő a palák között, a melyek meredeken dél felé dülnek (60—85° alatt). Sok apró, többnyire chalkopyrit töltelékű ér kíséri őket. A nagy pyrittörmzsök a mély felé kiékelnek. Fűtőlagos látogatásom alkalmával több ponton a mellékközetből is gyűjtöttem, a mely részint palásporfiroidnak (Engelbert feküje), részint klasztoporfiroidnak (Charitas feküje) vagy pedig igazi grafitos agyagpalának és quarczpalának (Péter-táró) felel meg.

Sokkal behatóbban tekinthettem meg azonban a rozsnói Ivágyó hegy vaspát teléreit. Ezek a többé-kevésbé lencsés telé-

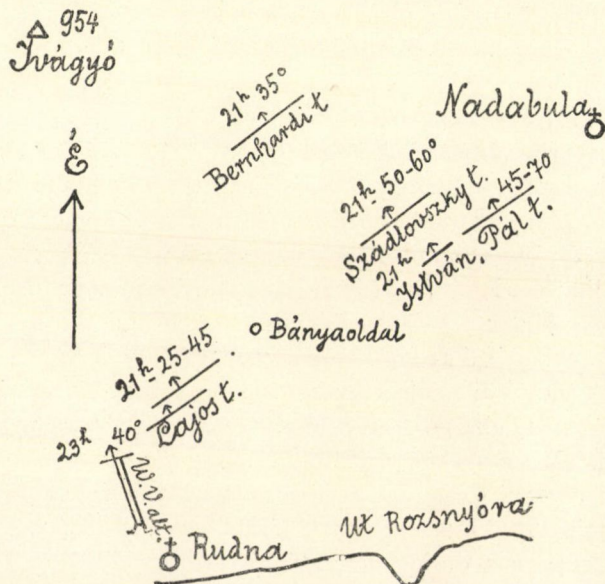


4. ábra. Üregek támadása a porfiroid hegységben. A hullámosan gyűrődött porfiroidpadok megcsuszamlása teleptelére befogadására alkalmas üregeket hoz létre.

rek, melyek bőségesen szolgáltatják a vasérczet, ez idő szerint Nadabulán, Rudnán és Sebespatakon vannak jól feltárva, még pedig mindenütt typosos porfiroid palák között. Keletkezésüket gyűrődések és a porfiroidok rétegessége irányában végbement dislocatiók (csuszamlások) előzték meg, sőt mondhatom, hogy leginkább ez utóbbiak szolgáltatták azokat az üregeket, melyeket utóbb a vaspátkő kitöltött. Elegendő volt, ha a hullámos rétegzésű porfiroidok padjai egymáson csak néhány méternyire is elcsuszhattak, mert ezáltal már előállhattak olyan üregek, a melyek az ásványos oldatok circulatiójára alkalmasak voltak. A mellé-

kelt vázlatos ábra mutatja, hogy egy aránylag igen csekély tömeg-mozgás csakugyan létrehozhatott olyan laposan elnyúló teleptelér alakú üregeket, a mint különben erre régebben Norvégiában már KJERULF is rámutatott.

Az ilyen típusu rétegmenti telérek az Ivágyó hegy porfiroid tömegében bizonyos szabályossággal észlelhetők és hozzátehetjük, hogy ezek egyszersmind szoros kapcsolatban állanak az egész



5. ábra. Az Ivágyó hegy vaspát teléreinek csapása Nadabula és Rudna között. (Krausz Nándor adatai nyomán.)

vidék tektonikájával. KRAUSZ NÁNDOR bányai igazgató úrnak köszönhetem a Rimamurányi-Salgótarjáni vasmű társaság birtokában lévő bányatérképek megtekintését, a melyekről az Ivágyó szóbanforgó vaspátteleireinek vázlatát (l. az 5. ábrát) konstruálhattam magamnak, a miből kitűnik, hogy különösen a rudnai Lajos-telér és az összes nadabulai telérek mind egyirányuak. Az Ivágyó ÉK-i csapása különben az, mely Rozsnyón, Pacsán és az Uhornai hágón át messze be a Szepességbe követhető, mignem végre a 6—7^h-inak enged helyet. Rudnától Sebespatak felé pedig az ÉNy-i csapás válik uralkodóvá.

Ezek után ismét visszatérek a vaspáttelérekhez. Magukat a vaspáttelérek tekintve mindenekelőtt feltűnik, hogy a teléreket kísérő két porfiroidszél a legtöbb esetben egy finomszövetű világos-zöldes selyemfényű pinitoidszerű palává nyujtódott ki, nyilván a csuszamlás közben reája hatott nagy és lassú nyomás következtében. Ezen nyujtott-elfenődött közet-zóna alig egy-két cm. vastag, míg beljebb azután a porfiroid megint rendes szövetű. Magának a telérnek ürege főleg öregszemű, sárgás vagy világosbarna rhomboéderekből álló vaspát által van kitöltve. Mellőle azután ritkán hiányzik a tejfehér quarcz, s olykor a nemfényes ásványok sorából mint apró bevonatok még ezüstös fényű szericités-muskovit-hártyácskák is csatlakoznak hozzá. Más esetekben a telérek nagy csomókban szénfekete, durván rostos turmalin is látható. Tűi egyaránt quarcztól és siderittől vannak körülvéve, miből ez ásvány valamivel korábbi kiválására lehet következtetni. Így találjuk ezt Rudnán és Sebespatakon. Nadabulán pedig, a hol csak mikroszkopos kicsinységű tücskében fordul elő a turmalin, sűrű rajai inkább a telérek szélén csoportosulnak.

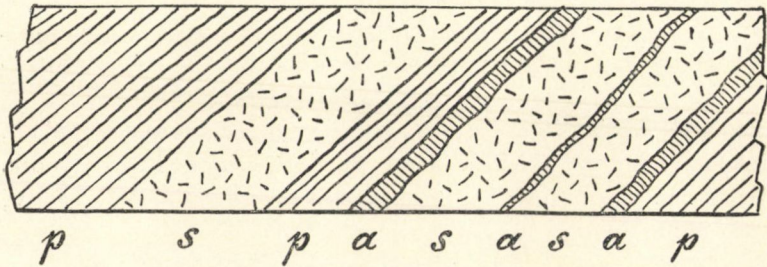
Ezeken kívül vannak azonban még fémek kísérői is a vaspátnak és ezek első sorban a chalkopyrit, továbbá a pyrit és a tetraédrit. Mennyiségök az Ivágyó telérein alárendelt, de azért mégis, a mennyire csak lehet, kiválogatják ez érczeket, úgy Nadabulán, mint Rudnán, egyrészt azért, hogy ezáltal a vaspát tisztábban kerüljön a pörkölőbe, másrészt, hogy kivált a tetraédritet csekély ezüsttartalma miatt további feldolgozás végett Selmeczbányára küldhessék.

A felsorolt ásványok többnyire teljesen be szokták tölni a tért, úgy hogy ásványos odorok képződésére nem igen került a sor. Mindazonáltal sikerült a nadabulai Bernhardi és Augusztá fejtésekből egy-egy kisebb üregből ránőtt vaspát-rhomboéderekből álló kristály-csoportokat kapnom, a mely utóbbi lelőhely példányára még egy jókora fehér quarczkristály is rá volt növe.

Sajátságosak a viszonyok a Rimamurányi vasmű társaság Ivágyó hegyi vashányáiban, nevezetesen: az Alsó- és Felső-Károly nevű tárókban. Az Alsó-Károly táróban a telér két részből áll, egy fedő és fekvő telepől, mely mind a kettő $21^{\text{h}} 35^{\circ}$ alatt dül. A táro feletti belnén a fedőtelep két-három m. vastagságu

és porfiroid pala közé van foglalva. A fekvő telep felé e pala csak egy méter vastag és nyomban alatta következik azután a hasonló vastagságú alsó telep, a melyen nemcsak a pala mind a két határán, hanem a telep középvonala mentén is egy fehér, csillámnélküli aplitos kinézésű kőzet található, melynek sávjai élesen elválnak a kísérő palától, s még inkább középen a sziderittől. Mikroszkop alatt finomszemű quarcz szemcsés alapanyagában egyes nagyobb olykor magmatikus resorptiókat mutató quarczszemek fekszenek.

E kőzetben csak úgy hemzsegnek azután az újabb képződésű ásványok, a melyek közül első sorban a víztiszta albitsze-



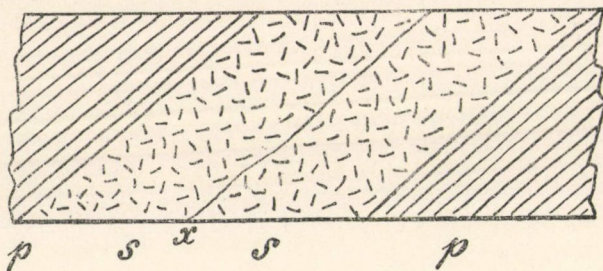
6. ábra. A nadabulai Alsó-Károly táró feletti belne vaspáttélérei. *p* = porfiroid, *s* = szideritos kőzet. *a* = aplit. A két vaspáttélér összes vastagsága 4–5 mtr., a két telér közti porfiroidköz 0.1 mtr., az aplitos szalagok 0.1–0.50 mtr. vastagok.

mek nemcsak a kőzet anyagában, hanem egyes üregekben felnőtt kristályok * alakjában is felemlítendőek. Továbbá a quarcz, részint a kőzetben erecskéket kitöltve, részint hasadékokon egyes kis felnőtt kristályok alakjában is. Ezenkívül fekete turmalin apró éles oszlopokban, továbbá pyrit apró pentagon dodekaéderekben, olykor egész rajokban és végre kisebb-nagyobb egyes kristályokban, csoportokban vagy erekben a barnás siderit. Ezen sajátosságos kőzet egy kontakt-képződmény, a melynek vázát kilugzott quarczporfiroid szolgáltathatta s melynek üregeit azután az új képződmények, nevezetesen az albit, de más, iker-rovátkos,

* Ezekből Dr. MELCZER GUSZTÁY tanár úr szívessege folytán juttam néhány példányhoz.

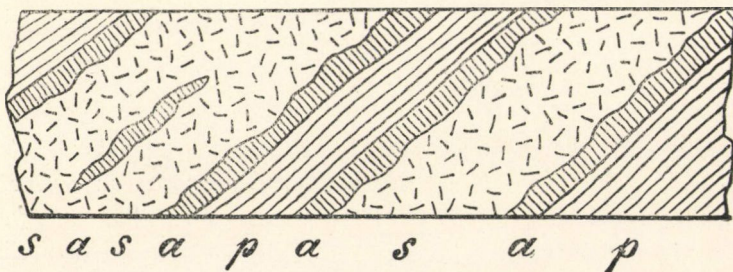
nagyobb kioltású plagioklász is, továbbá quarcz, turmalin, pyrit és sziderit ismét betöltötték.

Előfordulásának viszonyait a következő szelvények ábrázolják.



7. ábra. A két szideritlep a Felső-Károly táróban egymással összeolvad. Az együttes telepvastagsága 2—4 mtr. *p* = porfiroid, *s* = sziderit, *x* = a két telep érintkezése.

E telérek hullámos tovahaladását mi sem mutatja jobban, mint az, hogy a közöttük lévő palaköz erősen kivékonyodik, sőt egészen el is tűnik, mi által a két telér valósággal egygyé olvad össze. (7. ábra.)



8. ábra. A Felső-Károly táró két vaspát telére. *p* = porfiroid, *s* = sziderit, *a* = aplit. A felső vaspáttelep vastagsága 1·5 mtr., az alsóé 1·0 mtr., az aplitos szalagok 0·12—0·35 mtr. vastagok. A 6—8. ábrákon feltüntetett rétegek dülése $21^h 35-40^\circ$.

A 7. ábrán vázolt példában hiányzanak az aplitos szalagok, a melyek azonban valamivel tovább ismét előtűnnek. A Felső-Károly táró fővonalának vájat-végén pedig mind a két telepet megint kíséri az aplitos kőzet. (8. ábra.)

Megemlítem továbbá, hogy a Felső-Károly tárnából a Géza

táróra fölmenve a sziderit telér két szakasza 25—30° dülés mellett 6 + 2,5 vastagságú volt; a mint azután e ponttól 50 méternyire előrehaladtunk, az akkori vájat végén annyira összeszűkült, hogy a sziderit teljesen kiékelődött, és a 0:50 méternyi telérszélességet egyedül a kétoldalt futó és egymással érintkezésbe lépő aplitos szalagok töltötték be. (7. ábra.)

A Géza és a Bernhardi tárók közt a vaspát telér két padját 7 + 3 méter vastagságban figyeltem meg, magán a Bernhardi tárón pedig, mely az Ivágyó hegy tömegében egyszersmind a legfelső szintnek felel meg, ugyanezen telepet 3 részből állónak és összesen 16 méter vastagságúnak jegyezhettem fel. Ezeket az adatokat főleg azért közöltem, hogy ezzel is a vaspátteléreknél lencsésen kitáguló és összeszűkülő, egészben véve tehát hullámosan való tovamonulását bizonyítsam.

Ezzel, a mennyire ezt a jelen szűk-keretű jelentésében tehettem, eléggé megismerttettem volna a Rozsnyó vidéki érczelérek viszonyait. Nem szabad azonban azt hinnünk, hogy az érczelérek képződése alatt a mellékkőzet a pneumatolitikus-hydatogen folyamatoktól teljesen érintetlenül maradt volna. Ellenkezőleg ez szintén nagyon is át lett járva mindazon oldatoktól, a melyek magukat az érczeléreket is szolgáltatták. Ezt nemcsak egyes vékony, a főteléreket kisebb vagy nagyobb távolságban kísérő erecskék fellépése bizonyítja, hanem még a telérképző ásványoknak messzire a mellékkőzetbe való behatolása is.

Ilyen ásvány mindenekelőtt a *turmalin*, mely az egykori ásványképző agentiáknak, a bór, a chlor, a fluor emanatióknak egyedül fennmaradt tanuja.

Fellépésének gyakorisága és ebből kifolyólag mennyisége is szinte bámulatos. Legfeltűnőbb a szereplése a teléreken, hol nagy fekete rostos halmazokat alkot (Rudna, Alsó-Sebes), más esetekben apró kristálykák halmozódnak fel a telér szélein quarczal és szericittel (Nadabula, Augusztá) vagy pedig albittal (Bernhardi).

A szélesebb telérekről azonban bevándorolt a turmalin nemcsak a legközelebb fekvő szomszédos, hanem mondhatni az összes porfiroidokba és számos metamorfpalába is.

A következő ásvány a *sziderit*, mely igen bőségesen töltötte meg a telérüregeket. A vaskarbonat közvetlenül váltott ki az oldatokból. A ketted szénsavas vasból az egyszerű vaskarbonátnak kiválását a mi esetünkben — mélyen fekvő üregekben, — sem a levegő hozzájutására, sem az oldatok részbeni elpárolgására nem vezethetjük vissza. Ez, E. BRAUNS (Chem. Mineralogie 1896, 359. l.) magyarázatát elfogadva, csakis olyan módon történhetett, hogy a vaskarbonat oldat az üregekben kovasavas alkáliákat tartalmazó és a mellékközet kilugozásából eredő oldatokkal találkozáván, cse-rebomlásra szolgáltatott okot, melynél az alkáliák a fölös szén-savat lekötve, oldatban maradtak és eltávolodtak, míg az egyszerű vaskarbonát mint sziderit és a kovasav mint quarcz a telér-üregekben kiváltak.

Innen van az, hogy a vaspátnak csakugyan egyik leggyakoribb társásványa a *quarcz*.

Úgy a sziderit, mind pedig az egyidejűleg képződött quarcz eljutott azonban — úgy mint azt a turmalinnál is láttuk — a mellékközetnek, főleg a porfiroidoknak még legtávolabbi hajszálrepedéseibe és üregecskéibe is. A legtöbb porfiroid és sok metamorf pala vékony csiszolataiban mindig ott találjuk a sziderit-rhomboédereket is, mi a megfelelő oldatoknak könnyű és meszszi-re való elvándorlásáról tesz tanubizonyságot.

Ezen utóbb említett pneumatolitikus-hydatogen keletkezésű ásványok, a turmalin és a sziderit, a melyekhez még az albit és az ujjabb képződésű quarcz és a szericzit is csatlakozik, élesen különböznek az eredeti anyaközet orthoklász és plagioklász földpátjaitól, biotit és quarcz kristályaitól az által, hogy rajtuk dinamikai erőbehatásoknak nyoma sem észlelhető, sőt hogy nem is helyezkednek el mindig a közetpalássága irányában sem. Egy és ugyanazon vékony csiszolat területén könnyen felismerhetjük a porfiroidok régi, dinamikai elváltozásokat szenvedett elegyrészeit, és jól megkülönböztethetjük ezektől az ujjabbakat, a melyeknek ilyen elváltozásokban részük nem volt.

S ugyanerről győződhetünk meg nagyban is, t. i. hogy maguk a telérek, eltekintve imitt-amott néhány lokális vetődéstől, sem ásványtöltelékük épségére, sem pedig egészben alakjukra vonatkozólag képződésük óta jóformán semmit sem változtak.

S ebből a körülményből arra az igen fontos következtetésre jutunk, hogy a Szepes-Gömöri érczhegység összegyűrődése a telérek képződését megelőzte. A telérek keletkezése után pedig nagyobb mérvű mozgás már nem zavarta meg hegységünket, hiszen a legcsekélyebb gyűrődés is porrá zuzta volna a vaspáttelérek felette rideg anyagát, tehát nemcsak a szideritet, hanem a társaságában lévő albitokot, a turmalintüket és a többit is.

