

PÓTFÜZETEK
A
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLÖNYHÖZ.

KIADJA
A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

MEGINDÍTOTTA 1888-BAN SZILY KÁLMÁN.

ILOSVAY LAJOS
KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTETTE
GORKA SÁNDOR ÉS NURICSÁN JÓZSEF.

CXV—CXVI. PÓTFÜZET.

41 KÉPPEL.

AZ 1914. ÉVI, XLVI. KÖTETHEZ.

BUDAPEST.
KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

(Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. szám.)

1914.

TARTALOMJEGYZÉK.

NAGYOBB CZIKKEK.

- BARTUCZ LAJOS, A weimári ősember állkapcsa (3 képpel) 154.
BERNÁTSKY JENŐ, A vetőmag csávázása 144.
CZIRBUSZ GÉZA, A hegyek alakulásának újabb elmélete (3 rajzzal) 151.
GÁSPÁR KÁROLY, A meteoritek 165.
GERGÓ IMRE, A szövetek és szervek átültetése (4 képpel) 33.
HEGYFOKY KABOS, Az Atlanti-óceán hatása időjárásunkra (1 rajzzal) 132.
KANITZ ARISTIDES, Bevezető gondolatok az általános életkémiába 23.
KIS VIKTOR MANÓ, A mai meteorológia megalapozása (Williams Henry Shaler ithakai egyetemi tanár közleménye) 97.
MENDE JENŐ, A kisülési sugarak (3 rajzzal) 85.
NYÁRY BÉLA, A tömegvonzás és a sugárnyomás 1.
ROTHSCHNEK JENŐ, A koffein 160.
SCHLEICHER ALADÁR PÁL, A fémes anyagok vizsgálatának újabb módszerei (14 képpel) 113.
SCHWEITZER JÓZSEF, A peióriás virágokról (5 képpel) 61.
TOBORFFY ZOLTÁN, A valódi rubin megkülönböztetése a mesterségestől 157.
UJJ GYULA, Újabb kutatások az ibolyántúli sugarakról (4 rajzzal) 73.
VÁSÁRHELYI LÁSZLÓ, Az ásványos vizekről 7.
WESZELSZKY GYULA, A rádium és mezothórium természete 53.
ZIMMERMANN ÁGOSTON, Az egyiptájú sertés (2 képpel) 170.

KISEBB CZIKKEK.

- DOBY GÉZA, A víz mint oxidáló szer 173.
GORKA SÁNDOR, A festékszemcskék áramlása a festéksejtekben 96.
— A petefészek kivonatának hatása 96.
— A talajt érő nagyobb meleg hatása a növények fejlődésére 96.
— Emberi szövetek továbbtenyésztése mesterséges táplálótalajban 176.
HALMI GYULA, Ammóniumsulfát előállítása a kőszéngázban foglalt ammóniából és kénből 92.
KNAPP OSZKÁR, Biztonsági eszközök robbanások elkerülésére az acetilén segítségével végzett hegesztésnél és vágásnál 175.
MENDE JENŐ, A drótnélküli telegráfia jeleinek átvétele antenna nélkül (1 képpel) 93.
— Új anyagok a ködfoltokban 93.
— Naprendszerünk ködfoltja 175.
PERCZEL ALADÁR, Helberger-féle elektromos olvasztókemence (2 képpel) 90.
UNGER EMIL, A pók és a hang 174.
VARGA LAJOS, A planktonepibiontok 94.
WODETZKY JÓZSEF, Megmagyarázhatatlan eltérések a Hold mozgásában 88.
-

TÁRGYJEGYZÉK.

I. Az állattan köréből: A szövetek és szervek átültetése 33. — A planktonepibiontok 94. — A festékszemeckék áramlása a festéksejtekben 96. — Az egypatájú sertés 170. — A pók és a hang 174.

II. A csillagászat és meteorológia köréből: Megmagyarázhatatlan eltérések a Hold mozgásában 88. — Új anyagok a ködfoltokban 93. — A mai meteorológia megalapozása 97. — Az Atlanti-óceán hatása időjárásunkra 132. — Naprendszerünk ködfoltja 175.

III. A chemia, ásvány- és földtan köréből: Az ásványos vizekről 7. — Bevezető gondolatok az általános életkémiába 23. — Ammóniumsulfát előállítása a kőszén-gázban foglalt ammóniából és kénből 92. — A fémek anyagok vizsgálatának újabb módszerei 113. — A hegyek alakulásának újabb elmélete 151. — A valódi rubin megkülönböztetése a mesterségestől 157. — A koffein 160. — A meteoritek 165. — A víz mint oxidáló szer 173. — Biztonsági eszközök robbanások elkerülésére az acetilén segítségével végzett hegesztésnél és vágásnál 175.

IV. Az élettan köréből: Bevezető gondolatok az általános életkémiába 23. — A szövetek és szervek átültetése 33. — A planktonepibiontok 94. — A festékszemeckék áramlása a festéksejtekben 96. — A petefészek kivonatának hatása 96. — A koffein 160. — Emberi szövetek továbbtenyésztése mesterséges táplálótalajban 176.

V. Az embertan és néprajz köréből: A weimári ősember állkapcsa 154.

VI. A fizika köréből: A tömegvonzás és a sugárnyomás I. — Az ásványos vizekről 7. — A rádium és mezothórium természete 53. — Újabb kutatások az ibolyántúli sugarakról 73. — A kisülési sugarak 85. — HELBERGER-féle elektromos olvasztókemence 90. — A drótnélküli telegráfia jeleinek átvétele antenna nélkül 93. — A fémek anyagok vizsgálatának újabb módszerei 113.

VII. A növénytan köréből: A pelóriás virágokról 61. — A talajt erő nagyobb meleg hatása a növények fejlődésére 96. — A vetőmag csávázása 144. — A koffein 160.

Megjegyzés. A tartalom betűrendes jegyzéke a Természettudományi Közöny XLVI. kötetének tárgymutatójába van beosztva.

Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegek közli ábrákkal illesztrálva.

PÓTFÜZETEK
A
**TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLÖNYHÖZ.**
ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 2 K. ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettud. Közlönyvel együtt, 12 K.

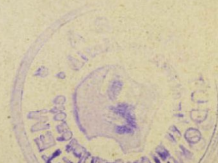
XLVI. KÖTETHEZ.

1914. FEBRUÁRIUS—MÁJUS 1—2. (CXIII—CXIV.) PÓTFÜZET.

A tömegvonzás és a sugárnyomás.

Az energia összes alakjai két csoportba oszthatók. A szabad energiafajok alaptípusa a mozgásenergia, a potenciális vagy kötött energiafajoké pedig a helyzeti energia. A mozgásenergiának kútforrása az illető testnek, vagy a test legkisebb részecskéinek: a molekuláknak, az atomoknak, vagy az elektrónoknak a sebessége. A helyzeti energiának eredete sokkal rejtélyesebb, a mennyiben ennek kútforrása a gravitációban, elektromos erőkben, vagyis a tömegek, töltések között levő általános vonzásban keresendő. A gravitáció okozza a bolygóknak keringését a Nap körül, valamint a testek szabad esését. Az általános tömegvonzás magyarázatára már NEWTON föltételezett egy ritka anyagot, az étert, melynek sűrűsége szerinte a Naptól való távolsággal nő. A bolygók a kisebb sűrűségű hely felé igyekeznek, vagyis a Nap felé; ez volna tehát a bolygókra ható középpont felé irányuló erőnek az oka. A szabad esést is hasonlóképpen magyarázta, a mennyiben föltette, hogy a bolygókat is körülveszi az éternek egy ilyen szférája, melynek sűrűsége szintén a bolygótól való távolsággal növekszik. A fény hullámelmélete szerint, mely a fényemanáció elmélet helyébe lépett, a sugárzó energiának továbbítója a világot betöltő éter. Ezen elmélet szerint az éter sűrűsége az egész világűrben mindenütt ugyanakkora s csak a szilárd és cseppfolyós testekben szenved némi változást. A gravitációnak az előbbi magyarázata tehát a fény hullámelméletével nem egyeztethető össze. Az elektromágneses fényelmélet, mely a fény hullámelméletét mintegy kiegészíti, az étert szintén egyenletes sűrűségűnek tekinti az egész világűrben. A gravitáció magyarázatára tehát más elméletet kellett kidolgozni.

Több mint száz évvel ezelőtt LE SAGE fejtett ki egy elméletet a gravitáció magyarázatára, mely szerint az egész világ óriási nagy sebességgel mozgó, végtelen kis térfogatú részecskékkel van telve, melyek a Nap és a bolygók tömegén is át tudnak hatolni. E részecskék a test felületéhez érve részint visszapattannak, részint áthatolnak a test molekulái között. Egy egyedül álló test ennek következtében minden oldalról egyenlő nyomás alatt áll. Ha a test közelébe egy másik test kerül, akkor e két test között levő térben kisebb lesz a részecskék száma, mert e két test egymással szemben ernyőként működik. Ezáltal kisebb lesz a két test felületének



egymás felé néző részén a nyomás, minek eredménye a két testnek vonzódása egymáshoz. Minthogy e részecskék a test molekulái között lévő térbe is behatolnak, azért a vonzóerő nem a testek felületével, hanem a tömegével arányos. A vonzó erő minden irányban egyformán hat. Gömbalakú tömeg esetén tehát azok a pontok, a melyekben a tömegegységre ható vonzóerő ugyanakkora, a gömb középpontjától egyenlő távolságban vannak s így egy gömbfelületen foglalnak helyet. A gömb felülete tudvalevőleg arányos a gömb sugarának négyzetével. A gömb sugara a jelen esetben a felületi pontoknak távolsága a test középpontjától. Ha minden felületegységen ugyanakkora tömegmennyiség foglal helyet, akkor az ugyanakkora tömegmennyiségre ható vonzóerő a hozzátartozó gömbfelület nagyságával arányosan csökken. A vonzóerő tehát fordítva arányos a tömegek között lévő távolság négyzetével.

LE SAGE elméletét továbbfejlesztette CAMERER, a ki az étert is atómkból állónak tekintette és LE SAGE részecskéit az éteratómokkal azonosította. Szerinte az ősköd különböző nagyságú és különböző sebességű atómkból állott. A nagyobb atómk összehalmozódása által keletkezett a nehéz anyag, mely a testeket alkotja. A számtalanszor nagyobb számban levő kisebb atómk teljesen szabad állapotban maradtak meg. Ezek alkotják az egész világot betöltő étert. Az éteratómok óriási nagy sebességgel mozognak s át tudnak hatolni az anyagi testeken. A tömegvonzás eredete e szerint az éteratómok mozgására vezethető vissza.

A legújabb elmélet szerint az étert nem különálló atómkból állónak, hanem folytonosnak tekintik. A gravitációt tehát az éterrészecskék mozgásával nem lehet megmagyarázni. Az eredeti LE SAGE-féle elmélet ellen pedig már MAXWELL felhozta azt a körülményt, hogy a nagy sebességgel mozgó végtelen kis részecskék által a testeknek átadott energia hőenergiává alakulván, a testeket mind izzó állapotba hozná. Föltehetnők ugyan, hogy ez az energia nem hőenergiává, hanem sugárzó energiává alakul át. Ebben az esetben azonban a test tömegegysége másodpercenként annyi energiát sugározna ki, a mennyi a rádium tömegegysége által ugyanezen idő alatt kisugárzott, általunk is ismert energiamennyiséget tetemesen felülmulná.

A gravitáció magyarázatára újabban azt az elméletet állították fel, hogy két, különmemű elektromos töltésű test között levő vonzás valamivel nagyobb, mint ugyanezen két test között lévő taszítás, ha elektromos töltéseik nagyságra nézve ugyanakkorák mint előbb, de egyneműek. Ez a különbség azonban olyan kicsiny, hogy az elektromos jelenségek vizsgálatánál egyáltalában tekintetbe sem jön. A semleges viselkedésű testekben ugyanakkora a pozitív és a negatív elektromosság mennyisége. Ha tehát két semleges állapotú test egymás közelébe kerül, akkor az egyik test mindkét-fajta elektromossága a másik test ellenkező nemű elektromosságát valamivel

nagyobb mértékben vonzza, mint a hogy az egyneműt taszítja. Ennek következtében a két test egymáshoz közeledni törekszik, vagyis vonzza egymást. Földi tárgyakkal egymást vonzó hatását azért nem lehet észrevenni közönséges körülmények között, mert a Föld vonzásához képest a földi tárgyakkal kölcsönös vonzása elenyésző csekély. Olyan finom műszerrel azonban, a milyen a CAVENDISH- és az EÖTVÖS-féle inga, a földi tárgyak vonzó hatását is ki lehet mutatni. Az általános tömegvonzást ez az elmélet az elektromos testek kölcsönös hatására vezeti vissza.

A tömegvonzás miatt az anyagi testek mind nagyobb és nagyobb tömegekben halmozódnának össze, ha azt a *sugárnyomás* meg nem akadályozná. Ha fény-, vagy hősugarak érik a test felületét, akkor azok részben, vagy egészben visszaverődnek s eközben nyomást gyakorolnak a felületre. A fénysugarakat az elektrónok rezgése létesíti. Az elektomágneses fényelmélet szerint az éterrezgések tulajdonképpen az elektromos és mágneses mezőben történő szakaszos változások. A sugárnyomás eredetének megértése végett tehát az elektromos töltésű testek viselkedését kell közelebbről megvizsgálunk.

Ha egy test folyadékban mozog, akkor a testet környező folyadék is mozgásba jön. A test mozgásakor tehát a környező folyadékot is mozgásba kell hozni. Ezáltal a test tömege látszólag nagyobbodik. Egyes esetekben a test látszólagos tömege sokkal nagyobb lehet, mint a valódi tömeg; ez az eset áll elő például légbuborékoknak mozgásakor vízben. Hasonló jelenség tapasztalható az elektromos töltésű testeken is. Az elektromos testből erővonalak indulnak ki. FARADAY az erővonalaknak valódi lételt tulajdonított, melyek az éterben bizonyos feszültségi állapotot létesítenek. Az erővonalak tehát az éter rostjainak tekinthetők. Az elektromos testből kiinduló erővonalak az éternek egy részét lekötik. Az elektromos test mozgásba hozatván, az éternek ezen lekötött részét magával ragadja, minek következtében a test tömege látszólag megnövekszik. Semleges állapotú testnél ez természetesen nem fordul elő, mert abból ily erővonalak nem indulnak ki, melyek az éternek egy részét lekötnek. FARADAY és MAXWELL szerint az elektromos energia székhelye nem az elektromos testben van, hanem a környező térben (a lekötött éterben). Az elektromos test mozgása mágneses mezőt létesít s így a test mozgási energiájához még hozzájárul a mágneses energia. A test energiájának ily módon való növekedéséből most már a tömeg látszólagos növekedése, vagyis a lekötött éternek a tömege kiszámítható. E számítás arra az eredményre vezet, hogy a test elektromos (helyzeti) energiája éppen akkora, mint a lekötött éternek a mozgási energiája abban az esetben, ha a lekötött étertömeg a fény sebességével mozog.

A molekulákban az atómokat elektromos erők kötik össze. Ha az atómok molekulákká egyesülnek, akkor a fejlődött hő az atómok elektromos

energiájának arányos csökkenését okozza. Ezáltal az atómokhoz kötött éter mennyisége kisebb lesz. A fejlődött hő mennyiségéből a lekötött éter mennyiségének csökkenését kiszámíthatjuk. E szerint a chemiai energiának székhelyét is a lekötött éterben kell keresnünk.

Ha az elektromos test nyugalomban van, akkor az erővonalak minden irányban egyenletesen vannak eloszolva. Hogyha azonban ez a test mozog, akkor az erővonalak úgy iparkodnak elhelyezkedni, hogy a mozgás irányára merőlegesen legyenek. Az erővonalaknak e törekvése annál nagyobb, mennél nagyobb a mozgó elektromos test sebessége. A sebesség növekedésével így az erővonalak a mozgási irányra merőlegesen mindinkább összesűrűsödnek. Ezáltal az éternek nagyobb mennyisége kötődik le, a mi a test tömegének látszólagos növekedését vonja maga után. Ez a növekedés akkor válik jelentékenyvé, a mikor a mozgó elektromos test sebessége a fény sebességéhez közeledik. A rádium β -sugarait éppen úgy, mint a katódsugarakat, szabad állapotban levő elektrónok alkotják, csak hogy a β -sugarakat alkotó elektrónok sebessége sokkal nagyobb, mint a katódsugaraké. Az elektrón-elmélet alapján KAUFMANN-nak sikerült kísérletileg kimutatni, hogy az elektrón tömege látszólag nagyobb lesz, ha sebessége a fény sebességéhez közeledik (β -sugarak). A tömeg látszólagos növekedését a lekötött éter mennyiségének a növekedése okozza. A további vizsgálatok még arra a meglepő eredményre vezettek, hogy az elektromos atómnak, az elektrónnak *anyagi* tömege nincs s így az egész tömeg, melynek nagyságát meghatározták, valószínűleg nem más, mint az erővonalak által lekötött éternek tömege. Ugyanez tehető fel az anyagi testekre vonatkozólag is.

Az eddigiekből látható, hogy az elektromos test tömegének nagyobbnak kell lenni, mint a milyen ugyanezen testnek a tömege semleges állapotban. A tömegnek ezen látszólagos növekedését az erővonalak által lekötött éter mennyisége okozza. Ha az elektromos test mozog, akkor mozgási energiájának egy része a mozgása által létesített mágneses mezőben van; ez pedig az elmélet szerint nem más, mint az erővonalak által lekötött és a test által tovaragadott éternek a mozgási energiája. A fényt a mágneses mezőben történő periodusos változások okozzák. Ezen változások kiinduló pontjai a molekulák elektrónjai.

Az elektrónok sebességének gyors megváltozása következtében az elektromos és a mágneses erővonalak elszakadnak és hullámszerűen továbbterjednek másodpercenként 300 000 kilométeres sebességgel (a fény sebessége) s a lekötött energia egy részét magukkal ragadják. A tovaragadott éter helyébe az éter egy más részének kell lépni, a mely addig még nem volt lekötve. A tovaragadott éter mennyisége bár igen kicsi, de sebessége egyenlő lévén a fény sebességével, mozgási energiája elég jelentékeny. Ha tehát fény-sugarak érik a test felületét, akkor a tovaragadott éter nyomást gyakorol

a test felületére. Ezt a nyomást fénynyomásnak vagy sugárnyomásnak nevezik.

A sugárnyomás jelenlétét elméleti megfontolások alapján MAXWELL megjósolta és nem régen LEBEDEV kísérlettel kimutatta és meg is mérte. Egy gömbalakú testre ható nehézségi erő arányos a gömb sugarának a köbével, mert a vonzó erő arányos a tömeggel s így arányos ugyanazon anyagra nézve a test térfogatával, a gömb térfogata pedig arányos a sugár köbével. A sugárnyomás LEBEDEV szerint arányos a test felületével s így gömbalakú testnél arányos a gömb sugarának négyzetével. Ha a gömb sugara kétszerre kisebb, akkor a testre ható nehézségi erő nyolczszorta lesz csekélyebb, míg a sugárnyomás csak négyszer válik kisebbé. A test térfogatának kisebbedésével e szerint sokkal nagyobb mértékben csökken a nehézségi erő, mint a sugárnyomás s így egy bizonyos térfogat mellett a kettőnek egyenlőnek kell lennie. A sugárnyomás a Nap felületén egy fekete test felületére merőlegesen, négyzetcentiméterenként, 2·75 mg. ARRHENIUS számítása szerint a Nap közelében egy olyan vízsűrűségű gömböcskénél fogja a sugárnyomás a Nap vonzását ellensúlyozni, melynek átmérője 0·0015 mm s mely a ráeső sugarakat teljesen visszaveri. Ha a gömböcske átmérője ennél kisebb, akkor a sugárnyomás legyőzi a vonzást s a Nap a gömböcskét eltaszítja. A sugárnyomás, SCHWARZSCHILD számítása szerint, akkor a legnagyobb, ha a gömböcske átmérője 0·00016 mm. Ekkor a sugárnyomás négyszer nagyobb a vonzásnál. Ha a gömböcske átmérője ennél kisebb, akkor a fényelhajlás miatt a sugárnyomás kisebbedik.

LEBEDEV-vel egyidejűleg NICHOLS és HULL kísérletei fejlesztették tovább a sugárnyomásra vonatkozó ismereteinket. Különösen kiemelendők még POYNTING számításai, mely szerint két egységnyi sűrűségű, 39 cm átmérőjű és 29 C⁰ hőmérsékletű golyó minden külső hatástól elszigetelve egymást taszítja, mert ekkor a kölcsönös vonzást a golyók sugárzása okozta taszítás legyőzi. A sugárnyomásnak nagy fontosságát az égi jelenségeknél ARRHENIUS mutatta ki.

KEPLER vette észre először, hogy a Nap a közelébe kerülő üstökös farkát eltaszítja. E taszításnak az oka valószínűleg a napsugaraktól eredő fénynyomás. Az üstökösök farkában olyan részecskének kell lenniök, melyeknél a sugárnyomás a nehézségi erőt legyőzi. A Nap ibolyántúli sugarai ugyanis ionizálják az üstökös farkában levő gázokat. Az ionok igen kicsiny, pozitív és negatív elektromossággal töltött részecskék, melyek képesek a gőzöket maguk körül összesűríteni. WILSON kimutatta, hogy a negatív ionok erre nagyobb mértékben képesek, mint a pozitívok. Ha az üstökös a Nap közelébe kerül, akkor a napsugarak által ionizált gáz negatív ionjai sűrítik meg először maguk körül a gőzöket. Ezáltal olyan golyócskák keletkeznek, melyeket a sugárnyomás könnyen eltaszít. A pozitív elektromosság ennek

következtében különvlik. Ha elég nagy mennyiségű lesz az ily módon szétválasztott elektromosság, akkor kisülés állhat elő, a mi az üstökösben lévő gázokat világítóvá teszi. Az üstökösök farkának eltaszítása a napsugarak által így együtt jár a benne végbemenő elektromos kisülésekkel.

A sugárnyomás hatása alatt jön létre a Napot körülvevő korona, mely csak teljes napfogyatkozásakor figyelhető meg. A korona belső része főképpen hidrogéngázból és egy koróniumnak nevezett, eddig ismeretlen gázból áll. A korona külső része folytonos színeképet ad, a mi azt mutatja, hogy azt szilárd és cseppfolyós részecskék alkotják. E részecskék sugárszerűen helyezkednek el s a Nap egyenlítője tájáról a sarkok felé hajlanak mágneses erővonalak módjára. Ez azt bizonyítja, hogy a Nap is erős mágnes, melynek mágneses sarkai a földrajzi sarkok közelében vannak. A koronasugarak legnagyobb mennyisége a napfoltokból indul ki. A korona legszélsőbb része a Nap felületétől a Nap átmérőjénél hatszorta nagyobb távolságra van. A korona oly ritka, hogy a mögötte levő égboltozat fényének körülbelül csak a kétszázszázredrészét nyeli el. Az üstökösök átmehetnek rajta, a nélkül, hogy mozgásukban jelentékenyen gátoltatnának. A napkoronában levő „nappornak“ egy része a Napra nézve elvész. Ez által a Nap folytonos anyagvesztéséget szenved; ez az anyagvesztés azonban nem mulja felül azt az anyagszaporodást, melyet a beeső meteorok okoznak.

A fénynyomás által eltaszított nappor elterjed az egész világűrben. E porrészecskék a hozzájuk tapadt elektrónok által negatív elektromosságot visznek magukkal. Ennek következtében a Napban pozitív elektromosság halmozódik fel. A nappornak elektromos töltésére WILSON utalt először. A sugárnyomás által ellökött porrészecskék részint kozmikus porrá, részint meteorokká egyesülnek.

A meteorok részint a világűrben bolyonganak, részint pedig a bolygók és holdjaik felületére, vagy a Napba hullanak. A ködfoltok fénye valószínűleg elektromos kisülés eredménye. A ködfoltok határához érkező kozmikus por szemeket az ott levő gázok feltartóztatják. A kozmikus porrészecskék elektromos töltése révén ott nagymennyiségű elektromosság gyűl össze. Ha a feszültség elég nagy lesz, akkor az elektrónok kilökötése által kisülés létesül. Ezen elektromos kisüléstől kapja a ködfolt felülete azt a fényt, a melynek segítségével a ködfolt létéről tudomást szerezhetünk.

A koronában levő gázokat az elektromos porrészecskék maguk körül összesűrítetik s magukkal vihetik a napsugarak taszító hatása alatt a bolygók légkörébe. Így kerülhetett a hélium a Föld légkörébe, melynek jelenlétét RAMSAY fedezte fel. A légkörbe került kozmikus por hosszabb ideig tartó lebegés után leszáll a Föld felületére. Ennek a mennyisége a napfoltok számával nő, mert a napfoltokon át történik a nappornak legnagyobb mértékű kilövelése. Az elektromos töltésű porrészecskék összesűrítik a

levegőben levő vízgőzt s így előmozdítják a felhők keletkezését. A nappor a Föld közelébe érve, két nyalábra oszlik s a sarkok felé áramlik, a hol azután elektromos kisülés áll elő. Ez a legvalószínűbb oka a sarki fénynek.

A trópusokban csillagos éjszakákon néhány órával a Nap kelte előtt látható állatövi fény a Naptól megvilágított napportól ered. Ennek középvonala az állatövbe esik s innen kapta a nevét. Nálunk csak ritkán látható, leginkább a tavaszi és az őszi napéjegyenlőség idején.

A sugárnyomásnak, miként látható, nagy fontossága van az égi jelenségeknél. A nagyobb testeknél a Nap vonzása, a parányiaknál pedig a sugárnyomás érvényesül.

Nyáry Béla.

Az ásványos vizekről.

A Nap energiájától körfolyamatban tartott vízmennyiség a körbenforgás egyik szakaszában a Föld mélyében mint talajvíz gyűl össze, hogy onnan források útján újra napfényre jusson és folytassa útját a Föld felszínén, illetve fölemelkedjék gőz alakban a légkörbe. A légköri lecsapódásokból ered tehát a források keletkezéséhez szükséges vízmennyiség.

Sokáig vitatkoztak azon, hogy vajjon a talajvíz a földre hulló csapadék-mennyiségektől ered, vagy pedig a megsűrűsödött vízgőzből akként keletkezik, hogy a páratelt levegőrétegek a hidegebb földkéreggel érintkezve elvesztik vízmennyiségük jelentékeny részét. Különösen VOLGER O.¹ volt az utóbbi elméletnek a híve s 1877-ben kimondta azt a tételét, hogy „*a talajvíz egyáltalán nem az esőviztől származik*“. Ezzel ellentétben PETTENKOFER azt állította, hogy a „*földben levő összes víz a csapadékokból származik*“. A tudomány mai állása szerint VOLGER elmélete tarthatatlan, kivált mióta a különböző földrétegek vízátbocsátó képességét alaposabban tanulmányozták. A vizsgálatokból kitűnt, hogy a földrétegekben még 2 m-re lefelé követni lehet a csapadék behatolását. WISOTSKIJ² megmérve a különféle talajok nedvességtartalmát különböző szintekben, a következő értékeket állapította meg:

Mélység	Talajnedvesség százalékban			
	erdőben	réten	tarló-földben	műveletlen talajban
A felületen ...	13·9	5·6	9·7	3·5
0·5 m mélységben	15·1	14·9	15·4	19·7
2·0 „ „	12·4	15·0	15·4	16·3

¹ H. HÖFER, Grundwasser u. Quellen, 43. lap.

² GRAVELIUR, Petermanns geogr. Mitt., 1901, 67. lap.

Ezekből az adatokból tehát egyáltalán nem lehet azt következtetni, a mit VOLGER a tények ismerete nélkül állított.

VOLGER elméletét a legszellemesebben HANN J.¹ meteorológus czáfolta meg, a ki kimutatta, hogy a lecsapódáskor keletkező hőmennyiségek magát a földkérget is annyira fölmelegítik, hogy a további lecsapódások előfeltétele is megszűnik. Mindazonáltal a hidegebb sziklacsúcsok és az alpesi glecserrégiók alkalmasak arra, hogy ott a légmentes vízpárái összesűrűsöd-hessenek, miként arra már DUFOUR² is rámutatott. FOREL szerint a Genfi-tó környékén 1150 mm a légmentes csapadék, de csak 700 mm-t lehetett esőmértékben megmérni. A 450 mm hiány, számba véve még az elpárolgás okozta vízmennyiséget, a magas hegységen lecsapódó ködöknek tulajdonítható.

A fentebb említett forrásokon kívül némely esetben eredhet a talajvíz a földkéreg izzón folyó magmájának ú. n. juvenilis vagy primaer (elsődleges) víztől is, mely gőzalakban felemelkedik a földkéreg hasadékaiba s a földfelület közelében talajvízzé csapódhat le. Ilyen eredetű vizek azonban SUESS E. szerint csekély számúak.

Bármilyen eredetű is a talajba benyomuló, vagy a földkéregig fölemelkedő víz, hatalmas oldóképességével az útjában található anyagokból felold bizonyos mennyiségeket s éppen ezért a természetben teljesen tiszta víz nem található.

Ásványos vizeken³ a Föld mélyéből előtörő olyan vizeket értjük, a melyekben nagyobb mennyiségű szilárd és gáznemű anyag van feloldva, mint a közönséges kútvezetekben és ivóvizekben. Ide számítjuk még a hévízeket, jóllehet azoknak kevés száraz maradéka van, azonkívül újabban azokat a vizeket is idesorozzák, a melyeknek radioaktív sajátságai miatt tulajdonítanak gyógyító hatást.

Némely ásványos víz forrás területén az egyes források szilárd maradéka különböző mennyiségű lehet; de a maradékok kémiai elemzése oly egyezést mutathat az egyes alkotórészek minőségében, a miből arra lehet következtetni, hogy ezek a források eredetileg ugyanazon ásványos víznek különböző hígítási termékei.

A legtöbb ásványos víz kémiailag elég szoros vonatkozásban áll azokkal a kőzetekkel, a melyeken a forrás vize áthaladt és a melyek a forrás vizét tulajdonképpen ásványos vízzé tették. Ennélfogva az ásványos vizek elemzése igen gyakran keletkezésüket is megvilágítja.

Az, hogy az ásványos vizekben rendszeren több feloldott anyag van, mint a közönséges kútvezetekben és ivóvizekben s hogy igen sokszor egyeb

¹ Zeitschr. d. österr. Ges. f. Meteorol., 1880, 15. köt., 482. lap.

² Gaea, 7. köt., 179. lap.

³ GOLDBERG meghatározását. 1. Die natürl. u. künstl. Mineralwässer, 1. lap.

anyagok is vannak bennük, nemcsak a kedvező geológiai és fizikai viszonyoktól (kedvező geológiai alakulat, a vonulat hossza, nyomás, hőfok stb.) függ. Részt vesznek abban az először felvett anyagok hatásai is; így pl. a széndioxid, oxigén, szerves anyagok, kénessav, kénsav, könnyen oldódó sók. Utóbbiak ugyanis nemcsak fokozzák a víz oldóképességét, hanem más talajalkotórészeket és közzeféleségeket is szétbontanak és feloldanak. Néha olyan jelenségek is mutatkoznak, a melyek az oldást hátráltatják; ilyen jelenség például a kovasavas alkálifémek és magnéziumsulfát vagy magnéziumklorid egymásra hatásakor az oldhatatlan magnéziumszilikátok keletkezése, továbbá nehéz fémek vagy fémszulfidok kicsapódása a kénhidrogén hatására. De mindezek oly alárendelt jelentőségűek, hogy legfeljebb csak lassítják, de sohasem szüntetik meg a kilúgozási folyamatot. Azonkívül nincs oly közet, mely a hosszabb ideig tartó oldó vagy szétbontó hatásnak ellentállana.¹

Az ásványos vizek keletkezésében szereplő tényezőknek minden elképzelhető csoportosulása lehetséges és ebből magyarázható a természetes ásványos vizek sokfélesége.

Mielőtt a fontosabb ásványos vizek keletkezését részletesebben tárgyalnám, röviden megemlékezem az ásványos vizek kémiai és fizikai sajátságairól, a melyeken alapszik tulajdonképpen az ásványos vizek beosztása is.

Kémiai szempontból az ásványos vizek oldatoknak tekinthetők, a melyeknek természete első sorban a bennök feloldott anyagoktól függ. A kémiailag oldott alkotórészekről függ egyszersmind az ásványos vizek gyógyító hatása is; noha egyik-másik alkotórész nagyon kis mennyiségének különösebb szerepét a gyógyító hatásban nem lehetett bebizonyítani.

Az ásványos vizekben oldott anyagok: szénsavas és savanyú szénsavas sók, a nátrium szulfátja és kloridja, a kálium, magnézium, kalcium és vas hasonló vegyületei. Azonkívül jellemző alkotórészek: az oldható szulfidok és hidroszulfidok, a vassulfát és alumíniumsulfát. Előfordulhatnak benne, de csak kisebb mennyiségben, lithiumsók, jodidok és bromidok, arzénsavas és arzénessavas sók vagy arzénsav. Az ammoniumsók nagyon alárendelt mennyiségben fordulnak elő, gyakran teljesen hiányzanak. Csak nyomokban és ritkán találhatók: a strontium, bárium, mangán, réz, ón, ólom, antimón, kobalt, nikkel és igen ritkán a caesium, rubidium, thallium. Rendesen, de csak kis mennyiségben, van bennük kovasav, azonkívül foszforsav, salétromsav és nyomokban bórsavsó, továbbá, néha vulkáni utóhatások eredményeképpen kénsav, kénessav és sósav is. Kénessavas só csak igen ritkán van az ásványos vizekben (néhány kénesvízben). Néha színjódot is ki lehet mutatni.