Szem előtt tartva minden eddig felsorolt jelenséget, hegységünk kifejlődése következőképen mehetett végbe. A térszint elfoglaló fekete agyagpala, fehéres homokkő és közben egyes mészkőrétegek komplexusának nyugodt helyzete tektonikai folyamatok által lett megzavarva. Különböző hasadékokon feltört azután a quarczporfir lávája és valószínűleg még több szórt anyaga, mely a strátóvulkánok módjára a lávával váltakozó rétegekben helyezkedett el. A nagymérvű lávaömlést tetemes süppedések követették, melyek más, előttünk ismeretlen faktorokkal együtt, az egész térszint összegyűrűttek, mire a porfiroidok közé gyűrűt metamorf palák helyzetéből következtetni lehet. S valószínű, hogy a porfiroidok keletkezését nemcsak a kiömlött vulkáni tömegekben uralkodott feszültség okozta, hanem, hogy azt jórészt a gyűrűtés folyamata is elősegítette. A gyűrűtés utolsó fázisából maradtak azután fenn azok a porfiroidrétégek menti üregek, a melyek a rákövetkező időkben a hévforrások által érczekkel lettek kitöltve. Azóta azonban hegységünket már semmiféle gyűrűtés nem érintette többé s így történt, hogy a Szepes-Gömöri érczhegység hosszú geologiai korszakokon át változatlanul mint a magyar felvidéknek igazi massivuma maradt reánk.

Hátra volna még csak, hogy szóban forgó quarczporfirjaink geologiai koráról is megemlékezzünk. Ezzel azonban az egész kérdésnek legkritikusabb pontjához értünk. Annyi bizonyos, hogy a quarczporfir eruptiója fiatalabb, mint a Szepes-Gömöri érczhegység területén vele együtt előforduló grafitos palák, szericzites quarzitikok és az egyes mészkőpadok. Ez kitűnik nemcsak abból, hogy a porfireruptió ezt az alaphegységet a szó szoros értelmében metamorfizálta, hanem a quarczporfiroidokban néha feltalálható grafitos palazárványokból is (Rudna, Wagner Vilmos

altáró). Ezekkel a metamorfalákkal szemben tehát quarczporfirunk kora határozottan fiatalabb.

A további következtetések most már csak ezeknek a metamorfaláknak a korán fordulnak meg. Erre nézve azonban ez idő szerint hiányában vagyunk a teljesen megbízható adatoknak.

E tekintetben egyedül csak bizonyos analógiákra vagyunk utalva. Tudjuk ugyanis, hogy Dobsinán egészen hasonló petrográfiai kifejlődésű agyagpalák, quarczitpalák és mészkövek fordulnak elő, mint a mi területünkön (Csúcsomon stb.). Ezek Vorr W.* leírása után itélve, hasonlóképen vannak metamorfizálva (csak hogy diorit által), mint a mieink. Dobsinán azonban azon igen nevezetes körülmény forog fen, hogy ennek a kérdéses rétegcsoport mészkövéből már régóta ismeretesek szerves maradványok,** a melyek karbon korát (leginkább hasonlítván a karintiai felső karbonhoz) minden kétségen kívül helyezik.

Feltéve tehát egyéb bizonyítékok hijján, hogy a Rozsnyóvidéki metamorf mészkövek és agyagpalák, úgy mint a dobsinaiak, szintén karbonkorúak, akkor quarczporfirunk eruptiója szükségképen ennél fiatalabb s valószínűleg permkoru.

Hogy mennyiben függnek össze quarczporfirjaink a környéken (Szulova, Kohut) található granittömszökkel, azt ez idő szerint nem kutatom, de jövőben erre is kell, hogy kiterjedjen a figyelmünk. Általában jelen előterjesztésemet korántsem tartom befejezett dolognak, hanem pusztán csak némi ujjmutatásnak arranézve, hogy a jövőben eszközlendő geológiai kutatásoknál a Szepes-Gömöri hegységben mire fektessük majd a fősúlyt.

Mindamellettt kutatásaim eddigi eredményeit a következő pontokban foglalnám össze.

1. A Szepes-Gömöri érczhegység régebben agyagpalának, kárpáti gneisznak stb. tartott kőzetei vizsgálataim alapján quarcz-

* W. Voit: Schilderung der Lagerstätten-Verhältnisse von Dobschau. Jahrbuch der kk. geol. R.-Anst. 50 köt. Wien, 1900.

** Fr. Ritter v. Hauer. Erläuterung zur geol. Übersichtskarte der öst.-ung. Monarchie. Blatt III. Wien, 1859 p. 509. és v. *Andrian*, Bericht etc. Jahrbuch der kk. geol. R.-Anst. 1859, 553 old. A kővületek, melyeket *Suess* *Edé* határozott meg, a következők: *Receptaculites Oceani*, *Eichw.*, *Productus fimbriatus*, *Sow.*, *Camerophoria Kissi*, *Suess*.

porfirok, porfiroidok, klasztoporfiroidok és végre részben metamorf szedimentek.

2. A Szepes-Gömöri hegységben, nevezetesen Rozsnyó vidéken található gazdag érczteleerek epigenetikusak és a quarczporfir-eruptio posztvulkánikus hatásaira vezethetők vissza.

*

Legyen szabad végre mindazoknak az uraknak, kik e munkám kidolgozása közben egyik vagy másik irányban támogatni szivesek voltak, ezen a helyen is legőszintébb köszönetemet kifejezni, még pedig BRÁNSZKY VENDEL, királyi bányatanácsos úrnak, KRAUSZ NÁNDOR és TRUNKÓ ADOLF bányaigazgató uraknak, ROZSNYÓN, LAJOS Győző bányaigazgató és WICK GyULA bányamérnök uraknak Szolmonokon. Továbbá Dr. UHLIG VIKTOR bécsi egyetemi tanár úrnak, ki az összes kőzetanyagot nekem feldolgozás végett átengedte, Dr. POSEWITZ TIVADAR, m. kir. osztálygeologus és REGULY JENŐ bányamérnök uraknak Budapesten, kik hasonlóképen gazdag gyűjtéseikből számos példányt bocsátottak rendelkezésemre és végre Dr. ERNYEI ÖDÖN vegyész úrnak a közölt vegyelemzések végrehajtásáért, valamint még Dr. EMSZT KÁLMÁN úrnak is, ki néhány kőzetpéldány kovasav tartalmát volt szives meghatározni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904. június 20.-án tartott üléséből.)

HYDROGENCIANID KÉPZŐDÉSE AZ ELEKTROMOS ÍVBEN.

AUER HENRIK-től.

Dr. SZARVASY IMRE kir. József-műegyetemi rendkívüli tanár úr ajánlatára az 1902. év november havában hozzáfogtam az elektromos ívfény különböző gázokra való hatásának tanulmányozásához.

A munkálat terve az volt, hogy különböző gázokat és gőzöket az elektromos ívfénybe vezessenek és a képződött termékeket meghatározzam. Az elektromos ívfénybe vezetendő gázok, illetve gőzök, a következők voltak:

Ammónia, chlór, bróm, jód gőz, nitrogen és oxigenkeverék, kéngőz, szénhydrogen-vegyületek, alkoholgőzök stb.

Legelsőbbben az elektromos ívfénynek az ammóniára való hatását óhajtottam megvizsgálni, de mivel kezdetben az ammónia nyerésére szükséges cseppfolyósított ammónia nem volt birtokomban, kénytelen voltam egyelőre a kísérletet ammónia és levegő keverékével ejteni meg olyformán, hogy az ammónia tömény oldatán levegőáramot hajtottam keresztül s a szabaddá vált ammónia és levegő elegyét nátronmészszel kellőleg megszáritva, egyenletes áramban az elektromos ívfénybe vezettem. Ennél a kísérletnél hydrogencyanid-képződés mutatkozott.

Ezután az ammóniának más gázokkal, mint szénsavval, szénoxyddal, methannal, acetylennel és hydrogennel, s később nitrogennek hydrogen, methan, acetylennel való elegyével kísérleteztem. Minden esetben több-kevesebb hydrogencyanid keletkezett. Ez a körülmény arra indított, hogy csakis a hydrogencyanidnak az elektromos ívfényben való keletkezési föltételeit és mennyiségi viszonyait állapítsam meg.

Kísérleteimhez kezdetben olyan készüléket használtam, a melyent BERTHELOT az acetylen synthesisére szerkesztett.

A széncsúcsok DEWAR módszere szerint hosszában át voltak fúrva, hogy azokon keresztül a gázokat közvetlen az elektromos ivfénybe lehessen vezetni.

A készülék hűtése hideg vízszugárral történt. Az egész elrendezésnek többféle hátránya volt s ezért másik megfelelő készüléket kellett szerkeszteni.

Összeforrasztott lámpaüvegekben végzett számos kísérletből megállapítottam az új, hasznavehető készülék kellékeit.

1. Czélszerűnek látszott a készüléket lehetőleg kis terjedelművel szerkeszteni. A készülék átmérője a benne működő iv intenzitásától függ. Azt találtam, hogy 8 cm átmérőjű üveg gölyóban 13 Ampères iv, 13 cm átmérőjűben 23 Ampères iv kényelmesen éghetett. A készülék egyéb részei 3—4 cm átm. üvegcsőből állhatnak; ezekben a 2 cm-es ivlámpaszemek elhelyezhetők.

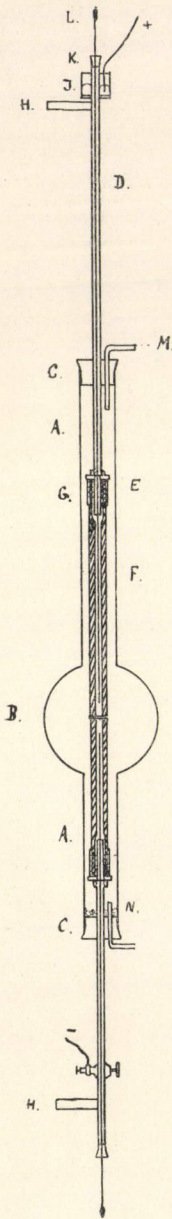
2. Az iv hőszugárzása folytán a dugók annyira fölmelegedtek, hogy rövid időn belül elpusztultak, miközben gázokat fejlesztettek, melyek az ivfényben keletkező gáztermékeket szennyezték. Az új készülékben tehát a dugóknak biztos távolságban kellett esniök az ivtól. Ez a távolság 23 cm és 46 cm között változik.

3. A szemek ellenállás következtében való megmelegedése szintén káros a dugókra. Ezt kikerültem oly módon, hogy a kifűrt ivlámpaszemeket jól vezető fémcsőbéléssel láttam el, vagy pedig oly módon, hogy a szemet, a mennyire lehetett, fémvezetékekkel pótoltam.

4. A DEWAR szerint kifűrt ivlámpaszemek gáztól nem teljesen átjárhatatlanok; ez quantitativ kísérleteknél akadály.

Ezt a hibát jelentékenyen csökkentettem oly módon, hogy csak egészen rövid szénsarkakat alkalmaztam és a vezeték többi része fémből volt.

5. Az ivfény működése közben indifferens atmoszfærában a sarkak körül korom rakódik le, mely a szemek nyílását rövid idő múlva betömi és a gázáramnak útját állja. Ezt a bajt úgy orvosoltam, hogy a kombinált fém és széncső egész hosszában aczél-



1. ábra.

tűt helyeztem el, melynek időnkénti belökése által a gázok útját szabadon tartottam.

Az új készülék, melylyel nagyobb számú kísérletet biztosan végezhettem, függőlegesen elhelyezett 70 cm hosszú s $3\frac{1}{2}$ —4 cm átmérőjű üvegesből *AA* állott, melynek alsó harmadán körülbelül 13 cm átmérőjű üveggolyó *B* volt fújva.

A készülék űrtartalma körülbelül 1700 cc. Az üvegeső végeit parafa- vagy kaucsukdugókkal *CC* zártam el, melyeken át történt a villamos áramnak, valamint a gázoknak be- és elvezetése. A felső dugóban kb. 45 cm hosszú, 1 cm vastag és $\frac{1}{2}$ cm fúratú vascső van, mely fel és alá mozgatható és melynek belső végére rácsavart kupak *E* segélyével kb. 25 cm hosszú és 4 mm fúratú, 2 cm átmérőjű ívlámpaszénrúd *F* van erősítve. A $2\frac{1}{2}$ cm magas kupak aljába $3\frac{1}{2}$ cm-es csövecske *G* van csavarva, mely a széncsőnek alul kitágított fúrásába illeszkedik. A kupakot olvasztott ólommal töltöttem meg és az előmelegített széncsövet ebbe behelyezve, légzáró összeköttetést kaptam a vas- és széncső között.

A vascső felső része derékszögben hajló elágazó csővel *H* van ellátva, mely a gáz bevezetésére szolgál, e cső felett *I* csészét alkalmaztam higanyval, mely a belemártott elektromos vezeték által oda juttatott elektromosságot a vascsőhöz vezet. Ez az összeköttetés a szénsarkaknak esetleges forgatását lehetővé teszi. Kísérlet közben a DEWAR-féle szénsarkak a szén lerakódása következtében rövid idő alatt eldugulnak; ennek megakadályozására a vascső felső nyílásába dugó *K* segítségével légzárólag egy hosszú aczeltűt *L* illesztettem, mely abban könnyen fel és alá mozgatható s melynek időnkénti gyors belökése által a széncső végén ke-

letkező akadály eltávolítható. Ennél a műveletnél az ívfény megszakítása nem szükséges. A készülék alsó dugójának felszerelése hasonló a felsőéhez; azonkívül mindkettő a keletkező gáztermékek elvezetésére gázvezető üvegcsővel *M* van ellátva. Az alsó szénsark a felsőnél rövidebbre, 15 cm-re is vehető, mert ennek ólomtömítése a felfelé szálló meleg hatásának s így a megolvadás veszedelmének nincs annyira kitéve. Ezt a dugót azonnal rárakott üvegyapot- vagy asbestréteg *N* védi a hősugárzás és a ráhulló izzó szénrészecskék káros hatása ellen.

Az áram az alsó vascsőhöz illesztett szorítócsavar segítségével vezethető el.

Ha a működés közben fölmelegedett készülék az ívfény megszüntetése után a helyiség hideg légáramlatai által gyorsan hűl le, gyakran elpattan, s ezért azt állandóan védő kartonburokkal vettem körül, melyen az ívfény megfigyelése céljából alkalmas helyen színes üveglablakot alkalmaztam.

A készülékből elvonuló gázok üvegcsapokkal ellátott 3 ágú gázvezető csőbe jutottak. Az egyik ág a gázokat az elnyelő palaczkokba, a másik ág a kéménybe, a harmadik pedig más elnyelő folyadékokba vezette. A mosópalaczkokba vezető csövek végei harangszerűen kiszélesedtek s csak egy-két milliméternyire merültek a lehetőleg tömény elnyelő folyadékba. Ez az elrendezés HURTER ajánlatára a buborékolás elkerülésére való, mi az alább említendő HURTER-féle anemometer működését megnehezítené.

Az eredmények mennyiségi meghatározásához a jól működő készüléken felül még az a körülmény is kívánatos, hogy a reakcióban résztvevő gázok egyenletes áramban és elég pontosan mérhető mennyiségben jussanak az ívbe, mert csak így lehet összehasonlításra alkalmas eredményeket kapni. Erre a célra a HURTER-féle anemometert* alkalmaztam. E készüléknek elve az, hogy a kapilláris cső mindkét oldalán mutatkozó azon nyomáskülönbséget, a mely fellép, midőn azon bizonyos mennyiségű gáz adott időben keresztül áramlik, festett alkoholt tartalmazó *U* alakú manometer csövön mérjük. HURTER a manometer érzékeny-

* HURTER, Ding. Polyt. Journ. 229, 160.

ségét oly módon növelte, hogy szárait dűlten helyezte el. Kísérleteimnél azt találtam, hogy az U cső két szárában mutatkozó nyomáskülönbség nem egyéb, mint az U csőnek a vízszintes siktól való elhajlási szögének cosecánsa. Ezzel meg van adva annak a lehetősége, hogy az U csőnek bizonyos elhajlásánál észlelt gázsebességeket bármilyen más elhajlásnál egyszerű számítással meghatározhassuk.

A sűrített gázt tartalmazó tartókból vagy a gázométerekből jövő, kellőleg megszáritott s megmért sebességű gázok a gázvezeték alkalmas helyén találkoznak, vattarétegen áthaladva egymással jól összekeverednek s így jutnak a készülék ivfényébe.

A gázok keveredésének helye előtt a gázvezető csöveken háromfúrásos csapok vannak, melyekkel a gázokat a kéménybe vagy a készülékbe juttathatjuk s a kísérlet befejezése után a reactio termékeit valami indifferens gázzal az elnyelető palackokba szoríthatjuk. A kísérlet megindítása előtt a jól záró készülékben levő levegőt a reactióra szánt gázzal, illetve gázeleggyel szorítjuk ki.

Hogy a kísérletek mennyiségi összehasonlításokra alkalmasak legyenek, azokat lehetőleg egyenlő föltételek mellett kell végezni; minden kísérletnél a gázoknak az ivfénybe való bevezetése kb. 40 perczig tartott s ez idő alatt percenként kb. $55 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ jutott az ivfénybe, az összes adatokat öt percenként leolvastam és a különböző kísérletek tartama alatt nyert leolvasások átlagait egymással összehasonlítottam. A kísérlet folyamata alatt a negatív sarkon, különösen szénhydrogenek bevezetésénél, gumószerű koromlerakodás keletkezik, a mi a szénsarkak alakját eltorzítja s ezzel a sarkak hőmérséki viszonyait s következésképen a kísérletek eredményeit is megváltoztatja. Ezért szükséges, hogy új kísérlet előtt a szénsarkak végeit mindig simára lereszeljük. Ennek folytán a szénfogyasztás tetemes és 100 Ampère óra alatt 25 gmra is rúghat.

Kivánatos lett volna azt a hőfokot is megállapítani, melyen a reactio a legtökéletesebben megy végbe, ámde a reactio nagy része nem magában az ivfényben, hanem már az ivfény közelében izzóvá lett csöves szénsarkak belsejében végbe megy, ezek hőmérséke pedig 200° — 300° -tól a negatív sarkon 2500° -ig, a.

pozitív sarkon pedig kb. 3200°-ig terjedhet, míg magának az ívfénynek hőmérséke ROSETTI szerint kb. 4800° C, így magának a reakciónak hőmérsékét pontosan megállapítani nem lehet s ezért a reactio feltételeit csak az áram sűrűségére vonatkoztatjuk, a mi a hőmérséki viszonyokat is eléggé jellemzi. Az elektrodok átmérője 2 cm lévén, 11 Ampère erősségű áramnál az áram-sűrűség az elektrod végeken 350, 22 Ampère áramnál pedig 700 Amp. de^2 -enként.

A képződött cyanvegyületeket 33 % -os kálilúggal nyelettem el, s az ebben képződött cyankálium meghatározása $\frac{1}{10}$ n. ezüst-nitráttal SHARWOOD* és néha a külön megemlített esetekben, kevesebb pontossággal LIEBIG módszere szerint történt.

Ismeretes, hogy a hydrogencyanid molekulájának képződéséhez a HCN elemeiben rejlő energiához még 28,360 caloria szükséges, hogy ez elemek a HCN molekulájává egyesülhessenek. Ily hőszolgáltatásra különösen alkalmas az elektromos fényív, mint azt a fent említett hőviszonyokból láttuk.

A hydrogencyanid mennyiségi képződését a fényívben eddigelé a következő gázreakcióknál tanulmányoztam:

1. Ammónia az ívfényben.
2. Ammónia szénoxyddal vagy levegővel keverve.
3. Ammónia hydrogennel, vagy szénhydrogenekkel keverve.
4. Nitrogen hydrogennel, vagy szénhydrogenekkel keverve.

Tudvalevő, hogy az ammónia már 500°-on részben elbomlik, a bomlás mértéke azonban nemcsak az izzó felület anyagától hanem THAN szerint vizgöz jelenlététől is függ. Ezért különösen érdekesnek ígérkezett az ammónia viselkedése a magas hőmérsékű szénsarkak között az elektromos ívben.

Az ammóniát az elektromos ívbe kétféle áramerősség mellett vezettem be s a következő eredményeket kaptam:

Kísérlet	Ampère	Idő percekben	NH_3 cm. ³ -ben	NH_3 N-ja grm.-ban	Keletkezett HCN grm.-ban	HCN N-ja grm.-ban	Átalakult N_2
1.	12·3	40	2280	1·4290	0·7722	0·4004	28·0%
2.	22·2	40	2240	1·4044	0·972	0·504	35·9%

* SHARWOOD, J. Amer. Chem. Soc. 19 (5) 410-414.

Ebből a két kísérletből látni való, hogy az áram erősségével a képződött cyanhydrogen mennyisége is emelkedik.

A reactiotermékben a keletkezett cyanhydrogen legnagyobb része ammóniához kötve ammoniumcyanid alakjában van jelen, minek keletkezését izzó szén és ammónia jelenlétében TROMSDORFF,¹ KUHLMANN² s többen már régóta észlelték.³

A reactio gázok az ILOSVAY szerint készített reagenssel acetylenreactiót adnak. Az acetylen az ammónia egyik bomlástermékéből, a hydrogenből keletkezhetik, midőn az az ivbe kerül. Az acetylen képződése azonban igen csekély, mint az I. kísérletnél a cyanhydrogen elnyeletése után hátramaradó reactiogáz következő analysiséből kitűnik:

$$\begin{array}{l} C_2 H_2 : 0.6 \% \\ H : 82.2 \% \\ N : 17.2 \% \end{array}$$

Ez a gázelemzés ORSAT-féle készülékkel történt.

Ammónia- és szénocyd-elegyet alkalmazva, a következő eredmények adódtak ki:

Kísérlet	Ampère	Idő percek- ben	NH ₃ cm. ³ - ben	• CO cm. ³ - ben	NH ₃ N-ja grm.-ban	Keletkezett HCN grm.-ban	HCN N-ja grm.-ban	Át- alakult N
3.	13.0	40	2260	1400	1.4169	0.7965	0.413	29.1%
4.	21.0	40	2220	1400	1.3918	1.0503	0.5446	39.1%

Itt is, úgy mint az ammóniánál, látható, hogy a nagyobb áramerősség a hydrogencyanid képződését elősegíti, azonfelül a szénocyd jelenléte is, habár csak csekély mértékben, kedvező a hydrogencyanid képződésére. Ezzel kapcsolatban megemlítem BERGMANN-nak⁴ azt az észlelését, hogy az ammónia és szénocyd szén távollétében magas hőmérséken csak nyomokban adnak cyant.

¹ TROMSDORFF, J. prakt. Chem. 26, 409.

² KUHLMANN, J. prakt. Chem. 26, 410.

³ LANCE, Compt. Rend. 124, 819—821.

⁴ BERGMANN, J. f. Gasbeleucht. 39, 117.

Megemlítem azt is, hogy dr. SZARVASY tanár úr ajánlatára néhány olyan kísérletet is végeztem, midőn az egyik elektrodon ammóniát, a másikon szénsavat vezettem az ívfénybe. E kísérleteknél azt tapasztaltam, hogy ha a szénsav-áram lassú volt, az összes szénsav valószínűleg már az izzó széncsőben szénoxyddá változott, míg ha az áram gyors volt, a reactiotermékben szénsav mellett némi carbamidot is észleltem. Cyan azonban szénsav jelenlétében sohasem keletkezett több, mint a tiszta ammóniával.*

A szénsavnak az ívfényben szénoxyddá való átalakulása s továbbá a szénoxyd- és ammónia-eleggyel kapott jobb eredmény arra indított, hogy folytatólagosan *levegő- és ammónia-eleggyel* kísérletezzek, abban a reményben, hogy a levegő oxygenjéből az izzó szénsarkakban szénoxyd képződik s a levegő megmaradó nitrogeje talán nagyobb mértékben segitené elő a hydrogencyanidnak képződését.

Kísérlet	Ampère	Idő percekben	NH ₃ cm. ³ -ben	Levegő cm. ³ -ben	NH ₃ N-ja grm.-ban	Keletkezett HCN grm.-ban	HCN N-ja grm.-ban	Átalakult N
5.	11·0	40	2260	2020	1·4169	0·7938	0·4116	29·0%
6.	22·0	40	2240	1660	1·4044	1·0746	0·5572	39·7%

Látjuk tehát, hogy a levegő a hydrogencyanidnak ammóniából való képződését az adott körülmények között csak úgy segíti elő, mint a CO. Annak eldöntésére, hogy a *hydrogennek az ívben való jelenlétének* minő hatása van az ammónia elbomlására, szintén tettem kísérletet a következő eredménnyel:

Kísérlet	Ampère	Idő percekben	NH ₃ cm. ³ -ben	H cm. ³ -ben	N : H	NH ₃ N-ja grm.	Keletk. HCN grm.	HCN N-ja grm.	Átalakult N
7.	21	40	2240	5000	1 : 7·5	1·4044	1·3824	0·7168	51·0%

* GRAEGER, Jahresb. f. chem. Techn. 1858, 184.

Míg tisztán az ammónia alkalmazása mellett az ammónia összes nitrogenjének 36 %-a alakult át hydrogencyaniddá, addig az ammóniát és hydrogen-t alkalmazva — midőn a nitrogen és hydrogen közötti viszony megközelítőleg 1 : 7·5 — a nitrogennek 51 %-a alakult át. E szerint a hydrogen jelenléte tetemesen elősegíti az ívfényben a hydrogencyanidnak ammóniából való képződését, és pedig valószínűleg olyképen, hogy az ívfényben acetylen keletkezik, mi a hydrogencyanidmolekula képződéséhez szükséges szén- és hydrogenatomokat már kapcsolatban tartalmazza s keletkezése pillanatában a szabad nitrogennel ammóniát ad. Hogy mily nehezen egyesül a tiszta nitrogen hydrogen-távollétében a szénnel, FAWSITT és ANDERSON¹ kísérletéből is kiderült, midőn ők nitrogént fehér izzó szénre hagytak hatni s cyannak nyoma sem képződött.

Minthogy ha ammónia ívfényben bomlik, mint azt főlebb láttuk, acetylen is keletkezik, s BERTHELOT² és DEWAR³ bebizonyították, hogy az acetylen nitrogennel elektromos szikrák hatásának kitéve hydrogencyanidot ad, következtethetjük, hogy a cyannak az ívfényben való keletkezésénél az acetylen fontos szerepet játszik; de nemcsak az acetylen, hanem BERTHELOT⁴ és PERKIN⁵ szerint mindazok a szénhydrogenek, a melyek az elektromos szikrák hatásának kitéve, acetylent adnak. Ilyen pl. a methan és a világítógáz is; ezek magas hőfok vagy elektromos szikrák hatására hydrogen kiválása mellett acetylent eredményeznek.⁶

Ezeket a tapasztalatokat az ammóniára alkalmazva, kísérleteket tettem ammónia és acetylen, és azután SZARVASY tanár úr ajánlatára ammónia és methan elegyével.

¹ FAWSITT, J. Soc. Chem. Ind., 1890, 33.

² BERTHELOT, Compt. Rend. 54, 640.

³ DEWAR, Proc. R. S. 29, 188.

⁴ BERTHELOT, Compt. Rend. 67, 1141.

⁵ PERKIN, Chem. N. 21, 66.

⁶ BERTHELOT, Compt. Rend. 54, 575.

Kísérlet	Ampère	Idő percekben	NH_3 cm. ³ -ben	Szénhydrogen cm. ³ -ben	N : H	NH_3 N-ja grm.	Keletk. HCN grm.	HCN N-ja grm.	Átalakult N
8.	21·3	43	2322	1890 C_2H_2	1 : 4·8	1·4557	1·836	0·952	65·4%
9.	13·7	45 ¹ / ₂	2502	2960 CH_4	1 : 7·7	1·5686	1·5957	0·8274	52·7%

E kísérleteknél a nitrogen és az összes hydrogen aránya az 1 : 7·5 körül vagy alatta maradt, melyet az ammónia és hydrogen elegyével alkalmaztam s mégis több cyanvegyület keletkezett, vagyis a nitrogen átalakulása cyanná tökéletesebb volt, mint akkor, ha csupán az ammónia és hydrogen elegyét alkalmaztam. Ez a tény is azt bizonyítja, hogy a cyanképződés az ívfényben előnyösebb föltételek mellett történik, hogyha az ívfénybe az ammóniával akár acetylent, akár pedig olyan más szénhydrogent viszünk be, mely az ívfényben acetylent ad, mintha csupán ammónia- és hydrogen-elegyet használunk, mikor bizonyára szintén keletkezik acetylen, de csak csekély mértékben.

E helyen megemlítendőnek tartom BUEB¹ kísérleteit, melyeket ammóniával és világító-gázzal 1150—1180° C-nál izzó szén jelenlétében ejtett meg, a mikor az ammóniának 60 %-a adott hidrogencyanidot, 20 %-a felbontatlan maradt, 20 %-a pedig nitrogenre és hydrogenre bomlott fel.

Kísérleteket tettem végül *nitrogen és hydrogen* elegyével, úgyszintén *nitrogen- és szénhydrogen*-elegyekkel is. E kísérletek eredményeit közölvén meg kell jegyezni, hogy a használt nitrogen nem volt egészen tiszta, hanem kb. 1·5 % nitrogenoxydot is tartalmazott, miknek jelenléte ILOSVAY szerint² a cyanvegyületek képződését elősegíthette, másrészt hogy e kísérletek végzésekor készülékem még tökéletlen volt, mely körülmények azonban az eredményekből folyó következtetéseket nem módosítják. Szándékom volt eme kísérleteket levegőből előállított nitrogennel az új készülékben is végrehajtani, de úgy e kísérletekről, valamint a túlmennyiségben alkalmazott hydrogen vagy szénhydrogen keverékeknek nitrogenre vagy ammóniára való befolyásának tanulmányozásáról egyelőre le kellett mondanom.

¹ BUEB (BERGMANN), J. f. Gasbel. 39, 117.

² ILOSVAY, Bull. Soc. (3), 2, 737.

Kisér- let	Ampère	Idő percek- ben	N_2 cm. ³ - ben	H_2 cm. ³ -ben	N_2 H_2	N_2 grm.	Keletk. HCN^* grm.	HCN N-ja grm.	Át- alakult N_2
10.	16·6	40	1080	1440	1 : 1·3	1·3542	0·2295	0·119	8·8%
11.	22	40	1780	4200	1 : 2·4	2·232	0·4752	0·2464	11·0%
12.	21	30	1260	1590 CH_4	1 : 2·5	1·5799	0·3672	0·1904	12·1%
13.	16·6	40	1080	3320	1 : 3·1	1·3542	0·3888	0·2016	14·9%
14.	11·0	45	1215	3870	1 : 3·2	1·5235	0·3564	0·1848	12·1%

Eme kísérletek összehasonlításából ismét azt a tényt következtethetjük, hogy az ívfényben képződött cyan mennyisége a jelenlevő hydrogen mennyiségével növekszik, a mint azt különben LANCE* ammónia-, nitrogen- és hydrogenelegyekre izzó szén jelenlétében már kimutatta, továbbá hogy a cyanvegyületeknek ily módon való képződésénél a szénhydrogenek alakjában alkalmazott hydrogen hatásosabbnak látszik lenni, mint a szabad H . Kísérleteim eredményeit összegezve, a hydrogencyanidnak az ivben való keletkezésénél a következő észleleteket tettem:

1. Száraz ammóniának az elektromos ívfényben való bomlásánál, szénoxyd jelenlétében is, ammóniumcyanid keletkezik.

2. A szénoxyd, vagy az ammóniával egyenlő mennyiségű levegő jelenléte csak csekély mértékben segíti elő az ammónia nitrogenjenek átalakulását cyanná, melynek szélső határai kb. 700 Amp. áramsűrűség mellett dm^2 -enként 36–40 % között változnak.

3. Hydrogen jelenléte hathatósan előmozdítja a cyanhydrogen képződését ammóniából. Az átalakulás a fenti áramsűrűség-nél 51 %-ra emelkedik, ha a nitrogen és hydrogen közötti arány 1 : 7·5.

4. Az acetylen, vagy oly szénhydrogen jelenléte, mely az ivben acetylent ad, hatásosabb a szabad hydrogennél. Acetylen alkalmazása mellett, midőn a nitrogen és hydrogen közötti arány 1 : 4·8, a fenti áramsűrűségnél az átalakulás 65 %-ot ér el.

5. A nitrogen átalakulása hydrogencyaniddá szintén növekszik a jelenlevő hydrogen vagy alkalmas szénhydrogen mennyiségével.

* LANCE, Compt. Rend. 124, 819–821.

6. Az átalakulás minden esetben az áramsűrűséggel növekszik.

Végül hálás köszönetemet fejezem ki dr. ILOSVAY LAJOS kir. József-műegyetemi tanár úrnak, ki a fönnebbi kísérletek végrehajtására laboratóriumát készségesen rendelkezésemre bocsátotta s azok végrehajtásában az intézet eszközeivel, úgyszintén jó tanácsaival mindig készségesen segítségemre volt, s köszönetemet kell még kifejeznem dr. SZARVASY IMRE kir. József-műegyetemi rendkívüli tanár úrnak is, ki engem e munkára felszólított s annak folyamában jó tanácsaival is gyakran támogatott.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 június 20.-án tartott üléséből.)

FÖLDALKÁLIPHOSPHOROKRÓL.

LENARD FÜLÖP 1. tagtól és KLATT VIRGIL-től.*

Már régebben ** kimutattuk, hogy a hosszú tartama által feltűnő és bizonyos földalkálisulfidoknál tapasztalt phosphoreskálás három lényeges alkotórész jelenlétéhez van kötve, melyek: 1. a földalkálisulfid maga; 2. bizonyos hatásos fémek nyomai; 3. egy olvadó adalék.

Mint hatásos fémet eddig a rezet, mangant és bismuthot említettük meg, mint alkalmas olvadó adalékot több szintelen sótt. A phosphorfény színére nézve azt találtuk, hogy azt a fém és a földalkálisulfid állapítja meg. Így a három nevezett fém mindegyikének egy-egy sávot tulajdonítottunk a phosphorfény színeképeben. A réznek sávja, melyet már annak idején mind a három földalkálisulfidban megállapítottunk, a calciumsulfidnál a kékes-zöldben, a strontiumsulfidnál a sárgás-zöldben, a baryumsulfidnál a vörösben volt.

Hogy a nevezett chemiai összetétel mellett a physikai vagy molekuláris szerkezetnek is van szerepe, az abból látható, hogy a phosphoreskálóképesség csakis izzási hőmérsékletnél és sohasem hideg vagy nedves eljárásnál áll elő, továbbá, hogy nyomás megsemmisíti.***

* Jelen dolgozatban egy hosszú kísérleti vizsgálat főbb eredményeit közöljük. Egész terjedelmében, részletesen, az «Annalen der Physik» folyóiratban fog megjelenni.

** V. KLATT u. P. LENARD, Wied. Ann. 1889. 38. 90. oldal, a hol egy-szersmind a korábbi és az akkor közel egyidejű irodalom ezen és rokon téren meg van említve.