¹ GOLDBERG, id. műve, 19—26. lap.

Az ásványos vizek legfontosabb és teljesen sohasem hiányzó alkotórésze a gázalakban oldott szabad széndioxid (szénsav). Legtöbbször kevés nitrogén és oxigén is van a vizekben. Csak nitrogén akkor van, ha az oxigén oxidációs folyamatokra elhasználódott. Némely kénes víz szabad kénhidrogént is tartalmaz (parádi és harkányi víz). Gázalakú szénhidrogének is lehetnek a vízben (LEHMANN szerint a marienbadi Mineralmoor olajsavat tartalmazott,¹ tehát még bonyolult szénvegyületek is előfordulhatnak), néha hidrogén is. A cambrai artézi kútban szénmonoxidot találtak.

Tulajdonképpen szerves anyagok, a melyek többnyire szervezetek bomlásától erednek, legtöbbször csak csekély mennyiségben találhatók. Hangyasavat találtak a karlsbadi vízben; hangyasavat, ecetsavat, propionsavat és vajsavat a bruckenai ásványos vízben. Néha humuszsavakat (stearin és oleinsavas sók) is találnak. Némely meleg forrás vizeletszagú (a forró karlsbadi Sprudel); ennek okát nem tudjuk, de esetleg piroszűlősav okozhatja ezt.

Az oldott anyagoknak természetes következménye, hogy az ásványos vizek fajsúlya nagyobb az egységénél és az oldott anyagok minősége megmennyisége szerint változó.

Az ásványos vizek *hőfoka* szerint megkülönböztetünk *hideg és meleg forrásokat*. Utóbbiakon olyan hőfokú forrásokat értünk, a melyeknek hőfoka a forrás helyének középhőmérsékleténél magasabb. Ha a meleg forrásoknak hőfoka még jelentékenyebben magasabb, akkor hévvizеkről, thermákról szólunk.

Meg kell még emlékezni az ásványos vizek *rádoaktív sajátságairól* is. Magáról a jelenségről felesleges szólnom, hiszen a rádoaktív sugárzásokról már lehetett olvasni több ízben Közlönyünk hasábjain is.

SELLA és POCCHETINO² hívta fel arra a figyelmet, hogy a vízcseppeken áthajtott levegőnek vezetőképessége növekszik, tehát az áram útjába kevesebb akadályt gördít. THOMSON J. J.³ és HIMSTEDT F.,⁴ függetlenül az előbbi szerzőktől, hasonló tapasztalatokra jutottak. THOMSON kimutatta, hogy a különböző helyekről merített vízpróbák különféleképpen viselkednek ebben a tekintetben, HIMSTEDT pedig bebizonyította, hogy minden forrásvízen, valamint frissen felszínre kerülő talajvízen észlelhető ez a jelenség, vagyis az átszűrött levegőt minden forrásvíz vezetővé teszi; ellenben a hosszabb ideig levegőn állott víz, tavak, folyók és tengerek vizei ezt a sajátságukat elvesztették. Bebizonyították továbbá, hogy a víznek ez a hatása a benne elnyelt rádoaktív gáztól, az emanációtól ered és ez az emanáció teszi

¹ Journal f. prakt. Chemie, 65. köt., 457. lap.

² Rend. R. Acc. dei Lincei, 1902.

³ Phil. Mag., 1902; Naturw. Rundschau, 1903. évf.

⁴ Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg. i. B., 13. és 14. köt., 1903.

vezetővé a vizen átszorított vagy áthajtott levegőt. Ha több levegőt, pl. 50 litert, 1 liter vizen körfolyamat módjára ismételve áthajtunk, akkor az emanációt csaknem teljesen el lehet vonni a vízből. Az áthajtott levegő vezetőképesége a víz emanációtartalmára mértékadó lehet.

HIMSTEDT vizsgálatai szerint¹ a baden-badeni thermák mutatkoztak a leginkább aktívakként. Számos helyen végzett vizsgálatokból kiderült, hogy a forrásvizek tartalmazzák emanációt; folyó- és tengervizek vagy egyáltalán nem, vagy csak elenyésző kis mennyiségben.

Azt, hogy az ásványvizek emanációja legtöbb esetben azonos a rádium-emanációval, a következők bizonyítják:

1. Hasonló mértékű csökkenést mutatnak; körülbelül 4 nap alatt felénnyire csökkennek.

2. Az emanációval indukált, vagyis előidézett aktivitás szintén csökken, mint az indukált radioaktivitás; fél óra alatt körülbelül felényi értékre.

3. A víz és rádiumemanáció hasonló kondenzációs pontot mutat; körülbelül — 150 C⁰-ot.

4. Az emanációk mindenikét a különböző folyadékok egyenlő mértékben nyelik el: 1 liter petróleum mindkét emanációnak körülbelül húszszorosát elnyeli, mint 1 liter víz.

5. SIDOT-féle ernyővel mindkét emanáció hasonló fénytüneményeket mutat.

HIMSTEDT kísérletei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a mi földünkön mindenütt nagy mértékben vannak elterjedve a radioaktív anyagok, a melyekből gáznemű emanáció indul ki; ezt a víz elnyeli és a szabadba jutva, az emanáció eloszlik a levegőben. Ezt a felfogást ELSTER és GEITEL² eredményei támogatják leginkább, a kik különféle földeknek és üledékeknek radioaktív hatását kimutatták. Vizsgálataikban legerősebb hatású volt a fangoiszap. Később³ ugyanezek a fizikusok a badeni hévforrások és forrás körüli üledékes kőzeteket vizsgálván, a radioaktív anyagokat ezekben is kimutathatták.

HIMSTEDT említett cikkében azt a véleményét nyilvánítja, hogy némely hévforrás gyógyító hatása éppen magasabb emanációtartalmával magyarázható. Emellett bizonyítja az a sajátságuk is, hogy friss állapotban gyógyító hatásuk sokszor nagyobb.

Még nincs elegendő számú kísérleti anyagunk ahhoz, hogy az emanáció gyógyító hatásáról véleményt mondhassunk. Eddigélé az orvosok inkább a tiszta rádiumkészítmények hatásainak tanulmányozására fordították figyel-

¹ Deutsches Bäderbuch, 1907, XLVIII. lap.

² Physik. Zeitschr., 5. köt., 1904.

³ Phys. Zeitschr., 6. köt., 1905.

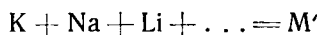
müket a rákos daganatok gyógyításával kapcsolatban.¹ Minthogy a rádiumforrások mennyisége egyáltalában nem kimeríthetetlen, ez az emanációkészlet sem maradhat kiaknázatlanul az orvosok előtt. Bár a nagyhangon hirdetett csodás gyógyító hatású radioaktív vizek ma is még eleget félrevezetnek.

Az *ásványos vizek beosztása* főleg a bennük feloldott anyagok alapján történt, de a legtöbb beosztás azért inkább csak a viszonylagosan uralkodó alkotórészek szerint történt és nem vette figyelembe az alkotórészeknek máshoz nem viszonyított (abszolút) mennyiségét.

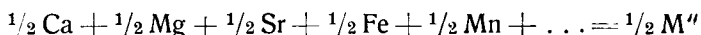
Ezek között a tapasztalati és mondhatnám minőleges jellegű osztályozások között határozottan THAN KÁROLY² beosztását illeti az elsőség, a ki először vette számba az előforduló alkotórészek abszolút mennyiségét.

THAN kezdeményezésére fejezték ki a vízelemzés adatait a későbbi szerzők a régi dualisztikus felfogással ellentétben az alkotórészek ionjaira számítva. Hiszen minden elemzésben voltaképpen az illető ionok reakcióit használjuk fel. Így például híg K_2CO_3 -oldat elemzésében helyesebb a kapott káliumot és a vele aequivalens karbonátot nem úgy tüntetni fel, mint a régiek, hogy megadták a K_2O és CO_2 mennyiségét, hanem az adatokat kálium-ionra és CO_3^{--} -ionra (karbonát) vonatkoztatni. Még jobban szembetűnik ennek helyessége, ha oly ásványos vizet veszünk figyelembe, a melyben többféle só van feloldva. Az elemzésekben az ionokat oldhatatlan vegyületekké alakítjuk át s ezeknek súlyából számítjuk ki az egyes ionok mennyiségét. Ámde igen nehéz eldönteni, hogy például egy jódtartalmú vízben káliumjodid vagy nátriumjodid alakban van-e a jód? Ennél a példánál maradván, ha az elemzés kiszámítását K_2O és J -ra vonatkoztatva végezzük, akkor bizonyosan hibázni fogunk. A K_2O -ra való átszámítás már azért sem lesz helyes, mert a KJ -ban oxigén egyáltalán nincs.

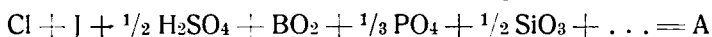
THAN beosztásának alapelve a következő: Legyen az alkálifémek (K, Na, Li, Rb) aequivalens mennyiségeinek az összege M' :



és a földfémek aequivalens mennyiségeinek összege



a savmaradékok aequivalenseinek az összege pedig a bikarbonátokon kívül:

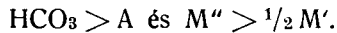


akkor az ásványos vizeket THAN KÁROLY szerint a következő kilencz csoportba oszthatjuk.

¹ Természettud. Közlöny, 1914. évf., 1. szám.

² Tschermak's Mineral. Mitteilungen, 1891, 11. köt., 485—537. lap; Chem. Zentralbl., 1891, I. köt., 951. lap.

I. *Alkálitartalmú savanyúvizek.* Jellemző, hogy bennük a bikarbonát-ion (HCO_3) nagyobb az aequivalens sav-ionok összegénél, innen ered a savanyúvíz elnevezés, továbbá az alkáliföldfém-ionok túlnyomók az alkálifém-ionokkal szemben. Vagyis képletben összefoglalva



Ide tartoznak: Krondorf, Giesshübel, Parád, Csevicze stb. ásványos vizei.

II. *Földes savanyúvizek.* Jellemző, hogy bennük a bikarbonát-ion túlnyomó ($\text{HCO}_3 > \text{A}$) és a földfémek uralkodó alkotórészek ($\frac{1}{2} \text{M}'' > \text{M}'$). Ide sorozható például Német-Keresztur (Német kereszt-forrás), Gleichenberg némely savanyúvize.

III. *Vasas savanyúvizek.* Jellemzi ezeket, hogy a vas abszolút mennyisége 1 literben legalább is 0.02 g és minthogy savanyúvizek, természetesen bennük a bikarbonát-ion túlnyomó ($\text{HCO}_3 > \text{A}$). Ide sorolható ásványosvizek: Előpatak, Pyrmont, Bártfa stb.

IV. *Konyhasós savanyúvizek.* A savanyúvizek jellemző sajátságán kívül ($\text{HCO}_3 > \text{A}$) a klór-ion túlnyomó a szulfát-ionok felett ($\text{Cl} > \frac{1}{2} \text{SO}_4$) és ezek összege legalább 30%, azonkívül tehát az alkáli-ionok (nátrium, kálium) az uralkodók. Ide sorozhatók: Kissingen Rákóczi, Kissingen Maxbrunnen, Niederselters, Luchatschowitz, (Vincent-forrás), Gleichenberg (Konstantin-forrás) stb.

V. *Szulfáttartalmú savanyúvizek.* Ezekben a savanyúvizek jellemző sajátságán kívül ($\text{HCO}_3 > \text{A}$) a szulfát-ionok aequivalense kimagaslik a klór-ionok felett ($\frac{1}{2} \text{SO}_4 > \text{Cl}$). Ide tartoznak: Franzensbad (Franzens- és Salzquelle), Marienbad (Kreuzbrunnen és Ferdinandsquelle), Rohitsch (Tempelquelle), Koritnyicza; utóbbi már átmenet a keserűvizekhez.

VI. *Alkálitartalmú bikarbonátos vizek.* Az alkálitartalmú savanyúvizekhez hasonlóan jellemző reájuk, hogy $\text{HCO}_3 > \text{A}$ és $\text{M}' > \frac{1}{2} \text{M}''$, de a szabad szén-sav mennyisége kevesebb a bikarbonát (HCO_3) aequivalensek felénél. Ide tartoznak például Bilin, Vichy (Celest, Grandquelle) stb.

VII. *Keserűvizek.* A szulfát aequivalensek jelentékenyen felülmulják a többi savmaradékokat és a bikarbonát-ion HCO_3 igen csekély. A keserűvizekben általában sok az oldott só, különösen tekintélyes a magnézium- és nátriumsulfát mennyisége. Keserűvizek: Budapesten a Hunyadi János-, Ferencz József-, Deák Ferencz-, Rákóczi-forrás; Alsó-Alap, Friedrichshall (Tirol) stb.

VIII. *Haloidtartalmú vizek.* A klorid aequivalensek felülmulják a többi savmaradékot, a Na aequivalensek a többi fém-ionokat, J és Br aequivalensek összege nagyobb 0.2%-nál. Ide tartoznak: Heilbrunn, Hall, Csiz (régí és új forrás) Kreuznach, Szobráncz, Torda, Marosujvár, Vizakna stb.

IX. *Meleg források.* Hőfokuk 24 C^0 -nál nagyobb; az oldott alkotórészek mennyisége nem nagyjelentőségű. Ide többféle ásványos víz sorozható:

a) Alkális és sós thermák (Ems, Lipik stb.)

b) Alkális és szulfátos thermák (Karlsbad stb.)

c) Vasas thermák (Vichnye, Sziács stb.)

d) Kénes thermák (Pöstyén, Harkány, Budapest [Artézi víz, Margitszigeti víz] stb.)

e) Kevert thermák (Herkules, Stubnya).

Ezekben foglaltam össze THAN eredeti közleménye¹ alapján ezt az új. kémiai beosztást. Mindenesetre a tudomány jelenlegi állásán ennél szellemesebb és átgondoltabb csoportosítást elképzelni is alig lehet.

Ezt a beosztást annak idején igen nagy tetszéssel fogadták az irodalomban és mégis még mindeddig nem terjedt el. Ennek az az oka, hogy az iónelmélet még nem uralkodik föltétlenül mindenütt, ennél fogva a tapasztalati osztályozásokat használják ma a legtöbb szakmunkában.

A tapasztalati csoportosítások között a legjobb GOLDBERG beosztása; azért ezt is ismertetem a következőkben.

GOLDBERG² csoportosítása, jóllehet elég régi, mégis nagyjában felöleli az összes ásványos vizeket és a legtöbbet be lehet osztani a csoportosításába.

A beosztás a következő:

1. *Savanyú- és alkálifém tartalmú vizek.* Szabad széndioxidot tartalmaznak, azonkívül az alkálifémek (kálium, nátrium, lithium) szulfátjait, kloridjait és karbonátjait. Ezek megint alcsoportokba oszthatók.

1. Savanyúvizek és alkálitartalmúak. Kevés szilárd maradékuk s jelentékeny széndioxidtartalmuk jellemző. (Csehországi Liebvesda; Máriaforrás Marienbadban stb.)

2. Nátriumtartalmú savanyúvizek; jellemző alkotórészük a nátriumhidrokarbonát és szabad széndioxid. (Előpatak, Borszék Erdélyben; Giesshübel-Puchstein, Krondorf-Sauerbrunn Csehországban.)

3. Alkáli- és alkáliföldfém tartalmú savanyúvizek. Az előbb említett alkotórészekon kívül még az alkáliföldfém savanyú szénsavas sóit (kalcium-, bárium-, stromcziomsók) tartalmazzák jelentékenyebb mennyiségben. (Gleichenberg, Niederselters, Weilbach.)

4. Alkálisós vagy alkáliszulfátos savanyúvizek. Jellemző főalkotórész a nátriumszulfát, azonkívül meglehetősen mennyiségű széndioxidot is tartalmaznak. (Karlsbadi vizek közül a Karlsbad-Dorothenau, Elster stb.)

¹ THAN K., Az ásványvizek kémiai konstitúciójáról és összehasonlításáról. M. T. Akad. Értekezések a természettud. köréből, 1890, XX. köt., 2. szám.

² Die natürl. u. künstl. Mineralwässer, 4—12. lap.

II. *Vasas ásványvizek.* Jellemző alkotórészük a vashidrokarbonát. Ide is többféle ásványos víz-csoport tartozik.

5. Egyszerű vasas vizek, kevés szilárd alkotórészszel, jelentékeny mennyiségű szabad széndioxiddal. (Alexisbad a Harzban, Alexandersbad a Fichtel hegységben, Bártfa az Északi Felföldön.)

6. Alkálitartalmú vasas vizek. Szénsavas és savanyú szénsavas nátriumot és vasat tartalmaznak, továbbá konyhasót is. (Franzesbad, Marienbad Csehországban.)

7. Földfém-tartalmú sós és vasas savanyúvizek. Jellemző alkotórészek a kalcium- és magnéziumklorid, továbbá szulfátok és bikarbonátok. (Griesbach, Pyrmont, Rippoldsan Badenben.)

III. *Konyhasós vizek.* Fő alkotórészük a nátriumklorid, azonkívül lehetnek benne kalcium-, kálium-, magnéziumkloridok; alkálifémszulfátok; alkáliföldfém- és vashidrokarbonátok; csekély mennyiségben alkálifémbromidok és jodidok; azonkívül néha szabad széndioxid. Ezen alkotórészek közül rendszeren egyik-másik túlsúlyban van a többiek fölött és e szerint itt is megkülönböztethetünk alcsoportokat.

8. Hideg, egyszerű konyhasós vizek. (Ilyenek vannak Berg, Kannstadt Stuttgart mellett.)

9. Meleg, egyszerű konyhasós vizek. (Baden-Baden, Budapest, Wiesbaden.)

10. Hideg jódos és brómos konyhasós vizek. Miként az elnevezés mutatja, alkálifémjodidokat és bromidokat tartalmaznak. (Adelheidquelle (Felső-Bajorországban), Salzbrunn, Csíz.)

11. Meleg jódos és brómos konyhasós vizek. (Münster, Warmbrunn, Lipik.)

12. Hideg sólúgok. Nagy konyhasótartalommal. (Hall, Ischl, Kissingen, Reichenhall, Torda, Vizakna stb.)

13. Széndioxidos konyhasós vizek. (Münster, Nauheim, Oeynhausen; a hazaiak közül Sztojka.)

IV. *Keserűvizek.* Jellemző alkotórészük a keserűsó vagy magnézium-szulfát; azonkívül magnéziumklorid, -nitrát, -karbonát, továbbá alkálifém és alkáliföldfémkloridok meg szulfátok vannak bennük.

14. Keserűvízforrások hazánkban a budapesti thermális vonal mentén a Ferencz József-, Hunyadi János-, Rákóczi-források, továbbá Felső- és Alsó-Alap forrásai.

V. *Alkálifém- és alkáliföldfém-sókat tartalmazó vizek.* Földfémszulfátok és savanyú szénsavas sókon kívül alkálifémkloridokat és szulfátokat tartalmaznak, néha szabad széndioxidot is.

15. Ilyen források vannak Morvaországban (Wilbach, Andersdorf).

VI. *Kénés vizek.* Szabad kénhidrogént vagy oldható szulfidokat tartalmaznak, mint kalciumsulfid, magnézium-, nátrium- és káliumsulfidokat;

azonkívül széndioxidot és néha karbonilszulfidot, mint pl. a harkányi, parádi és a budapesti margitszigeti kénes forrás.

Hőfok szerint ide tartoznak:

16. Hideg kénes vizek (Abbach, Bajorországban).

17. Meleg kénes vizek (Aachen, Baden Bécs mellett, Baden Zürich mellett; hazánkban a budapesti artézi, margitszigeti és a Szent Lukács-forrás, Pöstyén, Trencsénteplicz, Herkulesfürdő).

VII. *Kévs oldott anyagot tartalmazó vagy közömbös vizek.* Az ide tartozó források inkább magas hőfokuk miatt érdemelnek említést. Hőfokuk változhat 20 és 65 C⁰ között.

18. Ebben a csoportban említhetjük fel a badenweileni forrást 26·4 C⁰-os és a krapinatepliczi forrást (Horvátország) 37—44 C⁰-os vízzel.

Ebből a beosztásból is kitűnik az ásványos vizek sokfélesége; de vannak ezenkívül más beosztások is.

Így megemlíthetem CHYZER¹ beosztását, mely főleg a magyarországi ásványos vizeket veszi alapul, de nagyjában egyezik GOLDBERG előbb vázolt osztályozásával.

Hasonló elveken épül fel DR. HANKÓ VILMOS² beosztása is, ki szintén a magyar ásványos vizeket veszi alapul.

A Deutsches Bäderbuch beosztása is közel áll ezekhez és az alapelvben nem tér el lényegesebben.

* * *

Megismervén az ásványos vizek kémiai és fizikai sajátosságait, továbbá összetételük sokféleségét, röviden meg akarok emlékezni keletkezésükről is.

Az ásványos vizeket, miként már láttuk, a légköri csapadékokból a földre lehulló víz táplálja és egyszerű hidromechanikai törvények alapján (esések, közlekedő csövek) vagy a föld belsejében levő erős nyomású széndioxid, vagy más gázok feszítő erejének segítségével jönnek napvilágra. Minthogy pedig még az újabbkori kitörések is hatalmas vízgőzkiáramlásokkal járnak és sok ásványos vízforrás ott keletkezik, a hol vulkánok működnek, vagy legalább működésben voltak, közelfekvő dolog, hogy a magma ú. n. juvenilis vize is részt vesz keletkezésükben. MULDER említi, hogy némely forrás vizét hajcsövesség emeli a felszínre és ezáltal meleget és sókat is kaphat az ilyen forrásvíz.

Azt az ellenvetést, hogy a légköri csapadékvíz nem volna elegendő a folyók és a tenger vizének pótlására, már rég megczáfolta a meteorológia. A Föld felületére évenként körülbelül 111 800 köbkilométer csapa-

¹ CHYZER, Die namhaften Kurorte u. Heilquellen Ungarns u. seiner Nebenländer.

² PAPP S. és HANKÓ, A magyar birodalom ásványvizei és fürdőhelyei.

dék esik,¹ a melyből körülbelül 25000 köbkilométert szállítanak a tengerbe, tehát a csapadéknak csak 4·47 0/0-át fogadják be a folyók.

Annak a megvilágítására, hogy mennyi oldott anyagot szállítanak az ásványos vizek a Föld belsejéből a felszínre, közlöm a következő adatokat:

HOCHSTETTER V. kiszámította, hogy a karlsbadi Sprudel naponként 2880, évenként tehát több mint egy millió font követ szolgáltatott a forrás körül (Sprudelstein). LUDWIG és MAUTNER² kiszámították, hogy az összes karlsbadi források, ha a kiömlő víz mennyiségét percenként 2037 literre tesszük, egy évben 1070647200 liter vizet adnak és ebben a Sprudel összetétele alapján számítva, 5886720 kg szilárd alkotórész van, a miből 1387584 kg szódára, 2575440 kg a nátriumszulfátra és 1103760 kg a konyhasóra esik.

A varasd-teplitzi (Horvátország) forró kénes víz naponként 77000 liter vizet ad és oly sok szilárd alkotórészt tartalmaz, hogy Krisztus születésétől mostanáig több mint 4000 millió kilogramm ásványos alkotórészt hozott felszínre.

A wiesbadeni Kochbrunnen³ egy évben 1656735 kg oldott anyagot hoz felszínre, ebből 1364142 kg konyhasó.

A neusalzwerki sólúgforrások Westfáliában évenként 376 köbméter szén-savas kalciumot és 17 köbméter vasoxidhidrátot hoznak felszínre. A laachi tó környékének forrásai 1000 év alatt körülbelül $\frac{1}{8}$ négyszög mértföldnyi területen, 35 cm vastag vasokker-telepet létesíthettek volna.

Néhány burgbrohli savanyúvízforrás évenként 120 ezer köbméter széndioxidot ad.

Lássuk tehát ezek után a főbb ásványos vizek keletkezésének feltételeit.⁴

A *különféle savanyúvizek keletkezéséhez* mindenekelett széndioxid kell, továbbá kedvező hőfok és nyomás. A savanyúvizekben szereplő sók: a különféle földfémkarbonátok, valamint a vulkáni kőzetek és ezek bomlástermékeiként szereplő szilikátok és kettős szilikátok (kálium, nátrium, kalcium, magnézium, vas, mangán, aluminium kettős szilikátjainak) kilúgozási termékei. Ezeket a vegyületeket a széndioxidos víz állandó hatása annyira megtámadja, hogy a fémeknek savanyú szénsavas sóin kívül szabad kovasav, nemkülönben aluminiumszilikátok is keletkezhetnek. Némely gránitokban (Karlsbad, Schwarzwald, Warmbrunn stb.) káliumklorid, nátriumklorid, alkálszulfátok, kalciumklorid is előfordulnak, jöllehet kis mennyiségben. A phonolitok, lávák stb.

¹ MURAY J., Meteor. Zeitschrift, 1889. évf.

² Chem. Untersuch. d. Karlsbader. Therm. v. C. Ludwig stb. 2. kiadás, 42. lap.

³ FRESENIUS elemzése.

⁴ Lásd GOLDBERG idézett műve 21—26. lapjait.

is tartalmaznak, csekély mennyiségben, vízben oldható kloridokat és szulfátokat.

STRUVE bizonyította be kísérletekkel, hogy a savanyúvizek a fentebb említett módon, kilúgzás útján keletkezhetnek; egyszersmind azt is igazolta, hogy az ásványos vizekben oldott sók vagy jelen vannak abban a hegységben, a honnan a forrás ered, vagy legalább az illető rétegek közeiteiből oldódnak ki alkalmas körülmények között.

STRUVE előtt BERZELIUS, VAN T'HOFF, BISCHOFF is már azt tanították, hogy Franciaország és Csehország meleg nátriumtartalmú forrásai, az Eifel és más vidékek ásványos vizei összefüggésben vannak e vidékeken működött vulkánokkal. Érdekesek ebben a tekintetben GAUTIER újabb kísérletei,¹ a ki kimutatta, hogy a megszilárdult eruptív kőzetek hevítéskor nagymennyiségű gőzt és gázt fejlesztenek, a melyeknek összetétele és hatása nagyon megközelíti a magma gázainak és gőzeinek összetételét és hatásait. El lehet most már képzelni, hogy vetődések és gyűrődések alkalmával a súrlódástól arányos mennyiségű hő fejlődhetik s így, ilyen módon keletkezhetnek ásványos források.

STRUVE a csehországi bilini alkális konyhasós savanyúforrással, a József-forrással kísérletezett. A kísérleteket úgy végezte, hogy körülbelül két méter magas s belül üres fémhengert megtöltött szétdarabolt és kvarczhomokkal kevert, úgynevezett Klingstein-darabokkal, a mely kőzet a Bilinkától nem messze fekvő Donnersberg nevű hegység anyagát is alkotja. Az így megtöltött hengeren azután alulról széndioxiddal telített vizet szorított át, különböző légköri nyomással. Két légköri nyomásnál a kőzet legfelső rétege 12 óra múltán csepegni kezdett és a kémiai elemzés szerint a felülről lefolyó víz minőségileg megegyezett a bilini József-forrással: ugyanazon alkotórészeket tartalmazta. Három légköri nyomáskor mennyiségileg is közel megegyező oldatokat kapott.

Egyidejűleg végzett elemzés szerint

	1 font	
	bilini víz	kísérleti oldat
	tartalmazott grammokban	
Na ₂ CO ₃	22·732	21·974
CaCO ₃	3·066	4·480
MgCO ₃	1·196	1·126
Na ₂ SO ₄	6·171	4·859
K ₂ SO ₄	1·735	1·670
NaCl	2·885	1·963

¹ Lásd JÁMBOR J. cikkét a Természettudományi Közönyben, 1907. évfolyam, 489. lap.

Hasonló eredményekre jutott STRUVE azokban a kísérletekben, a melyeket az engelhausi „Klingstein“-nal (Karlsbad mellett), a marienbadi bazalttal, az egrí Plattenbergnél, a teplitzi földpátporfírral és más kőzetekkel végzett. A kapott oldatok megegyeztek a forrásokkal, a melyek a közelükben található kőzetekből eredtek. A nyomás növelésével az átsajtolt széndioxidos víznek oldóképessége is emelkedett.

A légkör széndioxidjának egy részét magával ragadja a földre lecsapódó víz. Így például REICHARDT adatai szerint az esővízben literenkint körülbelül 27.04 cm^3 oldott gáz van, a melyből 5.97 cm^3 oxigén, 16.6 cm^3 nitrogén és 4.47 cm^3 széndioxid, vagy százalékokban számítva 22.06% oxigént, 61.4% nitrogént és 16.54% széndioxidot tartalmazó gázelegy van az esővízben.

A közönséges forrásvízben vagy ivóvízben a széndioxid mennyisége változó, de mindig több, mint az esővízben található széndioxid mennyisége.

Eifelben a Laachi-tó környékén ezernél is több savanyúvízforrás van; Marienbad mellett pedig három óra alatt bejárható területen 120 savanyúvízforrásnál többet találtak. A Laachi-tó környékének széndioxidkiáramlásaiban csaknem teljesen tiszta széndioxid van, más gáz csak nyomokban. A hol elkülönített jelenségként lehet ily gázkiáramlásokat megfigyelni, ott a szén-savhoz nitrogén is elegyedik (Roisdorfnál 6.06 és Godesbergnél 17.7 — 18.5%). Egy korábbi becslés szerint a Laachi-tó környezetében található források és mofetták (széndioxidkiáramlások) naponta 300000 kilogramm széndioxidot adnak.

A forrásvizekben található széndioxidnak forrása lehet az áteresztő humuszos rétegekben, a melyekben szerves anyagok bomlásának és keletkezésének termékeként széndioxid állandóan keletkezhet. Honnan ered azonban az a rengeteg mennyiségű széndioxid, a melyet a savanyúvizek részint szabad, részint kötött állapotban magukkal hoznak és a melynek segítségével a csapadékvíz a földkérget alkotó kőzetek kilúgozására alkalmassá válik? Erre a kérdésre általában csak föltevéssekkel felelhetünk, éppen úgy, mint arra a kérdésre, hogy miféle különös folyamatok termelik azt a mérhetetlen mennyiségű széndioxidot, a mely némely helyen beláthatatlan idők óta áramlik a földből és részben hasonló eredetű lehet, mint az ásványos vizek széndioxidja.

E széndioxidnak valószínűleg tekintélyes része a Föld izzón folyó magmájában végbemenő folyamatokból származik. Erre utalnak legalább azok a megfigyelések, hogy a működő vulkánokból jelentékeny mennyiségű széndioxid ömlik ki és hogy a vulkánok heves kitörései után széndioxidkiáramlások, mofetták alakjában, még hosszabb ideig tartanak. Továbbá, hogy az állandó széndioxidkiáramlások tulajdonképpen csak működő vulkánok táján, vagy oly vidékeken vannak, a hol korábban kétségtelenül vulkáni tevékenység

volt, mint pl. az Eifel krátereiben, Brohl mellett, Csehországban Marienbad mellett, Vichynél, Hauterivenél, a nápolyi kutyabarlangban, nálunk Háromszék vármegyében (Kovászna, Büdöshegy) és a Szent Anna-tó környékén stb.

Azonban az is gondolható, hogy az ásványos vizek széndioxidjának egy része a Föld belsejében található szerves anyagoknak, levegő hozzájárulásával történő bomlásából ered, vagy a vaspát (vaskarbonát) oxidációjakor szabadul fel. Azt a széndioxidmennyiséget is figyelembe kell venni, a mely a pirít oxidációjakor keletkező kéndioxid, illetve a szabad kénsavnak a a mészkőre vagy más karbonátokra való hatásakor keletkezik.¹ Minthogy a ferriszulfát és aluminiumszulfát alkálifémkarbonátokból széndioxidot fejlesztenek, a széndioxid ilyen eredete szulfáttartalmú savanyúvizeknél nem lehetetlen.

A hol mészkő, dolomit vagy vaspát kvarcczal, forró vízzel vagy túlhevített vízgőzzel találkozik, ott egyidejűleg megvannak a széndioxid keletkezésének föltételei is. Ha a szénsavas kalcziumhoz a kezdődő izzáson, melyen széndioxidját még nem vesztette el, vízgőz jut, gyorsan kiadja széndioxidját. LERSCH² továbbá arra hívja fel a figyelmet, hogy a földkéreg bizonyos rétegei keletkezésük idejében, a mikor a légkörben nagyon sok széndioxid volt, felületi elnyelés útján sok széndioxidot nyeltek el és ezt az átsörgező meteorikus víznek adták át.

Arról a széndioxidkészletről is megemlékeztünk már, a mely GAUTIER kísérletei szerint más gázokkal együtt a vulkáni kőzetekben van, hogy onnan a hő hatására esetleg újra felszabaduljon. Azonban azt a föltevést nem erősítették meg, hogy a magasabb nyomás alatt álló szilárd kőzetekben erősen összenyomott, széndioxiddal megtöltött üregek lennének, a melyekből hasadékok keletkezésekor a gáz eltávozhatna.

A vaskarbonátos ásványos vizek, a melyek csekély ferrohidrokarbonát-tartalmuk miatt térnek el az egyszerű, illetve alkálifémsókat tartalmazó ásványos vizektől, hasonló föltételek közt keletkeznek, mint az egyéb savanyúvizek; föltéve, hogy vasoxidul is van jelen, a mi általában elég gyakori.