*** P. LENARD u. V. KLATT, Ann. d. Phys. 1903. 12. 439. oldal.

A míg régebben a phosphoreskáló sulfidok előállításánál — a mint ezeket a praeparatumokat nem egészen találóan ma is még nevezik — az eredmény bizonytalan volt és véletlenségtől függött, addig a mondottak szerint most már lehetségessé vált a phosphoreskáló anyagok egész sorozatának előállítása mindig ugyanabban a minőségben, azaz mindig ugyanabban a színben és erősségben. Így azután további kutatásra alkalmasokká lettek.*

Egyszersmind azonban beláttuk, hogy a lehetséges hasonló phosphorescentiák száma ezzel koránt sincs kimerítve.

A munkát tehát majdnem megszakítás nélkül folytattuk, miről jelen munkánkban beszámolunk.

Földalkáliphosphornak vagy röviden phosphornak a következőkben olyan praeparatumot nevezünk, melyben a fent megnevezett három alkotórész megvan, és a mely megelőző megvilágítás után hosszasan világít. E három alkotórészt röviden sulfidnak, fémnek, illetőleg adaléknak nevezzük. Tiszta phosphornak nevezünk olyan phosphort, mely csak egy fémet és csak egyféle sulfidot tartalmaz. Egy tiszta phosphor megjelölése röviden így történik: pl. *Ca*, *Cu*, *Na*₂, *SO*₄.

Kutatásainknál kerek 800 praeparáló kísérletet és 300 spektroskopos megfigyelést végeztünk.

A kutatás menete pedig lényegében véve a következő volt.

Mindenekelőtt még tisztább phosphorok előállítására törekedtünk, mely czélból a kiindulásul használt anyagnak lehetőleg fémmentesnek kellett lennie. A tisztítási módok és eljárások kellő megválogatásával és ellenőrzésével, valamint a messzemenő elővigyázat mellett az égetésnél sikerült olyan tiszta phosphorokat előállítanunk, melyeknél annak a gyenge phosphoreskálásnak, melyet már előbb fémek jelenlétének kellett tulajdítanunk, már nyomait is alig láthattuk. Ezek a kísérletek egyszersmind megerősítették azt, a mit már első munkánkban kifejeztünk, hogy t. i. fémmentes praeparatumok, praeparatumok adalékok nélkül és tiszta földalkálisulfidok nem phosphoreskálnak.

* Lásd ELSTER u. GEITEL, Wied. Ann. 1891. 44. 412. old., R. KLATT, Math. és Phys. Lapok, 1901. 3-ik és következő füzet, a hol egyúttal a *SrBi*-, *SrSb*- és *BaBi*-phosphorokról is említés van téve, és A. DAHMS, Ann. d. Phys. 1904. 13. 422. old.

Az ilyen módon előállított phosphor fényének színekéből kiderült, hogy minden fémnek nemcsak egy sáv, hanem egész sáv sor felel meg. Azok a sávok, melyeket annak idején megállapítottunk, ebben a sorozatban azzal tűnnek ki, hogy intenzitásuk alkalmas adalékokkal legjobban növelhető.

Egy ilyen sáv egyforma tulajdonságokkal bíró sugarak complexuma. Így egyformán és egyenlő gyorsan gerjeszthetők bizonyos hullámhosszal bíró fényvel, egyformán gyorsan fogy intenzitásuk és az adalékok meg a hőmérséklet egy módon hatnak rájuk. Megjegyzendő még, hogy ez a sugárcomplexum, bár összefüggő egészet alkot, a színek tetemes részét foglalhatja el.

A phosphorfény színekében lévő sávok fényerőssége általában nem egyforma gyorsan fogy a gerjesztés megszüntével. Azokat a sávokat, melyek ilyenkor rögtön eltűnnek, pillanati sávoknak, a melyek hosszasan világitanak, tartós sávoknak nevezük. Ez utóbbiak állapítják meg a phosphoreskálás hosszú tartamát és színét. A pillanati sávok a gerjesztő fény megszűnése után $\frac{1}{300}$ másodperc múlva még igen jól láthatók a phosphoroskopban. A gerjesztés többnyire ultraibolya fényvel történt. Ezekkel a kevéssé vagy egyáltalában láthatatlan sugarakkal úgy szólván az összes phosphorokat lehet gerjeszteni. Ezenkívül igen kényelmes is velök dolgozni ezeknél a kísérleteknél, a mennyiben a phosphorfény megfigyelésénél nem zavarnak, mivel láthatatlanok.

A kísérleteket nagyobb számú gondosan tisztított adalékra terjesztettük ki és ekkor azt tapasztaltuk, hogy azoknak is van valamelyes befolyásuk a phosphorfény színére. Eme befolyásuk azonban nem az emissiosávok eltolódásában áll, hanem abban, hogy általánosságban az illető fémeknek megfelelő sávok közül nem ugyanazokat emelik ki legjobban.

Az adalékok e tekintetben egyforma vagy közel egyforma hatásuk szerint csoportokba oszthatók.

A *Cu*-, *Mn*-, és *Bi*-on kívül még más fémek is bizonyultak hatásosoknak. Ilyenek: *Pb*, *Ag*, *Zn*, *Ni*, *Sb*,* miáltal nagyobb-

* Első munkánkban bizonyos ásvány-præparatumok phosphorescentia színekéből egy akkor fel nem ismert fém jelenlétét állapítottuk meg, melyet egyelőre ζ -val jelöltünk. Ez a fém *Pb*.

számú új és jellemző phosphorescentiákat nyertünk részben tetemes intenzitással és világitási tartammal.

Hogy ezeknek a phosphorescentiáknak a tulajdonságait közelebről megismerhessük, több irányban végeztünk kutatásokat. A *C*) fejezetben beszámolunk az állandó hőmérséklet, az *E*) fejezetben a hőmérsékletváltozás hatásáról, a hol különös érdekel bir a melegítésnél tapasztalható felvillanás. Ez, egyetemben a gerjesztés nemével járó befolyással (*D*) fejezet), bizonyos betekintést nyújtott a jelenségek szövevényébe.

De bármilyen módon is befolyásoltuk a phosphoreskálást, mindig csak azt tapasztaltuk, hogy ez a hatás a színekben levő egyes sávok intenzitásának és világitási tartamának relativ változtatásában áll. A sávok fénymaximumának helye állandó.

Megkíséreltük azután a jelenségek visszavezetését az emissiosávok megállapított tulajdonságaira, abban a reményben, hogy ez úton sikerül majd a megfigyelt jelenségek sokféleségében törvényszerűségeket felismerni. Ameddig a megfigyelés anyaga csak engedte, mindenhol erre törekedtünk. Ezzel könnyebbé lett egyzersmind a megfigyelés terjedelmes anyagának összefoglalása.

A következőkben összeállítottuk azokat az általános eredményeket, melyekhez a phosphor színekében lévő sávok tanulmányozásával jutottunk. E mellett egynémely phosphor speciális tulajdonságait külön fogjuk tárgyalni.**

Jóllehet nincs szándékunkban pusztá hypothesiseket közölni, mégis helyén valónak tartottuk befejezésünkben beszámolni arról, hogy milyen képet alkottunk ezekről a jelenségekről. Ezekhez a magyarázatokhoz különben maguk a jelenségek vezettek abban a törekvésünkben, hogy azokat egymásközt és a többi ismeretessel összefüggésbe hozzuk.

A) Phosphorok készítésénél szerzett tapasztalatok.

A phosphorok készítése úgy történt, a mint első** munkánkban leirtuk. Az eljárást illetőleg tehát egyszerűen arra utalhatunk.

* Munkánk főhaszna talán abban áll, hogy további kutatáshoz kedvező és eléggé rendezett anyagot nyújt.

** V. KLATT u. P. LENARD, Wied. Ann. 1889. 28.

Újabb phosphorescentiákat nyertünk a következő fémekkel: *Pb*, *Ag*, *Zn*, *Ni*, *Sb*.

1. Az újabb phosphorok leírása.

a) *Pb*-phosphorok. A *CaPb*-phosphoroknál nagy befolyásuk van az adalékoknak a phosphorfény színére; intenzitásuk általánosságban közepes. *Na*-val sárgászöld, *K*-val kékesibolya volt a szín. *Li* középhelyet foglal el az *Na* és *K* adalékok között. A legjobb phosphort következőkép nyertük: 2 g. *CaS*-ot 6 csepp *Pb* oldattal kevertünk össze (1 csepp $\frac{1}{3600}$ g. *Pb*-ot tartalmazott), ehhez adtunk 0.12 g. K_2SO_4 és 0.1 g. *CaFl*₂ adalékot és az így praeparált tömeget hosszasan égettük. A phosphorfény színe: kék. A *SrPb*-phosphoroknál az adalékok hatása a színre szintén nagy. *Na* sárga, K_2SO_4 kék fényt ad, *Li* ibolyaszínű árnyalatokat. A legjobban világító phosphor nyerhető: 2 g *SrS* $\frac{3}{4}$ csepp *Pb* oldattal (fenti), 0.05 g Na_2SO_4 és 0.02 g *NaFl*-val való égetése által. Szín: sárga.

b) *Ag*-phosphorok. A *CaAg* és *BaAg* nem adtak határozott phosphorescentiákat. A *SrAg*-nál az adalékokon kívül az égetés hőfokának is van befolyása a színre. Lassú, óvatos és rövid égetésnél a fény színe vöröses, mely tartósabb égetésnél mindjobban átmegy ibolyába. Ilyen utóbbi phosphort nyerni, ha 2 g *SrS*-ot 1 csepp *Ag* oldattal (1 csepp *Ag* tartalma $\frac{1}{6400}$ g), 0.08 g Li_2SO_4 -vel erősen égettük. Az intenzitás nem nagy.

c) *Zn*-phosphorok. Ezeknél nincs befolyásuk az adalékoknak. A phosphorfény színe a *CaZn*-nál zöld; az intenzitás csekély. A legjobb *SrZn*: 3g *SrS*, 2 csepp *Zn* oldat (1 csepp $\frac{1}{4600}$ g *Zn*) és 0.1 g *CaFl*₂. A szín zöldessárga, az intenzitás tetemes. A *BaZn* határozatlan.

d) *Ni*-phosphorok. Az adalékok nem hatnak a színre. 4 g *CaS*, 2 csepp *Ni* oldat (1 cseppben $\frac{1}{32000}$ g *Ni*) és 0.15 *CaFl*₂ tartós égetésnél sötét-vörös színű phosphorescentiát adott, de csekély erősséggel. A *SrNi* és *BaNi* igen gyengén világítanak.

e) *Sb*-phosphorok. A *CaSb*-ok gyengén világítók és az erős égetést nem bírják ki. Az adalékok erősítő hatása csekély. A szintén gyengén világító *SrSb*-ok színeik sokféleségével tűnnek ki, a mennyiben fényük narancssárga, sárgászöld, söt kékes árnyalatú is lehet.

A régebbi hatásos fémek közül *Bi* és *Mn* újabban a *SrS*-ben és *BaS*-ben is megpróbáltattak, mivel első kutatásainknál csak a *CaS*-ban vizsgáltuk meg. A *Bi* a nevezett két földalkálisulfidban a legfényesebben világító phosphorokat adta, melyeket eddig egyáltalában sikerült előállítanunk. Már kisebb felülettel mérsékelt nagy teret annyira megvilágítanak, hogy az abban lévő tárgyakat igen jól lehet felismerni. Az adalékok nem befolyásolják a fény színét, sem a *SrBi*-nál, sem a *BaBi*-nál.

A legszebben világító *SrBi* következő módon készül: 4 g *SrS*, 2 csepp *Bi* oldat (1 csepp $\frac{1}{4200}$ g *Bi*-ot tartalmaz) és 0·2 g borax meg 0·05 g $CaFl_2$; a phosphor fényszíne intenzív kékeszöld. A *BaBi*: 3 g *BaS*, 1 csepp a fenti *Bi* oldatból és 0·1 g $K_2B_6O_{10}$; a szín: sárga. A világítás tartama rendkívül nagy (hónapok).

A *Mn* csak a *SrS*-ban adott gyengébb phosphorescentiát. Csak sárga, illetőleg sárgászöld színeket lehetett kapni. Legjobb: 3 g *SrS*, 1 csepp *Mn* oldat (1 cseppben $\frac{1}{10500}$ g *Mn*).

2. Az adalékok hatása és mennyisége.

Míg első phosphorjainknál az adalékok hatását a phosphor színére nézve nem tapasztaltuk, hatásuk az újabb phosphoroknál nyilvánvaló. Erre vonatkozólag a következőket állapítottuk meg:

a) Egyes fémeknél, mint a *Zn*, *Bi* és *Mn*-nál mindig csak egyféle színt kapni tetemes intenzitással, bármely adalékot is használunk; ellenben más fémeknél, különösen *Pb* és *Cu*-nál, igen nagy a befolyásuk, úgy hogy változtatásuk által két- vagy többféle színt vagy színárnyalatot nyerhetünk, szintén elég nagy intenzitással. Ilyen pl. *CaCu*. *Na*-val zöld, *K*-val kékesibolya, *Li*-val — mely középhelyet foglal el az előbbi kettő között — kékeszöld a phosphorfény. Ezt a hatást a phosphorok egész csoportjai mutatják.

b) Chemiaillag hasonló adalékok rendszerint egyformán hatnak. Így pl. a *Na* élenysói egymás közt, valamint a *Li* és *K* sói is. A chloridok másképp hatnak, mint az élenysók, megint más módon a fluoridok. Az élenysóknál inkább a basis bír döntő befolyással, a haloidsóknál meg inkább a haloid. A chloridok többnyire úgy hatnak, mint a káliumsók. Mindezek a szabályszerűségek legjobban szembeötlők a *Ca* phosphoroknál. A *Sr* phos-

phoroknál már eltérések vannak; a baryumphosphoroknál szintén egyformán vagy közel egyformán hatnak az adalékok, de már nem oly egyszerű chemiai analogiák szerint.

A 2-ben mondottak alapján a következőkben az adalékokat röviden leglényegesebb alkotórészükkkel fogjuk jelölni, pl. $CaCuNa$ -t $CaCuNa_2SO_4 + NaFl$, $CaNiFl$ -t pedig $CaNiCaFl_2$ helyett, mivel ezeknek a phosphoroknak mindegyike az adalékok egész csoportját foglalja magában.

A phosphorfény spektroskopos elemzése továbbá kiderítette, hogy:

1. A különböző adalékok által nyert különböző phosphorszínek vagy színárnyalatok mind ugyanazon emissiosávokból vannak összetéve, melyek az illető fémnek megfelelnek. A különböző színek az által keletkeznek, hogy minden adalék e sávok közül másokat emel ki, erősít, míg a többiek háttérbe szorulnak. Így pl. a $CaCu$ -nál a Na a zöld sávokat erősíti — ezek főmaximuma $\lambda = 51 \cdot 5 \cdot 10^{-5}$ mm-nél van —, a K ellenben a kék sávot, melynek főmaximumát $\lambda = 47 \cdot 10^{-5}$ mm-nél állapítottuk meg.

2. Az adalékok hatása a sávokra a) az intenzitás, b) a világítás tartamának módosításában áll. Sávoknak eltolódását a színképben nem észleltük.

Lássuk már most, miképen hatnak az adalékok a phosphor hevítésénél. Adalék nélkül az olvashatatlan fémtartalmú sulfid laza porszerű tömeg, mely az olvadó adalék hatása alatt összetartó tömeggé lesz és kisebb teret foglal el, mint égetés előtt. Ennek a hatásnak a lényege valószínűleg az, hogy a hatásos fém a földalkálifém és kén atomjait egymáshoz közel hozza, minek eredménye a phosphoreskáló képesség. Mint látni fogjuk, hatásos componensnek egyrésről a fém, másrésről a földalkálisulfid, mint olyan, tekintendő.

Azonkívül úgy látszik, hogy a földalkálisulfid az olvadó adalékban feloldódik. Ha egy csepp megolvadt Na_2SO_4 -hez egy szem CaS -ot tartunk és ezt BUNSEN-lánggal hevítjük, akkor észrevenni, hogy a CaS behatol a Na_2SO_4 gyöngybe és egy átlátszatlan tömeg keletkezik, mely lehülésnél emailszerűen megmerevedik. Ez a megmerevedett tömeg igen jól világít, ha a sulfid pl. Bi tartalmú volt.

Ebben az esetben az adalék túlnyomó volt, a mi azonban a phosphoreskáló képességre nézve nem zavaró.

Az adaléknak a hevítésnél használt mennyiséget illetően azt tapasztaltuk, hogy az illető földkálifém sulfidjának 1 grammjához 0 005—0 015 g-nál többet kell adni, hogy a hatás maximumát elérjük. Ez függ különben a fém mennyiségétől. Minél több fém van jelen, annál több adalékot is kell hozzáadni. Mind a mellett a 0 1 g-nyi mennyiséget nem igen haladtuk túl. Ha t. i. sok az adalék, akkor a tömeg teljes megolvadása következik be, ez megtámadja a tégely falát, mi által más anyagok jutnak a phosphorba, mely ilyenkor sokkal gyengébben szokott világítani. De adalék-keverékből többet lehet venni.

3. *A fém mennyisége.*

A phosphorfény intenzitása eleinte gyorsan emelkedik a fém mennyiségének növekedésével, úgy hogy a legtöbb esetben már 0 0001 g alatt lévő mennyiségnél érhetni el a fényesség maximumát. Azontúl csak keveset növekszik az intenzitás, jó darabig állandó marad, majd fogy és végre a phosphor nem világít.

Különös figyelmet érdemel az a körülmény, hogy ugyanannak a fémnek különböző sávjai a maximális fémmennyiséget illetően nem egyformán viselkednek, hanem egymástól függetlenek.