Ha azokat a kőzetheleségeket vizsgáljuk, a melyekből az *alkálitartalmú savanyúvizek* törnek elő, tapasztalhatjuk, hogy nátriumtartalmuk kissé több a káliumtartalmuknál, de ez a különbség legtöbbször jelentéktelen. Az alkálitartalmú savanyúvizekben ennél fogva rendszerint a savanyú szénsavas nátrium több, mint a savanyú szénsavas kálium. Ezt leginkább az magyarázza, hogy a széndioxidos víz a nátrontartalmú szilikátokat könnyebben megbontja, mint a káliumtartalmúakat, különösen földpátokat. Az, hogy a közön-

¹ SANDBEYER, Schönbrunnquelle bei Kissingen. Verhandl. d. phys. med. Gesellsch. zu Würzburg, N. F. I. köt., 162. lap; Journ. f. prakt. Chemie, N. F., II. köt., 374. lap.

² Einl. in die Mineralquelle, I., 83. lap.

séges kútvezetekben és ivóvezetekben a nátrium mennyisége rendszerint jelentősen felülmulja a káliumét, a humuszrétegek jelentékeny kálisót elnyelő képességén alapszik.

Az alkálisós és alkálisulfátos savanyúvizek keletkezésében is a kilúgzás a legfontosabb tényező. Keletkezésükről azonban nagyon keveset tudunk, amennyiben legtöbbször nagyobb mélységekből fakadnak.

Néhány glaubersós forrást, mely üledékes kőzetekből jut napvilágra, közvetlen kilúgzási folyamatok eredményének tekinthetjük.

Valamint az alkálisulfátos és glaubersós források keletkezéséről nem sokat mondhatunk, ha kristályos kőzetekből törnek elő, éppen úgy nem sokat beszélhetünk az egyes esetekben napfényre kerülő *késérűvizek keletkezéséről* sem, melyeknek jellemző alkotórésze, miként már említettük, a magnézium-sulfát, a keserűsó. A legtöbb keserűvíz keletkezése azonban a pyrittartalmú dolomitos márgákkal¹ függ össze. A keserűsó ugyanis a pyrit oxidációjakor szabaddá váló kénsav és a magnéziumhidrokarbonát cserebomlásának terméke. A dolomit másik alkotórészből, a szénsavas kalciumból gipsz is keletkezhetik. Az egyidejűleg keletkező vassulfát feloldódik és oxidálódása után a szénsavas kalciumtól ismét kicsapódik.

STRUVE és REUSS vizsgálatai szerint például a saidschützi (Csehország) keserűvíz, az elmállott bazaltból keletkező pyrittartalmú dolomitos márga bomlásából keletkezik. Ennek az ásványos víznek keletkezése azért is érdekes, mert csak kis mélységben, a földkéreg legkülső rétegéből fakad. Hasonló módon és szintén nagyon kis mélységből (4—6 méter) fakad a Hunyadi János keserűvíz, dolomiton nyugvó és pyritet tartalmazó felső eocén-rétegekből. A rétegben végbemenő kémiai folyamatok arról ismerhetők fel, hogy a szabaddá váló hő következtében a keserűvizes réteg a rendes vizeknél jelentősen melegebb vizet ad.

Némely, pyrittartalmú barnaszénformációból eredő ásványos vízben benne van a pyrit oxidációjakor keletkező vassulfát legnagyobb része, sok gipsz és alumíniumszulfáttal együtt. Az ilyen vizek keletkezése némileg hasonlít a timsós vizekéhez.

Az ásványos vizekben, jóllehet kevésbé jellemző, csaknem sohasem hiányzik a gipsz² s gyakran a telítettséghez közel álló mennyiségben található. Eredete különféle lehet. A legtöbb kútvezetben és forrásvezetben a földkéregből vagy a tulajdonképpen gipszrétegekből lúgozódott ki, de származhat a szulfátok és más kalciumsóknak egymásra hatásából is. Az ú. n. gipszvizek, valamint az összes szulfátos vizek, a melyek gipsztől mentes mészkő, gránit, szienit, agyagpala s más kőzetekből erednek, részben a kén-

¹ Berichte d. d. chem. Ges. Berlin, 1878. évf., 1678. és 1902. lap.

² 100 rész víz 20 C^o-on felold 0.259 rész gipszet.

sav feltáró hatásának eredményei. A kőzeteket feltáró kénsav a pyrit oxidációjakor keletkezik s a mészkövekből vagy a kalciumtartalmú szilikátokból veszi fel a szükséges kalciumot.

A *konyhasós vizek és sólúgok*¹ általában egyszerű kioldási folyamatok útján keletkeztek. Eredetük szerint feloszthatjuk olyanokra, a melyek sótartalmukat a mélyből veszik (meleg és kéntartalmú konyhasós vizek, némely bánya- és tárnávíz) és olyanokra, a melyek a sótelepek vagy sósagyagrétegek különböző vidékeiről erednek. Némely helyen, a hol sós források voltak, később megtalálták ott a kősót is. Ezekről a forrásokról kimutatták, hogy sótartalmuk nem a közelükben lerakódott kősóból eredt, hanem olyan rétegekből, a melyekben a konyhasó nagyon elosztott állapotban volt, kalcium-, magnézium- és káliumsókkal együttesen.²

A sólúgforrások sótartalma igen különböző, sokszor közel áll a telített sóoldathoz, leggyakrabban azonban csekélyebb sótartalmúak.

A *kénes vizek* szintén különböző módon keletkezhetnek. Valamint zárt palaczkokban, mikroorganizmusok hatására szulfátoldatokból kénhidrogén, illetve szulfidok keletkeznek, éppen úgy a természetes szulfátos vizek vagy gipszvizek is bituminozus vagy szenes rétegeken áthaladásuk közben szulfidos vizekké redukálódhatnak. Eképpen magyarázza meg WÖHLER a neudorfi, BISCHOFF pedig a nagyobb mélységből fakadó és meleg aacheni és burtscheidi kénesvizek keletkezését. Hasonló módon magyarázható a kontinens legtöbb kénesvizeinek keletkezése is. Kénes források keletkeznek működő vagy kialudt, a vulkáni tevékenység által kidobott vagy solfatárakból kiáramló kénhidrogén fölvétele útján.

Az ú. n. hideg *földfém-tartalmú ásványos vizek*, melyek a közönséges kemény vizekhez nagyon közel állanak, hasonló módon keletkeznek, csak a kedvező helyi viszonyok okozzák, hogy a jellemző alkotórészekben gazdagabbak.

A meleg földfém-tartalmú vizek (Leukerbach, Rajecz, Teplitz stb.) természetesen nagyobb mélységből fakadnak és keletkezésük hasonló a forró alkáli-szulfátos vizek keletkezéséhez.

Ez a foglalatja az ásványos vizekről való ismereteknek. Hazánknak, különösen erdélyi részeiben, számos gyógyítóvíze és ásványos vize van, a melyeknek megítéléséhez az ásványos vizek általános ismerete feltétlenül szükséges. Az ásványos vizek gyógyító hatása azonban nemcsak a bennük feloldott anyagok minőségétől és mennyiségétől, fizikai sajátságaitól, hanem a hely kedvező éghajlati viszonyaitól is függ. Nem lehet azonban feladatunk ezekre a tényezőkre is kitérni. A ki ezek iránt is érdeklődik, találhat elég közleményt erről a szakirodalomban.

Vásárhelyi László.

¹ Sólúgon töményebb konyhasós vizet értek.

² Journ. f. prakt. Chemie, N. F., 17. köt., 317. lap.

Bevezető gondolatok az általános életkémiába.

Mondhatni, még ma is dogma az élettanban, hogy az összes életjelenségek a fizikai és a kémiai energiák „összműködésére“ feloldhatók és feloldandók. A felhozott érvek mindig a következők: 1. hogy az energia megmaradásának törvénye az élő lényekre is érvényes és 2. hogy a szerves kémia mennyire haladt 1828 óta, mely évben WÖHLER az ureum mesterséges előállításával először bizonyította be, hogy az élő lényekben keletkezett anyagok előállítására semmi „misztikus életerő“ közreműködésére nincs szükség.

Mindjárt megjegyzem, hogy szerves anyagok előállítása laboratóriumban, még WÖHLER születése előtt vette kezdetét, mert SCHEELE 1776-ban a cukrot oxálsavvá oxidálta. Éppen így DÖBEREINER, a ki a hangyasavat 1822-ben borkósavból, valamint HENNEL, a ki az alkoholt éthilénből állította elő, WÖHLER-t megelőzték. Az, hogy DÖBEREINER fölfedezése a kortársak elismerését is megnyerte, kitűnik BERZELIUS 1823. évi Jahresbericht-jéből. Annak, hogy mégis mindenütt az ureumot emlegetik, mint az első mesterségesen előállított vegyületet, valószínűleg egy sajtóságos ellentmondás az oka, a mely LIEBIG-nek 1840-ben megjelent könyvében található. Ugyanis LIEBIG a hangyasavnál helyesen megemlíti, hogy „DÖBEREINER volt az első, a ki kémiai úton előállította“, de egy más helyt azután azt mondja, „hogy WÖHLER egy módszert talált ki az ureum mesterséges előállítására és hogy ez az első, állati testben keletkező anyag, melyet kémiai úton előállítani sikerült“. Nem lehet feladatunk kutatni, hogy ez az ellenmondás azért jött-e létre, mert LIEBIG egyik helyen elfeledte azt, a mit más helyen írt, avagy részes volt a barátság is, a mely LIEBIG és WÖHLER között szövődött.

De az előbb felsorolt érvek fő céljuknak sem felelnek meg és egy, a fizikai és kémiai energiáktól különböző energiafajnak, az *életenergia* létének felvételét nem döntik meg. Nem is nehéz ennek az állításnak helyességét bebizonyítani.

Vegyünk szemügyre e célból valamely galván-elemet, azaz egy készüléket, melyben kémiai folyamatok célszerű megosztása által a térben, elektromosság áll elő. A kémiai folyamatok abban állanak, hogy egy helyen bizonyos anyagok eltűnnek, például a DANIELL-féle elemben az egyik sarkon a cink feloldódik és *egyidejűleg* egy más helyen új anyagok keletkeznek, a DANIELL-féle elemben például a rézsarkon réz válik ki. Ezeket a kémiai folyamatokat azonban úgy is vezethetjük, hogy minőségileg és mennyiségileg ugyanazok az anyagok keletkeznek és tűnnek el, mint a szemügyre vett galván-elemben, a nélkül, hogy az elektromosságnak csak a nyoma is mutatkoznék. Például, ha a reakciókat egymásután hajtjuk végre. A mint a második érvből az életenergia nemléteére következtetnek, most így kellene okoskodnunk:

Azokat az anyagokat, a melyek a galván-elemben keletkeznek, galvánelem nélkül is előállíthatjuk, előállításuknál nem is volt szükségünk az elektromosságra, tehát elektromosság nincs. Így az életenergia léte ellen felhozott második érv hatálytalanságát beláthatjuk. Más szóval: nem azt kell kérdeznünk, lehetséges-e valamely az élő lényekben lefolyó reakciót, például az ureumkeletkezést, élő lények nélkül keresztül vinni, hanem azt kell kérdeznünk: tudunk-e valamely elrendezést kigondolni, melynek segítségével ureumot úgy állíthatunk elő, hogy a keletkező életenergiát épp úgy megcsíphessük, mint megcsipjük a galván-elemben az elektromos energiát. Nem szükséges hangsúlyoznom, hogy az ureum előállítását csak példaképpen választottam; mindenesetre csak nagyon bonyolult láncreakciókkal volna elérhető valami.

Az életenergia ellen felhozott első érv sem áll biztosabb alapon; ámbár közönséges nézet szerint minden anyagcserekísérlet megannyi bizonyíték ebben az irányban. Nincs szándékomban azt a különben nem olyan könnyen megzáfolyható ellenvetést tenni, hogy az anyagcserekísérletek pontossága nem elegendő annak bizonyítására, hogy az energia megmaradásának törvénye az élő lényekre is érvényes. Ellenkezőleg, én a törvény érvényességét elismerem és csak felhívom az olvasót, hogy gondolkozzék egy kissé a felett, hogy alapjában mit bizonyít ez az életenergia ellen. Arra az eredményre fog jutni, hogy az anyagcserekísérletnél egészen úgy járunk el, mintha a galván-elemben az energia megmaradásának törvényét úgy bizonyítanók, hogy egyfelől az eltűnő kémiai energiát, másfelől azonban nem a keletkező elektromos energiát mint olyant, hanem azt a hőmennyiséget határoznók meg, mely akkor keletkezik, ha az elektromosságot egész mennyiségében hővé változtattuk át. Ha nem tudnók más kísérletekből, hogy a galván-elemben elektromosság keletkezik, akkor a galván-elemen véghezvitt „anyagcserekísérlet“ alapján tagadhatnók, hogy a galván-elemben elektromosság keletkezik, mert a keletkező hőt találtuk az eltűnt kémiai energiával egyenértékűnek. Az energiát első főtétele ugyanis csak a rendszer energetikai kezdet- és végállapotával egyrészt és a felvett vagy átadott energiamennyiséggel másrészt foglalkozik, de a energiaváltozások ama fajaiival, melyek által a rendszer az egyik állapotból a másik állapotba jutott, nem törődik.

És csakugyan utóbbi időben némelyek már elnézőbbek a kiindulási pontul vett élettani dogmával szemben. Így OSTWALD idegenergiáról és szellemi energiáról, LOEB összehúzóenergiáról, ZWAARDEMAKER „ismeretlen energiáról“ beszél. Mindez alapjában véve nem egyéb, mint életenergia.

Hangsúlyozni kívánom, hogy az elmondottak legkevésbé sem azonosak a neovitalisták tanaival és ezért röviden még a következőket ismételtem:

Ma az élettan azt állítja: Az életjelenségek a fizikában és a kémiában tárgyalt jelenségekkel azonosak. A mihez hozzágondolják: a fizikában és a

kémiában tárgyalt jelenségek ismeretesek, mert az atómkok és a molekulák mechanikájára vannak felbontva.

A neovitalisták azt hiszik: A fizika és kémia nem bírják az életjelenségeket teljesen megmagyarázni, mert mindig marad egy megmagyarázhatatlan valami. A mihez legtöbbször megint hozzágondolják, hogy a fizikai és a kémiai jelenségek ismeretesek, mert az atómkok és molekulák mechanikájára vannak felbontva.

Az itt kifejtett energiáiban azonban azt tanítja: Az életjelenségeknél energiák működnek, vagy legalább működhetnek közre, melyek a fizikai és a kémiai energiák egyikével sem azonosak, vagy legalább is nem szükségképpen azonosak. Máskülönb az életjelenségek éppen annyira ismeretesek vagy nem ismeretesek, mint azok a jelenségek, melyeket a fizika és a kémia kutat, minthogy az utóbbiaknak visszavezetése a mechanikára eddig még nem sikerült. A dolgok mai állása szerint valóban nem rejtélyesebb, ha azt mondom, hogy az energiák alkalmas elrendezése következtében élet áll elő, mintha azt mondom, hogy az energiák alkalmas elrendezésekor fény, hő, elektromosság stb. keletkezik. Mert a tárgyalásomban bevont galvánelemre még egyszer visszatérve, bár ismerjük azokat a föltételeket, melyek szerint elektromosság keletkezett, sőt a lefolyó kémiai folyamatok alapján és a galvánelem készítéséhez felhasznált anyagok mennyiségéből, a keletkező elektromos energia mennyiségét is pontosan előre megmondhatjuk: de azt már nem tudjuk, hogy miért van ez így és miért van az, hogy ha ezek, vagy amazok a föltételek adva vannak, itt kémiai energia tűnik el, amott pedig elektromosság keletkezik, azután éppen ott, a hol még elektromosság volt, fény vagy hő, vagy mechanikai munka található.

Igaz, még messze vagyunk a HOPPE-SEYLER-től elvárt időtől, a kinek több mint harmincz éves német nyelvű „Élettani Chemiájá-“ban multkor nagy meglepetésemre azt olvastam, hogy egyszer oda kell jutnunk, hogy a szellemi energiát méterkilogrammban, vagy kalóriában fejezhessük ki; igaz, ma még azt sem tudjuk, hogy az „éleetaequivalensek“ meghatározásához hogyan kezdjünk hozzá: de az, hogy egyelőre még biométerekkel nem rendelkezünk, még nem érv az életenergia ellen, ámbár némelyeknek ez a nézete. Hisz az elektromosság is megvolt, mielőtt elektromosságmérőkkel rendelkezünk volna.

Miután így az életjelenségeket létesítő energiák fajaira nézve az életben meggyökerezett megszorításokat az útból eltávolítottuk, az élő lényeket összerendeltségeiknek tekintjük, melyekben energiaátalakulások mennek végbe, és pedig szakadatlanul, a meddig élnek. Ez a folytonos *energia-áram* OSTWALD szerint az élő lényeknek lényeges, bár nem elégséges ismeretető jele. Továbbmenve, OSTWALD-dal ezt az állapotot mint egy stationaer

állapotot is foghatjuk fel, a mennyiben rövidebb időközben az energiaváltozásokat úgy tekinthetjük, hogy állandó gyorsasággal folynak le. Mennél hosszabb a szemügyre vett szervezet életciklusa, annál kisebb az így elkövetett elhanyagolás.

A most felvetődő problémát: miként jön létre egy állandó energiaáram? megoldhatjuk, ha megfelelünk arra a kérdésre: általában mikor léphet be egy energiaváltozás? Mert nyilvánvaló, hogy egy állandó energiaáram egy egyszeri energiaváltozástól abban különbözik, hogy az előbbinél az egyszeri indító ok folytonosan megmarad.

Az utóbbi kérdésre részben megfelel az energiatan második főtétele. A második főtételt mennyiségi alakjában levezetni itt nem lehetséges, de célunkra elegendő az *intenzitástörvényt*, miként a második főtételt általánosított minőségi alakjában nevezik, megismerni.

Az intenzitástörvény megmagyarázására röviden megemlítem, hogy az energiák két tényezőre bonthatók. E tényezők egyike, az extenzitás vagy tartalmi tényező, ez tulajdonképpeni mennyiség, azaz: összeadható, míg a másik tényező irányított mennyiség, erősség, melyet potenciális, vagy intenzitástényezőnek neveznek. Az elektromos energiának intenzitás tényezője az elektromotoroserő, illetőleg a feszültség, tartalmi tényezője az elektromos mennyiség; a térfogati energiánál a tartalmi tényező a térfogat, az intenzitási tényező a nyomás; a felületi energiánál a tartalmi tényező a felület, az intenzitási tényező a felületi feszültség; a hőnél a hőmérséklet az intenzitás tényező és a hőkapacitás illetőleg az entropia a tartalmi tényező; a kémiai energiánál tartalmi tényező az atómsúly, az intenzitási tényező a kémiai potenciális.

Az intenzitástörvény pedig azt mondja, hogy egy (elkülönített) rendszerben energiaváltozások csak akkor lehetségesek, ha a rendszerben *intenzitáskülönbségek* állanak fenn.

Miután ez a szerény külsejű tétel minden megtörténhetés, minden esemény lehetőségét magában foglalja, nem lesz felesleges ebből a szempontból először egyetlen egy energiát, például a hőenergiát megvizsgálni. Legyen adva két egyenlő űr hőkiterjedéssel nem bíró folyadékkal megtöltve és egy hőt át nem engedő választófallal elválasztva és legyen az egyik űrben a hőmérséklet 100° , a másik űrben pedig 0° . Ha a két űr közti választófalat eltávolítom, mindkét űrben hőmérsékletváltozás indul meg és addig tart, míg a hőmérséklet mindkét űrben 50° lett. Ez magától értetődőnek látszik, de nem az, mert elképzelhető volna, hogy az összeköttetés előállítás után az egyik űrben a hőmérséklet 150° -ra emelkedjék, a másikban pedig 50° -ra essék. Csakugyan az ilyen szempontból kevésbé megszokott energiákkal, például a kémiai energiával sokszor végeznek még gondolatműtéteket, melyek a második főtétel ilyen megsértésében állanak.

A hőmérsékletkülönbség említett esetében a hőmérséklet kiegyenlítődése, ha egyszer a hőt át nem engedő választófalat a két űr közt eltávolítottuk, valóban meg fog kezdődni és nem fog megszűnni addig, míg mindkét űrben a hőmérséklet ki nem egyenlített, *hőmérsékletegyensúly* nem állt be. Ez azonban nem mindig van így. Sok esetben intenzitáskülönbségek állapíthatók meg, valamely rendszer nincs egyensúlyállapotban — és még sem történik semmi sem. Az intenzitástörvény ugyanis csak annyit mond, hogy addig, a meddig intenzitáskülönbségek vannak, valami történhetik, de azt nem mondja, hogy mikor *kell* annak a valaminek történnie. Minthogy egy energiafaj egymagában nem fordul elő és így egy energiafaj intenzitáskülönbségeinek kiegyenlítődésénél más energiafajok is részt vesznek, az elérhető legalacsonyabb intenzitás elérése lévén az egész cél, — a még megállapítandó törvény a föltételeket is meg fogja adni, hogy egy energiafaj mikor alakul át a másikba. Közelálló arra gondolni, hogy az energia másik tényezője, a tartalmi tényező, ez irányban lényeges jelentőségű, de máig a speciális megoldásokból az általános megoldást levezetni arra nézve, hogy mikor *kell* valaminek történni, még nem sikerült. Speciális megoldást azonban sokat ismerünk, mert sok esetben a jelenséggel kapcsolatos energiaváltozás föltételei ismeretesek.

Egyelőre némelykor előnyös, ha a jelenségeket két csoportra osztjuk: Ehhez a két csoporthoz akkor jutunk, ha azt a kérdést vetjük fel: hogy az, a mi nyugalomban, egyensúlyállapotban van, hogyan hozható ki abból? Ez, miként láttuk, történhetik először az által, hogy az egyensúlyban résztvevő energiafa valamelyikét, de más intenzitással juttatjuk a rendszerbe; másodsor történhetik úgy is, hogy egy más energiafajt viszünk be a rendszerbe, de ez a más energiafaj nem lehet tetszés szerinti, hanem csak olyan, a melylyel szemben az egyensúly nem közönyös.

E második eset megértésére legjobb példákat nyújtja a kémiai energia. Egy anyag nem hat minden más intenzitású anyagra, hanem csak azokra, a melyekkel szemben nem közönyös. A föltételek, a melyek között a kémiai energia egy fajának átváltozása a kémiai energia más fajába belép, nem egyebek, mint az anyagoknak jól ismert képződési módjai. De a kémiai energiától egészen különböző energiák is megzavarhatják a kémiai egyensúlyt. A kémiai és a hőenergia közti összeüggéssel már régen foglalkozik a thermokémia, a kémiai energia és a sugárzott energia közti összefüggést pedig éppen most kezdik behatóbban tanulmányozni. A fotokémia még nagy hasznára lesz az élettannak, hisz a széndioxid asszimilálása a fotokémiai reakció legnagyobb példája, a szem ideghártyájában lefolyó fotokémiai folyamatok pedig nagy filogenetikai fontosságúak.

Vegyük fel, hogy egy anyagot, azaz a kémiai energiának bizonyos faját, egy más anyag, azaz a kémiai energiának más faját, avagy bármely

más energiatípus mozgatója ki az egyensúlyból, a bekövetkező folyamat a rendszerben előidézett intenzitáskülönbségeken alapszik és végeredményben a rendszerben az intenzitás alacsonyabbá válik, mint az az egyensúly zavarása utáni pillanatban volt. Emellett a részintenzitások emelkedhetnek. Mert ha az előbb említett úrba, a melyben végre a hőmérséklet 50° volt, újból 100° -os hő juttatunk, akkor a 100° -os hő intenzitása esni fog, de az 50° -os hőintenzitása emelkedik. Egészen így emelkedik a széndioxidasszimilációnál a kémiai potenciális a sugárzott energia intenzitásának esése által; hasonlóképpen emelkedhetik egy kémiai anyagcsoport potenciálisának esése által egy más kémiai anyagcsoport potenciálisai. Az utóbbi esetben *összekapcsolt* reakciókról beszélünk. A belső lélekzésnél lefolyó reakciók felderítésénél ezek az összekapcsolt reakciók nagy szerepet fognak venni.

Míg az energiátan első főtételét, bár szükségtelen megszorításokkal, illetőleg helytelen következtetésekkel, kezdettől fogva alkalmazták az élettudományban, addig az energiátan második főtételével még ma sem barátkoztak meg a fiziológusok. Sőt még kétségbe is vonták, hogy a második főtétel az élő lényekre kivétel nélkül érvényes. Az élő lényeknek azonban nincs meg az a csodálatos tulajdonságuk, hogy a második főtételnek nincsenek alávetve. Már egyedül abból a körülményből, hogy az élet bizonyos irányban folyik le, mindig öregebbek leszünk, sohasem ifjúlunk meg, következik a második főtétel érvényessége. Nemfiziológusok ezt már régebben teljesen belátták. Így WALD 1888-ban a következményeket, ha a második főtétel nem volna, így ecseteli: „egy, a földre esett kő nem maradna ott, egy sav nem volna közömbösíthető, mert a szabaddá vált hő képes volna a létre jövő sókat szétbontani és nem volna ok, hogy ezt ne tegye, hogy a vegyület állandóbb lenne, mint a nem vegyült anyagok. Hőmérsékletkülönbségek nem lennének, sem kémiai folyamatok, sem fényelnyelés, sem indukált áramok, hanem csak ritmikus folyamatok zűrzavara“. Az, hogy az élet bizonyos irányított folyamatok lehetőségéhez van kötve, WALD szerint „bizonyításra sem szorul“. MEYERHOFFER-nek 1891-ben megjelent dolgozatában pedig a következőket olvashatjuk: „Minden életnek és minden változásnak az az oka, hogy két, egymással érintkezésben álló potenciális egymásra hat. Két különböző potenciális kölcsönös hatása nélkül a világ kihalt lenne és mi nem tudnánk semmit a külvilágról, melynek ismerete csak potenciális különbségek által jut el hozzánk. Ezen tényből tehát nemcsak a „második főtétel“ veszi eredetét, hanem egész életünk és vele az öntudat és minden ismeret.“

A második főtétel hatásköre azonban még ezzel sem ér véget. Még az erkölccstan alapja is a második főtételben keresendő. Mert ha az élet nem bizonyos irányban folynék le, hanem tetszés szerint megfordítható volna,

akkor rossz cselekedettel nem árthatnánk senkinek, mert a következményeket a károsult meg nem törtétekké tehetné és nem volnánk mások előmozdítására kötelezve, mert az idő szerepet nem játszanék.

A természetes eseményeknek ez az egyirányú lefolyása elvi ellentétben áll azzal a törekvéssel, mely az egész természetet a mechanikára iparkodik visszavezetni. A mechanika egyenleteiben ugyanis az időnek csak a négyzete fordul elő. Minthogy a pozitív és a negatív szám négyzete egyaránt pozitív, a négyzetgyökvonásnál eldöntetlenül kell hagynunk az idő előjelét; más szóval a mechanika egyenletei szerint, mire DES COUDRES figyelmeztetett először, az események visszafelé is lefolyhatnak. Ezen a körülményen nem változtat a dolgok legújabb fejlődése sem. Tudvalevőleg legújabban a régi föltevést a hő kinetikai természetéről sikerült bebizonyított ténynyé változtatni. A BROWN-féle mozgásban SVEDBERG és PERRIN tüzetesebb tanulmányozása számszerű megegyezést ismert fel a megfigyelés és EINSTEIN meg SMOLUCHOWSKI számításai között. Ez az eredmény némi zavart idézett elő. A BROWN-féle mozgás létrejötténél minden külső energia hatását kizártnak tekinthetjük és így a második főtétel szerint a mozgásnak egyszer meg kellene szünni, pedig bizonyos körülmények arra mutatnak, hogy a BROWN-féle mozgás ernyedetlenül tovább tart. Némelyek ezért már ahhoz a föltevéshez menekültek, hogy a mikroszkópi kicsinységű rendszerekre a második főtétel nem érvényes, azzal azonban hogy a rendszert elég nagygyá választjuk, a rendszert megint a második főtétel aláesővé tehetjük. Mindazonáltal ez a felfogásmód nem kielégítő. Az út, a mely a nehézségből kivezet, meglepően egyszerű. Tudjuk, hogy az összes energiák közül a hő áll elő a legkönnyebben és viszont a legnehezebben, illetőleg a legtökéletlenebbül alakítható más energiákká. A hő tehát az energetikai végállapotnak felel meg. És ha a BROWN-féle mozgás nem egyéb, mint maga a hő, akkor a végállapot nem az abszolút nyugalom, hanem az, a mit WALD olyan találóan „a ritmusos folyamatok zűrzavarának“ nevezett.

Egy adott pillanatban tehát az élő lényekben intenzitáskülönbségek vannak és működnek. Rövidebb vagy hosszabb idő után azonban ezek kiegyenlítődnének és a szerkezet megállana, ha a csökkenő intenzitáskülönbségek folyton helyre nem állítódának. Az első pillanatban azt gondolnók, hogy ehhez csak az elhasznált magas intenzitású energiának pótlása volna szükséges, behatóbb megfontolás azonban arra az eredményre vezet, hogy egészen úgy, mint a gőzgépnél, a magas hőmérsékletű gőzön kívül hűtőkészülék is szükséges, az élő lényeknél is az elhasznált alacsony intenzitású energiák pótlásának ez a módja táplálkozás által történik. Tehát nemcsak a magas potenciálisú fehérjék, szénhidrátok, zsírok táplálékanyagok, hanem a sók is. A táplálék étletté alakult át és *miután élt*, mint alacsony potenciálisú kémiai energia, mint mechanikai munka,

mint hő és esetleg mint elektromosság hagyja el a szervezetet; hogy azután az alacsony potenciális kémiai energia a zöld növényekben a Naptól származó sugárzott energia potenciálisának esése által ismét magas potenciális kémiai energiává alakuljon és megint táplálékul szolgálhasson. A kémiai energia tehát a közvetítő, a melynek segítségével a Nap sugárzott energiája az élet energiaáramát hajtja. Nem ismerünk esetet, hogy a sugárzott energián és a kémiai energián kívül más energia táplálékul szolgálhatna. Minden életjelenségnek van ennek következtében kémiai oldala.

Intenzitásbeli különbségek létehez van minden jelenség bekövetkeztének lehetősége kötve; bizonyos más, ma még általánosan meg nem fogalmazható föltételek pedig a jelenség bekövetkeztének szükségességét határozzák meg. Most még a folyamat lejátszódásának gyorsaságát kell szemügyre vennünk, mert minden jelenség bizonyos időt vesz igénybe; időt igénybe nem vevő jelenség elképzelhetetlen.

Az intenzitásbeli különbségnek az időegységben elért kisebbedése, mértéke a rendszerben lefolyó folyamat gyorsaságának. Ezt a tételt mint „magától értetődőt“ már felhasználtuk, mikor előbb kifejtettük, hogy az életjelenségek egyenlő gyorsaságú lefolyásához szükséges az intenzitásbeli különbségek folytonos egyenlősége. Viszont megfordítva egy (elkülönített) rendszerben a gyorsaság annál kisebb, mennél inkább kiegyenlítődtek már az intenzitásbeli különbségek. Elég ebben a tekintetben a kémiai reakciógyorsaságot kifejező képletekre emlékeztetnem. Tudjuk azokból, hogy elméletileg minden folyamat csak véghetetlen hosszú idő után ér véget. Ezt azokkal szemben fel lehet használni, a kik az energiát a második főtételének helyességét tagadják, azt állítván, hogy a második főtétel általános érvényessége esetében az összes intenzitásbeli különbségeknek már ki kellene egyenlítődve lenniök, a világ szükségképpen ma már a nirvánaállapotban volna.

Az intenzitásbeli különbség mint valamely folyamat gyorsaságának meghatározója azonban egészen háttérbe kerül azokkal a föltételekkel szemben, a melyek, ámbár valamely folyamatot előidézni nem képesek, mégis annak gyorsaságát első sorban meghatározzák. Ezeket a föltételeket általánosan katalizátoroknak nevezhetjük.

A katalizátor fogalma a kémiai reakciósebesség tanából fejlődött ki. Általánosan ismeretesek a kémiai reakciósebesség bámulatos változásai, a melyeket bizonyos idegen, a reakció végtermékei közt elő nem forduló anyagok kis mennyiségeinek hozzáadásával lehet előidézni. Épp úgy általánosan ismeretes a nagy időbeli különbség, a mely alatt egy meleg test környezetével hőmérsékletgyensúlyba jut, ha egyszer egy fémedényben, másszor egy léghijas falú DEWAR-féle edényben van elhelyezve. Ugyanígy függ egy kondenzátor kisülési sebessége a környező dielektrikumtól. Mindezek

a példák mutatják a katalizátor lényeges tulajdonságát: a katalizátor a nélkül, hogy a végre elért állapotra, az egyensúlyállapotra hatna, a sebességet változtatja meg, a melylyel a rendszer egyensúlyállapotba jut, és pedig legtöbbször az ehhez szükséges időt *rövidíti meg*.

A tárgyalásunk központjaként szereplő kémiai folyamatokra a kémiai energián kívül a hő és a sugárzott energia katalitikusan hatnak. A chemokatalizison kívül tehát még termokatalizist és fotokatalizist különböztetünk meg, ha a hő és a sugárzott energia nem az egyensúlyt tolják el, miként említettük, hanem csak azt a sebességet nagyobbítják meg, a melylyel a rendszer egyensúlyállapotba jut. A fény által katalizált folyamatokról a fotokémia mai állásán még nem tudunk sokat; többet tudunk a hőkozta reakciósebesség megnagyobbodásáról.

A kémiai reakciósebességre vonatkozó mérések tanulmányozása arra az eredményre vezetett, hogy a hőmérséklet hatása a reakciósebességre rendkívül nagy és feltűnően független a reakció természetétől. A fotokémiai reakciók kivételével majdnem minden reakció sebessége a hőmérséklet tiz foknyi emelkedésekor megkétszerezedik vagy megháromszorosodik. E szabály érvényességének megvizsgálására tehát csak az illető reakció sebességi állandóját két, egymástól tiz fokkal különböző hőmérsékleten kell ismernünk és a magasabb hőmérséklethez tartozó sebességi állandót az alacsonyabb hőmérséklethez tartozó sebességi állandóval el kell osztanunk. Ha a szabály érvényes, a hányados 2 és 3 közti szám lesz. Ezt a számot a reakciósebesség hőmérséklethányadosának nevezzük. Ugyanazon reakcióban a hőmérséklethányados egészen állandó lehet, pl. a klórecetsavas nátriumnak glykolsavas nátriummá való átalakulásakor vizes oldatban 70° és 130° közt a hőmérséklethányados állandóan 2.5. De ez határesetet, legtöbbször a hőmérséklethányados emelkedő hőmérséklettel lassankint kisebbedik, ha például 0° és 10° közt 3 volt, akkor 100° és 110° közt körülbelül csak 2.5 lesz. Különböző képleteket hoztak javaslatba, a melyekben ezt a körülményt figyelembe veszik, de ezekkel most nem foglalkozhatunk. Az eddig megvizsgált fotokémiai reakciók hőmérséklethányadosa legfeljebb 1.4, a fotokémiai reakciók nagyrésze azonban a hőmérséklet emelésével még ennél is kevesebbet gyorsul meg. Itt megemlítsük méltó, hogy a radioaktív bomlás a hőmérséklettől teljesen független.

Abból a célból, hogy a hőmérsékletnek szóban lévő hatásáról adott esetben fogalmunk legyen, tegyük fel, hogy valamely reakciónál a hőmérséklethányados állandóan 2. Száz foknyi hőmérsékletemeléssel ebben az esetben a reakciósebességet körülbelül megegerszeresítené és ha a hőmérséklethányados állandóan 3 volna, akkor a hőmérséklet emelése százfokkal a reakciósebességet hatvanezerszer nagyobbítaná meg. A hőmérséklet emelése 200 fokkal pedig az első esetben a sebességet egy milliószorosán, a második

esetben három és egy fél milliárdszorosan fokozná. Alig ismerünk egy más jelenséget, a mely ilyen rendkívül függne a hőmérséklettől. Csak a gőznyomás, a kristályképződés, egyes ritka esetekben a folyadékok belső surlódása és az igen gyenge elektrolitek disszociáció-egyensúlya ilyenek.

Az utolsó évtizedben kiderült, hogy számos életjelenség lefolyásának gyorsasága, bizonyos hőmérséklethatárok közt, egészen ugyanúgy függ a hőmérséklettől; mint a kémiai reakciók sebessége. Miután VAN T'HOFF a növények lélekzésében és HERTWIG OSZKÁR a békaembrió fejlődésének sebességében ilyen példákat találtak, a nélkül, hogy különösebb figyelmet keltettek volna, az érdeklődés egyszerre fellobbant, a mikor 1905-ben *én* a széndioxidasszimilációra nézve és velem egyidejűleg SNYDER, LOEB laboratóriumában, a teknősbéka szívverésének gyorsaságára nézve e szabály érvényességét kimutattuk. Ma már nagy irodalom foglalkozik ebből a szempontból az életjelenségek lefolyásával.

A thermokatalizistól eltérően a fény és még inkább a chemokatalizátorok csak egy kisebb vagy nagyobb jelenségcsoportra és ezekre is a legkülönközőbb mértékben, hatnak úgy, hogy reakciósebességük nagyobbodik.

A chemokatalizátorok részben az élő lényeknél is ugyanazok, a melyeket a nem élő világ folyamataiból ismerünk, közülök első sorban a hidrogén-íont és a hydroxyl-íont kell említenünk. De az élő lények chemokatalizátorainak nagyrésze csak az élő lényekben keletkezik, ezek a *fermentek*. Már néhány anyag között sok folyamat a legkülönbözőbb reakciósebességgel folyhat le s közülök az a folyamat jut előtérbe, a mely a legnagyobb sebességgel folyik le; az éppen jelenlévő ferment szerint ez a folyamat természetesen más és más lehet. Az élő lényeknél ezenfelül nemcsak néhány, egymástól független folyamatról van szó, hanem sok, egymásba kapcsolódó vagy láncreakcióról, azaz reakciórendszerekről, a melyekben az egyik reakció egy másik reakció előidézője. Nyilvánvaló, hogy egy ilyen kémiai óraszerkezet csak úgy maradhat mozgásban, ha az összes reakciók folyton meghatározott sebességgel folynak le. *Ezt* teszik lehetővé a katalizátorok! És így sok életjelenségről mindenkor éppen annyit tudunk, a mennyit a pillanatnyi kémiai dinamika tudunk enged. Ezt a felfogást, a melyhez jutottunk, bizonyos fokig már LUDWIG is osztotta és még ő előtte a nagy BERZELIUS megjósolta. Az utóbbi tény eszünkbe juttatja LOEB mondását: „A biológia történetében sokszor ismétlődő jelenség, hogyha *valóban* döntő kísérletet keresünk, mindég egy kiváló fizikus vagy kémikus nevére bukkanunk“.¹

Dr. Kanitz Aristides.

¹ V. ö. E sorok irójának OPPENHEIMER „Handbuch der Biochemie“ című művében megjelent „Das Protoplasma als chemisches System“ című dolgozatának első fejezetét.

A szövetek és szervek átültetése.

A szövetek és szervek átültetésének (transplantatio) célja, hogy a szövetek és szervek sérülés vagy betegség okozta hiányát alkalmas, másutt nélkülözhető szövetek és szervek átvitelével helyettesítse és ezáltal a hiányt élő vagy legalább működésre alkalmas szóvettel vagy szervvel pótolja.

Az átültetés gondolata voltaképpen már ósrégi. A görög mythosban is szó volt az aggastyán megifjításáról fiatal állatok vérenek beömlesztése útján. A középkor regéiben ez a régi mythos különböző változatban mindig visszatért, most pedig, évszázadok, sőt évezredek multán az egykori rege eszméjének gyakorlati keresztülvitelére tudományos készültséggel vállalkozunk.

A növények nemesítése szemzések és oltások útján régóta ismert eljárás; lényegében ez is átültetés. Ennek kiterjedt gyakorlati hasznát a mai kertészet a legkülönbözőbb, pompásnál pompásabb virágok tenyésztésekor és a gyümölcsösök nemesítésekor látja.

A mai szövet- és szervátültetésnek tulajdonképpen előfutárja a sebészetben az ú. n. „beültetés“ vagy tudományos néven „*implantatio*“ volt; az a módszer, melynek segítségével hiányok pótlására idegen testeket ültettek be a szervezetbe. Így a koponya különböző hiányait fém- vagy czelluloid- stb. lemezzel pótolták; hiányzó inakat selyemfonállal helyettesítettek; hasi sérvek ellen dróthálót használtak; tört csontok helyébe elefántcsontból készült részeket ültettek, vagy pedig csonthiányt fémsínekkel hidaltak át stb. Mindezeket a különböző anyagokat a szövetekben elhelyesztették, a hol esetleg be is gyógyultak.

Az implantáció problémája a transzplantációhoz való viszonyánál fogva megérdemli, hogy vele kissé behatóbban foglalkozzunk.

Biztos tudomásunk van ugyan arról, hogy implantációt, például koponyasérülés esetén, már az ókorban is végeztek; régi sirokból kiásott koponya, melynek egy részét kard szelte le és melyen ezt a hiányt fémlemez pótolta, nem tartozik a ritkaságok közé. De mégis a beültetésnek rendszeres alkalmazását csak azon nagy haladás óta látjuk, mely az újabb sebkezelési eljárásokat, az antiszepszis és aszepszis sebkezelést követte. Ez volt az az alap, a melyen az implantáció tanulmányozása is felépült. Az antiszepszis korát megelőző időben, a mikor a sebészeti műveletek okozta sebek rendszerint elgenyedtek, idegen testek kigenyedését és kilökődését is természetesnek találták. Ma tudjuk, hogy a szervezet különböző idegen testek bevitelére lényegében egyformán felel, függetlenül az idegen test természetétől és nagyságától. A szervezet viselkedése inkább attól függ, hogy az idegen testnek bejutásakor történt-e sebfertőzés, vagy pedig nem.

Az utóbbi esetben, azaz *aszepszis idegen testeknek fertőzés nélküli beültetésekor*, a környéki szövetek véreirei tágulnak, a fehér véresejtek a hajszál-

erekből kivándorolnak, a szomszédos szövetek kötőszövetsejtjei szaporodnak, végül erekben gazdag, számos fehér vérséjtet tartalmazó, burjánzó kötőszövet, úgynevezett sarjadzó szövet keletkezik, a mely az idegen testet minden oldalról körülveszi. Ily aszepszises idegen testnek további sorsa azután a szerint változik, a mint ezt az idegen testet a szervezet fel tudja oldani, vagy nem.

Ha fel tudja oldani, akkor a szervezet fehér vérséjtjeinek fehérjét oldó (proteolysises) fermentje az idegen testet felemésztí; a törmelékeket a fehér vérséjtek elszállítják, úgy hogy néhány hét múlva az idegen test eltűnik. Ennek legjobb példája a bélből készült és beültetett bélhúr (catgut) felszívódása. Az elsülyesztett bélhúr, melyet kellően előkészítve érlelő és varróanyagul használnak, eleinte fehérvérséjtkivándorlást idéz elő; később a fehér vérséjtek oldják és felemésztik a bélhúr fonálát, törmelékeit pedig elszállítják. E folyamat különböző szakait szövettanilag is követhetjük.

Ha az idegen test oldhatatlan, további sorsa fizikai tulajdonságaitól függ. Likacsos idegen testbe csakhamar erekben gazdag sarjadékszövet burjánzik és a holt idegen testet élő szövet növi keresztül; gyengébb idegen testet ilyenkor a benövő sarjadékszövet szét is repeszthet, egyes részei fel is szívódhatnak. Ha ez nem következik be, holt része állandóan ott marad és (mint például az említett koponya- vagy hasfalpótlás, inpótlás stb. esetében) azt a mechanikai cél szolgálja, mely végett a beültetés történt. A keletkező sarjadékszövet idővel kötőszövetté alakul át és az idegen testet kemény tok módjára körülveszi. Megesik ugyan néha, hogy óriási sejtek keletkeznek, melyek az idegen test felszínét emésztik, például holt csontdaraboknak vagy elefántcsontnak beültetése után; ezek azonban rendszerint csak felületes és szövettanilag észlelt elváltozások, a melyek a dolog lényegén semmit sem változtatnak.

Oly esetben, *a mikor az idegen testtel fertőzött csírák is jutottak a szövetekbe*, genyedés indul meg, melynek végső eredménye az idegen testnek a kilökődése. Már csekély fokú fertőzés is elegendő ezen elhatároló genyedés megindítására. Az idegen test okozta mechanikai sérülés ugyanis csökkenti a sejtek és szövetek életrevalóságát és ezzel elősegíti azt, hogy a baktériumok a természetes védő berendezéseket könnyebben legyőzhetik. Ez a tény magyarázza egyúttal a már begyógyult idegen testek késői fertőzését és késői elhatárolódását. Eleinte a szervezet védekezése következtében a baktériumok hatásukat nem fejthetik ki, később, főleg esetleges sérülésekhez társuló vérkiömlés okozta daganatokban (haematoma) a baktériumok tovább szaporodnak, leküzdik a szervezet ellentálló képességét, a haematoma elgenyed és az idegen test kilökődik. Ezzel magyarázható az is, hogy aszepszisesen begyógyult idegen testek körül a szervezet más helyén lefolyó genyedések (pl. kelevények,

tályog, mandolagyuladás stb.)' kapcsán miért telepsznek le könnyen baktériumok és okoznak késői genyedést.

A beültetés kiterjedtebb használatának épp ezért régebben korlátot szabott a sebfertőzés gyakorisága. Csak mióta SEMMELWEIS és LISTER nagy felfedezései után a sebgyógyulás átalakult, főleg mióta az antiszepszis és ennek következtében a szövetsérüléssel járó eljárásokat az aszepszis módszerek váltották fel, sikerült a szövetek beültetését szélesebb körben és lényegesen jobb eredménnyel végezni.

A mikor elérték, hogy idegen testet aszepszis¹ úton sikerült beültetni, egy további merész lépés következett: a beültetés másik veszélyének, az idegen test hatásának kiküszöbölése az által, hogy élő szövetet iktattak be a szervezetbe. Így fejlődött tehát, a sebészi tudomány haladásával az aszepszis jegyében, a beültetésből a *szövetátültetés*, azaz holt idegen testek átültetéséből életrevaló szövet átültetése a szervezetbe.

Körülbelül egy évtizede, hogy a szövetátültetés érdekében rendszeres kísérleteket végeznek s az anyag, mely feldolgozásra és utánvizsgálatra vár, máris óriási. A legutóbbi években a kísérletezők már egész szervek átültetését, az ú. n. *szervátültetést*² is megkísérelték több-kevesebb sikerrel.

Szinte vég nélkül variálhatók azok a kérdések, melyek a szerv- és szövetátültetésnél önként felmerülnek. Ugyanazon, vagy rokon, esetleg idegen szervezetből vett hasonló, rokon, vagy különböző szövetek felcserélése a kilátások végtelen sorozatát nyitja meg és e kombinációban gyorsan elveszteniök a biztos talajt, ha az alapigazság számba menő tapasztalati tények ismerete nélkül vállalkoznánk itt kísérletekre.

A következőkben csoportosítani igyekszem azokat az *általános alapigazságokat*, a melyek eddig ilyeneknek bizonyultak:

1. Az *átültetés sikerének első föltétele a sejtek és szövetek életrevalósága*, még akkor is, ha összefüggésüket a szervezettel elvesztették.

A *szervezettől elválasztott szövetek és szervek egy ideig még életrevalók maradhatnak*, a szervezettől való elválasztás tehát nem okozza föltétlenül azonnal halálukat. A különböző sejteknek és szöveteknek megvan az a tehetségük, hogy a szív működés megszűnése után még egy ideig életrevalók maradnak, addig, míg protoplazmájuk és sejtmagjuk a bennük felhalmozott tartalékanyagból élni bír; ez a sejteknek és szöveteknek úgynevezett „túlélése“. Ennek legmeggyőzőbb példája a hullából órák, sőt napok mulva is kivett csonthártya, mely alkalmas talajon tovább él és szaporodik (AXHAUSEN). Ismert tény az is, hogy a haj, a szőr az egyén halála után tovább nőhet;

¹ Aszepszis, a seb zavartalan gyógyulása a baktériumok lehető kizárásával.

² Az idegen testek beültetését az *implantáció*, az élő szövetek vagy szervek átültetését pedig a *transzplantáció* fogalma fejezi ki helyesen.

a halál után leberetvált hulla exhumálásakor kifejlődött szakállt és bajuszt találhatunk. Ugyanilyen elbirálás alá esik a meghalt szervezetből kivett szív konzerválása izotoniás folyadékban; ilyen folyadékban a szívizom órákig, sőt esetleg napokig is összehúzódhatnak (CARREL).

E tapasztalat rendkívüli érdekességét még a következő körülmények fokozzák.

Alacsonyabbrendű szervezetek, pl. növények, táplálékukat a szervetlen világból veszik fel, ezt feldolgozzák és erre az egész növény és egyes külön részei — hogy csak a bujtásokra utaljak — egyaránt képesek.

A magasabbrendű állatok szervezetének a testüket alkotó sejtek nagyobb fokú differenciálódása miatt nemcsak szerves anyagokra van szükségük, de a sejteknek ezt a táplálóanyagot különlegesen elő is kell készíteniök, mielőtt azt asszimilálnák. Ez az előkészítő folyamat itt oly fontos tényező, hogy pl. a szervezet csak azt a fehérjét használhatja fel, melynek bontását és újraépítését az illető szervezet a gyomor-bélműködéssel már megkezdte. A bél megkerülésével a szervezetbe juttatott fehérjék nem használódhatnak fel, sőt méregként hatnak.

Ez magyarázza meg azokat a nehézségeket, a melyeket a magasabbrendű állatok és az ember szervezetéből kivett szövetek mesterséges életbentartása okoz. Alkalmas anyagok kikutatása, melyben a szövetrészek nemcsak megtarthatók, hanem esetleg növekedésre és szaporodásra is birhatók: kétségtelen, hogy haladást jelentene e téren. LOEB L. munkálatai, legutóbb pedig CARREL közlései, mintha azt mutatnák, hogy a helyes úton vagyunk.

2. *A sejteknek és szöveteknek túlélése, sejtek, illetve szövetek szerint különböző, de mindig fordítva aránylik a sejtek és szövetek differenciálódásának fokához.* A kevésbé szervezett sejtek, például hámsejtek, kötőszövetsejtek inkább megtartják életrealitásukat, míg a magasabban szervezett, nagyobb mértékben differenciált sejteken, például a középponti idegrendszerben, ezt a túlélést ezideig nem sikerült kimutatni.

3. *Sikeres átültetés céljából el kell követnünk mindent, hogy az egyes sejtek túlélését fokozzuk.* Ezt azzal érjük el, hogy őket konzerváljuk és főleg a kiszáradástól óvjuk. Mindenesetre legcélszerűbb volna a kivett szöveteket azonnal átültetni. Ha ez bármily okból nem történhetik meg, a szöveteket a test szövetnedveinek összetételével egyező sóoldatban konzerváljuk. Használható e célra a fiziológiai konyhasóoldat, még jobb azonban az úgynevezett RINGER-féle oldat.

4. *A szervezetből kivett szövetek sejteinek életrealitását azzal is fokozhatjuk, illetve meghosszabbíthatjuk, ha a kiszáradástól óvjuk és a sejten belüli folyamatokat hőcsökkentéssel legkisebb fokra csökkentjük.* Hisz természetes, hogy mennél kevesebb tartalékanyagot használ el a sejt, annál tovább is él. 0° és 1° között ingadozó hőmérséklet mellett a tartalékanyag

elhasználása a sejten belül legkisebb és a mellett a sejteknek túlélése leginkább biztosított.

5. Az élő sejtek és szövetek konzerválásának lehetőségéből önként annak gondolata is következett, *nem juthatnánk-e az elhalt szervezetből*, még néhány órával az egyén halála után is, *életrevaló, átültetésre alkalmas anyaghoz*? A gyakorlat az elméleti föltevés helyességét beigazolta. Rövid idővel a halál után a hullából vett fascia- és ínrészek átültetése LEXER-nek és KÜTTNER-nek sikerült; KÜTTNER azonkívül sikeres csontátültetéseket, LEXER pedig eredményes inátültetéseket is végzett hullából vett anyaggal. Transzplantációim alatt én is több alkalommal arról győződtem meg, hogy elhunyt állatból 2—3 órával az állat kimulása után vett bőr-, ín- és fasciaszövet még életrevaló.

6. Magától értetődő, hogy *az átültetendő szövetet kiméletesen kell bánnunk, azt minden durva sérüléstől óvnunk kell*. Közelebbi részletezésre ez nem szorul.

7. Sikeres átültetés céljából nagyon fontos tényező a *kellő aszepszis*. Vonatkozik ez úgy az átültetendő anyag kivételére, konzerválására, valamint magának az átültetésnek technikájára. Antiszeptisszel, minthogy itt életrevalóságukban amúgy is gyengített szövetek átültetéséről van szó, nem dolgozhatunk.

8. A sikeres átültetés egyik további lényeges föltétele *az átültetett részek és a gazdaszövet¹ legszorosabb érintkezése*. Mennél közvetlenebb ez az érintkezés, annál kedvezőbbek az átültetett részek életföltételei is. Az egyes sejteknek tartaléktáplálóanyaga elég gyorsan felhasználódik; ha a sejtek ilyenkor még érintkeznek a gazdaszövettel, ha ennek szövetnedvei az átültetett részek sejtjeit mintegy körülmoszák, sőt azokat táplálják, az átültetett részek életbenmaradása is valószínűbb.

9. Ebből egyúttal kiviláglik az is, hogy *idegen testek jelenléte a gazdaszövet és az átültetett részek sejtjei között a szövetnedvek érintkezését az átültetett részekkel akadályozzák és az átültetés sikerét veszélyeztetik*.

A durvább piszkot, esetleg a sebbe hullott szörzetet nem tekintve, főleg vérömlések és vérrögök veszélyeztethetik az átültetett részek és a gazdaszövet szoros érintkezését. A teljes tisztaság és pontos vérzéscsillapítás tehát a sikeres átültetésnek szintén lényeges föltétele.

10. A gazdaszövetnek tápláló szövetnedvei első sorban az átültetett részeknek velük közvetlenül érintkező sejtrétegeit érik. Ebből önként következik és gyakorlatilag is beigazolódik, hogy *a gazdaszövettel közvetlenül*

¹ A következőkben egyszerűsítés végett azt az állatot, melyből az átültetett részeket vesszük: *anyaállatnak*, azt az állatot pedig, melybe a kivett részeket beültetjük: *gazdaállatnak* nevezem. Hasonló értelemben használom az *anyaszövet* és *gazdaszövet* kifejezéseket is.

A növényvilágban az átültetett részt *szemnek*, a gazdanövényt *alanynak* hívjuk.

érintkező sejtrétegek életfeltételei a legkedvezőbbek. A mélyebben fekvő sejtrétegekbe a szövetnedvek már csak lassabban hatolhatnak be, ezek életrevalósága tehát jobban veszélyeztetett, és pedig annál inkább, mennél távolabb esnek a sebtől.

Mihelyt a gazdaszövet felől a vérerek benövése megindul, az átültetett és még életrevaló sejtek bővebben jutnak táplálékhoz, megmaradásuknak lehetősége ezzel javul; és míg eddig a szövetnedvek nyújtotta táplálék csak a sejteknek legszűkebbre szabott szükségletét, az önfenntartást szolgálta, addig most már a legélénkebb életműködésre: a szaporodásra és növekedésre is képesek.

Az átültetett szövetet végül újonnan alkotott érhálózat szövi keresztül; az elhalt szövetrészek ekkor felszívódnak, helyüket az életrevaló szövetek termelte sarjadzó szövet pótolja. Az átültetett rész helyén oly szövet fejlődik, mely alapjával, környezetével legszorosabban összefügg, a mely él, növekszik és a mely azon szervezetnek, hová átültettük, új, élő és munkabíró részévé válik (AXHAUSEN).

A sikeres átültetésnek további feltétele

11. az átültetett résznek és a gazdaszövetnek egymáshoz való biológiai viszonyán alapul.

Már a kísérleti kórtanból ismerjük a vérszérumnak különböző reakcióját idegen testek bejutásakor a véráramba. Csak röviden utalok arra, hogy a szervezetbe jutott idegen vörös vérsejtek feloldódnak és felszívódnak. A bakteriológia és szerológia pedig évek, sőt évtizedek fáradságos munkájával kiderítette, hogy fajlag idegen fehérje bekebelezésekor az antianyagoknak (a praecipitinek, agglutininek, bakteriolysineknek, cytotoxinok, haemolysinek, antitoxinoknak, opsoninoknak stb.) egész sorozata keletkezik, melyekkel a test ezen idegen elemek ellen küzd. Ezek a tények már előre valószínűvé tették, hogy átültetés alkalmával is a gazdaszövet reakciója különböző lesz ugyanazon egyénből vagy másfajta egyénből vett szövetekkel és szervekkel szemben. Úgy látszik, hogy itt végeredményben a két szövet — az átültetendő és gazdaszövet — sejteinek és nedveinek vegyi sajátágaiban rejlő különbségek viszik a legnagyobb szerepet. Példaképpen csak a különböző állapotok zsírszövetének elütő vegyi összetételére mint a kórtan egyik legrégebben ismert példájára hivatkozom.

A sejten belüli folyamatok bonyolódott kémiai folyamatából könnyen magyarázható, hogy a különböző szervezetek szövetnedveinek összetétele és ennek következtében hatása a szövetekre változó. Ez a hatás a szervezet saját sejteire nézve a legkedvezőbb, idegen, de még rokon szervezet szövetekre nézve kevésbé kedvező, másfajta, az állatvilág más fajába tartozó szervezet sejteire számára pedig egyenesen káros lehet.

Ezen elméleti okoskodásnál fogva is legkedvezőbben fogadná a gazdaszövet az ugyanazon egyénből és legkedvezőtlenebbül a teljesen idegen szervezetből vett részeket; hiszen eleve feltehető, hogy idegen fajból vett részek hatására a vérsavóban oly anyagok keletkezhetnek, melyek pusztító hatásúak ezen idegen sejtekre. A gyakorlati tapasztalat pedig ugyanezt mutatja.

Megkülönböztethetünk e szerint:

a) úgynevezett *autotranszplantációt*, vagyis olyan átültetést, melynél az átültetendő anyagot ugyanaz az egyén szolgáltatja. Az átültetés ennél jár a legkedvezőbb feltételekkel és miként az eredményekből látjuk, a legtöbb sikerrel. Megkülönböztetünk:

b) *Homiotranszplantációt*, a mikor ugyanazon faj keretébe tartozó, de különböző egyének részeit ültetjük át, azaz egyik egyénről a másikra visszük át a szöveteket és szerveket. Az eredmény már nem oly kedvező.

c) *Heterotranszplantációt*, a mikor az átültetés egyik fajról a másik fajra történik. Pl. állatról emberre vagy alacsonyabb rendű állatról magasabb rendűre és fordítva. Említettük már, hogy az átültetés feltételei itt a legkedvezőtlenebbek. Az eddigi tapasztalatok mind azt igazolják, hogy az átültetésnek ez a fajtája nem igazi transzplantáció, hanem velejében idegen test implantációja.

12. Legújában a homiotranszplantáció nehézségein *mesterséges parabiózissal* igyekeznek javítani. Megkísérelték ugyanis az átültetés előtt az állatok összenövését (SAUERBRUCH és HEYDE), vérértörzsek között közlekedés létesítését (JIANU), abban a föltevésben, hogy a szövetek vegyi különbségeinek megszüntetése így talán sikerül. E kísérletekről végérvényes ítéletet még nem mondhatunk.



1. kép. Mesterséges parabiózis létesítése két patkány között. A két hasüreg közlekedik; a baloldali állat veséit kiirtották. SAUERBRUCH-SCHÖNE rajza szerint.

Az átültetés említett alaptörvényeinek felsorolásával távolról sem meríttem ki mindazokat az igazságokat, a melyeket már eddig az átültetés lényegéről és sikeréről tudunk.

* * *

Az auto-, homoio-, és heteroplasztikus átültetés.

Az előbbieken az átültetett résznek és a gazdaszövetnek egymáshoz való biológiai viszonyát már említettem és utaltam is röviden arra a rendkívül sok nehézségre, mely éppen ezen az alapon a szöveteknek — hogy úgy mondjam — különböző kémizmusa következtében az átültetés sikerét veszélyeztetheti. Ilyen szempontból megkülönböztettük az *auto-*, *homoio-* és *heterotranszplantációt*, vagy némelyek szerint *auto-*, *homoio-* és *heteroplasztikát*.

Lássuk már most az átültetés e különböző fajait közelebbről és állapítsuk meg az eddigi, bár egymásnak sokban ellentmondó kutatások alapján, mennyiben lehetségesek vagy nem lehetségesek ily átültetések. Cél-szerű, ha e célból azokat az eredményeket vesszük figyelembe, melyeket botanikusok, zoológusok tapasztaltak és az orvosok daganatok átültetésekor észleltek. Ha ismereteinket ilyen módon az összehasonlító természettudományok és pathológia szempontjából bíráljuk, jobban különíthetjük el a véletlen eredményeket az olyanoktól, a melyekben bizonyos törvényszerűség látszik.

Az idevonatkozó irodalom legértékesebb adatait KORSCHOLT E., WINKLER H., MARCHAND F., RIBBERT H., ROUX W., VÖCHTING H., AXHAUSEN G., BARFURT D., SCHÖNE G., BORN G. és ENDERLEN munkáiban találjuk. A fejtegetéseim alapjául szolgáló adatok összeállításában az említett munkák nagy segítségemre voltak. Ismételt idézések elkerülése végett ezt előrebocsátom.

A transzplantáció a növényvilágban az állatokon végzett homoio- vagy heteroplasztikához hasonló. Az egyik növényegyed ugyanazon, vagy rokonfajnak más egyedére, miként ismeretes, sikerrel ráoltható. A különböző dísznövények és gyümölcsfák nemesítése közismert példák erre. Megkülönböztetnek harmoniás és diszharmonias egyesülést. Harmonias egyesüések néha egymástól távolabb álló fajok között is lehetségesek, pl. paradicsom és burgonya, dinnye és uborka között stb. (TSCHOUDY); teljes diszharmonia esetében az átültetett rész elhal.

Az alacsonyabbrendű állatokon végzett átültetésekre ugyanaz érvényes, mint a növényeken végzett oltásokra. Megpróbálkoztak homoio- és heteroplasztikával, itt-ott autoplasztikával is, de a kettőnek rendszeres összehasonlítása még hiányzik. Egyes szerzők úgy látszik az egyiknek sikeréből önként következtetnek a másik sikerére is. Az úgy tisztázása annyival is

inkább szükséges volna, mivel, miként látni fogjuk, magasabbrendű állatokon az auto-, homoio- és heterotranszplantáció eredményei lényegesen elütők. A sok szorgalmasan kísérletező zoológus közül csak néhányat említhetünk. TREMBLEY, WETZEL, PEEBLES hidrával, LOEB J., PEEBLES Tubulariával, JOST, KORSCHOLT és LEYPOLDT főleg gilisztákkal, HARMS, CRAMPTON és MEISENHEIMER lepkékkel, BORN, BRAUS, HARRISON, SPEMANN kétéltűekkel, STOCKART szalamandrával, WINKLER F. békával és gyíkkal (*Lacerta*) kísérletezett.

A lárvák és egyes részeinek, szóval embrionális szöveteknek átültetését egymásba, továbbá a ki-fejlődött állat egyes szöveteinek és szerveinek átültetését egyaránt megpróbálták.

Az embrionális szövetek és szervek átültetésénél a legtöbb szerző sikerről számol be. Csak néhány példát említek. BRAUS békaféléken embrionális végtagсарjadék átültetése után számfeletti végtagok keletkezését észlelte. HARMS a földi giliszta (*Lumbricus terrestris*) petefészkeit egy más gilisztafajba (*Helodrilus caliginosus*) ültette át s az átültetett petefészkek tovább éltek és rendszeren működtek, sőt az ilyen átültetett petefészkek-ből származó peték megtermékenyítése után a két faj között álló korcsok fejlődtek. CRAMPTON és MEISENHEIMER különböző lepke-



2. kép. Varangyos béka, feles számú végtaggal a fején, melyet úgy létesítettek, hogy homoio-plasztikus átültetéssel lárvakorban egy más varangyos béka lárvakori végtagját ültették át. BRAUS rajza szerint.

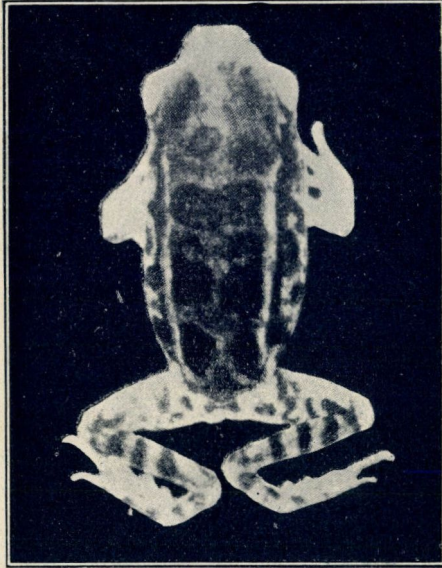
fajok bábjaiban és hernyóin végzett heteroplasztikus átültetést és oly lepkéket kapott, melyek félig az egyik, félig a másik fajhoz tartoztak. BORN és HARRISON különböző fajú békálárvákat növesztett össze; többek között sikerült nekik oly állatot életben tartani, melynek fejét pl. *Rana virescens*, törzsét és végtagjait pedig *Rana palustris* alkotta.

Kifejlődött állatokkal is gyakran kísérleteztek. SCHÖNE pl. a kecskebéka (*Rana esculenta*) hasának bőrét cserélte ki sikerrel. A homoioplasztika itt azonban 7 eset közül egyszer sem járt sikerrel.

Homoioplasztikus parabiózis-kísérleteket BORN végzett a kecskebéka lárváin; az összenövesztett lárváknak közös bélcsövük volt. JOST is végzett hasonló kísérleteket.

A kísérletekből kiviláglott, hogy heteroplasztikus átültetések embrionális és felnőtt állapotban egyaránt sikerrel járhatnak, de csak aránylag közelálló fajok egyedei között.