Ha pedig ugyanannak a fémnek maximális mennyiségét a különböző földkálisulfidokban összehasonlítjuk, akkor észreveszünk, hogy az legkisebb a *BaS*-nál, azután jön a *SrS* és a legtöbb fémet bírja el a *CaS*.

Tapasztalataink szerint — melyek azonban nem photometrikus természetűek — a fém mennyisége nem befolyásolja a világítás tartamát, hanem csak intenzitását.

4. *A hevítés hőmérséklete és tartama.*

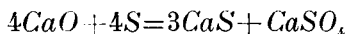
Ez utóbbi tényezők általánosságban a phosphor teljes intenzitására hatnak, azaz egyformán az összes sávokra. A hatás maximuma annál a hőfoknál és olyan tartamnál lesz elérve, melynél az adalék fent leírt módon legjobban érvényre jut és a

melynél nem túlságosan sok kén távozik el a præparatumból oxydálás által.

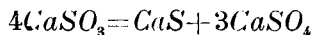
Vannak azonban esetek, melyekben az egyes sávok különböző hőfokot és égetéstartamot igényelnek. Ilyen pl. a *SrAg*, mely rövid és óvatos égetés után vörös, hosszas és tartós égetés után pedig ibolyafénnyel világít. Olyan esetekben, mikor a phosphort hosszasan és erősen hevitjük, az eltávozott ként pótolni kell.

5. *A phosphorok földalkálisulfát tartalma.*

Ha a phosphorokat a földalkalicarbonátból kénrel való égetés által állítjuk elő, akkor a sulfid mellett sulfátot is kell tartalmazniok, és pedig a következő egyenlet szerint:



39% sulfátot 61% sulfid mellett. Hogy eldöntsük azt a kérdést, hogy a sulfáttartalom, illetőleg a sulfid mennyiségének van-e befolyása, calciumsulfidból is készítettünk phosphorokat. A gondosan tisztított calciumsulfit hevítésénél



egyenlet szerint 85% sulfát és csak 15% sulfid keletkezik. Mivel az így nyert phosphorok minden tekintetben úgy viselkedtek, mint amazok, azt lehetett volna hinni, hogy a — különben magában nem világító — sulfid jelenléte fölösleges. A dolog azonban nem így áll. Egy calciumsulfátphosphor teljesen úgy készítve, mint a calciumsulfidphospor, egyáltalában nem világított. Ezekből következik, hogy a sulfid jelenléte okvetlenül szükséges, ámbár csak csekély mennyiségben, a mennyiben nagyrészen más anyag (pl. $CaSO_4$) által pótolható.

B) *A phosphorfény spektroskopos elemzése.*

Úgy látszik, hogy az összes sávok fényemissiójának lefolyása ugyanazon törvény szerint megy végbe, csak különböző sebességgel.

Máskép áll azonban a dolog a különböző phosphorok teljes

emissiójának lefolyásánál. Itt minden egyes eset saját különöségeit mutatja. Hasonlitsunk össze ebből a szempontból p. o. három oly phosphort, melyek gerjesztés közben — ultraibolyafénnyel — és $\frac{1}{4}$ órával azután is — bár sokkal gyengébben — egyenlő erősségekben világítanak. Ilyenek a *SrCuNa*, *CaBiNa* és *SrZnFl* phosphorok. Az átmenet az egyenlő kezdő értéktől az egyenlő végső értékhez mindegyik phosphornál más. A *SrCuNa*-nál az intensitás az első tizedmásodperczben igen gyorsan hanyatlik eredeti értékének igen kis törtrészeig, azontul azonban igen lassan fogy. A *CaBiNa* fényerőssége szintén eleinte láthatóan sokkal gyorsabban fogy, mint később, de az első hanyatlás nem oly nagy, mint a megelőző phosphornál és néhány másodperczet igényel. A *SrZnFl*-nál végre ilyen kezdetbeli gyors hanyatlás nincs is. A phosphorfény megfigyeléséből nem is venni mindjárt észre, hogy a gerjesztés már megszűnt.

A fényemissio eme különféle lefolyása a phosphorfény színképében lévő egyes sávok különböző világítási tartamával magyarázható meg. Ugyanis a *SrCuNa*-nak van egy fényerős pillanati sáva, mely a gerjesztés megszűntével rögtön eltűnik a színeképéből; a *CaBiNa*-nál három egymáshoz igen közel fekvő sávból álló fényes kék sáv van, mely a phosphor fényerősségének legnagyobb részét teszi ki és ezek közül kettő sokkal gyorsabban — de nem pillanatilag — fogy, és végül a *CaZnFl*-nál csak egy tartós sáv észlelhető, innen van a fényemissio szabályos lefolyása.

Figyelemreméltó, hogy egyetlen egy phosphor fénye sem fogyott eleinte lassabban és később gyorsabban. Ezt, valamint hogy a phosphorfény különböző és különböző gyorsan fogyó részekből áll, már E. BECQUEREL is tudta. Véletlenül kedvező anyagból készült phosphorjain tapasztalta ezt, és ez vezette őt arra, hogy a fényemissio időbeli lefolyását, melyet photometriailag követett, több exponentiális időfüggvény összegével fejezze ki*

Hogy ez nem sikerült, könnyen érthető, ha meggondoljuk, hogy minden egyes fémnek már több sáv felel meg általánosságban és E. BECQUEREL phosphorjai bizonyára több fémet tartalmaztak, úgy hogy az egyes emissiók száma igen nagy lehetett.

* E. BECQUEREL «La lumière» T. 1. p. 285.

Már ezekből is látható, hogy csak az egyes emissiosávok külön vizsgálata által nyílik kilátás arra, hogy a phosphorok fényemissiójára nézve egyszerű törvényeket találhassunk.

Ha valamely phosphorra gerjesztő fényt vetünk, a különböző sávok nem egyenlő idő alatt érik el erősségük maximumát: nem egyforma gyorsan «szólalnak meg». A sávok «megszólalása» elválaszthatatlanul függ össze az emissio lefolyásával oly módon, hogy ha az emissio gyors lefolyású, akkor a sáv megszólalása is gyorsan történik, ellenben ha lassú lefolyású, akkor az illető sáv lassan gerjesztődik is.

Ez természetesen a teljes emmissiónál is úgy van, mely esetben színváltozás áll be, úgy a gerjesztés kezdetekor, mint megszünésekor.

Ennek a jelenségnek szép példáját nyújtja egy *SrMnNa* phosphor. Ennek a phosphornak a színe egy vörös és két egymáshoz igen közel fekvő sárgászöld sávból áll. A vörös sáv pillanati. Állandó, tartós gerjesztésnél — ultraibolyafénnyel — az emmissioszínkép a vöröstől a zöld közepéig úgyszólván folytonosan húzódik. A mint a gerjesztés megszűnik, rögtön eltűnik a vörös sáv a színeképből és visszamarad a hosszasan világító, de mindinkább halványodó sárgászöld sáv. Ez okozza tulajdonképpen a phosphoreszkálás sárgászöld színét. A gyorsan eltűnő vörös sáv azonban éppen oly gyorsan jelentkezik a színképben, míg a lassan elmúló sárgászöld jóval lassabban fejlődik ki benne. Ha tehát a phosphort gerjesztésének első pillanataiban megfigyeljük, meglepetve látjuk, hogy nem zöld színű — a mi a rendes phosphoreszkálás színe — hanem tiszta és fényes vörös. Csak egy idő múlva, körülbelül 2 másodperc elteltével lesz ismét zöld. Ennek a jelenségnek mindannyiszor kell beállnia, valahányszor a pillanati sávok együttvéve, megfelelő erősségekben, más szint adnak a szemre nézve, mint az összes sávok.

Az olyan phosphorokat, melyeknél sok a pillanati sáv, gerjesztésnél úgyszólván rögtön teljes erősséggel látjuk világítani. Míg ha kevés a pillanati sáv, vagy talán nincs is, a phosphor csak bizonyos — habár rövid — idő múlva éri el fényerősségének maximumát.

Ezt az utóbbi jelenséget már E. BECQUEREL észrevette

bizonyos, rövid világítási tartammal bíró anyagoknál, mint a milyen pl. a mézspát, melyeknek emissióját csak a phosphoroskopban lehet tanulmányozni. Phosphoreskáló földalkálisulfidjai azonban nem igazolták ezt a tételt, de BECQUEREL már akkor gyanította, hogy ennek oka valószínűleg ezen praeparatumok fényemissiójának összetett volta.

Ha a tételt az egyes sávokra alkalmazzuk, akkor általános érvényességének tekinthető eddigi kutatásaink szerint.

C) A hőmérséklet befolyása.

A hőmérsékletnek kétféle hatását különböztetjük meg a következőkben, a szerint, a mint a világítás különböző, de állandó hőmérsékletnél történik, vagy pedig a már nem világító phosphort hőmérsékletének emelése által — újabb gerjesztés nélkül — ismét világításra bírjuk. Ebben a fejezetben az előbbi, az *E*) fejezetben az utóbbi hatással fogunk foglalkozni.

A phosphorokat állandó hőmérsékleteknek tettük ki — 180° (folyékony levegő) és a vörös izzás hőfoka között, a mikor minden világításnak vége szakad, és azt tapasztaltuk, hogy a tiszta phosphorok fényének színe e közben megváltozik.

A hőmérsékletnek ilyenén hatását következőleg foglalhatjuk össze:

1. Egy és ugyanazon phosphor fényének színei vagy színárnyalatai, melyek különböző hőmérsékleteknél mutatkoznak és egymást felváltják, mind össze vannak téve az emissiószávokból, melyek az illető fémnek a phosphorban megfelelnek. Ezen sávok mindegyikét külön módon befolyásolja a hőmérséklet.

2. A hőmérséklet az egyes sávoknak *a*) intenzitását és *b*) világítási tartamát módosítja. Sávoknak eltolódását a szinképbén nem észleltük.

Különösen alkalmas ezekhez a kísérletekhez a *Ca*, *Ni*, *Cu*, *Fl*₂ phosphor egyszerű phosphorszinképénél fogva, mely egy sötétvörös és egy attól elválasztott sárga sávból áll. Ha ezt a phosphort üvegbe téve — 180° -ra lehűtöttük és az azután lassan felveszi a szoba hőmérsékletét, miközben folytonosan ultraibolya-fénnyel gerjesztjük, akkor észreveszszük, hogy a sárga sáv a

szinképpen mindjobban elhalványul és végre eltűnik, míg ugyanakkor a vörös sáv lassan kifejlődik és végre teljes erősséggel világít. Hogy nem a sárga sáv tolódott el a vörös helyére, bizonyítja az a körülmény, hogy kb. -70° -nál mind a két sávot egyszerre látni a szinképpen egy fényminimum által elválasztva.

A hőmérséklet és az adalékok hatása az emissiosávokra egymástól független. Ez azt jelenti, hogy valamely adalék hatása egy bizonyos sávra bármely hőmérsékletnél ugyanaz és viszont egyforma a hőmérséklet hatása is egy bizonyos sávra bármely adaléknál.

Mindaz tehát, a mit az adalékok hatására vonatkozólag megállapítottunk, nemcsak közönséges, hanem minden hőmérsékletre érvényes.

Minden emissiosáv gerjeszthetőségére nézve létezik egy hőmérsékleti felső határ, mely a különböző sávoknál különböző. Egyes sávoknál közel van a vörösizzás hőfokához, sokkal azon túl egyiknél sincs, a legtöbbnél azon alul van.

Legmélyebben fekszik ezen felső határ és a gerjesztés különösen gyors megszűnésével van összekötve a baryumphosphoroknál, kivált a *Pb* és *Bi*-nál, melyek világítása $+100^{\circ}$ -nál megszűnik. A *Ca*- és *Sr*-phosphoroknál magasabb a hőmérsékletnek ez a felső határa. Csaknem vörösizzásnál világít még a *Sr Zn* zöld sávja.

Alsó határt a gerjeszthetőségre nézve nem találtunk. Még jeleket sem, melyekből annak létezésére következtethettünk volna. Az általunk használt legalacsonyabb hőmérséklet alatt, -180° -nál, a phosphorok csak úgy viselkedtek, mint bármely más hőmérsékletnél a felső határon alul.*

* Az újabb irodalomban találni több adatot a «calcium-, strontium- és baryumsulfid» phosphoreszkálására vonatkozólag alacsony hőmérsékletnél. Azt is, hogy a világítás -70° -nál megszűnik. Az illető preparátumokban lévő fémek ismerete nélkül ezek az adatok hasznavehetetlenek. A -70° -os határ a mi phosphorjaink egyikére sem illik. Ellenben megérősíthetjük E. BECQUEREL tapasztalatát — ámbár nem kivétel nélkül —, hogy a világítás tartama általánosságban annál rövidebb, minél magasabb a hőmérséklet («La lumière» T. 1. p. 390) a BECQUEREL által használt hőmérsékleti határok között: -20° -tól fölfelé. A későbbiekben az emissio-

Különösen fényesen világítanak -180° -nál a baryumphosphorok, melyeknél — mélyen fekvő felső határuknak megfelelően — általában az emissióra nézve sokkal kedvezőbb az alacsony hőmérséklet, mint a *Ca*- és *Sr*-phosphoroknál. Ez utóbbiak közül külön megemlítjük a *Ca Ni Fl* phosphort, mint a mely -180° -nál különösen soká világít.

Ha a hőmérsékletet -180° és a felső határ közt változtatjuk, akkor a színekben új, ezelőtt láthatatlan sávok léphetnek fel és tetemes erősséget is érhetnek el, míg más sávok ismét eltűnhetnek.

A sávok ilyenén váltakozására szép példát nyújtanak a *CaBi*- és *SrBi*-phosphorok. Az ellenkező magatartásra pedig ugyanazon földalkáliák *Cu*- és *Pb*-phosphorjai. Ez utóbbiak tósvájai olyan állandók, hogy az emissioszínkép a hőmérsékletnek változásánál az említett határokon felül majdnem változatlan marad.

Kivétel nélkül minden phosphornál tapasztaltuk továbbá, hogy az emissiosávok alacsony hőmérsékletnél keskenyebbek és élesebben határoltak, magasabb hőmérsékletnél pedig szélesebbek és széleik elmosódottak.* Alacsony hőmérsékletnél elválnak egymástól a színekben lévő esetleg igen szomszédos sávok, a mi jó szolgálatot tesz az egyes sávok felkutatásánál. Viszont magas hőmérsékletnél könnyen egybeolvadnak. Ez az egybeolvadás a baryumphosphornál már közönséges hőmérsékletnél következik be, mert ezeknek, mint láttuk, mélyen fekvő felső határuk van.

Ha a sávok az egész színekben el vannak szórva és egyikük sem tűnik ki erősségével, akkor ennek az egybeolvadásnak az eredménye egy folytonos színkép és a phosphorfény fehér. Ez tapasztalható a *CaSbNa*, *Ca* és *SrCu*-nál, a *SrPb* és *SrAgLi*-phosphornál.

A sávok pillanati vagy tartós volta, mint később kiderült, tisztán csak az uralkodó hőmérséklettől függ. Ugyanis minden sáv bizonyos alacsony hőmérsékletnél pillanati, magasabbnál tar-

sávokat illetőleg egy általános tételhez fogunk jutni, mely BECQUEREL tételét magában foglalja.

* Ez okból történt a sávok fénymaximum helyének megállapítása rendszeresen alacsony hőmérsékletnél.

tós és végül meghatározott még magasabb hőfoknál ismét pillanati és az is marad eltűnéséig a felső határnál. Az egyes sávok e tekintetben csak e hőmérsékleti határok és az azok közt észlelhető intenzitásuk és tartamuk szerint különböznek.

A sávok eme három állapotát hideg állapotnak vagy alsó pillanati állapotnak, tartós állapotnak és meleg vagy felső pillanati állapotnak nevezzük.

Közönséges hőmérsékletnél a legtöbb sáv tartós. Ide tartoznak mindazok a phosphorok, melyek közönséges hőmérsékletnél fényesen utánvilágítanak, pl. *CaCu*, *CaPb*, *SrCu*.

A meleg állapotra szolgáltat példát a *CaBi*, *SrZn* és *CaSb* néhány sávja.

Mivel a *CaBi*, *CaNi*, *BaCu*, *BaBi* egyes sávjai -180° -nál tartósak, a mondottak szerint feltehetjük, hogy e hőmérsékleten alul pillanatiak. A *SrMn*, *BCu* és *CaMn* bizonyos sávjai egyáltalában csak mint pillanatiak észlelhetők; ezek tehát -180° alatt lehetnek tartósak.

Az utóbbi esetek ugyan meghaladják a közvetlen tapasztalatot, de másrészt egyetlen egy sáv sem ellenkezik eme felfogásunkkal.

Azok a hőmérsékleti határok, melyek minden egyes sáv három állapotának megfelelnek, függetlenek az adalékoktól (mint fentebb láttuk) és mint látni fogjuk a gerjesztés nemétől és a hatásos fény mennyiségétől is.

Hogy az adalékoktól függetlenek, annak az a következménye, hogy az adalékok befolyása igen korlátolt, a mennyiben nem áll hatalmukban egy pillanati sávot tartóssá tenni. Hatásuk főképp az intenzitás módosítására szorítkozik.

Ezek szerint most már érthető, miért nem sikerült oly adalékot találni, mely pl. a vörös vagy zöld *CaBi*-sáv intenzitását növelje közönséges hőmérsékletnél. Hogy ez csak a kék sávnál sikerült, annak oka a nevezett sávok hőmérsékleti tulajdonsága.

Közönséges hőmérsékletnél csak ott lehetett nagy hatásuk az adalékoknak, a hol több különböző színű sáv volt, melyek épen közönséges hőmérsékletnél tartósak, azaz a *Cu*-, *Pb*- és *Ag*-phosphoroknál.

D) A phosphorok gerjesztése.

A következőkben megvizsgáljuk, hogy a szinkép különböző részei hogyan gerjesztik a phosphorfényt, a mit röviden a gerjesztés eloszlásának — a szinképben — fogunk nevezni.

Ez alatt a gerjesztő fény hullámhossza és a gerjesztett fény intenzitása közti összefüggést értjük. Természetesen itt is minden egyes sáv külön tekintendő.

A gerjesztés eloszlására vonatkozólag közvetlenül nyerünk felvilágosítást, ha a síkfelületű phosphorra keskeny szinképet vetünk és ezt azután egy spektroskoppal a keresztbe tett prizma módszere szerint elemezzük.

A gerjesztő szinképet quarzprizmával és quarzlencsével állítottuk elő. A hasadék hossza 1 mm. volt, úgy hogy a keskeny szinkép a keresztbetett prizmára, ill. spektroskopra nézve lineáris fényforrásnak — hasadék helyett — volt tekinthető. A nagyítóval ellátott spektroskopot a phosphor felületére vetett szinkép irányában el lehetett tolni, úgy hogy minden részét kényelmesen elemezhattük.

Gerjesztő fénynek főképp izzó szénecsúcsok Voltaivét, a nagy törékenységgű ultraibolyát tartalmazó zink-ívfényt és egy NERNST-lámpa fényét használtuk.

Gyakran előnyösebb volt a fényt elnyelő és gyengítő spektroskop mellőzésével a phosphorra vetett szinképet egy fényerős nagyítóval közvetlenül megvizsgálni. A szinkép ultraibolya részének többszínűsége ilyenkor elárulja, hogy a különböző színű sávok a szinkép különböző törékenységgű részei által nem egyformán gerjesztődnek és hogy hol vannak a gerjesztés maximumai és minimumai. Valamely sáv gerjesztésének eloszlását a szinképben azonkívül igen jól lehetett tanulmányozni esetről-esetre megválogatott színes közegekkel, melyek csak az egyik vagy másik sáv fényét engedik át. A tartós sávok pedig utánvilágításuk közben különválva az emissio már lefolyt részeitől, mint magukban világítók voltak megfigyelhetők.

A következőkben összefoglaljuk ezen kutatásoknak eredményét.

Minden phosphorsávnak meg van a maga külön gerjesztési

eloszlása a színekben. A színek ultraibolya és látható részében egészen 0.0002 mm.-ig általában minden sáv gerjesztésének több maximuma és minimuma van. Csak kevés sávnál nyúlik a gerjesztés messze a színek látható részébe, és azok a phosphorok, melyek itt tartós sávokkal bírnak, a gerjesztés után hosszasan világitanak. Ilyenek a *Bi* phosphorjai mind a három földalkáliban, a *BaCu*-, *SrZn*-, *CaNi*- és a kékszinű *SrCu*-phosphorok.

A gerjesztés eloszlása azonkívül összefüggésben van a phosphorok saját testszínével. Az energia elve szerint a látható fény csak úgy gerjesztheti a phosphort, ha az a gerjesztő fénynek legalább egy részét elnyeli, a mi azután a phosphor színezését okozza. Ilyen színezést tényleg mutatnak is a phosphorok és ez phosphoreszkáló képességükre nézve lényeges is. Így pl. a *Bi*-phosphorok mind sárgások, a *BaCuSi₃PO₄* vöröses absorptiójának megfelelően.

Más phosphoroknál ellenben — bár megfelelő absorptiójuk van — ilyen színezés nem tapasztalható. Ilyen pl. a *SrZnFl*, mely fehérszinű. Ezeknél feltehető, hogy a gerjesztésre alkalmas fénynemeken kívül még másokat is elnyelnek.

Stokes szabályának érvényességét, hogy t. i. a gerjesztett fény hullámhossza mindig hosszabb, mint a gerjesztőé, szintén megvizsgáltuk. 64 phosphorunk közül egynél sem mutatkozott említésre méltó eltérés a szabálytól. A közvetlen megfigyelésnél a keresztezett színek felső határa némelykor összeolvadt a reflectált fény ferdén álló színekével, de azon túl észrevehetőleg sohasem terjedt.

Arra a kérdésre pedig, hogy a gerjesztés nemének van-e, és ha van, milyen a befolyása az emissiosávokra, akképp felelhetünk, hogy a sávok tartama független attól, akár különböző hullámhosszal bíró fényről, akár másfajta gerjesztésről, mint pl. zinkívfénnyel és kathodsugarakkal, van szó. Álljon itt példa kedvéért a *SrMnNa* phosphor. Ennek a phosphornak színekepe egy vörös (pillanati sáv) és két zöld sávból (tartós sávok) áll. Ha a phosphor felületére az előbb leírt módon linearis színekpet vetünk és azt elemezzük, akkor a pillanati vörös sáv a gerjesztő színek egész mentében gyorsan jelentkezik és tűnik el, míg ugyanaz a folyamat a zöld sávoknál — megint a színek egész mentében —

lassan történik. A sávok fényintenzitása azonban függ a gerjesztés nemétől. Különösen nagy lehet — jóval nagyobb, mint fénynél — a kathodsugaraknál. A pillanati és tartós sávok azonban azok maradnak különböző gerjesztésnél, egyébként egyenlő körülmények között. Kedvezőtlen gerjesztés csak az intenzitást módosítja.

A gerjesztés szinképbeli eloszlása független még az adalékoktól és a hőmérséklettől. Hogy az utóbbi kérdést eldöntsük, nagyobb számú phosphort exponáltunk a quarzprisma adta szinképben. A szinképet egy quarzcsőre ejtettük és ebben volt elhelyezve a megvizsgálandó phosphor. A hevítés szintelen BUNSEN-lánggal történt. Az eredmény mindenhol tagadó volt. A sávok színei egymás után tűntek el a szinképben, mindegyik a neki sajátos hófoknál, a nélkül azonban, hogy e közben gerjesztésük eloszlása megváltozott volna.

Ezek után kimondhatjuk, hogy a sávok gerjesztésének szinképbeli eloszlása azok állandó és elválaszthatatlan tulajdonsága.

E) A phosphorok felvillanása hevítésnél.

Az eddigiekben mindig állandó, vagy legalább igen lassan változó hőmérsékletet tételeztünk fel. A hőmérséklet gyors változásánál más jelenségek lépnek fel.

A hőmérséklet emelkedése általában növeli a megelőzőleg gerjesztett phosphor fényintenzitását; súlyedése gyengíti. A melegítésnél beálló felvillanás már régóta ismeretes. Valószínűleg a folyópáton észlelték először.* Úgy látszik azonban, hogy e jelenségnek a megelőző gerjesztéssel való összefüggését nem igen kutatták.

Phosphorjaink mind igen feltűnő módon mutatták a leírt jelenséget. A jelenséget legjobban követhettük, ha az illető phosphort — 180° -nál hosszabb ideig fényvel gerjesztettük, hőmérsékletét azután fokozatosan emeltük — eleinte kézzel való érintéssel, azután szintelen lángban — felső határáig, míg megszűnt világítani. E közben a fény intenzitása és színe általánosságban különböző fokozatokon ment át.

* Lásd E. BECQUEREL «La lumière» T. 1. p. 43.

A vizsgálat eredményeit a következő tételekben foglalhatjuk össze:

1. Megelőző gerjesztés nélkül hevítésnél nincs világítás. Ha a phosphort hosszasan sötétben tartjuk vagy felső határáig való hevítés által fosztjuk meg fényétől, semmiféle hevítés, vagy előbb lehűtés és aztán újból való hevítés világításra nem bírja.

Ha pl. $CaBiNa$ és $SrBiNa$ phosphort napfényvel gerjesztünk és azután próbacsőbe zárva BUNSEN-lángban kb. 10 perczig — de mindig a vörös izzás foka alatt — melegítjük, akkor eleinte rendkívül erős fényt árasztanak, de azután teljesen elsötétülnek. Lehűtés és újból való hevítés által világításra nem bírhatók, csak ismételt gerjesztés után. Ha az első hevítést megszakítjuk és a még világító phosphort lehűtjük, akkor megszűnik világítani, de ismét folytatja a világítást, ha újból hevítjük és pedig ugyanazzal az intenzitással, melylyel első ízben abba hagyta.

2. Egy előzőleg gerjesztett phosphor fényemissiója hevítés közben ugyanolyan összetételű, mint utánvilágítása közben állandó hőmérsékletnél. Bármely pillanatban teljesen megfelel az éppen elért hőfokhoz tartozó állandó hőfok melletti fény összetételének. Tehát azok a sávok jelennek meg legjobban, melyek az éppen átfutott hőmérsékletnél tartósak, gyengébben azok, melyek ennél a hőmérsékletnél gyorsabban tűnnek el, egyáltalában nem láthatók a pillanati sávok.

A mondottak megvilágítására szolgáljanak a következő példák. A $CaPbNa$ és $CaSbNa$, melyeknek -180° -nál és -40° -nál nincs tartós sávjuk, ennek megfelelően addig nem világítottak, míg a szoba hőmérsékletét el nem érték. A $BaCuNaFl$ és $BaBiK_2B_6O_{11}$, melyek legalacsonyabb hőmérsékleteinknél erősen világító tartós sávokkal bírnak, mindjárt a mint a folyós levegőből kivettük, majdnem vakítóan világítottak.

Azzal, a mit megállapítottunk, vissza vannak vezetve a hevítésnél tapasztalható fényjelenségek az állandó hőmérséklet (C) fényjelenségeire.

Az 1. és 2.-ben leírtak különben összefoglalhatók olyformán, hogy a hevítésnél beálló világítás nem tekinthető külön gerjesztésnek, hő hozzávezetése által. Ez egyszerűen a már előzőleg felhalmozott gerjesztésnek kiváltása, hő hozzávezetése által. Hogy

a hevítés nem gerjesztés, az talán legvilágosabban abból következik, hogy hevítés által pillanati sávokat — melyek fénygerjesztésnél gyakran igen élénken világítanak — sohasem lehet láthatóvá tenni.

Az 1) és 2) alatt közöltek általánosságban megfelelnek E. BECQUEREL ama felfogásának, hogy a phosphorok képesek gerjesztés alatt energiát felhalmozni, melyet azután fény alakjában kisugároznak, és hogy ez a felhalmozó képesség meleg állapotban kisebb, mint hidegben. BECQUEREL-nek ez a felfogása azonban bizonyos módosításra szorul, különösen két irányban. Először is minden sávot külön kell tanulmányozni; másodszer pedig tekintetbe kell venni a sávok fentebb említett három hőmérsékleti állapotát, melyeknek mindegyike más módon befolyásolja a gerjesztés felhalmozását. Erre vezetett bennünket az a megfigyelés, hogy mivel előzőleg hideg állapotban gerjesztett phosphorok hevítésénél az összes tartós sávok sorban megjelennek, beállhat az az eset is, hogy olyan sávok tűnnek fel, melyek gerjesztésnél csekély fényességüknél fogva nem láthatók. Így pl. a *CaBiNa* — 50°-nál gerjesztve — és azután is — a szinképhez tartozó zöld sáv nyomait sem mutatja. Az egész gerjesztés látszólag kizárólag a vörös és kék sávnak szól, melyeknek színkeverékében világít is a phosphor. Ha azonban — újabb gerjesztés kizárásával — hevítjük és a tartós zöld sáv meghatározott hőmérsékletét elérjük, akkor az teljes fényességével kezd világítani. Ezek után még azt lehetne hinni, hogy erre a sávra a gerjesztésnek az a része lett fordítva, melyet a vörös és kék sáv nem használt fel. Hogy ez nem áll, arról meggyőz bennünket a következő kísérlet. Vessünk a szóban forgó phosphorunk felületére — az ismert módon — szinképet és hevítsük azután sötétben, hogy felvillanjon. Először jelenik meg a kék, gerjesztése eloszlásával — mert a kék sáv már közönséges hőmérsékletnél tartós —, azután magasabb hőfoknál következik a zöld — a mikor a zöld sáv tartós — megint gerjesztésének jellemző eloszlásával. Szakasztottan úgy jelenik meg a zöld, mint mikor a phosphort ennél a hőmérsékletnél a szinképpel gerjesztjük. Ebből látható, hogy a felvillanó zöld fénynek magának külön is kellett lenni készletének. Ez a készlet megmaradt benne a többi sáv világítása közben,

de rögtön kiváltódott, a mikor a megfelelő hőfoknál rákerült a sor.

Ez csak egy példa a sok közül, melyek mind a mellett szólnak, hogy a sávok mind egyszerre gerjesztődnek. Ha ez valamely sáv alsó pillanatában történik — mint pl. a *CaBiNa* zöld sávjaival —50°-nál —, akkor két folyamatot kell megkülönböztetnünk, melyek egymástól függetlenek, jóllehet a gerjesztő fény ugyanazon sugaraitól származnak, melyek az illető sávhoz tartoznak. Ez a két folyamat: a) az illető sáv pillanatig tartó világítása, b) a gerjesztésnek láthatatlan felhalmozása ugyanazon sáv által.

* Mivel végre láttuk, hogy csak tartós sávok világitanak hevítésnél, a midőn az illető hőfok el van érve, de pillanati sávok soha, következik, hogy a felső pillanati állapotban történő gerjesztés után hevítésnél világitásnak nincs helye. Ebből megint az következik, hogy ebben az állapotban nem történik felhalmozás.

Az első állapotban, melyet alsó pillanatinak vagy hideg állapotnak nevezünk, gerjesztés közben következő két folyamat megy végbe a phosphorban. Először a sáv gyors megszólalása és foygása, másodsor a gerjesztés felhalmozása asymptotikusan növekedve a gerjesztő fény intenzitásával és tartamával. Ez a készlet rendkívül soká megmarad a phosphorban, a nélkül, hogy más sávok világitásra felhasználják. Hogy e két folyamat egymástól független, már említettük. Egyikük háttérbe is szorulhat. Ha az első hiányzik, akkor a sáv láthatatlan marad hideg állapotban. Ha hevítés által a második állapotot veszi fel, akkor azzal a készlettel világit. Ha a második folyamat hiányzik, akkor a sáv pillanatilag világit ugyan, de felhalmozás nem történik.

A második állapotban egyidejűleg felhalmozódik a gerjesztés és a sáv világitására lesz fordítva. A felhalmozás tökéletlenebb mint az első állapotban, de egyébként szintén asymptotikusan növekszik a gerjesztő fény intenzitásával és tartamával. A sáv lassan szólal meg a gerjesztés asymptotikus emelkedésével, a melylyel növekvő elhasználódás párhuzamosan halad. Gerjesztés után a sáv lassan kiadja fényét, miközben készletét elhasználja.

A harmadik állapotban (felső pillanati vagy melegállapot) nem történik felhalmozás. A sáv gyorsan szólal meg és foyg. Ennek az állapotnak az illető sáv hőmérsékleti felső határánál

van vége, hol fény már nem gerjeszti. Ez a határ néhány sávnál a vörös izzás hőfoka, a legtöbbnél jóval az alatt van.

Ennek a három állapotnak hőmérsékleti határai különbözők ugyan és az illető sávra nézve jellemzők, de azért egymásba átnyúlnak.

f) Különböző sávok analogiája.

Ha a megelőzőkben tanulmányozott sávok tulajdonságait összehasonlítjuk, bizonyos analogiát veszünk észre a hatásos fémeket illetőleg. A hatásos fémek három csoportba oszthatók, melyeket következőkép jellemezhetünk:

1) Rézcsoport. *Cu, Pb, Ag, Zn*. Minden fémnek két, a színképben egymástól távol fekvő sávja, ill. sávcsoportja van, melyek közönséges hőmérsékletnél vagy ahhoz közel tartósak. Mind a kettő fényerős és hosszú tartamú. A kevésbé törékenyre inkább a *Na*-, a törékenyebbre pedig a *K* adalékok hatnak kedvezően. Az adalékoknak e szerint közönséges hőmérsékletnél nagy hatásuk van az utánvilágítás színére. A törékenyebbik sáv maximális tartósságának hőmérséklete nagyobbrészt mélyebb fekvésű, mint a másiké, és a közönséges hőmérséklet már felső határát képezi. Ez az oka annak, hogy pl. a *SrPb* ibolyaszínű sávja egy adalék által sem lett tartóssá.

2) Mangáncsoport. *Mn, Ni*. Ezeknek a fémeknek csak egy fősávjuk van a színkép látható részében, a mi az adalékok befolyását természetesen kizárja. A fősáv közönséges hőmérsékletnél tartós.

3) Bismuthcsoport. *Bi, Sb*. Ezeknek a fémeknek több fényerős és hosszú tartamú sávjuk van igen különböző hőmérsékleti határokkal, a minek következménye a hőmérsékletnek nagy hatása a phosphorfény színére. Az adalékok hatása közönséges hőmérsékletnél csekély, mivel az egyes sávok rendkívül közel fekszenek egymáshoz.

Egy és ugyanannak a fémnek a phosphorescentiáit a három földalkáliban összehasonlítva, az analog, egymásnak megfelelő sávok eltolódását vesszük észre a vörös felé a réz- és bismuth-phosphoroknál a *Ca*-tól a *Sr*-felé és ettől a *Ba*-felé haladva. Ez azt jelenti, hogy egy analog sáv a három földalkáliban leg-

törékenyebb a *Ca*-ban, azután következik a *Sr* és ezután a *Ba*. Kiemelendő azonban, hogy ez a szabály a *Mn*-ra nézve nem érvényes.

Általánosabban érvényes ez a szabály ugyanazon fém analog sávjainak gerjesztési eloszlásánál. Ehhez képest a *Ba* és *Sr* phosphor gerjesztési eloszlása jóval messzebb nyúl be a szinkép látható részébe, mint a *Ca* phosphoroknál.