Magasabbrendű állatokon a kísérletek már gyakoribbak. BERT patkányokon, HENLE házinyulakon, WINCKLER F. egereken kísérletezett a



3 kép. A *Rana virescens* és a *Rana palustris* lárvakori összeköttetéséből keletkezett állat. Feje: *Rana virescens*; törzse és végtagjai: *Rana palustris*. HARRISON rajza szerint.

része tévesnek bizonyult. A heteroplasztikus átültetés valóban sokkal ritkábban sikerül, mint a hogy azt eleinte vélték.

A *transzplantációt emberen* legelőször THIERSCH tanulmányozta rendszeresen 1886-ban. Úgy találta, hogy hasonnemű fiatal testvérek között leginkább sikerül a bőrátültetés. A bőrön kívül csakhamar más szövetek és szervek homoio- és autotranszplantációjával is kísérleteztek, nevezetesen porcogóval, csonttal, csonthártyával, innal és zsírszövettel, pajzsmirigygyel, epitheltestekkel, mellékvesével, petefészekkel, szaruhártyával és vérerekkel.

Mielőtt a magasabbrendű állatokon és az emberen végzett különböző átültetések eredményét ismertetném, a daganatok átültetéséről

homoioplasztikával, még pedig pedig bőrlebenyek átültetésével. Általában a homoioplasztikus átültetések sokkal nehezebben sikerültek, mint az autoplasztikusak. SCHÖNE szintén egereken végzett nagyszámú homoioplasztikus bőrátültetést: az átültetett bőrlebenyek 5—14 napig maradtak életben, ekkor különböző gyorsasággal beszáradtak és lelelködtek.

Heteroplasztikus átültetéssel magasabbrendű állatokon legelőbb ALLAN, REVERDIN, ENDERLEN, AXHAUSEN, LOEB L., ADDISON, CARREL, STICH stb. kísérleteztek. Azóta egész sereg bűvár foglalkozott hasonló kísérletekkel. Hosszabb ideig tartó megfigyelés mellett és rendszeres, főleg szövettani utánvizsgálattal a régi adatok nagy

kell megemlékezni mint az újabb kísérleti kórtan egyik legfontosabb fejezetéről.

A kísérleti kórtan fellendülése óta, körülbelül az utolsó évtizedben, a daganatok átültetése körül is serényen folytak a kísérletek. E téren főleg LOEB L., EHRLICH P., JENSEN C. A., BASHFORD, STICKER, MICHAELIS, APOLANT és mások szereztek nagy érdemeket. A nélkül, hogy a különböző kutatók kísérleti daganattanulmányait közelebbről részletezném, csak az eddigi végeredményeket sorolom fel.

Hosszú, fáradságos kísérletek után *beigazolódott, hogy a daganatok nagy része átültethető, az átültetés sikere pedig az egyén korától, fajtától és táplálkozásától függ, de hatással van reá a terhesség is.*

Fiatal egyének fogékonyabbak átültetett daganatok iránt, mint idősebbek.

Különböző törzsek fogékonyága különböző. Ennek jó példája a következő: a JENSEN kopenhágai laboratóriumában tenyésztett orsósejtű húsdaganat (sarkoma) dán, angol és amerikai egereken jól fejlődött, párisi egereken rosszul, berlini, hamburgi és bécsi egereken pedig rendszerint nem tenyésztett. Részletesebb vizsgálatok kiderítették, hogy az említett daganat leginkább oly egértörzseken fejlődött, melyek egymással szoros rokonságban voltak.

A táplálkozás hatásáról kitűnt, hogy különböző helyen tenyésztett rokontörzsek különböző fogékonyágára az eltérő táplálkozás is lehet hatással. HAALAND tapasztalta, hogy oly berlini egerek, melyek húsdaganat iránt fogékonyak voltak, Norvégiában — néhány havi ott-tartózkodás után — ugyanazon húsdaganat iránt igen ellenállóvá váltak, épp úgy, mint ezen állatokból Norvégiában tenyésztett utódok. Lehetséges, hogy a táplálék különböző sótartalmának (főleg a natr.-chlorid, barium-chlorid különböző mennyisége, NEGRE szerint) volt szerepe. STAHR viszont azt találta, hogy a Düsseldorfban lennaggal és tejjel táplált egerek kevésbé voltak fogékonyak daganatok iránt, mint azok a berlini egerek, a melyek főként kenyérral és zabbal táplálóztak. A mikor a düsseldorfi egereket hasonló táplálékra fogták, mint a berlinieket, rajtuk a daganat-átültetés jobban sikerült.

Terhes egerek daganatok átültetése iránt kevésbé fogékonyak (HAALAND); ezzel ellentétben *terhes vagy szoptató patkányok* nagyobb mértékben fogékonyak (ASKANAZY).

Mindkét tény közlése megbízható kutatótól ered! Kérdés már most, vajjon a különböző eltérő állatfajok vagy a különböző daganatok okai-e az eltérő fogékonyágnak különböző fajtájú terhes állaton. De ebből egyúttal azt is látjuk, hogy mindezekből a pontos észlelésekből mily óvatosan vonhatunk csak általános értékű következtetést a *természetes ellenállóságra*? Az átültetés sikeréből a különböző állatok természetes ellenállóságára nem következtethetünk.

Még bonyolultabbá válik a dolog az által, hogy *a gazdaszövet ellenállósága különböző módon változtatható*, azaz a gazdaszövet ellenálló képessége mesterségesen növelhető vagy csökkenthető. A daganatok növekedése fordított értelemben viselkedik, azaz növelt ellenállóság mellett csökken, csökkent ellenállóság mellett nő. A gazdaszövet ellenálló képességének csökkenését VON DUNGERN mutatta ki; ha a terhes állatokba herekivonatot vagy vért fecskendezett be, az ellenálló képesség csökkent.

EHRlich, BASHFORD és mások vizsgálatai szerint egerek vagy patkányok bizonyos daganatok ellen olyképpen immunizálhatók, hogy előzőleg ezen daganat kis mennyiségét bőr alá, vagy a hasüregükbe fecskendezzük; szóval az említett előkészítéssel egy bizonyos daganatimmunitást vagy szűkebb értelemben vett transzplantációs immunitást létesíthetünk. Viszont MORESCHI és mások azt találták, hogy tejmirigykivonat előzetes befecskendezése után az immunitás csökkenhet és az állatok fertőzés iránt határozottan fogékonyabbá is lehetnek.

GOLDZIEHER-nek PERTIK tanár intézetében egereken végzett kísérletei szerint a daganatok növekedéséhez a szervezet bősége káliumban és szegénysége kalciumban szükséges; savképződés (pl. pangás vagy vesegyulladás esetében) gátlóan hat a daganat növekedésére.

A rosszindulatú daganatok átültetésével legutóbb TURÁN GÉZA is foglalkozott RÉCZEY tanár klinikáján, majd PREISZ tanár intézetében. Számos értékes adata közül e helyen kiemelem azt a tapasztalatát, hogy a sikeres átültetés száma az elsődleges daganat első nemzedékéből kiindulva, csekély, és csak további átoltással fokozható; továbbá, hogy ha a legnagyobb fokban virulenssé tett daganatot nagyobb darabokban oltjuk át, az eredmény jóval rosszabb, mint ha az oltás kis darabokban történik.

Nem térhetek reá közelebbről e kísérletek összes részleteire. A kísérletekből mindenesetre annyi kitűnt, hogy daganatok betűltetése iránt a szöveteknek nemcsak bizonyos *aktív immunitása*, hanem bizonyos *túlérzékenysége* is van. Egyes bűvárok, mint pl. DUNGERN, ezeket a folyamatokat anaphylaxiával magyarázzák.

Ezen kitérés után visszatérve az ember és a magasabbrendű állatokon az átültetés különböző módszereivel kapott észleleteinkre, megkísérlem *eddig általános tapasztalataink összefoglalását*.

I. Autoplasztikus átültetés magasabbrendű állatokon.

1. *Oly szöveteken és szerveken, melyek túlélésre alkalmasak, az autoplasztikus átültetés rendszerint sikerül.*

Az autotranszplantáció esetében legkedvezőbbek a feltételek, ha a gazdaszövet és az átültetett rész biokémiai viszonyai azonosak; amennyiben ilyenkor nincs meg a szervezet táplálkozásának különbözősége,

mely homoio- és főleg heteroplasztikus átültetések esetén zavart okozhat. Ilyenkor természetesen nincs meg az a mérgező hatás sem, mely homoio- és heteroplasztika esetében a gazdaszervezet és az átültetett rész kémiai különbségéből származik.

2. *Az autotranszplantáció sikere annál valószínűbb, mennél nagyobb az átültetendő szövet visszaszerző tehetsége.* Regenerációra jobban képes sejtek inkább állják az átültetéssel járó károsodást, mint a regenerációra kevésbé képes sejtek.

Erre vezethető vissza, hogy legjobban sikerül a köztakaró, a bőnye (fascia) és a csonthártya átültetése, kevésbé az izomszövet, legkevésbé az idegszövet és parenchymás szervek átültetése.

3. *Az átültetett részt szolgáltató és az azt befogadó szervezet korának szintén szerepe van az átültetés sikerében.*

Ez a tény jórészt az előbbi pontban említett törvényből is folyik. Fiatalabb egyének visszaszerző tehetsége nagyobb, ezért az átültetés is inkább sikerül, mint idősebb egyéneken, kiknek visszaszerző tehetsége, sejteinek ellentálló-képessége gyengébb.

4. Ugyancsak a visszaszerző tehetség fontosságából az is következik, — és azt a tapasztalat számos példával igazolja — hogy *az autoplasztika sikerének lényeges feltétele a szervezet egészséges volta.* Beteg szervezeten, főleg fertőző bántalmak és anyagcsere zavarokkal járó elváltozások mellett az autoplasztika sikere kétséges.

5. *Az átültetés sikerére azon alapszövetnek is hatása van, a hová az átültetett részt beültetjük.* Pusztán jobb tápláltság, bővebb ellátás vérellátáson nagyon fontos tényező ugyan, de egymagában nem magyarázhatja meg ezt a jelenséget; itt tehát *az átültetett rész és a beültetés helye közti kémiai affinitásokra* gondolhatunk.

Átültetésre a testnek nem valamennyi helye alkalmas; a különböző szövetek viselkedése e tekintetben elütő. Úgy látszik, hogy az említett specifikus vegyi affinitásnak elég fontos szerepe van. Ezzel magyarázhatjuk azt is, hogy minden szövet leginkább a maga saját helyén tapad meg, pl. bőr a bőrön, izom az izmon, ín az ín közt stb. De az egyes szövetek közt vannak itt kivételek is. A bőr bármely felszínhez könnyen tapad, a hol sarjadékszövet fejlődhetik. A pajzsmirigyszövet átültetése már csak bizonyos szövetekben, illetőleg testrészekben sikerül (például pajzsmirigyben, csontvelőben, lépben stb.). Még kényesebb a mellékvese, ez főleg a vesékben marad meg.

6. *Az átültetésnél fontos szerepe van a működésnek is.*

Azon szövetek és sejtek átültetésekor, melyek ú. n. „funkcionális izgalmi életet” élnek és így különben is igen érzékenyek, mint pl. az izomzat, vérerek, csontszövet, idegek, mirigyek stb., nem pusztán a táplálkozás-

nak gyors helyreállításáról, hanem a *mielőbbi működésről is kell gondoskodnunk*. Ezzel egyrészt a könnyen beálló tétlenség okozta sorvadást akadályozzuk meg, másrészt fokozzuk az anyagcserét és ezzel is elősegítjük a táplálkozást. A működés és táplálkozás kölcsönös hatása pedig emeli az átültetés sikerének lehetőségét. SCHMIDT szerint pl. az autoplasztikusan átültetett izomszövet begyógyul és regenerálódik, ha naponta többször elektromos árammal ingereljük, egyébként elhal; REHN E. vizsgálatai óta pedig tudjuk, hogy az ín-átültetés sikerének szintén fontos tényezője a korai működés.

II. Homoioplasztikus átültetés magasabbrendű állatokon.

1. *A magasabbrendű állatokon a homoioplasztikus átültetés sikerülhet*, bár nem oly biztosan, mint az autoplasztikus, de a heteroplasztikushoz viszonyítva a siker elég gyakori és elég jó.

Az állatokon szerzett tapasztalatok nagyjában az emberre is érvényesek; a kaukázusi emberfaj különböző egyénei között végzett átültetésről már eddig is eredményt láttunk. Az azonban, hogy különböző emberfajták között mily mértékben lehetséges az átültetés, még tanulmányra szorul.

2. *Homoioplasztikus átültetés esetén is a különböző szövetek annál biztosabban maradnak életben, mennél erősebb az illető szövet visszaszerző tehetősége*. Itt is érvényes az előbbi fejezetben már hangsúlyozott tétel, hogy visszaszerzésre alkalmas szövetek ellentállóbbak az átültetés okozta kisebb-nagyobb sérülések iránt, mint a visszaszerzésre kevésbé alkalmasak.

3. *A homoioplasztikus átültetés sikerére a kor is jelentősen hat*. Az átültetett részt szolgáltató és az azt befogadó egyén fiatalsága kedvező az átültetés sikerére. Az idősebb egyénből vett szövetek és szervek nehezebben maradnak életben. Erre jó példák SCHÖNE-nek bőrátültetéssel végzett kísérletei az anyaállatról fiaira és fordítva. Míg az előbbieket többnyire nem sikerültek, addig az átültetés a fiókokról az anyaállatra majdnem mindig eredményes volt.

4. *Az egyén egészsége vagy betegsége is hat az átültetés sikerére*. Beteg egyének között a homoioplasztikus átültetés nehezebben vagy egyáltalán nem is vihető keresztül.

5. *Az átültetett rész és a beültetés helye között kémiai affinitás itt is szerepelhet*. Általánosságban ugyanaz érvényes, a mit fentebb az autoplasztikáról mondtunk.

6. *A homoioplasztikus átültetés sikerét az említett tényezőknél lényegesebben azok a biokémiai különbségek módosítják, melyek az egy fajhoz tartozó különböző egyének közt fennállhatnak*. Ma még keveset tudunk erről a

biokémiai viszonyról, annyit azonban mindenesetre, hogy nagy fontosságát az átültetésnél felismerjük.

A szervezetek, illetőleg a szövetek biokémiai rokonságával magyarázható, hogy *vérrokonok közt a homoioplasztikus átültetés inkább sikerül.* Homoioplasztikus bőrátültetésre leginkább oly fiatal testvérállatok alkalmasak, melyek egyszerre születtek.

Nem vérrokon, de *ugyanazon fajhoz tartozó egyedek biokémiai eltéréseit különböző módon javíthatjuk* s ezzel az átültetés sikerét is valószínűbbé tehetjük. Így mindenekelőtt *azonos táplálkozással* (erről a következő pontban lesz szó), továbbá *mesterséges parabiózissal.* Állítólag ilyen esetekben a homoioplasztikus átültetés sikerebb volt. Gyakorlati eredménye azonban eddigelé ezen tapasztalatoknak nincsen.

7. *Az átültetett részt szolgáltató és az azt befogadó egyének azonos táplálkozása javíthatja az átültetés sikerét.* Úgy látszik, hogy a különböző egyének kémiai különbségei bizonyos fokig ily módon kiegyenlíthetők. Az azonban, hogy itt minő asszimilációs folyamatok szerepelnek a szervezet és az átültetett résznek fajilag idegen fehérjei között, teljesen még nincsen felderítve.

8. Számos esetben *kölcsönös mérgező hatást tapasztalhatunk a gazdaszövet és az átültetett rész között. A gazdaszövet, illetőleg ennek nedvei határozottan mérgező hatást fejthetnek ki az átültetett részre.*

Ismeretes, hogy vérátömlesztés esetében, mi voltaképpen szintén transzplantáció, az egyik egyén vérsavója a másik egyén vérsajtjeire oldó (haemolysises) hatással van. Kétségtelen, hogy a szövetek és szervek átültetésekor hasonló tényezők szerepelhetnek, sőt valószínű, hogy ezek az átültetés sikerére is nagy hatással vannak.

V. DUNGERN vizsgálatai óta tudjuk, hogy az idegen savó véroldó hatásán kívül még sejtoldó szérumhatások is veszélyeztethetik a testileg idegen átültetett rész sejtjeit.

De viszont a gazdaállat szervezete is szenved az átültetett rész kémiai különbségei következtében; ennek testileg idegen volta szintén bizonyos fokú mérgezést (intoxicatio) okozhat a gazdaállatban. Azonban különbséget kell itt tennünk fertőzés, a még élő és a már elhalt idegen szövetből történő felszívódás között; úgy a fertőzést, valamint az elhalt átültetett részből történő *méregfelszívódást* ki kell zárunk és *pusztán a még élő átültetett rész felszívódásából eredő elsődleges mérgező hatást* kell figyelembe vennünk. Érdekesekek itt HEYDE kísérletei: ha egérről-egerre túlnagy bőrlebenyt ültetett át, az állat elpusztult.

A gazdaszövet és az átültetett rész közötti kölcsönös elsődleges mérgező hatás minősége igen különböző, hol gyengébb, hol meg erősebb lehet. Gyengébb szövetek gyorsabban halnak el ezen elsődleges mérgező hatás

következtében, ellentállóbb szövetek pedig a későbbi mérgező hatást inkább bírják. Ezen megfigyelés azonban mindenesetre még közelebbi tanulmányozást követel.¹

9. A kísérleti kórtani tapasztalatok, továbbá az átültetés eseteiben tett tapasztalatok arra is engednek következtetni, hogy ezen *elsődleges mérgező hatáson kívül a szervezetnek egy későbbi, úgynevezett másodlagos reakciója is veszélyeztetheti az átültetett részt. Ezen reakciókon azok az immunizációs és anaphylaxiás tünetek* értendők (immunitási és anaphylaxiás reakció), melyekkel a szervezet idegen szövetek, helyesebben idegen fehérjék (pl. szérum) átvitelére egy idő múlva felel és melyek szereplése már az eddigi észleletekből is kétségtelen. Hisz az átültetett, megtapadt, egy ideig kétségtelenül élő szövetek későbbi elhalálózását a legvilágosabban ez magyarázná. Úgy látszik, hogy csak a legellentállóbb szövetek bírnak ezzel a másodlagos mérgező hatással megküzdeni.

10. A *chemotaxisos hatások szerepét az átültetett rész és a gazdaállat között* SCHÖNE említi. Szerinte a chemotaxisos erők bénulása negatív chemotaxist okoz, ilyenkor hiányzik az az inger, mely a gazdaállat sejtjeit és szöveteit sarjadzásra bírja.

11. *Az átültetés sikerére hatással lehet a gazdaállat testhőmérséklete is, illetőleg közvetve a környezet hőmérséklete.* Valószínű, hogy az átültetés után esetleg a szervezetben vagy környezetben bekövetkező nagyobb hőingadozások az átültetett rész élete veszélyeinek sorát csak növelik.

12. *A működés fontossága,* melyet már az autoplasztikus átültetéssel kapcsolatban említettünk, a homoioplasztikus átültetés végleges eredményére is nagy hatással lehet.

Működéssel és az ezzel járó fokozott táplálkozással a homoioplasztikus módon átültetett szöveteknek és szerveknek életfeltételeit szintén javíthatjuk és ezzel sikeres megtapadását elősegíthetjük.

III. Heteroplasztikus átültetés magasabbrendű állatokon.

1. *A heteroplasztikus átültetés,* miként már említettük, leginkább a növényvilágban és az alsóbbrendű állatokon vezethet eredményhez. *Magasabbrendű állatokon kivételesen ritkán, vagy egyáltalán nem sikerül, emberen pedig legkevésbé.* Úgy hiszem, nem volna itt céltalan kísérlet annak az eldöntése, vajjon a termékenyítés sikere és az átültetés sikere között külön-

¹ A növényvilágban egyes diszharmonias oltások után az oltvány szintén mérgező hatással lehet az alanyra (a gazdanövényre). STRASSBURGER és KLINGER vizsgálatai szerint, ha burgonyára *Datura stramonium*-ot oltunk, a burgonyában atropin mutatható ki és a mérgezett gumók gyakran csenevészesekek; MAYER és SCHMIDT ugyanezt találták. Ha pedig *Nicotianum tabacum*-ot oltottak a burgonyába, az előbbi növény alkaloidjai bevándoroltak a burgonya-gumókba.

böző fajoknál nincs-e hasonlatosság? Erre vonatkozólag rendszeres vizsgálataokra volna szükség.

2. *Sikerre csakis a legnagyobb visszaszerző képességű sejtek, illetve szövetek átültetésekor számíthatunk.* Ez a tényező itt annyira fontos, hogy közelebbről kell reá kitérnem.

Eddigi észleléseink alapján tudjuk, hogy a heteroplasztikus átültetés leginkább a növényvilágban és az alsóbbrendű állatokon lehetséges, kevésbé sikerül magasabbrendű állaton és legkevésbé az emberen. Úgy látszik, amott a sejtcsoportoknak viszonylagos csekély munkamegosztása hozzá magával, hogy a sejtek inkább alkalmasak önálló életre és a táplálóanyag közvetlen felvételére a környezetből; sőt egyes sejtcsoportok még arra is alkalmasak, hogy a szervezet kisebb-nagyobb részét regenerálják. Főleg a növényvilágban, rügyeknek vagy egyes növényrészeknek heteroplasztikus átültetésekor (szemzések alkalmával) láthatjuk a heteroplasztikus átültetés példait; a legtöbb parenchymasejt az egész növényt reprodukálhatja. CLAUDE BERNARD a növényeknek ezt a képességét helyesen az „embryonalis potenciákból” magyarázta. Így érthető, hogy alacsonyabbrendű állatokon embriókori szövetek átültetése inkább sikerül, mint kifejlődött szöveteké. Erre csak egy példát említek: A kecskebéka (*Rana esculenta*) és más kétéltűeken lárvakorban egyes lábrészek átültetése majdnem mindig sikerül; a fejlődő állaton ilyen módon feles testrészeket is teremthetünk; kifejlődött állaton ellenben eredményes átültetés (pl. bőrátültetés) már igen ritka.

Mennél magasabbra megyünk az állatvilágban az emlősök osztálya felé és ebben tovább felfelé az emberig, a sejtek és sejtcsoportok munkamegosztásával arányban a heteroplasztikus átültetés nehézségei egyre fokozódnak. Végül a legmagasabbrendű állatokon a heteroplasztikus átültetés vagy nem sikerül, vagy csak igen kedvező körülmények között (regenerációra leginkább képes szövetekkel) és ebben az esetben is csak akkor, ha fiatal szöveteket ültetünk át; mennél idősebb az állati szövet, annál kevésbé alkalmas az átültetésre. (Az eltérő táplálkozásból és az anyagforgalom különbözőségéből eredő nehézségekre még visszatérek.)

3. *A kornak és*

4. *az egészségi állapotnak hatásáról, továbbá*

5. *különböző szövetek kölcsönös kémiai affinitásáról* fentebb, az auto- és homoioplasztikus átültetés alkalmával mondottak itt is érvényesülnek.

6. *Különböző szövetfeleségek között szereplő biokémiai különbségeknek itt még nagyobb szerepük lehet, mint a homoioplasztikus átültetésekénél.* Itt már nemcsak egyénileg idegen fehérjéket, de egészen más faj fehérjéit kell az átültetett sejteknek és szöveteknek asszimilálniuk, az átültetett rész szöveteinek tápláléka tehát már kezdettől fogva és állandóan igen kedvezőtlen viszonyok közt történik.

Érdekes megfigyelés, hogy a magasabbrendű állatokon főleg a közelálló fajok között sikerül a heteroplasztikus átültetés, leginkább oly fajok között, melyek egymással eredményesen párosodhatnak (korcsképzés), pl. a ló és szamár, kutya és farkas, egér és patkány, szelid és vadréce között stb. (HANSEMANN).

7. *Az átültetett részt szolgáltatató és az azt befogadó állatok azonos táplálkozásával talán szintén elősegíthetnők az átültetésre alkalmas heteroplasztikus szövetek megtapadását.*

Tudjuk, hogy mennél magasabban haladunk felfelé az állatvilágban, az egyes sejtcsoportok önálló életműködésre mindinkább kevésbé alkalmasak és itt zavaró hatással lehet kísérleteinkre a különböző táplálkozás és a táplálék eltérő, egyéni asszimilálása is különböző egyedekben. Különböző állatfajok közt végzett átültetés alkalmával a nehézségek ebben a tekintetben is nagyobbak, még pedig annál inkább, mennél távolabb áll egymástól az illető két állatfaj.

8. A homioioplasztikus átültetésnél említett *elsődleges mérgező hatások és*

9. *a szervezetnek másodlagos pusztító reakciója az átültetett rész ellen itt még fokozottabb mértékben szerepelnek és még a legellentállóbb szövetek megtapadását is akadályozhatják.*

Az átültetett rész elsődleges mérgező hatására vonatkozólag csak egy-két tapasztalatot hozok fel. Másfajú állat vérének átömlesztése néha csakhamar a gazdaállat kimulását eredményezi, az idegen szérum oldó és alvasztó hatása következtében agglutinált vörös vérsejtek a tüdő hajszálereit eltömeszelik.

SCHÖNE halak és békák szerveit emlős állatok testébe, HARMS pedig az axolotl (*Siredon pisciformis*) szerveit az alpesi göte (*Triton alpestris*) testébe ültette át; mindkét szerző állatai csakhamar határozott mérgezés tünetei között pusztultak el.

A szervezet másodlagos reakciójára vonatkozólag heteroplasztikus átültetés esetén a kísérleti daganatpatológia nagyon sok értékes adatot derített ki. Itt csupán arra a számos kísérletre utalok, mely fajilag idegen testek és fajilag idegen fehérje bekebelezésével történt oly célból, hogy antitesteknek reaktív úton való létesítésével az idegenfajtájú sejtek elpusztuljanak. A szövetátültetés körül folyó kísérletek folyamán így jutottak az úgynevezett *másodlagos immunizálás* gondolatához, azaz a gazdaállat immunizálásához azáltal, hogy alkalmas szövetet előre kezelték. v. DUNGERN pl. házinyulákat marhasavóval immunizált marhahámsejtek ellen eredménnyel; SCHÖNE pedig egérszövettel immunizált patkányokat, az így immunizált állatokon az egérről átültetett bőrrészek gyorsabban pusztultak el, mint oly állaton, melyen ily immunizációs reakciót nem váltott ki.

10. *A szervezet és az átültetett rész között szereplő chemotaxisos hatásokról* ugyanaz érvényes, de talán fokozottabb mértékben, mint a mit

a homoioplasztikus átültetés általános törvényeinek felsorolásakor említettem.

11. Heteroplasztikus átültetés esetében fontos tényező lehet *a különböző állatfajok eltérő hőmérséklete*. A hidegvérű és melegvérű állatok között végzett átültetés az állatot egyenesen megölheti; például halak, kétéltűek és emlős állatok között végzett átültetési kísérletek esetén az állatok többnyire néhány órán belül elpusztultak (SCHÖNE). Azonban még magasabbrendű, egymáshoz közelebb álló állatfajok között is a specifikus hőmérsékletbeli különbség pusztító hatással lehet a másik faj sejtjeire és szöveteire.

12. Úgy az auto-, mint a homoioplasztikus átültetések esetében *az átültetett szövetek működéséről mondtak itt is érvényesülnek*.

A heteroplasztikus átültetés legfőbb nehézségeit tehát azon fokozott ártalmakban kell keresnünk, melyeket heteroplasztikus átültetéskor az átültetett rész és a gazdaszövet egymásnak főleg a fentebb 6—9. pont alatt említett ártalmakkal okoznak, és ebből érthető, hogy az átültetésnek ez a módja csak bizonyos szűk határok között lehetséges. De akkor is csak úgy, ha az átültetett szövetek visszaszerző képessége a lehető legnagyobb (lásd a 2. pontot). A sebészetre nézve tehát legalább most még a heteroplasztikus átültetés igen alárendelt jelentőségű, úgyszólván csak implantáció jellegével bírhat, ennek következtében ott vezet célra, hol szövetpótlásra más híján könnyen szervülő anyaggal akarjuk a hiányt pótolni, pl. csont- vagy verőérpótláskor (CARREL, GUTHRIE, STICH és mások). Az átültetett szövet a legtöbb esetben kétségtelenül elhal, esetleg szervül; utóbbi esetben azonban a működésbeli eredmény igen jó lehet.

* * *

Az átültetett rész későbbi sorsát tekintve lényeges eltérést látunk a növényországban, az állatországban, az alacsonyabbrendű és magasabbrendű állatokon végzett átültetés után. A növényvilágban az átültetett rész sejtjei rendszerint nem változnak meg; pl. oltásoknál az átültetett rész önállóságát többnyire megőrzi. Az oltványnak (szemnek) önállóságára az oltás után esetleg észlelhető mennyiségbeli és minőségbeli változások (bujább növés, gazdagabb termés, hosszabb élettartam stb.) nincsenek hatással. Felemás növény (chimaera) keletkezése oltás után ritka. Érdekesek e tekintetben WINKLER kísérletei. Ő paradicsomalmába (*Solanum Lycopersicum L.*) fekete ebszőlőt (*Solanum nigrum L.*) oltott s ekkor oly növényt (chimaera) kapott, mely félig az egyik, félig a másik eredeti növényhez hasonlított (4. kép).

Alacsonyabbrendű állatokon hasonlóak a viszonyok. Az átültetett rész szövetei sajátosságukat szintén megőrzik. Érdekes példa erre HARRISON-nak fentebb

említett kísérlete, melyben a *Rana virescens* lárvájának elülső részét a *Rana palustris* lárvájába ültette át. A keletkezett állat feje *Rana virescens*-hez, törzse és végtagjai *Rana palustris*-hoz hasonlítottak.



4. kép. Felemás növény keletkezése fekete ebszőlőnek (*Solanum nigrum*) paradicsomalmába (*Solanum lycopersicum*) való beoltása után. WINKLER és SCHÖNE rajza szerint. *a* fekete ebszőlő ága; *b* paradicsomalma ága; *c* és *d* oltás után keletkezett felemás növények.

JOST különböző színű gilisztákat, MORGAN erdei békát mocsári békával kötött össze, az átültetett részek szövetei itt is megőrizték jellegzetes saját-ságaikat.

Magasabbrendű állatokon vagy emberen végzett auto- és homioiolasztikus átültetés esetén azonban már megváltoznak a viszonyok. Az átültetett rész és a gazdaszövet között az összeköttetés sokkal szorosabbá válik, mint a növényi vagy alacsonyabb rendű állatokon végzett átültetéskor. Az átültetett rész egyes részei elpusztulnak, pl. a hajszálerek sejtjei, az idegrostok, a kötőszöveti váz egyes részei stb., pótlásuk a gazdaszövet alkalmas szövetei által ezeknek benövése útján történik úgy, hogy később a gazdaszövet és az átültetett résznek életben maradt sejtjei, illetőleg szövetei a legszorosabb anatómiai közösséget alkotják. A működés módosító hatására pedig az átültetett résznek belső szervezete és külső alakja egyaránt megváltozik.¹ Például a kézközépcsontok vagy az ujjcsontok helyére beültetett lábszárcsontdarabka egy idő múlva a kézközépcsontokhoz vagy az ujjcsontokhoz hasonló csontocskává alakul át (SCHMIEDEN, PELS LEUSDEN, AXHAUSEN). Artéria helyébe beültetett vénadarabka fala nem tágul, hanem idővel megvastagodik (CARREL, SCHMIEDEN, STICH stb.).

* * *

Az átültetés különböző fajainak rövid átpillantásából is meggyőződhetünk arról, hogy sikere a tényezőknek egész tömegétől függ. Ismereteink ma még hézagosak. Egy csomó fontos kérdés még megoldásra vár. Eredményes megfejtésüktől az átültetés céltudatos javítását és ezzel kapcsolatban a sebészi tudománynak lényeges haladását remélhetjük.

Dr. Gergő Imre.

A rádium és mezothórium természete.

1896-ban fedezte föl HENRI BEQUEREL az uránium sugárzását, 1898-ban CURIENÉ a rádiumot és poloniumot. E két fölfedezést gyors egymásutánban követte a többi rádiaoaktív testek megismerése. E fölfedezések már kezdetben fölkeltették a közérdeklődést, mely irántuk még ma is élénk. Érdeklődünk irántuk azért, mert olyan tulajdonságuk van, a milyeneket eddig nem ismertünk. E testek a RÖNTGEN-féle, a katód- és az anód-sugarakhoz hasonló láthatatlan sugarakat lövelnek ki a nélkül, hogy őket bármiféle külső hatásnak tennők ki. A sugárzás energiatermeléssel jár. Arra a kérdésre, hogy honnan származik ez az energia, kezdetben egyáltalán nem tudtak megfelelni s azért részint kételkedéssel, részint csodálkozással fogadták e fölfedezéseket, a melyek érthetetlenek voltak. Ma már külön elmélet magyarázza e jelen-

¹ Lásd: W. Roux, Der züchtende Kampf der Teile oder die „Teilauslese“ im Organismus, zugleich eine Theorie der funktionellen Anpassung. In W. Roux: Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen, Leipzig, 1895, I. kötet.

ségeket, mely az addig érthetetlen s egymásnak ellentmondani látszó megfigyeléseket megvilágítja s érthetővé teszi. Ez elmélet szerint a radioaktív testek atómjai bomlanak s e bomlást se elősegíteni, se meggátolni nem tudjuk; a bomlásnak következménye az energiatermelés.