Továbbá ismételtelen ki kell emelnünk, hogy külön a *Ca*, vagy a *Sr*, vagy a *Ba* phosphoroknál nincsenek közös sávok. Némely sávok ugyan a szinkép ugyanazon helyén fekszenek, mint pl. a *SrPb*, *SrZn* és *SrAg*-nál $\lambda = 55 \cdot 10^{-5}$ mm-nél, de gerjesztési eloszlásuk és hőmérsékleti tulajdonságaik különbözők, tehát nem azonosak.

Époly kevésbé találunk közös gerjesztési eloszlást vagy eloszlási maximumot.

Feltehetni tehát, hogy a phosphorfény emissiója és a gerjesztő fény absorptiója a phosphorokban lévő hatásos fémek atomjai által történik. Ez megfelel annak a felfogásnak, melyet már első * munkánkban kifejeztünk, hogy t. i. a phosphoreskálás a fémeknek tulajdonítandó, nem pedig a földalkálisulfidoknak. Innen van, hogy chemiaillag hasonló fémeknek analog sávjaik vannak. A sulfidmolekuláknak azonban szintén van szerepök úgy az absorptiónál, mint az emissiónál. Erre vall az ebben a fejezetben említett eltolódás a vörös felé, a gerjesztés eloszlásánál és a sávoknál a szinképben. Az adalékok nem vehetnek részt a fényemissióban, mivel a sávok fekvésére és a gerjesztés eloszlására semmi befolyásuk nincs. Ők csak a fématom és sulfid természete által meghatározott lehetséges fényrezgések között bizonyosokat kiválasztanak és erősbitenek.

(G) Befejezés.

a) *A sávok általános tulajdonságai.*

A megelőzőkben tárgyalt jelenségek sokfélesége és komplikált volta oly nagy, hogy áttekintésük rendkívül nehéz. Ez csak

* Wied. Ann. 1889. 38. 90.

úgy vált lehetségessé, hogy a phosphorokat nem tekintettük egységes egészeknek.

Csak az emissio spektroskopos elemzése és egyes részeinek tanulmányozása által jutottunk a jelenségek megértéséhez. Ez úton sikerült az összes phosphoroknál különböző gerjesztésnél és — egyelőre állandónak feltételezett — különböző hőmérsékleteknél tapasztalható jelenségeket bizonyos számú emissiosáv állandó tulajdonságaira visszavezetni. Minden ilyen sáv egy fémhez és egy sulfidhoz tartozik.

A változó hőmérsékletnél mutatkozó jelenségeket pedig — ezek között a felvillanást a hevítésnél — visszavezettük ugyanazon sávok állandó hőmérsékleténél tapasztalható jelenségekre (*E* fejezet).

A sávok általános tulajdonságai a következők: Minden sávnak megvan a meghatározott helye a szinképben; gerjesztése meghatározott hosszúságú fényhullámok által történik. Minden sávra nézve léteznek alkalmas adalékok, melyek fényét növelik. Minden sáv három különböző állapotot vehet fel a hőmérséklet szerint, melyek mindegyike az illető sávra nézve állandó és jellemző különböző hőmérsékleti határokkal bír. A három állapotban végbemenő gerjesztésről és felhalmozásról, mely utóbbi az utánvilágítás természetét állapítja meg, részletesen szólottunk az *E* fejezetben. Egy és ugyanazon tiszta phosphor különböző sávjai különböző hőmérsékleti határokkal bírnak (*C* fejezet), mindegyik más meghatározott hosszúságú fényhullámok által lesz gerjesztve (*D*), felhalmoz energiát maga számára, melyet más sáv fel nem használhat.

b) A sávok emissiocentrumairól.

Az előbbieket szerint minden (tiszta) phosphort több fajta emissiocentrum keverékének kell tekintenünk. Minden sáv egy fajta emissiocentrumokból áll és minden emissiocentrum önálló és a többiektől függetlenül működik. Minden centrumnak kell az illető sávhoz tartozó absorptio és emissio rezgési tartamával bírnia. A centrumok lényeges alkotórészei: a hatásos fém és a kén atomjai, melyek együttesen eredményezik az emissio hullámhosszát.

A centrumok ezen három lényeges alkotórészeinek csoportosítására, mely a phosphor készítésénél megy végbe, az adalékok, az égetés hőfoka és egyéb hasonló tényezők birnak hatással. Ez a hatás bizonyos kedvező molekuláris szerkezet létesítésében áll. Nyomás megsemmisíti ezt a csoportosítást.*

A centrumok három különböző, egymásba átvihető állapotra képesek, melyeket az illető hőmérséklet szerint vesznek fel, de a közben változatlanul megtartják rezgési tartamukat.

Változatlanság és fématomhoz való tartózkodás tekintetében a phosphorsávok és az illető fém seria-szinképe között bizonyos analogia áll fenn. Mind a kettő a fématom lehetséges rezgési állapotainak sorozata, melyek közül azonban egy meghatározott atomban egyszerre mindig csak egy állhat fenn. Egy centrum csak egy sávot hozhat létre épúgy, mint egy atomtól csak egy seria jelenik meg egyszerre a szinképben.**

Továbbá közös mindkét esetben ennek az egy állapotnak kiválasztása chemiai befolyások által: a phosphorsávok esetében a centrum többi atomjával való csoportosítása által, a fém szinképénél pedig a környezetnek a lángok rétegei szerint különböző chemiai alkata által.*** Azonkívül közös, hogy emelkedő hőmérsékletnél a szinképben a sávok, ill. vonalsériák szélesednek, valamint az intenzitás csökkenése egy másik fém jelenléte által. Az utóbbi analógiák azonban inkább indirect természetűek.

A fémmennyiség hatására vonatkozólag találtak szerint (A) egy centrumban csak kevés fématomot vehetünk fel. Ugyanaz áll a földalkálifém és a kén atomjaira nézve. Hogy a fém atomszáma és a földalkáli fém atomszáma között bizonyos viszonynak kell fennállania, arra vall a tapasztalat (A), hogy a hatás maximumához tartozó fémmennyiség a földalkálifém atomjainak növekedésével fogy. Hogy a kénatomok közül is csak kevés lehet egy centrumban, azt abból következtetjük, hogy mivel a földalkálisulfid igen nagy mértékben helyettesíthető mindenféle más anyag által (A), a nélkül, hogy a phosphoreszkáló képesség észrevehetőleg csök-

* LENARD u. KLATT, Ann. d. Phys. 12. p. 439. 1903.

** LENARD, Ann. d. Phys. 11. p. 636. 1903.

*** LENARD u. o. p. 649; DE WATTEVILLE, Compt. R. 138. p. 346. 1904.

kenne, a földalkalisulfid legnagyobb részében inactív anyagnak tekinthető. Az energia felhalmozásában sem lehet része, mert ez ugyanegy phosphor egyes sávjainál igen tökéletesen, másoknál meg igen tökéletlenül történik. Ennek a töltelékanyagnak hatása úgy látszik mindössze abban áll, hogy égetésnél túlságosan nagy fémtartalmú csoportok keletkezését megakadályozza.

Térjünk most át arra a kérdésre, hogy miben áll a gerjesztő fény hatása a centrumokra. Ez idő szerint a fénynek csak egy hatását ismerjük fémekre vagy fémsulfidra vonatkozólag, mely tekintetbe jöhet: a fényelektromos hatás, mely negatív quantumoknak a fématomokból való kilépésében áll.* Az energia, ennél a folyamatnál nem a gerjesztő fénytől, hanem a fématom belsejéből] származik.** Kiemeljük, hogy a hatásosnak bizonyult fémeink mint erre a hatásra kiváló mértékben alkalmasak ismeretese. Elster és Geitel továbbá minden kétséget kizárólag kimutatták,*** hogy ilyen fényelektromos hatás a phosphoroknál és más phosphoreskáló anyagoknál tényleg létezik.

Ha a gerjesztés quantumoknak a fématomból való kilépésében áll, akkor a gerjesztés elhasználása ezen quantumoknak visszatérése lehet oscillatorius közeledéssel eredeti pályáikhoz az atom dynamidjaiban. A gerjesztés elhasználásának lehetősége akkor összeesnék oly elektromos áramlások lehetőségével, melyek a centrum által elfoglalt téren belül mennének végbe. Ez utóbbi lehetőség oly testek elektromos vezetőképessége, melyek chemiai szerkezete olyan, mint a phosphoroké, tényleg általánosságban úgy függ a hőmérséklettől, a hogyan az a sávok három hőmérsékleti állapotának megfelel.

* LENARD, Sitz. ber. d. Wiener Akad. 108. II. a, p. 1649, 1899.

** LENARD, Ann. d. Phys. 8, p. 170, 1902.

*** ELSTER u. GEITEL, Wied. Ann. 38. p. 507, 1889; 44. p. 722, 1891; 52. p. 453, 1894.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 október 17.-én tartott üléséből.)

A LINEÁR DIFFERENTIÁLEGYENLETEK REND- SZEREINEK ELMÉLETÉHEZ.

(Első közlemény.)

SCHLESINGER LAJOS I. t.-től.

A lineár differenciálrendszerek * elméletének új módon való megalapítását szándékozom körvonalozni, mely ez elmélet classikus tárgyalási módjától különösen két pontban különbözik. Először elvileg kikerülöm a complex változó monogen függvénynek hatványsorok által való értelmezését, másodsor pedig feltüntettem a differenciálrendszert kielégítő monogen függvények összetételét azoknak valós és képzetes részeiből. Szóval RIEMANN értelmében kívánok eljárni, a mennyiben a RIEMANNTÓL doctori értekezésében ** a monogen függvények integráljainak értelmezésére körvonalozott módszert, a lineár differenciálrendszerek elméletére általánosítom. Ily szempontból tárgyalta VOLTERRA *** a «lineár substitutiók infinitesimalis calculusát», és köszönettel emlékezem meg mindjárt e helyen arról az ösztönzésről, melyet VOLTERRA szép vizsgálataiból merítettem, annál is inkább, mivel tekintettel arra, hogy úgy a kiinduló pontom, mint a jelölésem a VOLTERRAÉTÓL elütő, az egyes idézetek nem képesek teljesen visszatükrözni azt a befolyást, melylyel VOLTERRA dolgozatai gondolatmenetem kifejlődésére hatottak. Hogy új módszerem a

* Ezt a rövid elnevezést STÄCKEL javaslata szerint a «differenciál-
egyenletek rendszere» nehézkes szóképzés helyett használok (v. ö. STÄCKEL,
CRELLE Journal, Bd. 119 (1898), p. 339).

** 1851, Werke (1892), p. 1. s. köv.

*** Memorie della Società ital. delle Scienze (detta dei XL) 1889, 1899.

lineár differenciálrendszerek elméletét sok és pedig — úgy vélem — lényeges pontban előmozdítani képes, az a tárgyalás folytán ki fog tűnni.

I.

A lineár differenciálrendszert következő alakban írom :

$$\frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n a_{\lambda k} y_{\lambda}, \quad (A)$$

($k=1, 2, \dots, n$)

az

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} = (a_{ik})$$

($i, k=1, 2, \dots, n$)

matrixot a *coefficiens*ek *matrixának* nevezem, és első ízben fölteszem, hogy x egy *valós* változó, a melynek az a_{ik} -k még bizonyos további megszorításoknak alávétendő függvényei, a melyek az $x = p$ -től $x = q$ -ig terjedő intervallumon belül ($p < q$) egyértékűek és végesek.

Az integrálfüggvények existenciabizonyításánál hasonló eljárást követünk, mint a közönséges integrál (quadratura) esetén szokásos; ez eljárás természetesen a CAUCHY-LIPSCHITZ *-félével azonos, de lényegesen éppen a differenciálrendszer lineár alakjával járó egyszerűsítések.

Legyen x_0 és x két a ($p \dots q$) közti intervallumon belül fekvő érték, $x > x_0$, és legyenek

$$y_1^{(0)}, \dots, y_n^{(0)}$$

tetszésszerint adott véges (valós) mennyiségek. Az

$$x_1 < x_2 < \dots < x_{m-1}$$

pontokkal oszszuk az ($x_0 \dots x$) közti intervallumot m részre, x_{v-1} és x_v között — hol $x_m = x$ — vegyünk tetszőleges közbülső ξ_{v-1} pontokat és az

* V. ö. LIPSCHITZ, Lehrbuch der Analysis Bd. II. (1880), p. 500 s. következők.

$$\sum_{k=1}^n |y_k^{(v)}| < e^{(x_v - x_0)ng} \sum_{k=1}^n |y_k^{(0)}| \quad (1)$$

(v=1, 2, ..., m)

a mivel állításunk be van bizonyítva.*

Az értelmező egyenletrendszerek összeadásával adódik:

$$y_k^{(m)} - y_k^{(0)} \leq \sum_{v=1}^m (x_v - x_{v-1}) \sum_{\lambda=1}^n a_{\lambda k}(\xi_{v-1}) y_{\lambda}^{(v-1)},$$

$$< g \sum_{v=1}^m (x_v - x_{v-1}) \sum_{\lambda} |y_{\lambda}^{(v-1)}|,$$

tehát (1) felhasználásával

$$y_k^{(m)} - y_k^{(v)} \leq g \sum_{v=1}^m (x_v - x_{v-1}) e^{ng(x_{v-1} - x_0)} \sum_{\lambda} |y_{\lambda}^{(0)}|,$$

és lévén

$$e^{ng(x_{v-1} - x_0)} < e^{ng(x - x_0)},$$

$$y_k^{(m)} - y_k^{(0)} < g \cdot e^{ng(x - x_0)} (x - x_0) \sum_{\lambda} |y_{\lambda}^{(0)}|. \quad (2)$$

Kiemeljük, hogy az egyenlőtlenség jobb oldalán szereplő mennyiség úgy az osztási pontok, mint a közbeeső értékek választásától független mennyiség.

A szükséges föltételt arra, hogy az

$$y_1^{(m)}, \dots, y_n^{(m)}$$

mennyiségek a végtelenig növekedő m -mel határértékek felé tartanak, a melyek függetlenek az osztás minőségétől, a közbeeső értékek választásától, valamint attól a módtól, a mely szerint az osztási részek számát szaporítjuk, akkép nyerjük, hogy ugyanazon osztási pontok mellett más közbeeső ξ_{v-1} értékeket veszünk. Ezek felhasználásával legyen

* Megjegyzendő, hogy az exponentiális függvény bevezetését könnyen el lehet kerülni, csak kényelem szempontjából használjuk föl itt e függvényt. Ha a differenciárendszer nem lineáris, akkor hasonló következtetés nem alkalmazható, a miről már a

$$\frac{dy}{dx} = y^2$$

egyenlet példáján meggyőződhetünk.

$$\left. \begin{aligned} \bar{y}_k^{(v)} - \bar{y}_k^{(v-1)} &= (x_v - x_{v-1}) \sum_{\lambda} a_{\lambda k}(\bar{\xi}_{v-1}) \bar{y}_{\lambda}^{(v-1)}, \\ &\quad (v=1, 2, \dots, m) \\ \bar{y}_k^{(0)} &= y_k^{(0)}. \end{aligned} \right\} (k=1, 2, \dots, n)$$

Akkor

$$\begin{aligned} \bar{y}_k^{(v)} - y_k^{(v)} &= \bar{y}_k^{(v-1)} - y_k^{(v-1)} + (x_v - x_{v-1}) \sum_{\lambda} [a_{\lambda k}(\bar{\xi}_{v-1}) \bar{y}_{\lambda}^{(v-1)} - \\ &\quad - a_{\lambda k}(\xi_{v-1}) y_{\lambda}^{(v-1)}], \end{aligned}$$

tehát, ha

$$\bar{y}_k^{(v)} - y_k^{(v)} = \Delta_{kv},$$

(v=1, 2, ..., m)

akkor

$$\begin{aligned} \Delta_{kv} &= \Delta_{k, v-1} + (x_v - x_{v-1}) \sum_{\lambda} [a_{\lambda k}(\bar{\xi}_{v-1}) - a_{\lambda k}(\xi_{v-1})] y_{\lambda}^{(v-1)} + \\ &\quad + (x_v - x_{v-1}) \sum_{\lambda} a_{\lambda k}(\bar{\xi}_{v-1}) \Delta_{\lambda, v-1}. \end{aligned}$$

A legnagyobb és legkisebb értékek különbségét, a melyeket az x -nek valamely függvénye az $(x_{v-1} \dots x_v)$ intervallumon belül felvesz, e függvény *ingadozásának* mondjuk eme intervallumon belül. Az n^2 számú a_{ik} függvények amazának az ingadozását, a mely a többiek ingadozásainál nem kisebb, pedig az (a_{ik}) matrix ingadozásának fogjuk nevezni; jelöljük e matrix ingadozását az $(x_{v-1} \dots x_v)$ intervallumon belül σ_{v-1} -gyel, akkor nyilvánvaló, hogy lévén

$$\begin{aligned} x_{v-1} < \bar{\xi}_{v-1} \leq x_v, \quad x_{v-1} < \bar{\xi}_{v-1} \leq x_v, \\ |a_{\lambda k}(\bar{\xi}_{v-1}) - a_{\lambda k}(\xi_{v-1})| < \sigma_{v-1}. \end{aligned}$$

(λ, k=1, 2, ..., n)

Lesz tehát tekintettel az (1) egyenlőtlenségre

$$\begin{aligned} |\Delta_{kv}| &< |\Delta_{k, v-1}| + (x_v - x_{v-1}) \sigma_{v-1} e^{ng(x_{v-1} - x_0)} \sum_{\lambda} |y_{\lambda}^{(0)}| + \\ &\quad + (x_v - x_{v-1}) g \sum_{\lambda} |\Delta_{\lambda, v-1}|, \end{aligned}$$

és ha k -ra nézve 1-től n -ig összegezzünk

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n |\Delta_{kv}| &< n(x_v - x_{v-1}) \sigma_{v-1} e^{ng(x_{v-1} - x_0)} \sum_k |y_k^{(0)}| + \\ &\quad + (ng(x_v - x_{v-1}) + 1) \sum_k |\Delta_{k, v-1}|. \end{aligned}$$

(v=1, 2, ..., m)

Ebből azonban, tekintettel a már fölhasznált

$$1 + ng(x_v - x_{v-1}) < e^{ng(x_v - x_{v-1})}$$

egyenlőtlenségre :

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n |A_{km}| &< \sum_{v=1}^m e^{ng(x_n - x_v)} n(x_v - x_{v-1}) \sigma_{v-1} e^{ng(x_{v-1} - x_0)} \cdot \sum_k y_k^{(0)}, \\ &< e^{ng(x - x_0)} n \sum_k y_k^{(0)} \sum_{v=1}^m (x_v - x_{v-1}) \sigma_{v-1}. \end{aligned}$$

Arra, hogy

$$\lim_m A_{km} = \lim_m (\bar{y}_k^{(m)} - y_k^{(m)}) = 0 \tag{3}$$

legyen, tehát szükséges, de egyszersmind *elegendő* is, hogy

$$\lim_m \sum_{v=1}^m (x_v - x_{v-1}) \sigma_{v-1} = 0, \tag{S}$$

a mit — szokásos módon — akkép fejezzünk ki, hogy az (a_{ik}) *matrix*nak $(x_0 \dots x)$ intervallumhoz tartozó összes ingadozása az osztási részek számának növekedésével a zero felé tartson.*

Kimutatjuk most már, hogy a szükségesnek fölismert (S) föltétel elegendő arra is, hogy az $y_k^{(m)}$ ($k=1, 2, \dots, n$) mennyiségek növekedő m -mel határértékek felé közeledjenek, a melyek az osztás minőségétől függetlenek.

E végből jegyezzük meg mindenekelőtt,** hogy az $(x_{v-1} \dots x_v)$ intervallumok mindegyikét oly nagyobb $(\zeta_{v-1} \dots \zeta_v)$ intervallummal helyettesíthetjük, a mely $(x_{v-1} \dots x_v)$ -vel egyidejűleg végtelen kicsinyvé válik; ezek a $(\zeta_{v-1} \dots \zeta_v)$ intervallumok egymáson túl is terjedhetnek. Ha a σ_{v-1} ingadozásokat ezekre a nagyobb intervallumokra vonatkoztatjuk és a ζ_{v-1} értékeket is ezeken belül választjuk, akkor ily általánosabb fölfogásnál is a (3) egyenlet még mindig az (S) föltétel következménye lesz.

Képzeljük most már az osztási részek számát bizonyos tetszésszerinti törvény szerint a végtelenig szaporítva, úgy, hogy az $(x_{v-1} \dots x_v)$ intervallumok kiterjedése a végtelenbe kisebbedjék. Legyen az így adódó $y_k^{(m)}$ -ek sorozata

$$y_k^{(m_1)}, y_k^{(m_2)}, \dots \\ (k=1, 2, \dots, n)$$

* V. ö. VOLTERRA i. h. 1889, p. 44, p. 98.

** KRONECKER, Vorlesungen über Integrale, herausgegeben von E. NETTO (Leipzig, 1894), p. 6. s köv.

Akkor ki kell mutatni, hogy szabott kis positiv δ -hoz az N positiv egész számot akkép tudjuk meghatározni, hogy

$$y_k^{(m_{r+\lambda})} - y_k^{(m_r)} < \delta, \\ (k=1, 2, \dots, n)$$

ha $\nu > N$ és λ egy tetszőleges positiv egész szám. Nevezzük azt az osztást,* a melyből az $y_k^{(m_r)}$ -k erednek, *elsőnek*, azt a melyből az $y_k^{(m_{r+\lambda})}$ -k erednek, *másodiknak*, és alkossunk meg** egy *harmadik* meg egy *negyedik* osztást olyképen, hogy mindkettőnek osztási pontjai az első és második osztások eme pontjai legyenek. A harmadik osztásnál már most minden osztási intervallumot, a fönti megjegyzés értelmében, az első és második osztásnak ama intervallumaival helyettesíthetjük, a melyekben az befoglaltatik, és azután közbeeső értéként az első osztásnál felhasznált közbeeső értéket választhatjuk, hasonlóképen azonosíthatjuk a negyedik osztást a másodikkal. Mivel azonban a harmadik és negyedik osztásból eredő

$$y_k^{(m_{\nu+m_{r+\lambda}})}, \bar{y}_k^{(m_{\nu+m_{r+\lambda}})} \\ (k=1, 2, \dots, n)$$

mennyiségekre a (B) föltétel alatt a (3) egyenlet szerint áll, hogy

$$|y_k^{(m_{\nu+m_{r+\lambda}})} - \bar{y}_k^{(m_{\nu+m_{r+\lambda}})}| < \delta,$$

ha ν -t elég nagyoknak választjuk, mivel továbbá

$$y_k^{(m_{\nu+m_{r+\lambda}})} = y_k^{(m_{\nu})}, \\ \bar{y}_k^{(m_{\nu+m_{r+\lambda}})} = y_k^{(m_{r+\lambda})}$$

következik, hogy az $y_k^{(m_r)}$ -k tényleg határértékek felé közelednek, a mi bebizonyítandó volt.***

Könnyű kimutatni, hogy az ekkép nyert

$$\lim_m y_k^{(m)} = y_k$$

* Valamely osztás meghatározására nem csak az osztási pontok, hanem a közbeeső értékek ismerete is szükséges.

** KRONECKER i. h.

*** Könnyű belátni, hogy az (S) föltétel az általánosabb fölfogás mellett is teljesül, ha az α_{ik} függvények a $(p \dots q)$ intervallumon belül CAUCHY értelmében folytonosak.

függvények mint x függvényei, ha $x < q$, egyértékűek, végesek, deriválhatók, és hogy az (A) differenciálrendszert kielégítik, $x=x_0$ pontban pedig az $y_k^{(0)}$ értékekkel bírnak.

Legyen már most $(y_{ik}^{(0)})$ ($i, k = 1, 2, \dots, n$) az oly matrix, melynek elemei tetszőleges állandók, csak az

$$\begin{matrix} | y_{ik}^{(0)} | \\ (i, k=1, 2, \dots, n) \end{matrix}$$

determináns legyen zérótól különböző. Akkor az

$$y_{ik}^{(v)} - y_{ik}^{(v-1)} = (x_v - x_{v-1}) \sum_{\lambda=1}^n a_{\lambda k} (\xi_{v-1}) y_{i\lambda}^{(v-1)} \quad (4)$$

$(i, k=1, 2, \dots, n; \quad v=1, 2, \dots, m)$

egyenletekkel az

$$\begin{matrix} (y_{ik}^{(v)}) \\ (v=1, 2, \dots, m) \end{matrix}$$

matrixokat értelmezhetjük, a melyeket még az

$$(y_{ik}^{(v)}) = (y_{ik}^{(v-1)}) (a_{ik} (\xi_{v-1}) \cdot (x_v - x_{v-1}) + \delta_{ik}) \quad (5)$$

$(i, k=1, 2, \dots, n)$

symbolikus alakú compositio egyenletekkel is elő tudunk állítani, a hol KRONECKER szerint (δ_{ik}) -val az egységnyi matrixot jelöltük. Ez utóbbi előállítás avval az előnnyel jár, hogy az (5) egyenletet $v=1, 2, \dots, m$ -re fölírva és mindkét oldalait ebben a sorrendben balfelől componálva azt nyerjük, hogy

$$(y_{ik}^{(m)}) = (y_{ik}^{(0)}) \prod_{v=1, 2, \dots, m} (a_{ik} (\xi_{v-1}) \cdot (x_v - x_{v-1}) + \delta_{ik}), \quad (6)$$

hol a \prod -jel matrixok compositióját jelenti, a mivel az

$$\begin{matrix} (y_{ik}^{(v)}) \\ (v=1, 2, \dots, m-1) \end{matrix}$$

matrixok teljesen ki vannak küszöbölve.

Az előbbieket szerint az $y_{ik}^{(m)}$ -ek növekedő m -mel határértékek felé közelednek:

$$\lim_m y_{ik}^{(m)} = y_{ik},$$

a melyek $x=x_0$ pontban az $y_{ik}^{(0)}$ értékekkel bírnak és az

$$\frac{dy_{ik}}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n y_{i\lambda} a_{\lambda k} \quad (7)$$

($i, k=1, 2, \dots, n$)

differenciálrendszert kielégítik. A (7) egyenleteket a következő compositio egyenletbe foglaljuk

$$\left(\frac{dy_{ik}}{dx} \right) = (y_{ik}) (a_{ik}) \quad (8)$$

($i, k=1, 2, \dots, n$)

az (y_{ik}) matrixot pedig, tekintettel arra, hogy a (6)-ból határátmenet révén ered, következőképen jelöljük

$$(y_{ik}) = (y_{ik}^{(0)}) \int_{x_0}^x (a_{ik} dx + \delta_{ik}). \quad (9)$$

A

$$\int_{x_0}^x (a_{ik} dx + \delta_{ik})$$

symbolum,* tehát oly matrixot jelent, mely a (8) differenciálrendszernek eleget tesz és $x=x_0$ pontban (δ_{ik}) -ra redukálódik.

Minden a (8) egyenletet kielégítő matrixot, melynek determinánsa nem identice zéró, az (A) differenciálrendszer *integrálmatrixának* mondunk; az ilyen matrixnak minden sora az (A) rendszernek egy integrálrendszerét szolgáltatja, és ismeretes tételek szerint az (A) rendszer minden vagy általános integrálrendszere y_1, \dots, y_n az (y_{ik}) integrálmatrix elemeivel az

$$y_k = \sum_{\lambda=1}^n c_\lambda y_{\lambda k}$$

($k=1, 2, \dots, n$)

alakban állítható elő, hol c_1, \dots, c_n tetszőleges állandók. Ha az $(y_{ik}^{(0)})$ *kezdő matrix* elemeit tetszőleges állandóknak tekintjük, akkor a (9) egyenlettel értelmezett integrálmatrix az (A) differenciálrendszer *legáltalánosabb integrálmatrixa*.

* Lényegében VOLTERRANAK «integrale destra di una sostituzione»-jével azonos, a. i. h. p. 35.

A (8) egyenlet szerint

$$(a_{ik}) = (y_{ik})^{-1} \left(\frac{dy_{ik}}{dx} \right);$$

az ezen egyenlet jobb oldalával adott operatiót

$$(y_{ik})^{-1} \left(\frac{dy_{ik}}{dx} \right) = D_x(y_{ik}) \quad (10)$$

symbolummal jelöljük,* úgy hogy a

$$(a_{ik}) = D_x(y_{ik}) \quad (11)$$

egyenlet az (A) differenciárendszer coefficienseinek matrixát e rendszernek valamely integrálmatrixából származtatja. Az

$$(a_{ik}dx + \delta_{ik}) = (y_{ik})^{-1}(y_{ik} + dy_{ik}) \quad (12)$$

infinitesimalis matrix a (7) illetőleg (8) egyenletekkel összekapcsolt (a_{ik}) és (y_{ik}) függvénymatrixok közös *infinitesimalis elemét* állítja elő.

$n=1$ esetben, ha $a_{11}=a$, $y_{11}=y$, a bevezetett symbolumok következőképen írhatók:

$$\int_{x_0}^x (adx + 1) = \lim_m \prod_{v=1}^m (a(\xi_{v-1}) \cdot (x_v - x_{v-1}) + 1) = e^{\int_{x_0}^x adx},$$

$$D_x(y) = \frac{1}{y} \frac{dy}{dx} = \frac{d \log y}{dx} = a.$$

Az ezen symbolumokra érvényes számítási szabályokat a következőképen állítjuk egybe.**

Ha (a_{ik}) egy *állandó matrix* el nem tűnő determinánssal, akkor

$$D_x(a_{ik})(y_{ik}) = D_x(y_{ik}), \quad (I)$$

$$D_x(a_{ik}) = 0, \quad (Ia)$$

a hol 0 oly matrixot jelent, melynek minden eleme zéró.

* Lényegében VOLTERRANAK «derivata destra di una sostituzione»-jével azonos, a. i. h. p. 92.

** V. ö. VOLTERRA a. i. h. p. 21, 25, 34, 98, 45, 46, 48, 49.

Ha (p_{ik}) egy tetszőleges függvénymatrix, melynek determinánsa nem identice zéró, akkor

$$D_x(y_{ik})(p_{ik}) = (p_{ik})^{-1} D_x(y_{ik})(p_{ik}) + D_x(p_{ik}),^* \quad (\text{II})$$

az állandó (a_{ik}) matrixra tehát különösen lesz:

$$D_x(y_{ik})(a_{ik}) = (a_{ik})^{-1} D_x(y_{ik})(a_{ik}). \quad (\text{IIa})$$

Ha

$$(y_{ik})^{-1} = (Y_{ik}),$$

akkor

$$\begin{aligned} \sum_{v=1}^n y_{vk} Y_{kv} &= 1, \\ \sum_v y_{v\lambda} Y_{kv} &= 0, \quad \lambda \neq k \end{aligned} \quad (13)$$

és x szerint differenciálva **

$$\sum_v y'_{v\lambda} Y_{kv} + \sum_v y_{v\lambda} Y'_{kv} = 0. \\ (k, \lambda = 1, 2, \dots, n)$$

Ebből a (7) egyenletek felhasználásával

$$\sum_v \sum_{\mu} a_{\mu\lambda} y_{v\mu} Y_{kv} = - \sum_v Y'_{kv} y_{v\lambda}$$

és tekintettel a (13)-ra

$$a_{k\lambda} = - \sum_v Y'_{kv} y_{v\lambda}$$

azaz

$$(a_{k\lambda})(y_{k\lambda})^{-1} = - (Y'_{k\lambda}),^{***} \quad (14) \\ (k, \lambda = 1, 2, \dots, n)$$

azaz, ha

$$\begin{aligned} a_{k\lambda} &= - b_{\lambda k}, \\ Y_{k\lambda} &= z_{\lambda k}, \end{aligned}$$

akkor $(z_{\lambda k})$ integrálmatrixa a

$$\frac{dz_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^n b_{\lambda k} z_{\lambda} \quad (B) \\ (k=1, 2, \dots, n)$$

* A matrixok összeadása a szokott értelemben veendő, v. ö. pld. FROBENIUS, CRELLE Journal, Bd. 84, p. 1.

** Az x szerinti deriváltakat accentusokkal jelöljük.

*** Egy (a_{ik}) matrix szorzata valamely tetszőleges a scalaris mennyiséggel $(a_{ik})a$ vagy $a(a_{ik})$ azt a matrixot jelenti, a mely (a_{ik}) -ből minden elemnek a -val való szorzásából ered.

differenciárendszernek, a mely nem egyéb, mint az (A) rendszer *adjungált* rendszere.* A (14) egyenletet így is írhatjuk

$$-(a_{k\lambda}) = \left(\frac{dY_{k\lambda}}{dx} \right) (Y_{k\lambda}),$$

vagyis tekintettel a (11)-re

$$D_x(y_{ik})^{-1} = -(y_{ik}) D_x(y_{ik})(y_{ik})^{-1}. \quad (III)$$

Ezen *differenciálási képletek* mellé sorakoznak a következő *integrálási képletek*:

$$\int_a^b (a_{ik} dx + \delta_{ik}) = \int_a^c (a_{ik} dx + \delta_{ik}) \cdot \int_c^b (a_{ik} dx + \delta_{ik}), \quad (IV)$$

$$\int_a^b (a_{ik} dx + \delta_{ik}) = \left(\int_b^a (a_{ik} dx + \delta_{ik}) \right)^{-1}, \quad (V)$$

$$\int_a^b (a_{ik} dx + \delta_{ik}) = (y_{ik})_a^{-1} (y_{ik})_b, \quad (VI)$$

a hol a, b, c tetszőleges $(p \dots q)$ intervallumon belül fekvő értékek és $(y_{ik})_b$ azt a matrixot jelenti, mely (y_{ik}) -ből előáll, ha y_{ik} -ban x helyébe b -t írunk.

Ha (b_{ik}) egy függvénymatrix, melynek determinánsa nem identice zéró, akkor

$$\begin{aligned} \int_{x_0}^x ((b_{ik})(a_{ik})(b_{ik})^{-1} dx + \delta_{ik}) &= \\ &= (b_{ik})_{x_0} \int_{x_0}^x ((a_{ik}) + D_x(b_{ik}) dx + \delta_{ik}) \cdot (b_{ik})^{-1}, \quad (VII) \end{aligned}$$

úgy, hogy egy el nem tűnő determinánsú, állandó (a_{ik}) matrix esetére:

$$\int_{x_0}^x ((a_{ik})(a_{ik})(a_{ik})^{-1} dx + \delta_{ik}) = (a_{ik}) \int_{x_0}^x (a_{ik} dx + \delta_{ik}) \cdot (a_{ik})^{-1}. \quad (VIIa)$$

* JACOBI, CRELLE Journal, Bd. 27, p. 199, 29, p. 213, 333, Werke IV, p. 319. ff.

Végre áll az a fontos tétel, hogy a

$$D_x(y_{ik}) = D_x(\eta_{ik})$$

egyenletből:

$$(\eta_{ik}) = (a_{ik})(y_{ik}),$$

a hol (a_{ik}) egy állandó matrix el nem tűnő determinánssal.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 október 17.-én tartott üléséből.)