Még alig néhány éve képzeletünkben az atóm volt az oszthatóság végső határa. A most említett elmélet szerint az atóm még kisebb részekből áll. De melyek ezek a részek? Miként van az atóm megalkotva? Vajjon minden atóm összetett-e, vagy csak a radioaktív elemek atómjai? Ha összetett minden atóm, miért sugároznak csak egyes testek s miért nem minden test? Ha nem összetett, milyenek a radioaktív elemek atómjai és milyenek a közönséges elemekéi? Mi okozza a radioaktív atómok bomlását? Mi az oka, hogy már magukban is bomlanak, s mi ezt mesterségesen még sem tudjuk előidézni? Ezek és ezekhez hasonló kérdések jutnak eszünkbe, ha a radioaktív testekről olvasunk. Ezenkívül úgyszólván napról-napra újabb híreket olvasunk a szakfolyóiratokban a radioaktív testek sugaraival csodálatos hatásáról. Ma a rákos daganatokat a rádium és a mezothórium sugaraival igyeksenek meggyógyítani s e célból egyes kórházak és szanatóriumok roppant nagy mennyiségű rádiumot, vagy mezothóriumot szereznek be. Gyakran olvasunk a rádium állandóságáról és a mezothórium bomlékonyságáról, azok különböző sugarairól, az egyik készítménynek a másik fölötti előnyéről s e cikkek legtöbbször az tűnik ki, hogy maga a cikk írója sincs tisztában azzal, a miről ír. Ezen egyébként nem is csodálkozhatunk. E testeket s a radioaktív jelenségeket csak rövid idő óta ismerjük s ezek a jelenségek annyira bonyolultak, hogy róluk tiszta képet alkotni csak az tud, a ki velök tüzetesen foglalkozik.

A rádiumról e cikkemben csak azokat a tapasztalati tényeket ismertetem, a melyek elméleti magyarázatuk nélkül is a rádiumról és a radioaktív testekről tájékoztatnak.

A radioaktív testeknek közös tulajdonsága, hogy minden külső hatástól mentén, láthatatlan sugarakat lövelnek ki. E sugarak nem egyneműek. Háromféle sugárcsoportot különböztetünk meg: az α -, β - és γ -sugarakat. Közülök egyes radioaktív testek csak α -, mások β - és γ -sugarakat lövelnek ki. E sugarak között az orvosi gyakorlat tekintetében leglényegesebb különbség az, hogy levegőben a különböző sugarak különböző távolságra hatnak. Az α -sugarak csak néhány centiméterre, a β -sugarak méterekre, a γ -sugarak ellenben több kilométerre is eljutnak. Az α -sugarakat néhány tizedmilliméter, a β -sugarakat centiméter vastag alumíniumlemez visszatartja, ellenben a γ -sugarak több centiméter vastag alumíniumlemezen is könnyen keresztül haladnak. A γ -sugarakat használják rákos daganatok gyógyítására. Azokat a radioaktív készítményeket, a melyeket ma az orvosok erre a célra használnak, üvegcsőben, sőt még fémtokokkal is körülveve bocsátják forgalomba.

A radioaktivitás, vagy önsugárzó tehetség valami elemi testnek jellemző

tulajdonsága, azonban a gyakorlatban nem az elemi testek, hanem vegyületeik használatosak. A rádium vegyületei mind radioaktívok s radioaktivitásuknak nagysága arányos a bennük levő rádium mennyiségével.

A radioaktív testek sugarai meglehetősen nagy energiát hordoznak magukkal, kérdés tehát az, hogy ez energia honnan származik?

Az eddigi kutatások szerint a radioaktív elemek és vegyületeik önként bomlanak; bomlásukat mi se elősegíteni, se meggátolni nem tudjuk s e bomlás okozza az energiatermelést, mely sugárzás alakjában nyilvánul.

A különböző radioaktív testek bomlássebessége különböző; némelyik közülük rendkívül hosszú, másik nagyon rövid életű. Így az urániumnak átlagos életkora körülbelül 8000 millió év, míg a thóriumemanációé 76 másodperc. De vannak ennél rövidebb életkorú radioaktív testek is. A bomlássebességet egyébként úgy szokták kifejezni, hogy a bomlási félidőt adják meg, azaz azt az időt, mely alatt a meglevő testnek fele bomlik el. Annak, hogy éppen ezt az időt s nem azt közlik, a mely alatt az egész tömeg bomlik el, az az oka, hogy ez a bomlás nem egyszerű, hanem bonyolult módon történik, mit legegyszerűbben a következő példával tudok megvilágosítani. Például a rádióthórium bomlási félideje kerek számban két év, vagyis 737 nap. Ha beforrasztott üvegben 1 g rádióthóriumunk volna, két év múlva abban csak félgramm maradna meg. A rákövetkező két évben a megmaradt félgrammnak ismét fele bomlanék el, tehát $\frac{1}{4}$ g maradna. Az erre következő két évben a megmaradt $\frac{1}{4}$ g-nak fele bomolván el, $\frac{1}{8}$ g marad stb.

A radioaktív testek bomlásterméke többnyire ismét radioaktív test, csak kevés olyan radioaktív testet ismerünk, a melynek bomlásterméke nem radioaktív, hanem valamely közönséges elemi test.

A különböző radioaktív testek bomlásának sebessége különböző. E testek bomlásának következménye az energiatermelés, vagyis a sugárzás. A lassan bomló testek sugárzó tehetsége ennél fogva sokkal kisebb, mint a gyorsan bomlóké, tehát e tekintetben kevésbé értékesek is. De a nagyon gyorsan bomló testekből viszont csak nagyon kevés keletkezik, mert a mint keletkezik, gyorsan el is bomlik. Legtöbbből nagyon tömény készítmény nem is állítható elő. Legértékesebbek lesznek tehát azok a radioaktív testek, a melyek nem nagyon lassan, de nem is túlságos gyorsan bomlanak el s minthogy, miként említettem, orvosi tekintetben ma főként a γ -sugarak jönnek számításba, azok, a melyek, illetve a melyeknek valamely gyorsan bomló terméke γ -sugarakat lövelnek ki. Ilyenek a rádium és a mezothórium.

A legrégebben ismert radioaktív test az uránium; bomlásának félideje körülbelül 1000 millió év. Kilövelt sugarai α -sugarak.

Az urániumot, illetve vegyületeit, főként az uránszurokérczből, vagy uraninitből állítják elő. Az uránszurokércz legismertebb lelőhelyei St. Joachimsthal (Csehország), Johangeorgstadt (Szászország), Cornwall (Angolország),

North Carolina és Connecticut (Egyesült-Államok), végül Német Kelet-Afrika. Nagyobb mennyiségben előforduló uránvegyület a carnotit (uránkálium vanadat), melyet az Egyesült-Államokban találnak. Kisebb-nagyobb mennyiségű uránium található az összes thóriumtartalmú ásványokban, így a thorianit urántartalma 10—20%. Az uránium vegyületei szép sárga színűek, némelyikük foszforeszkál, főként üveg- és porcellánfestésre használják. Minthogy az uránium bomlássebessége végtelen lassú, tehát sugárzása csak nagyon gyenge. Ámbár e testből meglehetősen mennyiség fordul elő, arra még sem gondolhatunk, hogy orvosi célra használhassuk. Ha uranilnitrátot éterben oldunk, az oldáskor két réteg keletkezik. Az alsó az uranilnitrát kristályvize, a felső az uranilnitrát éteres oldata. Ha ezt a két réteget egymástól elkülönítjük és a vizes réteget szárazra párolgatjuk, kevés, erősebben aktív maradékot kapunk. E maradék β - és γ -sugarakat lövel ki, aránylag gyorsan bomlik, bomlásának félideje 24·6 nap. Ezt uránium x-nek nevezzük.

Minthogy az urániumnak bomlási sebessége rendkívül lassú, az uránium x-é ehhez viszonyítva gyors, ez utóbbiból csak nagyon kevés tud amaz mellett főlhalmozódni. Ugyanis ha egy rádioaktív testből egy másik szintén rádioaktív test keletkezik, eleinte az újabban keletkező test az anyatest mellett főlzaporodik; minthogy azonban az újonnan keletkezett test is bomlik, a szaporodás csak bizonyos fokig történhetik, csak addig, a míg az új testből ugyanannyi keletkezik, mint a mennyi elbomlik; ekkor egyensúly áll be. Az, hogy ez az egyensúly mikor következik be, a két test bomlássebességének viszonyától függ. Minthogy, miként említettem, az uránium bomlássebessége végtelen lenne, az uránium x-é pedig aránylag gyors, ebből csak igen csekély mennyiség keletkezik, ezért ezt tisztán előállítani nem tudjuk s így kémiai sajátságait nem ismerjük. Ugyanez oknál fogva, mint rádioaktív test is csak elméleti tekintetben érdekes.

Azt még nem sikerült kikutatni, hogy az uránium x-nek közvetlen bomlásterméke miféle test.

Az uránérczekben mindig találunk rádiumot. Ez arra a föltevésre vezetett, hogy a rádium az urániumnak bomlásterméke. Azt azonban, hogy a gondosan megtisztított uránium, illetve uránium x-ből rádium keletkeznék, eddig kísérleti úton kimutatni nem lehetett. Ellenben ez keltette azt a gondolatot, hogy az uránium, illetve uránium x és rádium között egy lassabban bomló rádioaktív testnek kell lenni. Ezt a rádioaktív testet keresve, fedezte föl BOLTWOOD az ioniumot. Az ionium kémiai sajátságai teljesen hasonlóak a thóriuméihoz; a thóriumtól csak annyiban különbözik, hogy α -sugarakat lövelve ki, erősebben aktív, mint a thórium s nincsen gáznemű rádioaktív terméke: emanációja, mint a thóriumnak. Eddig tisztán nem állították elő s elméleti szempontból annyiban érdekes, hogy átalakulásának terméke a rádium, a mit kísérletileg többször kimutattak.

A radioaktív testek közül kétségkívül legérdekesebb s mondhatni legértékesebb is a rádium. Vegyületeit úgy állítják elő, hogy az uránérczeket, természetük szerint, vagy salétromsavban, vagy előzetesen káliumszulfáttal összeolvasztva, kénsavban oldják. Mind a két esetben az uránium föloldódik, a rádium pedig az uránérczekben mindig jelenlevő, aránylag nagymennyiségű báriummal együtt, mint bárium- és rádiumsulfát nem oldódik. Az oldhatatlan részt nátriumkarbonáttal főzve, a bárium báriumkarbonáttá, a rádium rádiumkarbonáttá alakul át. Se a báriumkarbonát, se a rádiumkarbonát nem oldódik vízben, de vízzel kimosva, sósavban feloldódik. Ezt az oldatot előzetes tisztító eljárás után részlegesen kristályosítják, mikor az először kiváló kristályokban van a rádium. Nagymennyiségű anyag földolgozásával, hosszadalmas műveletek és többszázszoros átkristályosítás után sikerül csak tiszta rádiumsót előállítani. Ugyanis az uránérczek rádiumtartalma rendkívül csekély; minden tonna fémurániumra 0.32 g rádium (fém) esik.

Egészen tiszta fémes rádiumot eddig csak CURIENÉ állított elő, ezt is csak azért, hogy sajátosságait megismerje. Fehér, a báriumhoz teljesen hasonló fém, a vizet hidrogén fejlődése közben bontja s papiroshoz érintve, azt meggyújtja. Levegőn gyorsan elbomlik. Fémes rádiumot nem állítanak elő, mert csak radioaktív tulajdonságai értékesek, melyek éppen úgy megvannak vegyületeiben, mint magában a fémben. Sőt ma már leginkább nem az egészen tiszta rádiumvegyületet, hanem a még báriumtartalmú, töményebb készítményeket hozzák forgalomba és rádiumtartalmuk szerint fizetetik. E készítményeknek elsőbbsége abban áll, hogy előállításuk olcsóbb s ugyanazon mennyiségű rádium mellett nagyobb tömegűek, ennél fogva velük kevesebb veszteséggel lehet dolgozni.

A rádium bomlásának félideje kerek számban 2000 év, tehát az emberi életkort tekintve, nagyon hosszú életű. Maga a rádium csak α - és nagyon lassú β -sugarakat lövel ki, de a rádium bomlástermékei között γ -sugárzó termékek is vannak s ezek teszik azt a most folyó orvosi kutatásokra értékessé.

A rádiumnak közvetlen bomlásterméke gáznemű test: a rádiumemanáció. Ez szintén radioaktív s mint a rádium, ez is α -sugarakat lövel ki. Bomlásának félideje 3.86 nap, tehát bomlása meglehetősen gyors. A rádiumból keletkező rádiumemanáció mennyisége fölötte csekély. Egy gramm rádiummal egyensúlyban levő emanáció térfogata 0.585 köbmilliméter. Ez tehát a legnagyobb mennyiség, mely 1 g rádiumban, vagy annak sóoldatában főlhalmozódik. Rendkívül finnyás kísérletekkel sikerült a rádiumemanációt annyira elkülöníteni, hogy színképét megvizsgálhatták. Kémiailag egészen közömbös; tehát kémiai módszerekkel nem mutatható ki. Radioaktív viselkedése alapján, ha rádiumos oldaton levegőt hajtunk keresztül, jelenléte s mennyisége könnyen megállapítható. Egyébként könnyen sűríthető, —152—154^o-ra

lehűtve lecsapódik s az üveg fala ott, a hol az emanáció lecsapódott, világít.

A rádiumemanáczióknak egész sereg radioaktív bomlásterméke van, melyeket rádium A, rádium B, rádium C, rádium C₁, rádium D, rádium E és rádium F névvel jelölnek. Ezek mind szilárd testek s ha a rádiumemanáció-tartalmú levegőt valamilyen edénybe bocsátjuk, az edény falára lecsapódva, radioaktivitást idéz elő. E testeknek keletkezésmódja egymásból még nincs egészen tisztázva. Ránk nézve az a lényeges, hogy közülük a rádium C és C₁ α -, β - és γ -, továbbá a rádium E β - és γ -sugarakat, míg a többi termék csak α - és lassú β -sugarat lövel ki. Továbbá fontos az, hogy a rádium A, a rádium B, valamint a rádium C és C₁ rendkívül gyorsan bomlanak el; például a rádium A bomlásfélideje 3 percz, viszont a rádium D, a rádium E és a rádium F már sokkal lassabban bomlanak. Már említettem, hogy a rádium csak α -sugarakat lövel ki, de ha a rádiumos készítményt üvegcsőbe zárjuk be, úgy hogy a rádiumemanáció onnan ne illan-hasson el, akkor a rádium a csőben bomlik; s termékei benn maradnak. Minthogy az első négy termék csak nagyon rövid életű, azok körülbelül egy hónap alatt a rádiummal egyensúlyba jutnak s állandó γ -sugárzó forrást létesítenek. Igaz, hogy idővel a másik γ -sugárzó termék, a rádium E is fől-halmazódik a készítményben, de ezek közül a rádium D az előbbieké-hez képest oly hosszú életű (átlagos életkora körülbelül 24 év), hogy sugár-zása csak évek mulva lesz észrevehetőbb.

Rádioaktivitás tekintetében az urániumhoz sok tekintetben hasonló a thórium. Ez is, mint az uránium, α -sugarakat lövel ki. Aktivitása még az uránium aktivitásánál is gyengébb s bomlássebessége is kisebb; körülbelül ötödrésze az uránium bomlássebességének.

A thórium vegyületeit régóta ismerjük s az iparban főként a gázizzó testek (Auer-égők) készítésére használják. A thóriumot főképpen Braziliában és az Egyesült-Államokban található monacizithomokból (főtömegében czerium, lanthán, prazeodim és neodimfoszfát, 4—5% thóriummal) állítják elő. Jóval kisebb mennyiség készül a Ceylonban található thorianitből, melynek thórium-tartalma 60—70%. Régebben a Norvégiában található Thorit és Orangit nevű ásványból állították elő, de ez a forrás ma már jórészt kimerült.

A thóriumnak egész sereg radioaktív termékét ismerjük; ezek a következők:

mezothórium	1.	bomlásának félideje	5.5 év	sugárzása	—
"	2.	"	6.2 óra	"	β és γ sugár
rádiothórium	"	"	2.2 "	"	α sugár
thórium X	"	"	3.7 nap	"	α és lassú β sugár
thóriumemanáció	"	"	53 másodperc	"	α sugár
thórium A	"	"	0.014 "	"	α "
" B	"	"	10.6 óra	"	lassú β sugár
" C ₁ és C ₂	"	"	55 percz	"	α ? sugár
" D	"	"	3.5 "	"	β és γ sugár

Gyakorlatilag legfontosabb a mezothórium 2 és a thórium D, minthogy azonban ezek rövid életűek, külön nem állítják elő őket, hanem a mezothórium 1-et választják le s ezt edénybe bezárják, hogy a csöben ezek a termékek idővel fölhalmozódjanak. A mezothóriumot a gázizzó testek készítésénél a monacizhomok földolgozásakor kapják melléktermékkül. Előállítására oly módon történik, hogy a monacizhomokhoz kevés báriumvegyületet keverve, töményebb kénsavval főzik. Ilyenkor a thórium és a többi vegyületek föloldódnak, míg a mezothórium az oldhatatlan bárium-szulfátba kerül. Ezzel éppen úgy bánnak el, mint azt a rádiumvegyület előállításánál leirtam s részlegesen kristályosítják. Minthogy a monacizhomokban mindig van rádium is, ez is a mezothóriummal együtt válik ki. A mezothórium 1. kémiailag annyira hasonlóan viselkedik a rádiumhoz, hogy azt emettől elválasztani eddig nem sikerült. Az eddig előállított legtisztább mezothóriumos készítmény γ -aktivitása körülbelül négyszer olyan erős, mint a tiszta rádiumos készítmény γ -aktivitása. Ebben a készítményben körülbelül 1 súlyrész mezothóriumra 99 súlyrész rádium esett, tehát 1 súlyrész mezothórium aktivitása háromszor olyan erős, mint a 99 súlyrész rádium aktivitása.

A frissen előállított mezothórium teljesen sugártalan, minthogy azonban belőle mezothórium 2 és a többi rádioaktív termék keletkezik, lassankint sugárzóvá lesz és pedig 4·6 év alatt eléri γ -sugárzásának legnagyobb fokát; innentől kezdve a γ -sugárzás csökkenni kezd s 5·5 év alatt legnagyobb sugárzásának felére, 11 év alatt a negyedére stb. csökken. E számok természetesen a tiszta mezothóriumra vonatkoznak; minthogy azonban a mezothórium mindig rádiumtartalmú s az aktivitásnak körülbelül $\frac{1}{4}$ -e rádiumtól származik, az aktivitás lassabban csökken s nem zérusra, hanem az eredeti aktivitásnak körülbelül $\frac{1}{4}$ -ére fogy le.

Az uránszurokérczben az uránon, az ioniumon, továbbá a rádiumon és termékein kívül még egy rádioaktív testet, az aktiniumot fedezték fel. E test csak kis mennyiségben található; tiszta állapotban még ismeretlen. Azok a készítmények, a melyeket aktiniumnak neveznek, főképpen lanthan és a többi ritka fémek keveréke, melyek között több-kevesebb aktinium van. Az aktiniumnak is egész sereg rádioaktív terméke van, köztük az egyik gáznemű. Az aktinium csak kis mennyiségben fordul elő s csak elméleti tekintetben nevezetes.

Az említettekén kívül még két elemi testen figyelték meg a rádioaktív hatást, ezek a kálium és a rubidium. Hatásuk olyan gyenge, hogy csak a legérzékenyebb műszerek érzik meg, sőt még azt sem tudjuk egészen biztosan, hogy rádioaktivitásuk hasonló természetű-e, mint az előbb említett testeké.

A rádioaktív testek közül a rádium és mezothórium értékesek orvosi tekintetben. Ezek közül a rádiumnak elsőbbsége, hogy tartós, a mezothóriumé meg, hogy olcsóbb. Ugyanis a rádiumkészítmény mg-jának ára ma 500 korona,

míg a γ -sugárzás tekintetében egyenértékű mezothóriumkészítménynek ára kb. 300 korona. Ez az aránylag kis árkülönbőség, tekintve azt, hogy a rádium bomlásának félideje 2000 év körül van, míg a mezothórium sugárzásának felét 5·5 év körül elveszíti, nem volna megokolt. Ezt azonban némiképpen ellensúlyozza, hogy a mezothóriumos készítmények sugárzásának körülbelül egy negyedét rádiumnak köszöni, tehát értékcsökkenésük idővel csak egy negyedre apad; továbbá ellensúlyozza az, hogy a mai viszonyok között termelt rádium-mennyiség a keresletet kielégíteni nem bírja. De tekintetbe kell venni azt is, hogy e készítmények orvosi értéke ma még nincsen véglegesen megállapítva. Lehet, hogy a hozzájuk fűzött reménységek nem válnak be s ezért lehetséges, hogy a drágább rádiumos készítményeknek orvosi értéke is, mely ma árát szabályozza, csökkenni fog, noha sugárzása nem változik meg.

A radioaktív sugarakkal való gyógyítás ma még csak a kísérletezésig haladt. Az elért és várható eredményekről a legellentéteesebb véleményeket halljuk. A legnagyobb hiánya e kísérletezéseknek, hogy az orvos a legtöbb esetben nincsen tisztában készítménye sugárzó értékével. Voltak kezemben rádiumos készítmények, melyeket néhány tized gramm rádiumként adtak el, pedig rádiumtartalmukat alig néhány milligrammnak találtam. A forgalomban levő készítmények, miután értékük meghatározásának módja már kialakult, sokkal megbízhatóbbak, de az orvos a mezothórium-készítmények sugárzó értékével ma sem lehet tisztában, még ha a legmegbízhatóbb helyről is szerezte be, mert sugárzása úgyszólván napról-napra változik.

Igaz ugyan, hogy a mezothórium bomlássebességét ismerjük, s így ki tudnók számítani, hogy bizonyos idő múlva készítményünk sugárzása milyen lesz. De ne feledjük el, hogy a mezothóriumkészítmény nem vegyület, több-kevesebb rádiumot mindig tartalmaz, azonkívül nem tudjuk, hogy bomlása meddig haladt a vásárlás idejéig, miért az orvos, ha készítményét többször meg nem vizsgálhatja, rövid idő múlva már ismeretlen mennyiségekkel dolgozik.

Ha egy erősebben sugárzó készítményünk van s ennek sugárzó értékét ismerjük, módunkban áll a sugarak mennyiségét adagolni a nélkül, hogy a készítményt részekre kellene osztanunk. Ugyanis, ha a készítmény és a besugárzandó test közé fémlapokat (ú. n. fémszűrőket) helyezünk, ezekkel a sugarak egy részét visszatartathatjuk. Így a sugarak mennyiségét tetszőleges módon csökkenthetjük, csak ismernünk kell az alkalmazott fémlap sugárt elnyelő képességét. Megjegyzem, hogy valamely fémlap vastagsága és elnyelő képessége között nincs egyszerű arányosság, hanem a törvényszerűség ugyanaz, mint a mely a radioaktív testek bomlássebességére is érvényes; azért ez esetben is mindig valamely fémlapnak azt a vastagságát adják meg, mely a sugarak felének elnyeletésére - szükséges. Hozzá kell még tennem, hogy egy és ugyanazon fémnek elnyelő képessége a különféle

rádioaktív testek egy és ugyanazon fajta sugarával szemben különböző. Így például ahhoz, hogy a rádium C₁ γ -sugarainak felét visszatartsuk, 1·38 cm vastag ólomlap szükséges, míg ugyanazt a hatást a mezothórium 2 γ -sugarainál 1·1, a thórium D γ -sugarainál pedig 1·5 cm vastag ólomlappal érjük el.

A rádioaktív anyagokat gyógyításra emanáció alakjában belsőleg is alkalmazzák. Most azonban csak azzal kívántam foglalkozni, hogy a γ -sugárzás, melylyel gyógyítanak, miféle készítményekben található.

Dr. Weszelszky Gyula.

A pelóriás virágokról.

Már régi idők óta ismeretes és a természetbúvárok között általános érdeklődést keltett az a jelenség, hogy a Tátogatók (*Scrophulariaceae*), de meg más családokba tartozó növényeken is a rendes kétoldali részarányos (zygomorph) virágokon kívüli, vagy pedig azok helyett, néha sugarasan részarányosak (actinomorph) jelennek meg. Ezt a jelenséget *pelóriá*-nak nevezzük és ezt legelőször ZIOBERG figyelte meg 1742-ben, egy Upsalától nem messze fekvő szigeten talált közönséges gyujtoványfű (*Linaria vulgaris* L.) példányon, a mely a rendes virágúak között gyökérhajtásokkal szaporodva, állandó fajtát létesített. A példány minden egyes virágán meg volt az előbb említett jelenség, vagyis pelóriás volt. LINNÉ¹ csodának tartván ezt a több *Linaria*-faj keveredéséből új fajnak tekintett növényt, azt „*Peloria*“² névvel jelölte. Ebben teljesen egyetértettek vele ADANSON, JUSSIEU és korának más botanikusai is. DE CANDOLLE A.³ azonban már olyan magyarázatot keresett e csodás virágokról, a melyek SCHWENNDENER és SCHUHMAN gondolataival bizonyos rokonságban állottak. Nevezetesen abból a magyarázatból indulva ki, hogy az egyes családok ősi virágai eredetileg szabályosak voltak és csak véletlenül vagy szokásszerűen váltak egyoldali részarányossá, arra az eredményre jutott, hogy a pelóriás virág visszatérés az ősi típushoz. Ilyen nézetet vallott CASSINI, MOQUIN TANDON, CHAVANNES és DUTROCHET is, míg RÖPER, DE CANDOLLE-től bizonyos tekintetben eltérő véleménynyel ugyanerre az eredményre jutott.

Midőn 1791-ben Göttingen mellett, 1825-ben Berlin, 1874-ben Zandvort és 1896-ban Oldenzaal környékén, valamint Európa más helyein is találtak ilyen alakulatú virágokat nemcsak a *Linaria*, hanem más génuszok és családok sorában is, belátták a LINNÉ-től származó felfogás tarthatatlanságát és a

¹ Amoen. acad., I, 55. lap, 280. lap (1744).

² *Peloria* annyi, mint csoda.

³ H. VÖCHTING, Ueber Blüten-Anomalien; Jahrb. f. wiss. Bot., XXXI. köt., 1898, 191. lap.

Peloria szót mint faj jelentőt elejtették, de megtartották azon jelenség megjelölésére, a midőn egy különben rendesen kétoldali részarányos (zygomorph) virág sugaras részarányos (actinomorph) alakban fejlődik ki.

Hazánkból a pelóriás *Linaria vulgaris* előfordulásáról legelőször BRASSAI SÁMUEL értesített. Utána DR. KOSSA GYULA¹ említette a Szob melletti Nagy-Galla hegy Duna felé tekintő lejtőjéről. RÓNA JENŐ² 1907 és a reá következő két évben Pécs környékén lelte meg. Az 1908. év nyarán szép példányokat lelt ID. DR. ENTZ GÉZA Révfülöpön. 1909-ben DR. MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR és THAISZ LAJOS találta meg Kassán. 1910-ben FEHÉR JENŐ³ Budapest környékén a Sashegytől délre eső dombon, Törökveszdzülön, a Svábhegy Dió-árok partján és az Istenhegyen talált pelóriás *Linaria* példányokat. Végre még Nagyvárad és Nagyszében környékét kell megemlítenünk, a mely helyeken DR. FODOR FERENCZ gyűjtötte. Nagyszében vidékén 1912-ben JABLONSKY JENŐ is észlelte. Fiume környékén DR. DEGEN ÁRPÁD⁴ mutatta ki. Az 1913. év július havában pedig e sorok írója Gyulafehérváron a vár sánczaiban és szeptemberben a baranyavármegyei Szászvár környékén akadt rá.

A pelóriás virág kétféle módon alakulhat meg: megnagyobbodnak vagy megkisebbednek a virágkörök egyes tagjai, illetőleg megsokszorozódnak vagy megkevesbednek és ezzel kapcsolatban alakjuk megváltozik, a minek végső eredménye az, hogy a virág összes részei egyenlők, arányosak, maga a virág pedig szabályos lesz. MASTERS⁵ a pelóriának két alakját különbözteti meg: a szabályos és szabálytalan pelóriát. Ha a virág szabálytalan részei nem jutnak kifejlődésre, akkor szerinte a pelória szabályos, míg ha a szabálytalan részek nagyobb számban fejlődnek ki, akkor szabálytalan pelóriával van dolgunk. Az elsőhöz tartoznék a *Linaria* esetében a sarkantyú nélküli pelória, a másodikhoz pedig a sarkantyús pelória. Nem is szólva arról, hogy MASTERS-nek ez a beosztása nem a legszerencsésebben jelöli meg a pelória lényegét, mert hiszen még maga sem mondja meg, hogy mit kell értenünk a zygomorph virág szabálytalan részén, DARWIN⁶ teljes joggal szállott sikra e nézet tarthatatlansága ellen, hangoztatva, hogy a sarkantyúk keletkezése csak másodlagos és a milyen mértékben többlet származik a pelóriás virágokon a sarkantyúk révén, éppen olyan arányban tűnnek el más részek, pl. az ajakos szerkezet. Új felfogásban világította meg a pelóriát a származási elmélet, a midőn azt visszaütési képződménynek ítélte.

¹ Természettudományi Közlöny, 1909, 711. lap.

² Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz, 1909, 124. lap.

³ Magy. Bot. Lapok, 1912, 275. lap.

⁴ Természettudományi Közlöny, 1904, 195. lap.

⁵ MAXWEL T. MASTERS, Pflanzenteratologie. Leipzig, 1886, 252. lap.

⁶ DARWIN, The Variation of Animals and Plants unter Domestication, 1885, 32. lap.

Mielőtt e szerfelett érdekes kísérletek és kutatások eredményeinek tárgyalására áttérnék, vessünk előbb rövid pillantást a pelóriás virágok alakjára, jelentkezésére és arra, hogy milyen családokba tartozó növényeken fordulnak elő pelóriás virágok.

A leggyakrabban és legtöbbször a Tátogatók (*Scrophulariaceae*) családjában a *Linaria*, *Digitalis* és *Antirrhinum* génusz növényein tapasztaltak pelóriát. A *Linaria vulgaris* virágjának teratológiai feljegyzései közül a legtöbb a pelóriára vonatkozik, a melyet LINNÉ óta a botanikusok számtalanszor irtak le és sokat foglalkoztak vele szeretettel. E növény pelóriás virágán a két ajak helyett öt egyforma karély látható és ezeknek megfelelően öt, teljesen egyformán kifejlődött és kissé kifelé görbült sarkantyú (1. kép). A rendes virág két hosszabb és két rövidebb porzója a pelóriás virágban teljesen egyenlő hosszúságot ér el, sőt még a rendes virágon meg nem levő ötödik porzó is kifejlődik, mi által a virág teljesen szabályossá válik. Az ilyen virágon teljes a pelória. Előfordulnak azonban olyan virágok is, a melyeken a pelória különböző fokát észlelhetjük; nevezetesen azokon, a melyeken csak négy, három, esetleg két sarkantyú fejlődik ki. Ezzel azonban még nem merítettük ki a változatos formákat, a mennyiben már hat-, hét-, sőt nyolcz-sarkantyús virágokat is észleltek. Ezen változatos virágalakok vagy ugyanegy egyedben keletkeznek, vagy más és más egyedeken és vagy a



példány minden egyes virága pelóriás, vagy csak az egyes, rendszerint a fürt virágzat alján levő virágok (1. kép) pelóriásak, a mivel azonban nem akarom azt mondani, hogy a fürt csúcsvirágjai nem lehetnek pelóriásak. Érdekes megfigyeléseket tett erre vonatkozólag DE VRIES¹, a midőn kimutatta, hogy a fürt alján levő pelóriás virágok nem tökéletesen szabályosak,

1. kép. A közönséges gyujtoványfű (*Linaria vulgaris*) virágzati ága két pelóriás virággal. (A budapesti egyet. növénytani intézet herbariumi példánya után rajzolta DR. SCHVEITZER J.)

¹ DE VRIES, Arten und Varietäten. Berlin, 1906, 284. lap.

a mennyiben az öt sarkantyú nem teljesen egyforma, míg a pelóriás csúcsvirágon egyformák.

A virág sugaras részarányossága azonban nemcsak úgy érhető el, ha



a virágkörök tagjai a másképpen alakult tag (a *Linaria*-n a sarkantyús tag) tulajdonságait veszik fel, hanem úgy is, ha a sugaras részarányosságot előidéző tag (a sarkantyú) eltűnik. Ilyen esetben a pártán sarkantyúk nincsenek, de a csőszerűen meghosszabodott párta szegélye szabályosan öt, illetőleg több, vagy kevesebb karélyú lehet. A pelóriának ezt a nemét csöves pelóriának (*peloria anectaria*)¹ nevezzük, ellentétben azzal a pelóriával, a melyet a sarkantyúk jelenlétéről sarkantyús pelóriának (*peloria nectaria*) mondunk. A csöves pelória azonban jóval ritkább a sarkantyús-nál és így előfordulásáról, valamint öröklékenységről is kevesebbet tudunk.

Nem tartozik a ritkaságok közé a pelóriás *Linaria spuria* sem, a melyen azonban a kétféle pelória közül eddig csak a sarkantyús pelóriát észlelték. Ebből, a pelóriát mint atavisztikus jelenséget fogva fel, azt a következtetést vonták, hogy ez a forma átalakulóban van, még pedig vagy a *Linaria vulgaris* felé közeledik, vagy pedig attól ellenkező irányban haladva, állandó alakját elveszti és talán új forma eredetének kiindulása.² A pelóriás virágok közti átmeneti fokoknak szép példájául szolgálhat az a meg-

2. kép. A piros gyűszűvirág (*Digitalis purpurea*) csúcsálló pelóriás virága. (A budapesti egyet. növénytani intézet alkoholos gyűjteményének példánya után rajzolta DR. SCHVEITZER J.)

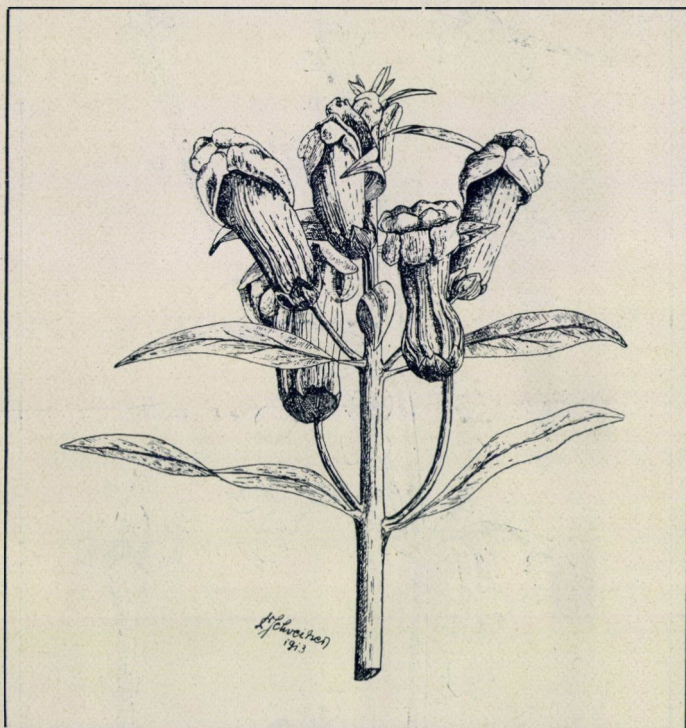
figyelés, a melyet Kirchdorftól nem messze fekvő ugarföldben nőtt *Linaria*

¹ O. PENZIG, Pflanzen-Teratologie. Genua, 1894, II. köt., 191. lap.

² VÖCHTING, id. mű.

spuria példányokon tett SCHIEDERMAYR.¹ Ezek sorában két-, három-, négy- és ötsarkantyús virágokat talált, melyeknek pártáján és porzóján a sarkantyúkkal egyező változások mentek végbe.

A *Linaria* pelóriái nem olyan könnyen öröklődnek, mint a *Viola*, *Tropaeolum*, *Antirrhinum*, *Digitalis* pelóriás alakjai. Ez utóbbi már régi időktől fogva kedvelt és a kertészetben gyakran kultivált fajta. Így a budapesti Kir. Magy. Tudomány-Egyetem növénykertjében is már évek hosszú



3. kép. A kerti oroszlánszáj (*Antirrhinum majus*) virágzati ága hónalji pelóriás virággal. (A budapesti egyet. növénytani intézet alkoholos gyűjteményének példánya után rajzolta DR. SCHWEITZER J.)

sora óta szaporítják magról a piros gyűszűvirág (*Digitalis purpurea* L.) pelóriás alakját (2. kép). A gyűszűvirágon a pelória mindig a csúcsálló virágon jelentkezik és annyira változatos a virágkörök tagjainak megszorodása, valamint más torzképződmények kifejlődése miatt, hogy nehezen állapítható meg, vajjon pelóriával vagy más rendellenességgel van-e dolgunk. Így a 2. képen látható és a budapesti egyetemi növénytani intézet alkoholos gyűjteményéből való példányon is a harangszerű párta 13 karélyú, a

¹ Verhandl. d. Zoolog. Bot. Vereins in Wien, VIII. köt., 1858, 8. lap.

karélyokkal szabályosan váltakozó porzókkal úgy, hogy az ember hajlandó volna arra gondolni, miszerint a jelen esetben nem is pelória áll előttünk, hanem több virág összenövéséből keletkezett torzvirág és tulajdonképpeni pelóriás virág csak az elvétele található öttagú szabályos *Digitalis* virág



4. kép. A *Dracocephalum stamineum* virágzati ága pelóriás csúcsvirággal. Magyarázat a szövegben. (Természet után rajzolta DR. SCHWEITZER J.)

volna. Az összenövés gondolatát ébreszti fel az is, hogy a tengely legfelső fellevelei egymáshoz közeledve, a fészkes virágúak involucrumához hasonló képződményt mutatnak (2. kép).

ANDRASOVSKY J. úr szíveségéből 1913. év június havában egy öttagú pelóriás *Digitalis lanata* EHRB. virág birtokába jutottam, a mely ebben az

időben a budapesti ampelológiai intézet kertjében virított. Az öt teljesen egyforma, fehér és kívülről gyengén barnaveres színűre erezett karélyú párta virágja nem a fürtvirágzat csúcsán, hanem alján volt látható. Kár, hogy e csinos virág addig, a míg lerajzolásához ráértem volna, elfonnyadt. E mulasztás pótlása céljából az egyetemi növénytani kert herbáriumában levő *Digitalis lanata* példányok jelző czédulái után DR. SZABÓ Z. egyet. m. tanár úrral a Róka-hegyre mentünk, a hol a kőfejtőtől nem messze meg is leltük a növényt és noha az egész terület *Digitalis lanata*-it figyelmesen megvizsgáltam, sajnos, pelóriás virágút nem találtam.

Nagyon érdekes rendellenes jelenség a *Digitalis*-on az, a midőn a pelória kíséretében átnövés is mutatkozik, a milyenekről VROLIK,¹ BRAUN² és CONWENTZ³ tesznek említést. CONWENTZ a *Digitalis*-on megfigyelte, hogy nemcsak a fő, hanem az oldalágak csúcsvirágai is pelóriások voltak, átnövést azonban csak a főtengey csúcsálló virágán észlelt, a melyen a 13 karélyú párta és 13 porzóval ellátott virág fölött egy másik szintén pelóriás virág emelkedett ki. E második virág közepét végül egy harmadik, szintén sugaras részarányos virág foglalta el. A másik két virágtól eltérően, ebben négy rekeszű magház is helyet foglalt négy bibével.

Érdekes megemlíteni azt, hogy a pelóriás *Digitalis* fürt virágzatán a felnyílás nem az alsó virágoktól indul fölfelé, hanem először a pelóriás csúcsvirág nyílik fel.

A *Digitalis*-szal együtt magról szaporítják a budapesti egyetemi növénykertben a kerti oroszlánszáj (*Antirrhinum majus* L.) pelóriás alakját is (3. kép). Ezen azonban a pelóriás virág nem a szár csúcsán, hanem rendszerint oldalán helyezkedik el és a pelóriás virág is jóval gyakoribb az *Antirrhinum*, mint a *Digitalis* génuszban. Ha a kertekben oly gyakori *Antirrhinum*-okat figyelmesen megvizsgáljuk, a legtöbb esetben találunk pelóriás virágot.

A *Digitalis* és az *Antirrhinum* pelóriás virágának magot érlelő képességének oka egyaránt a pelóriás virág szerkezetében rejlik, mert ez olyan, hogy a beporzást rovarok által könnyűvé teszi és nem gördít oly akadályt a rovarok elé, mint a szűk csövű pelóriás *Linaria* virág, noha ez utóbbi mesterséges beporzása sem jár mindig a kívánt eredménnyel.

Messze vezetne azonban az itt szem előtt tartott céltól, ha ki akarnék terjeszkedni ama mintegy 150 növényre, a melyen pelóriát észleltek és ezért legyen szabad e helyen csak a *Calceolaria*, *Cymbalaria muralis* BAUMG.,⁴

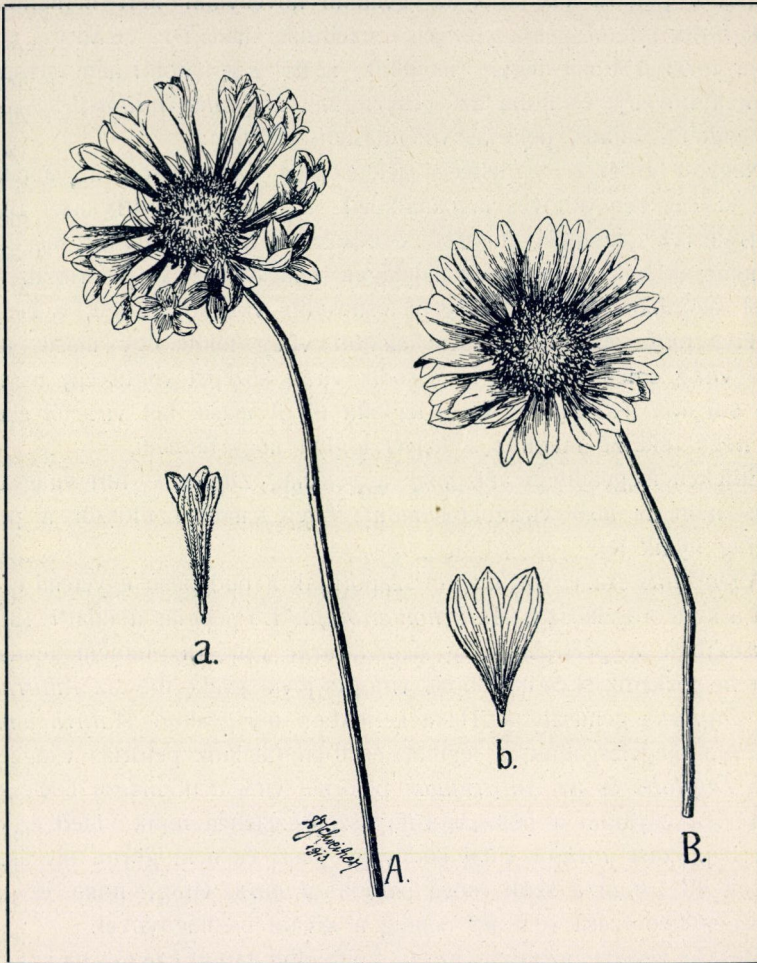
¹ Flora, XXIX. évf., 1846, 97. lap.

² Über pelorische Gipfelblüthen von Digitalis purpurea; Sitzber. des Gesell. naturf. Fr. zu Berlin, 1872, 55. lap és Bot. Zeit., XXX. köt., 1872, 687. lap.

³ Über einen Roten Fingerhut mit pelorischen Endblüthen; Flora, 1878, 417. lap.

⁴ Bot. Közlemények, 1913, 82. lap és Bull. de la Soc. de Belgique, 1891 évf., 180. l.

Melampyrum pratense L., *Pentstemon barbatus* ROTH (= *Chelone barbata* CAV.), *Scrophularia nodosa* L. felemlítésével azokat a főbb Ajakosvirágúakat (*Labiatae*) érinteni, a melyeken a pelória előfordul.¹ Ezek sorában a *Leonurus cardiaca* L., *L. neglectus* hort. BEROL., *L. glaucescens*



5. kép. A *Gaillardia aristata* v. *grandiflora*. A a pelóriás fészek-virágzat; a egy ilyen pelóriás sugárvirág; B rendes virágzat; b egy rendes sugárvirág. (Természet után rajzolta DR. SCHVEITZER J.)

hort. BEROL., *Lamium niveum* hort., *L. luteum* (HUDS.) KROCK. = (*Galeobdolon luteum* HUDS.), *L. maculatum* L., *Mentha Pulegium* L.,

¹ PEYRITSCH, Über Pelorien bei Labiaten; Sitzungsbericht d. k. Akad. d. W. math.-naturw. Cl., Abt. I., 1870 és FREYHOLD, Beiträge zur Pelorienkunde, 1875, Eupen. (Inaug.-Diss.).

Galeopsis tetrahit L., *Teucrium campanulatum* L., *Dracocephalum austriacum* L., *D. stamineum* KAR. ET KIR. (4. kép), *Cleonia lusitanica* L., *Plectranthus fruticosus* L'HERIT, *Nepeta Mussini* SPRENG. (= *Nepeta diffusa* FISCH.), *Sideritis* és mások azok a növények, a melyeken pelóriás virágokat találtak. Ismeretes e növényekről, hogy csúcsálló virág csak nagyon ritkán jelenik meg rajtuk és ha igen, akkor azok kivétel nélkül pelóriásak, miként azt a 4. kép *a* virágzati ágának *b* virága is mutatja természetes nagyságban, míg a *b'* virág a *b* csúcsálló virágnak nagyított képe. A *b''* virág pedig szintén csúcsálló pelóriás virág, de egy másik virágzati ágról. Érdekes kifejlődést és mintegy átmeneti formát mutat be a szabályos és egyoldalú részarányos pártá között az *e* rajz, a mennyiben a pártának ugyan négy egyforma nagyságú karélya van és így a pártá ajakos szerkezete elveszett ugyan, de az alsó ajak némi maradványát látjuk abban a kis czimpaszerű függelékben, a melyik a rendesen fejlődött virágon az alsó ajak három karélya közül a középső, előrenyúló karélynak felel meg. Még ennél is figyelemre méltóbb az a virág, a melyet az *e'* rajz mutat be. Itt már két olyan csökevényesen fejlődött czimpácska van két, egymással szemközt fekvő karélyon, mint a milyent az *e* rajzon láttunk. Mindezeket a virágalkokat a budapesti egyetemi növénykertben találtam 1913. június 15.-én a *Dracocephalum stamineum* virító növénycsoportján.

A csúcsálló pelóriás virágokon kívül jellemző még az Ajakos-virágúak (*Labiatae*) családjában előforduló pelóriás virágokra az, hogy a legtöbb esetben négytágúak (4. kép, *b*, *b'* és *b''* virág) és hogy sokkal gyakoribb e családban a pelória, mint a Tátogatók (*Scrophulariaceae*) családjában.

Ismeretes azonban pelória olyan családokba tartozó növényekről is, a melyek a rendszertanban messze állanak úgy a Tátogatók (*Scrophulariaceae*), mint pedig az Ajakos-virágúak (*Labiatae*) családjától. Így a Boglárka-félék (*Ranunculaceae*) közül az *Aconitum lycoctonum* L., *A. Anthora* L., *A. barbatum hort.* BEROL., *A. orientale* MILL., *A. variegatum* L.,¹ *Delphinium consolida* L.² azok, a melyeken pelóriát gyakran észleltek. A pelóriás virág csúcsálló helyzete, továbbá az, hogy a tengely oldalán foglal-e helyet, nehezen állapítható meg, mert a legtöbb esetben a legfelső virág szokott pelóriásan kifejlődni s ilyenkor nem könnyű eldönteni, vajjon valóban a tengely csúcsán foglal-e helyet a virág, vagy pedig csak úgy látszik, mert a virágkocsán látszólag egybeesik a főtengelylyel.

A Mákfélék (*Papaveraceae*) családjából MASTERS³ a *Corydalis tuberosa* DC. kétsarkantyús pelóriás virágát említi.

¹ FREYHOLD, id. mű.

² Pelorie bei Delphinium consolida; Östr. Bot. Zeitschr., 1881, 282. lap.

³ MASTERS, id. mű, 273. lap.

A Hüvelyesek (*Leguminosae*) közül a *Laburnum vulgare* GRIESEB. fürtvirágzatának csúcsi virágán észleltek pelóriát.¹

A Gólyaorr-félék (*Geraniaceae*) közül a *Pelargonium* génuszba tartozó növényekről találhatunk pelóriás adatokat az irodalomban.²

A Sarkantyúkafélék (*Tropaeolaceae*) sorában pelóriás *Tropaeolum aduncum* SMITH. virágot ír le FREYHOLD.³

Az említett családokon kívül előfordulnak még pelóriás virágú növények a Bokrétafélék (*Hippocastanaceae*), az Ibolyafélék (*Violaceae*), a Vasfűfélék (*Verbenaceae*), Szádodorfélék (*Orobanchaceae*) családjában. Sőt a Fészkesvirágúak (*Compositae*) családjába tartozó növényeken is tapasztaltak néha olyan eltéréseket, a melyeket szintén a pelóriához kell sorolnunk. Így a DE CANDOLLE észlelte *Tagetes erecta* L. szegélyvirágainak sugarai csövesekké alakultak és ha nagyobbak is voltak a korong virágainál, azokkal mégis csak megegyeztek. Ugyancsak pelóriás változatnak tekintendők a *Gaillardia aristata* PURSCH. v. *grandiflora hort.* azon virágzatai, a melyeken a fészkesvirágzat sugárvirágai csövesen jelennek meg öt-, de leggyakrabban négyosztatú pártaszegélylyel (5. kép, A). Úgy látszik, hogy ez a pelóriás változat igen gyakori a kultivált kerti példányokon, mert úgy a budapesti vásárcsarnokban, mint pedig Arad és Szeben vármegyékben számtalanszor láttam ilyeneket, sőt Szászsebesen LEDERHILGER MÁRTA úrhölgy kertjében olyan példányt, a melyen ezek a pelóriás sugárvirágok nem egy (5. kép, A), hanem két körben állottak. PENZIG⁴ is említi ezeket a virágokat, de nem értelmezi azokat pelóriás virágoknak; hogy miért, azt nem látom be, ha pelórián kétoldali részarányos virágnak sugaras részarányos formában való megjelenését értjük.

Végül még csak a Kosbor-félék (*Orchideaceae*) családját említem, a melyben a pelória szintén nem tartozik a ritkaságok közé. Így az *Uropedium Lindenii*-t a *Cypripedium caudatum* vadontermő pelóriás változatának tekintik.

Főbb vonásaiban áttekintve a pelóriás virágokat, láttuk, hogy azok a legkülönbözőbb családokba tartozó növényeken jelennek meg és maga a pelória igen különböző fokban jelentkezik ugyanazon a növényen is, úgy hogy e jelenség már a legrégebb időkben is felkeltette a természetbúvárok érdeklődését a pelória okát illetőleg. Nem tekintve LINNÉ-t és korának fiziológusait, a kik a *Linaria* és a *Nicotiana* kereszteződéséből keletkezett új fajt vélték látni a pelóriás *Linaria*-ban, valamint mellőzve GUILLEMIN-nak azt a véleményét, hogy állatok okozta bántalmak, sérülések a pelória tulaj-

¹ DE VRIES, Arten und Varietäten, 1906, 296. lap.

² MASTERS, id. mű.

³ FREYHOLD, id. mű, 47. lap és Bot. Zeit., 1872. XXX. évf.

⁴ PENZIG, id. mű, II. köt., 72—73. lap.

donképpen okai, a leszármazási elmélet adott új eszmét a pelóriás virágok magyarázatára és világította meg új felfogásban, midőn azt visszaütésnek igyekezett feltüntetni. És csakugyan ez a felfogás nem ütközik semmi nehézségbe, ha a virágok kétoldali részarányos (zygomorph) típusát a sugaras részarányos (actinomorph) típusból vezetjük le. Helyesen jegyzi meg azonban VÖCHTING,¹ hogy a csúcsálló pelóriás virágon abban az esetben, ha egy ernyő- vagy gömbvirágzatnak középvirágai szabályosak, a többiek pedig kétoldali részarányosak, csak úgy magyarázható meg a visszaütés, ha elfogadjuk azt, hogy a kérdéses növény csak olyanból vezethető le, a melyen még a csúcsvirágok is kétoldali részarányosak. Nehézséget okoz azonban a csúcsálló pelóriás virágkörök tagjainak megsokszorozódása és a virág megnagyobbodása (l. 2. kép), a mit a tápláló anyag bizonyos többletével akarnak megmagyarázni és a mit FISCHER² szerint az is megerősít, hogy egy nem tisztán pelóriás egyedben a virágzati fürt alján levő virágokon a sarkantyúk száma a legnagyobb, míg fölfelé kevesbeddik.

Egyszerűbb már az eset az oldali pelóriánál, mert ha ezer és ezer kétoldali részarányos virág közül egy sugaras részarányos akad, akkor nem zárkozhatunk el az elől a föltevés elől, hogy ez az egy visszaüt az ősi típusra, ha ez az utóbbi valóban a szabályos volt.

Ismeretes a pelória okára vonatkozóan az, hogy ha a hajtás csúcán, a hol rendes körülmények között nem jelenik meg virág, virág fejlődik, akkor ez majdnem kivétel nélkül pelóriás. Ebből már most természetesen azt következtethetnők, hogy a virág helyzete hatással van a sugaras részarányosság kifejlődésére és így a pelóriát mesterségesen is előidézhetjük azzal, hogy a fiatal virágbimbókat függőleges helyzetbe hozzuk és viszont a virág pelóriás kifejlődését megakadályozhatjuk, ha a függőleges virágbimbóknak vízszintes helyzetet adunk. Ámde kísérletileg ezt bebizonyítani és keresztülvinni lehetetlen azért, mert akkor, a mikor a virágbimbókkal ezt a kísérletet megtehetnők, elkülönülődésük hát-hasi irányban már annyira előrehaladt, hogy lényeges változásokat nem várhatunk. Innen van az, hogy HOFFMANN³ nagyszámú, az *Achimenes grandiflora*, *Salvia Hormium*, *Gloxinia speciosa*-val végzett kísérletei eredménytelenek voltak.

Ilyenformán igyekezett PENZIG⁴ is a pelóriát megmagyarázni, a midőn azt a csúcsra egyformán ható nehézségi erőnek tulajdonította. Ha a pelóriás virág a tengely oldalán jelenik meg, akkor egyszerű öröklésnek tulajdonítja a pelóriát.

¹ VÖCHTING, id. mű.

² Die Pelorien von *Linaria vulgaris*; Flora, 1908, 386—388. lap.

³ Bot. Zeit., 1875, 625. lap.

⁴ PENZIG, id. mű. II. köt., 184. lap.

Más módon próbálta PEYRITSCH,¹ a torzképződmények érdemes kutatója, a pelória okát megfejtteni. A pelória és a rendellenes képződmények keletkezésének tanulmányozásánál általában két szempontra mutatott rá. Szerinte az okozó jelenségek: egy külső tényező és egy belső, a praedispozíció a rendellenes fejlődésre. Tapasztalatok bizonyítják, hogy a külső hatásokra ugyanazon faj egyénei nem reagálnak ugyanazon módon és nem minden időben és nem mindegyiknél van meg ugyanolyan mértékben a hajlandóság (képesség) megváltozni és új alakot ölteni. Azt kutatta, hogy vajjon az életkörülményekben beállott változás nem idézhet-e elő pelóriát és e célból kísérleteket végzett a szabad természetben a sárga árvacsalánnal (*Galeobdolon luteum*) és a foltos árvacsalánnal (*Lamium maculatum*). Természetes lelőhelyeiken e növények árnyékos helyeken, erdőben nőnek. Ha most napos helyekre tesszük át ezeket a növényeket, vagy pedig letaroljuk az erdőt, akkor ezen erős naptűzésű helyeken nőtt növényeken pelóriát és más rendellenességet észlelhetünk. E kísérletekből természetes az a gondolat, hogy csakugyan az életkörülményekben beállott változás, jelen esetben a fényintenzitás növelése az oka a pelória keletkezésének. A kérdés megfejtése azonban nem olyan egyszerű, mint a milyennek a kísérletből gondolnók, mert míg egyrészt határozott külső hatások, mint PEYRITSCH kísérletében is torzképződéseket idéznek elő, addig példák és tapasztalatok tanítanak arra is, hogy ilyen torzképződések öröklékenyek, tehát nemcsak külső, hanem belső okokból is keletkezhetnek.

Elméleti érdekességű WEISMANN² magyarázata, a ki tisztán abból indulva ki, hogy a pelória csak belső okok következtében jön létre, a csiraplazmában két anyagot vesz fel; a pelóriást és a részaránytalanságot okozó anyagot. Az uralkodó eleinte a pelóriás volt, de a részaránytalanságot okozó anyag a létért való küzdelemben jobban tudott alkalmazkodni s elnyomta a pelóriás anyagot úgy, hogy ez utóbbiból csak részletek maradtak fenn. Már most, ha a két csirasejt egyesülésekor a pelóriás anyagok jutnak uralkodásra, előáll a pelóriás virág.

DE VRIES³ a növényfajok keletkezésére vonatkozó elméletében a pelóriás virág megjelenését hirtelennek, ugrásszerűnek mondja és ebben bizonyítékot lát arra, hogy a fajok mutáció útján jönnek létre. Mert, ha fokozatos lenne a virágnak ez az átalakulása, akkor a természetben és az általa végzett nagyszámú kísérletekben is föl kellett volna lelni az átmeneti alakokat. Minthogy azonban mindezeideig átmeneti alakokat a pelóriás és nem pelóriás egyedek között nem észleltek, azért a pelóriás virágokat csak a lappangó

¹ Denkschriften der k. k. Akad. in Wien, 38. köt., 1878 és a már idézett műve.

² A. WEISMANN, Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena, 1892, 432. lap.

³ DE VRIES, Die Mutationstheorie. Leipzig, 1901, II. köt., 352—363. lap.

tulajdonságok napfényre jutásának kell tartanunk, miként ezt DARWIN-nak¹ a pelóriás virágok kereszteződésére vonatkozó kísérletei is igazolják. „Ha valamely oly jelleg, a mely már elveszettnek látszik a fajban, nagyszámú nemzedék után ismét megjelenik, legvalószínűbbnek látszik az a magyarázat, hogy az utód több száz előbbi nemzedéke nem most törekszik hirtelen visszaigrani, hanem hogy a kérdéses jelleg az egymásután következő nemzedékek mindenikében ott lappangva mindig jelen volt és előttünk ismeretlen kedvező viszonyok következtében most kifejlődött.“

Végül még FISCHER-nek² felfogását említtem meg. Ő a pelória keletkezésének okát a külső körülményekben, nevezetesen a száraz és meleg időjárásban látja és a pelóriát a napfénynek kitett homokos helyeken növényekből származtatja. Más szóval a levegőbeli táplálékok uralkodása a talajbeli táplálékokkal szemben szerinte a pelória keletkezésére vezet. Elméletét kísérlet erősíthetné meg, a mivel FISCHER meg is próbálkozott, azonban az idő kedvezőtlenége miatt eredmény nélkül és további kísérleteiről pedig semmit sem tudtam találni az irodalomban.

Végeredményében a sok kísérlet és törekvés, a pelória igazi okát felderíteni, ha nem is vezetett a kívánt eredményre, hiábavalónak még sem mondható, mert ismereteinket a pelóriás virágokról tetemesen bővítette, úgy hogy a pelóriát manapság már nem tekinthetjük sem kereszteződésnek, sem pedig összenövésnek, mint a régiek, hanem atavizmusnak. Az idők folyamán az eleinte szabályos virágok évezredekken keresztül szabálytalanokká lettek és a pelóriával ismét visszatérnek az ősi típushoz, a sugaras részarányos virágokhoz. Valóban találóan fejezi ki magát MEYEN, midőn azt mondja: „Úgy látszik, mintha a természet az ember munkájához hasonlóan járna el, mintha a geometriai alakot mindenek elé helyezné és attól csak igen nehezen és nem szívesen térne el.“

Dr. Schweitzer József.

Újabb kutatások az ibolyántúli sugarakról.

A színekép ibolyántúli részéről sokáig csak azt tudták, hogy erős kémiai hatása van s foszforeszkálás és fluoreszkálás fölkeltésére különösen alkalmas. 1887-ben vette észre HERTZ, hogy az elektromos szikra sokkal könnyebben ugrik át, ha a szikraközre ibolyántúli fény esik. Ezen a nyomon elindulva, csakhamar kiderült, hogy az ibolyántúli fény megváltoztatja az elektródok fémfelületeinek és a közbül levő gáznak elektromos tulajdonságait. A fémekről kiderült, hogy ha negatív töltésük van és ibolyántúli fényt kapnak, töltésüket elveszítik, sőt pozitív töltést vehetnek fel. A gázokról pedig kitént, hogy ibolyántúli sugarak hatására vezetőkké lesznek. A

¹ DARWIN, id. mű.

² Die Pelorien von *Linaria vulgaris*; Flora, 1908, 98. köt., 386—388. lap.

katód- és Röntgen-féle sugarak, valamint a rádium fölfedezésével kialakult új elméletek azután hatalmas lépésekkel vitték előre ismereteinket ezen a téren is.

Kísérletileg sokkal könnyebben lehetett a szilárd és folyékony testeket megközelíteni, azért ezeket vizsgálták meg először. A vizsgálandó testet elektrométerrel kötötték össze és felületét ibolyántúli sugarakkal világították meg. Az elektrométer tanúsága szerint az ilyen test mindig negatív elektromosságot veszített. Ha meg volt töltve, akkor a megvilágított felület szét-szórta a negatív töltést. Ha semleges volt, akkor pozitív töltést kapott. Míg a pozitív töltést az ibolyántúli sugarak sohasem csökkentették.

Ez a sajátság többé-kevésbé a legtöbb testnek tulajdonsága. Leg-erősebb a fémeken. De még a szigetelő anyagok is veszítenek negatív elektromosságot, mert hosszabb megvilágítás után kimutathatóan pozitív elektromossá lesznek. Legkevésbé hatnak az ibolyántúli sugarak a sóoldatok némelyikére, pl. a szappanoldatokra, úgy hogy szappanoldattal beecsetelve, fémfelületeket is megvédhetünk az elektromozódástól. Egész különösen viselkedik a fukszin. Vízben oldva erősen elektromozódik, alkoholban pedig alig, holott az utóbbi nyeli el a fényt nagyobb mértékben.

A fényesre csiszolt fémfelületek sokkal nagyobb a hatás, mint a durvákra, ellentétben a melegítő hatással.

Az elektromozódást az elektrónelmélettel a következőképpen sikerült megmagyarázni: Minden atóm tartalmaz több-kevesebb elektrónt. Az ibolyántúli fény rezgésbe hozza ezeket az elektrónokat, s a rezgés annyira megerősödhetik, hogy egy-egy elektrón leszakad. Több nem, mert a megmaradtakat az atóm sokkal erősebben tartja vissza. De minden elektrón tulajdonképpen egy parányi negatív elektromosság. Tehát a térbe elrepült egy kevés negatív töltés, az atómon pedig megjelenik ezen negatív töltés *hiánya*, a mely minden negatív elektromosságot maga felé húz, hogy ezt a hiányt pótolhassa. Az ilyen testről azt mondjuk, hogy pozitív töltése van. Ha valamely atómnak a rendesnél több elektrónja van, akkor az negatív elektromossággal van töltve; ettől a fölöslegtől igyekszik szabadulni, vagyis negatív feszültsége van.

Ha a testnek negatív töltése van, akkor a felszabadított elektrónok azt csakhamar széthordják. Ha nincs töltése, akkor az eltávozó elektrónok folyton növekedő pozitív töltést hagynak hátra. De a töltés nem nőhet minden határon túl, mert elegendő feszültséghez jutva, az elektrónokat nem engedi elkalandozni, hanem visszahúzza magához és egyesül velük, úgy hogy az újonnan felszabaduló elektrónok száma lassanként akkora lesz, mint a visszatérőké.

* * *

Kérdezhetjük azonban, miért van éppen az ibolyántúli sugaraknak ilyen hatásuk? Erre a rezonanciaelmélet felel. Ezen elmélet szerint az elek-

trónokat apró lökések hatásának felhalmozódása olyan erős rezgésbe hozza, hogy végül szétszakítják az őket visszatartó kötelékeket. Akárcsak a függő-hinta. Ha kissé meglökjük, csekély lengésbe kezd. Ha alkalmas pillanatban újból és újból meglökjük, a lengés folyton nő és ha véletlenül a fel-függesztő kötelek nem elég erősek, a hevesen lengő tömeg elszakíthatja őket. A nagy lengés elérésére azonban szükséges, hogy olyan időközökben lökjük meg a hintát, a milyen időközökben ugyanabba a helyzetbe visszatér, vagyis betartsuk a lengés idejét.

Így van ez az elektrónoknál is. Ha egy elektrónt olyan időközökben érnek a fényrezgések lökései, a mennyi idő alatt éppen egy rezgést végez, akkor az egyenként kicsi, de egymásután esetleg több milliószor következő lökések erős rezgésbe hozhatják. Ilyenkor azt mondjuk, hogy az elektrón rezonál az illető fényrezgésre. Úgy látszik az elektrónok rezgésszáma az atomokban túlnyomóan az ibolyántúli fény rezgésszámával egyezik, tehát csak ez a sugárfaj bírja az ionokat kiszakítani.

A felhozott hintahasonlat azonban még más körülményt is megvilágít. Lehet ugyanis a hinta kötele oly erős, hogy nem bírjuk annyira lengésbe hozni, hogy leszakadjon. Éppen úgy az elektrónok is a különböző anyagok atómjaihoz különböző erővel vannak kötve. Tehát különböző mértékben vagy egyáltalán nem bonthatók, legalább az eddig használt fényerősséggel nem. Azonkívül a surlódás miatt gyengébb fény nem növelheti a rezgést az elszakadásig, mert egy bizonyos határon túl az akadályok egy lengés alatt fölemésztk egy-egy lökés erejét. Az így elnyelt energia azután hő, esetleg fluoreszkáló vagy foszforeszkáló fény alakjában nyilvánul.

Egészen hasonló a kémiai átalakulások lefolyása. Csakhogy ezeknél nem válnak ki az elektrónok, csak másként csoportosulnak s ezáltal kémiai változásokat tesznek lehetővé.

A kémiai hatások bőséges példáit nyújtja a fotográfia, a mely ma már az anyagok egész sorozatát használja fel. Azonkívül mindnyájan ismerjük a napfény színbontó és színalkotó hatásait. A bőrvoston újabban mind nagyobb mértékben veszi igénybe az ibolyántúli sugarakat. A kémiai hatások azonban nem kizárólag az ibolyántúli sugarak tulajdonai, habár ebben is őket illeti a túlnyomó rész. Ellenben elektrónokat csak az ibolyántúli fény bír leszakítani.

* * *

Sokkal érdekesebb, de nehezebben vizsgálható a sugaraknak a gázokra kifejtett hatása. A szilárd testekhez hasonlóan, itt is várható, hogy a sugarak az atomokból elektrónokat szakítanak le. Minthogy azonban a gázok molekulái a térben folytonosan mozognak, éppen úgy, mint a leszakadt ionok, nem fogjuk a gáztömeget pozitív elektromosnak tapasztalni, hanem a kétféle

töltésű részecskék a semleges gázmolekulák között elkeverednek. Azok a molekulák, a melyek egy elektrónt elveszítettek, éppen úgy viselkednek, mint a negatív részecskék: pozitív ionokká lesznek, ellentétben a negatív ionokkal: az elektrónnokkal. Azaz: a gáz ionizálva van. Ennek az állapotnak ismertető jele, hogy a gáz vezetővé lesz, tehát akár pozitív, akár negatív elektromos testet teszünk bele, a közelben kalandozó ionok közül hozzásietnek az ellenkező neműek s töltését lassanként széthordják. Ha egy telep 2 sarkát (tehát 2 ellenkező nemű elektromossággal töltött testet) helyezzük a gázba, akkor mindegyik állandóan elektromosságot veszít, a melyet a telep folyton pótol: vagyis a sarkokhoz vezető drótokban áramlás indul meg. Az ionizáláson kívül várhatjuk még, hogy itt is kémiai változások fognak beállani, mint a szilárd és folyékony testeknél.

Mindezeket a következtetéseket a legteljesebb mértékben igazolta a tapasztalat. Sőt, egészen új felfedezésre is vezetett, jelesen a ködmagok keletkezésének megállapítására. Ide vonatkozó kísérleteket többen végeztek. Legnagyobb mértékben foglalkozott a tárggyal külföldre szakadt hírneves hazánkfia: LÉNÁRD FÜLÖP.

LÉNÁRD kiterjedt munkásságának egyik programpontjává tette, hogy világosságot derítsen az ibolyántúli sugaraknak a gázokhoz való viszonyára. Eleinte egyedül, később RAMSAUER-rel együtt végezte kutatásait. Munkájuk még nincs befejezve, de az eddigiek is már teljes világosságot vetnek az ügy lényegére. A következőkben az ő kísérleteiket írom le s eredményeiket ismertetem.¹

* * *

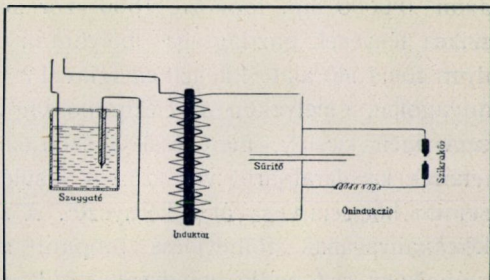
LÉNÁRD-ék munkájukat azzal kezdték, hogy az ibolyántúli sugarak bőséges forrásáról gondoskodtak.

Ibolyántúli sugarakban bővelkedő fényforrást többfélét ismerünk. Maga a Nap is dúsan ontja őket. De a napsugarak kísérleti célokra nem igen használhatók; egyrészt mert nem szabályozhatók, hanem fordítva, a kísérletezőnek kell alkalmazkodnia hozzájuk; másrészt, mert a levegő egyes sugárfajokat egészen elnyel. A mesterséges fényforrások közül először volt ismeretes a magnéziumláng. Azután jött az elektromos ív fénye, a higanygőzlámpa és az elektromos szikra. Az első három fényforrás kényelmetlen és tulajdonságai nem változtathatók, mert mindegyikük állandó hőmérsékletű. Az elektromos szikra azonban igen tág határok között változik a feszültség, áramerősség, elektródok, a szikraköz hosszúsága és azon gáz természete szerint, a melyben a szikrázás végbemegy. Azonkívül a gerjesztő készüléket

¹ Annalen der Physik, 1900. — Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Heidelberg, 1910, 1911.

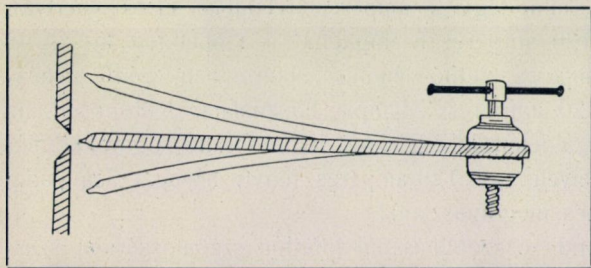
a kis terjedelmű szikraköztől nagyobb távolságban is el lehet helyezni, a minnek a jelen esetben elsőrendű fontossága van. LÉNÁRD tehát a szikrázást igyekezett úgy alakítani, hogy bőséges és jól kezelhető fényforrással szolgáljon.

Az előzetes kísérletek azt mutatták, hogy mennél nagyobb mennyiségű elektromosság áramlik át a szikrában, annál több fényt bocsát ki. Tapasztalták továbbá, hogy az oszcilláló — elektromos rezgésekből álló — kisülés több fényt ad, mint az egyirányú áramlás. Szerkesztettek tehát egy induktort, a melyet 200 voltos egyenárammal 90 ampère-ig lehetett terhelni. Az induktor olyan rezgőkört táplált, a mely körülbelül 1 millió rezgést végzett másodpercenként. Áramszagatóul egy 60 literes agyagkorsóba elhelyezett WEHNELT-féle megszakítót használtak nikkelelektroddal, a mely másodpercenként 50—60 szakítást adott. Általában 60 ampèret használtak, a mi 200 volt mellett 17 lóerőnyi energiával egyenértékű. Ebből magára a szikrára egy lóerőnél valamivel több jutott.



1. rajz. LÉNÁRD összeállítása az ibolyántúli sugarak előállítására. A sűrítő 8 db. 1 m² területű Franklin-táblából áll.

Az 1. rajz a szikrákat szolgáltató összeállítást mutatja. Az ilyen rezgőkör elektromos rezgéseit egy olyan aczélrúd rezgéseire hasonlíthatjuk, a mely egyik végén erősen meg van fogva (2. rajz). Ha a rudat kalapáccsal megütjük, gyors rezgésnek indul, a mely azonban a levegő ellenállása és a surlódások miatt csakhamar megszűnik. Ha egyenesletes időközökben ütögetjük, akkor folyton megújuló rezgéseket kapunk. Ha az aczélrúd vége fé-



2. rajz. Az aczélrúd és a rezgőkör hasonlósága.

nyesre van csiszolva és rezgéseit keskeny ablak mögött végzi, éppen úgy villan el szemünk előtt, mintha elektromos szikra volna. Ugyanez történik az elektromos rezgőkörben is. Csakhogy itt az aczélrudat az ide-oda áramló elektromosság helyettesíti, a kalapácsütéseket pedig az induktorban a szagatás hatására hirtelen megjelenő nagy elektromos feszültség (kb. 20 000 volt). Az aczélrúd mindenegyres rezdulésének itt egy-egy szikra felel meg. A mérések szerint minden megszakítás után kb. 35 ilyen szikra

csap át;¹ ezek természetesen nem különböztethetők meg, mert hiszen 0·000001 másodpercnyi időközökben követik egymást, hanem egyetlen, erősen pattanó szikrává látszanak összeolvadni. Az egész szikra tehát a másodperc 35 milliomodrészig tart. S minthogy 1 másodperczen 53 ilyen szikra üt át, az 1 lóerőnyi (pontosan 900 Watt) energia tulajdonképpen 0·002 mp. alatt használódik fel; ez az idő azonban a 35 egyes szikra közötti megszakítások miatt 0·0006 mp.-re rövidül. Ha megfontoljuk, hogy egy 2000 gyertyafényű, tehát közepes erősségű ivlámpa 1 mp. alatt használ fel ennyi energiát (20 A, 45 V, $20 \times 45 = 900$ W), azaz a szikránál ugyanazon 0·0006 mp. időközre 1600-szor annyi energia jut: érthetővé válik a szikra fényének gazdagsága ibolyántúli sugarakban. Mert mi történik az ilyen rövid idő alatt kifejtett energiával? Kétségtelen, hogy fölhevíti azokat az anyagokat, a melyeken az elektromosság átrohan. De ezen anyagok mennyisége igen kicsiny, mert csak a szikraköz levegőjéről és az elektród felületének kis darabjáról van szó. A kisülés rövid ideje alatt pedig jóformán semmi hőt sem vesz át a környezet. A szikrázás eredménye tehát a szikraköz anyagának fölhevülése roppant magas hőmérsékletre. Magas hőmérsékletű test pedig mindig sugárzik, még pedig hőmérsékletével arányos annak a sugárfajnak a rezgésszáma, a melyből legtöbbet bocsát ki. Az elektromos fényív pozitív csúcsának hőmérséklete kb. 4000° , és sugárzásának főtömege még mindig alatta van a látható szinkép rezgésszámán, holott a LÉNÁRD-féle szikráról kitűnt, hogy legerősebb sugarai messze az ibolyántúli szinképben vannak. Rezgésszámuk tehát legalább is 1000 billió, a mi kb. 10000° hőmérsékletnek felel meg. Érthető tehát, hogy a míg a szikra látható fénye kevesebb volt, mint egy 2 ampères ivlámpáé (120 gyertya), addig az ibolyántúli fény 120 ampères ivlámpáénál is többet tett ki.² A ki látott már közelről 20 ampères vetítő lámpát, elképzelheti, minő nehézségekkel járt volna egy 120 ampères ivlámpa használata. Különösen, ha meggondoljuk, hogy éppen a jelen kísérleteknél legfontosabb sugarakat már 4 cm vastag levegőréteg elnyeli, egy 120 ampères fényív hősugárzása pedig 4 cm-ről vaslemezeket képes megolvasztani!

LÉNÁRD-ék a fényforrás összeállításánál kifejtett szabatossággal szerkesztették meg mérőedényeiket is. Szükség volt olyan edényre, a melyen a gáz áthaladva, ki legyen téve a sugarak hatásának, azután lehetőleg gyorsan

¹ Hasonló méréseket közöltem „A nagyon gyors mozgások kinematografiai fölvételéről“ cz. cikkemben (Természettud. Közlöny, 1912. évf., 718. lap).

² Minthogy az induktort 60 ampère táplálta, azt hihetnők, hogy csak kétszeres az előny. Ha azonban meggondoljuk, hogy egy ilyen tudományos eszköznél nem szoktak tekintettel lenni a takarékosagra, s az itt használt eszköz is alig 12-edrészét adta vissza az energiának, érthető a nagy különbség. Gyakorlati célú szolgáló hasonló eszközök, a transzformátorok, a bevezetett energiának 95—98%-át értékesítik.

a mérőkészülékbe jusson, a hol térfogatát és tulajdonságait pontosan megmérhessék. Ilyen edény vázlatos rajzát mutatja a 3. rajz. D_1 és D_2 a fölösleges sugarakat felfogó nyílások (diafragmák). D_1 kb. 8 mm átmérőjű kör s abba a bádogszekrénybe van vágva, a melyben a sugarakat adó egész berendezés foglal helyet. Ez azért volt szükséges, mert különben a nagymennyiségű elektromosság hasznavehetetlenné tette volna az elektrométert. R 5 cm átmérőjű rézcső. Az elülső nyílásba egy fluoritlencse, fluorit- vagy kvarczablak tehető; egyes kísérleteknél fődetlen maradt. A gázvezető csövek üvegből vannak, csakis forrasztással összeillesztve.

A bevezető csövön át érkező levegő gondosan megtisztítható és a bevezető csövek kiizzíthatók. A K csövön át a levegő vagy a kondenzátor lemezei közé jut, a melyek összegyűjtik a benne lebegő ionokat, vagy pedig a gőztérbe a ködmagok kimutatása végett.

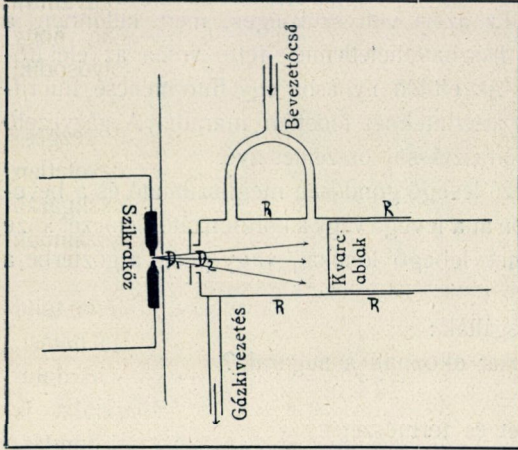
Ezzel az eszközzel megvizsgálták:

1. Milyen kémiai változásokat okoznak a sugarak?
2. Az ionizálást.
3. A ködmagok keletkezését és természetét.
4. Hogyan változnak a hatások a rezgésszámmal és a fényerősséggel?
5. Hogyan viselkednek a fénynyel szemben a különböző gázok?

A különböző rezgésszámú sugarakhoz LÉNÁRD-ék úgy jutottak, hogy az elektromos fényből elnyelelték azokat a sugarakat, a melyekre nem volt szükségük. A vizsgált sugarak rezgésszáma 600 billiótól 3300 billióig terjedt. A 800 billión aluli sugarak a látható színekép kék és ibolya részét alkotják, de némely gázokra már erős kémiai hatást fejtenek ki. Az 1000 billión aluli sugarakat jól átbocsátják bizonyos üvegfajták (Uviol-üveg). 1700 billióig átlátszónak bizonyult a kvarcz. Ez a rezgésszám különben fontos határérték, azért az ezen alul levő sugaraknak LÉNÁRD-ék külön nevet adtak: kvarczibolyasugarak. Ezeket a sugarakat átbocsátják még a gipsz, kősó és a mézspát kristályai. Az 1700 billión felül egész a 2500 billióig már csak a fluorit kristályai átlátszók. Azért ezeket a sugarakat fluoritibolyának nevezi LÉNÁRD. 2500 billiótól 3300 billióig átlátszó szilárd anyagot még nem sikerült találni. A megvizsgált gázok közül is csak a hidrogén volt még itt is átlátszó, négy cm vastag levegőréteg ezeket a sugarakat már egészen elnyeli.

A sugarak kémiai hatása — úgy látszik — tisztán a vegyületek felbontásán alapul. Valószínűleg az elektrónokhoz hasonló módon szétszakítja az atomokat egymástól; a szabaddá lett atomok azután sokszorozott hévvel támadják meg az útjukba eső molekulákat. Klasszikus példája ennek az ózonfejlődés folyamata. A levegő oxigénjének két-két atómja egymáshoz kapcsolódva alkot egy molekulát. Az oxigén ilyen állapotát O_2 -vel jelöljük. Az ibolyántüli fény szétválasztja az O_2 -t egyes atómokra: O-ra. Az ilyen

O-atómok azután hevesen oxidálnak minden elégethető anyagot. Ha véletlenül vízgőz van a levegőben, még azt is elégetik! A víz H_2O molekulájából (két atom hidrogén + egy atom oxigén) H_2O_2 -t, hidrogénperoxidot

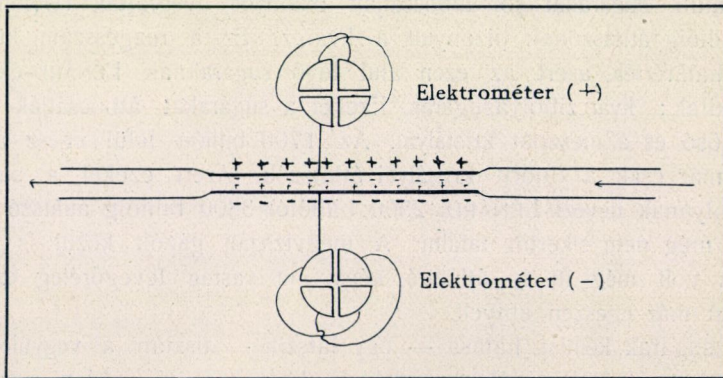


3. rajz. LÉNÁRD készüléke a gázok átsugárzásához.

készítenek. De ha az oxigén-atómnak nincs mit elégetnie, akkor magát az oxigént égeti el! A legközelebbi oxigénmolekulához kapcsolódik s most már hármásban folytatják életüket, mint ózon (O_3). De a három atom már nem marad olyan erős összetartással együtt, mint az előbbi kettő; sőt, alig bírják egymást megtartani. Ennek következtében az ózon majdnem oly hevesen oxidál, mint a szabad oxigén-atómok. A gummicső, a melyen átvezetjük, fél óra alatt elreped.

Tiszta ózon a száraz fát rövid idő alatt elégeti, a nyers fából pedig az ózontartalmú levegő néhány nap alatt olyan hegedűanyagot létesít, a melyet a közönséges oxigén csak évszázadok alatt tud előidézni.

Így van ez a többi gázokkal is. Az ammoniából (H_3N) ammonium-nitrit ($H_4N \cdot NO_2$) és ammonium-nitrát ($H_4N \cdot NO_3$) lesz. A klór (Cl_2) és a



4. rajz. Sűrítő az ionok töltésének megmérésére.

hidrogén (H_2) két sósavmolekulává egyesül (HCl). Általában minden, az átsugárzott gázok között lehetséges vegyület keletkezik.

De a már létesített vegyületeket sem hagyja békében a fény. Az O_3 -molekulát pl. épp úgy szétbontja, mint az O_2 -t. Tehát az ózon egy része

folytonosan ismét felbomlik, ennél fogva a levegő (vagy oxigén) csak egy bizonyos százalékáig szaporodhatik. Azért az ózont közvetlenül tisztán nem is lehet előállítani. (Más eljárást, mint az ibolyántúli sugarakét, eddig nem ismerünk, mert a lassú elektromos kisülés alkalmasint szintén az ibolyántúli fényvel hat.) De sikerült az ózont elválasztani az oxigéntől az által, hogy lehűtötték a gázkeveréket, s minthogy az ózon könnyebben folyósodik, lecsapódik a levegőből.

A vegyületek keletkezését a különböző gázoknál különböző rezgés-számú sugarak idézik elő. Sósavat már a látható ibolya- és a közvetlen szomszédjában levő ibolyántúli sugarak is létesítenek. A kvarczibolyasugarak a vegyületek egész sorát bontják és alkotják, sőt a nagyobb rezgésszámúak már ózont is fejlesztenek.

A szaporább rezgésű sugaraknál azonban mindinkább homloktérbe tolul az ionizáló képesség. Az ionizálást úgy foghatjuk fel, mint fokozott kémiai hatást, azaz a melynél már nemcsak a molekulákat, hanem az aránylag sokkal szilárdabb szerkezetű atómkokat is megtámadják a sugarak. Valóban, a tapasztalat is azt mutatja, hogy a legtöbb gáznál az ionizálást megelőzi a kémiai bomlás. Például az oxigénnél az 1500 billió rezgések már dús ózonfejlődést okoznak, míg az ionizálás csak 1700 billiónál kezdődik.

Az ionizálás — miként már említettem — a molekuláknak pozitív és negatív ionokra való szétszakadásában áll. A különmemű ionok egy ideig kalandoznak a térben, míg végre ellenkező nemű ionnal találkozva, vele egyesülnek, vagy pedig ellenkező töltésű elektromos testtel érintkezve, töltésüket elveszítik s így, mint ionok, a gázból eltűnnek. Ez utóbbi tulajdonságukat felhasználhatjuk arra, hogy mennyiségüket megmérhessük. Ha ugyanis az ionizált gázt olyan lemezek között vezetjük el, a melyeknek egyike pozitív, másika negatív elektromossággal van töltve, akkor mindegyik lemez magához vonja az ellenkező nemű ionokat s megfosztja őket töltésüktől. E közben azonban a lemezek éppen annyi elektromosságot veszítenek, mint a mennyit az ionok hordoztak. Ha megmérjük a lemez veszteségét s elosztjuk egy ion töltésével, az „elemi töltés“-sel, akkor megkapjuk az ionok számát. Pontos műszerekkel manapság már igen kisszámú ion jelenlétét ki lehet mutatni.

A 4. rajzon a felső lemez pozitív, az alsó negatív elektromossággal van töltve. A belső kis $+$ és $-$ jelek a lemezekhez gyülekező ionokat, a nyilak pedig a gázáramlás irányát jelzik.

Egy ilyen sűrítő bizonyos idő alatt a lemezek között levő összes ionokat kipusztítja. Ez az idő függ a lemezek elhelyezkedő elektromosság feszültségétől, a lemezek távolságától és az ionok mozgékonyaságától. LÉNÁRD-ék arra a tapasztalatra jutottak, hogy ugyanabban a gázban az ionok mozgékonyasága igen különböző, általában azonban sokkal kisebb,

mint azoké az ionoké szokott lenni, a melyeket a katód-, Röntgen- és a rádiumsugarak idéznek elő. Ebből azt következtették, hogy ezek az ionok sokkal nagyobbak azoknál a részecskéknél, a melyeket közönségesen ionoknak szoktunk nevezni. Azért nem is nevezték őket ionoknak, hanem töltéshordozóknak. Ki is számították ezen részecskék átmérőjét. Azt találták, hogy pl. az átsugárzott levegőben 0,6 $\mu\mu$ -tól 34 $\mu\mu$ -ig mindenféle nagyságú hordozók fordulnak elő, még pedig egyformán mindkét neműek között.¹ A legkisebbek a molekulával egyenlő nagyságúak, azaz ezek tulajdonképpen a pozitív ionok; de hogyan keletkeznek a 60-szor akkora átmérőjű, tehát 200000-szer akkora térfogatú töltéshordozók?

Erre is megadták a választ LÉNÁRD-ék. Először is megmérték, hogy mikor mennyi keletkezik a különböző nagyságú töltéshordozókból. Két kondenzátort kapcsoltak egymásután az elvezető csőbe. Az egyiket olyan feszültségre töltötték meg, hogy éppen csak bizonyos nagyságig fogja fel a töltéshordozókat; a másik kondenzátorral azután az összes megmaradottakat felfogták és mennyiségüket megmérték.

Az első mérések után valószínűnek látszott, hogy a levegőben lebegő porszemekhez tapadnak az ionok s velük együtt mozogva mutatkoznak olyan nagy tömegűeknek. Megszűrték tehát a gázt vattán. Kevéssel csökkent is a nagy töltéshordozók száma. Azután megtisztították a gőznyomoktól, a kémiai átalakulásra képes idegen gázoktól s lassanként kiderült, hogy a gőzök a sugarak és az ionok hatására igen finom cseppekké alakulva, magukhoz ragadják s ezzel erősen megterhelik az ionokat. Továbbá, igen sok gáz szilárd és cseppfolyós vegyületté alakul s ezek szintén igen apró részecské oszolva, az ionokhoz kapcsolódnak. Kitűnt, hogy a kvarczibolyasugarak a teljesen tiszta levegőre alig hatnak, míg idegen anyagok hihetetlenül csekély mennyiségének hozzákeverésével bőséges ionizálás indul meg. Kitűnt, hogy a levegő csak akkor lesz igazán tiszta, ha kiizzított azbesztszűrőn és izzított üvegcsöveken átvezetve cseppfolyósítjuk s azután újra elpárologtatjuk. Az ilyen levegőre a kvarczibolyasugarak hatása majdnem semmi, holott 2 cm hosszú gummicső, 4—5 cm ki nem izzított üvegcső közbekapcsolása már igen jelentékeny számú és nagyságú töltéshordozót juttat a kondenzátorba.

A levegő e különös viselkedésének magyarázatát kapjuk, ha a fluoritibolyasugarakat vizsgáljuk. Ezeket a sugarakat 4 cm levegőréteg tökéletesen elnyeli, míg a kvarczibolyasugarak 18—20 cm-es rétegen alig mérhető gyengüléssel haladnak át. A hidrogén azonban még a fluoritibolyasugarakat is átengedi. Az egészen tiszta hidrogénre még ezeknek a sugaraknak sincs semmi hatásuk. Ha azonban igen kevés levegőt keverünk a hidrogénhez, az ionizálás majdnem olyan erős lesz, mintha csak levegő volna a sugarak útjában. Nyilvánvaló

¹ 1 $\mu\mu$ = 1 millimikron = 1 milliomod milliméter.

tehát, hogy a csekély mennyiségű levegő vastagabb rétegben már oly erősen nyeli el a sugarakat, hogy hatásuk felér a sűrűbb levegő első rétegeiben végbemenő hatással. A levegő szennyezései is, habár néha igen csekély mennyiségűek, erős elnyelésükkel jelentékeny hatást tudnak létesíteni.

Fluoritibolyasugarak hatására már nemcsak por,- vagy gőztartalmú, hanem a leggondosabban tisztított levegőben is keletkeztek nagy töltés-hordozók. Úgy látszik, hogy az ionok elektromos vonzásukkal összetapasztanak több-kevesebb levegőmolekulát s ezek lesznek a nagy elektromosságvivők. Érdekes, hogy ez is csak az ibolyántúli fénytől átsugárzott térben lehetséges. A katódsugarak mutatnak még erre hajlandóságot, de ezekkel együtt mindig keletkeznek ibolyántúli sugarak is, a nagy elektromosságvivőket tehát valószínűleg itt is az utóbbiak létesítik.

A vegyülés és ionizálás külön-külön, vagy együttesen ködmagokat létesít a gázokban. A ködmagok olyan részecskék, a melyek elősegítik a levegő vízgőzének lecsapódását és apró cseppekké alakulását. Ha a levegő hőmérséklete egy bizonyos fok alá süllyed, akkor a benne levő vízgőz egy része kiválik. Ez a kiválás vagy úgy történik, hogy a levegőt határoló testek felületére lecsapódik, harmatot ad, vagy pedig a levegőben lebegő apró cseppekké, köddé lesz. A köd cseppei azonban csak akkor keletkezhetnek, ha előzőleg lebegnek a levegőben olyan apró testecskék, a melyek köré a víz összegyűlhet. Ennek a különös jelenségnek oka a felületi feszültség; ugyanaz, a mi a vékony csövekben a víz fölemelkedését okozza. A felületi feszültség tulajdonképpen nem egyéb, mint a molekulák összetartó erejének egy különös nyilvánulása, a mely abban áll, hogy kisebbíteni igyekszik a folyadék felületét. Nagyobb tömegeknél ez az igyekezet a szögletek legömbölyítését eredményezi, a kisebbeket gömbökké alakítja, igen kis cseppeknél azonban oly nagy ez a felületcsökkentő erő, hogy a folyadék gyors elpárolgását eredményezi, még akkor is, ha a levegő az illető folyadék gőzével telítve van. Ugyanis minden molekula elválásával az egész tömeg, tehát a felület is kisebb lesz, a mi kedvez a felületi feszültség munkájának s így az a párolgást gyorsítja. Ha azonban a levegőben vannak már apró részek, ködmagok, a melyek bizonyos alsó határt meghaladnak, akkor ezek köré lecsapódhatik a víz a gyors elpárolgás veszedelme nélkül. Ilyen ködmagoknak igen alkalmasak az ibolyántúli sugarak készítette szilárd és folyékony vegyületek részecskéi. De maguk az ionok egyedül is szerepelhetnek ködmagokként, holott sokkal kisebbek a lehetséges legkisebb folyadék-cseppnél, mert az elektromosság vonzza a közelében levő gőzrészecskéket.

A ködmagok kísérleti meghatározása úgy történt, hogy egy tágasabb üvegcsőbe egyik oldalon vízgőzt vezettek be, a másik oldalon pedig a megvizsgálandó gázt. A gőzsugár lassú és egyenletes áramlás mellett nem volt látható. A mint azonban a másik oldalon ködmagokat tartalmazó levegő

áramlott be, rögtön láthatóvá lett, még pedig igen gyengén, ha $2\ \mu\mu$ -nál kisebb ködmagokkal találkozott; $2\ \mu\mu$ -tól $8\ \mu\mu$ -ig határozottan látható volt a gőzsugár, $8\ \mu\mu$ -n felül pedig átlátszatlan, fehér köddé változott.

LÉNÁRD-nak e vizsgálatai egyszerű magyarázatát adják a levegőben végbemenő néhány tüneteknek. A Nap rengeteg mennyiségű ibolyántúli sugarat szór a Földre, a melyek a levegőben ugyanazt művelik, a mit a laboratóriumi kísérleteknél, csak hogy megsokszorozott mértékben. A levegőnek felső rétegei elnyelik a fluoritibolyasugarakat, tehát ebből a sugárfajból a Föld felületére úgyszólván semmi sem jut, de az elnyelő rétegeket állandóan ionizált állapotban tartja. A nagy magasságban ritkább a levegő, kevesebb a ködmagképző anyag, tehát az ionok hosszabb ideig maradhatnak meg nem terhelt állapotban. A negatív ionok ilyenkor gyorsabban mozognak, tehát a levegő mélyebb rétegeibe juthatnak el, a honnan a szél messzire elviheti őket. Ennek következtében egymással találkozó levegőtömegek igen különböző elektromos töltéseket hordozhatnak.

De nem maradnak tétlenül az alsó levegőrétegekbe eljutó kvarc-ibolyasugarak sem, hanem a levegőben lebegő porszemek, különféle gázok (szénsav, ammonia stb.) segítségével energikusan dolgoznak a víztartalom felhőkbe tömörítésén, a mi sikerül is nekik, ha a vízgőz közel van a telítési állapothoz. A napsugaraknak ilyen munkáját gyakran megfigyelhetjük szélcsendes nyári reggeleken. Ha a levegő éjjel annyira lehült, hogy telítve, vagy közel telítve van vízgőzzel, de kora reggel napsugarak hiányában nincs elég ködmag a gőz összegyűjtésére: a levegő átlátszó kék. A mint azonban a napsugarak megkezdik munkájukat, az égbolt lassan szürkülni kezd s napkelte után 2—3 óra múlva gyakran egész szürke. Ez annál feltűnőbb, mert ekkorra a hőmérséklet lényegesen emelkedett. Később azonban rendszeren annyira fölmelegszik a levegő, hogy az összegyűlt vízcseppek elpárolognak s délfelé ismét kékebb lesz az ég.

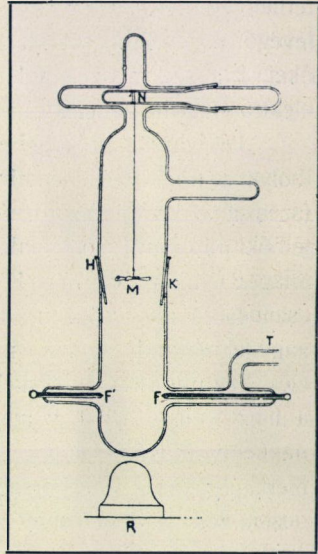
A mondottakból kitűnik, hogy az eső létesítésében a napsugaraknak milyen nagy szerepük van. De bizonyára az ablakainkat megreszkettető elektromos szikrák anyagának sem csekély részét szolgáltatják a magasból leleszálló, a véletlen szeszélyei következtében az ellenkező nemű ionoktól messze eltávolodott elektrónok. Ezeket azután egy-egy felhő, mint valami nagy gyűjtőmedence, magában egyesíti, hogy alkalomadtán menydörgő tanúságot adjon arról, hogy miként egyesülhet a sok-sok billió parányi, de közös célzt szolgáló energia félelmetes erejű óriássá! . . .

Ujj Gyula.

A kisülési sugarak.

Az elektromos szikrából, melyet pl. a HOLTZ-féle gép elektródjai között üttetünk át, mindenfelé egyenes irányban sugarak indulnak ki. Ezek a kisülési sugarak,¹ melyek csak gázokon tudnak áthatolni, de ezeket útjukban ionizálják.

Szerkezetükről a vélemények nagyon elágazók. RIGHI hengeres edény alsó részén *FF* szikraközt helyez el (1. rajz). Az *N* üvegpálczáról vékony szálon *M* lapátos kerék függ. Valahányszor a szikra átütött, az *M* kerék forogni kezdett, és pedig olyan irányban, mintha alulról jövő részecskék bombázták volna. A részecskék töltésének meghatározása végett RIGHI a kerék helyébe ú. n. FARADAY-féle edényt helyezett (2. rajz). Az elektrométerrel összekötött *S* fémlapot *ABE* fémedény veszi körül. A sugarak a *CD* hálón át jutnak az *S* lapra. Az elektrométer majd pozitív, majd negatív kitérést mutat, a miből RIGHI azt következteti, hogy a kisülési sugarak pozitív és negatív részekből állanak. A viszonyok változásakor hol az egyik, hol a másik töltésű részek jutnak túlsúlyra. Ezek a részek a szikrát körülvevő gáz ionizálása következtében állnak elő.



1. rajz.

RIGHI² közvetlenül is igyekszik kimutatni a szikrából kiinduló pozitív és negatív töltésű részecskéket. Az *FF* szikraköz felett az edény belső fala mellett egymással szemben két fémlapot helyez el. E lapokat elektrométerrel köti össze. Míg a kisülési sugarak eredeti irányukat követik, nem jutnak a fémlapokhoz, az elektrométer nem tér ki. Mihelyt azonban a sugarakat mágneses erő kitéríti, a pozitív részecskék az egyik lapra, a negatívek a másikra esnek. Az elektrométer valóban pozitív töltést mutatott az egyik lapon és negatívát a másikon.

Ugyancsak RIGHI³ részletesen is megvizsgálta ezeket a sugarakat. Az *M* kerék akkor is forogni kezdett, ha a szikrától fémernyő választotta el. A sugarak ugyanis egyenes irányban indulnak ki, de a gáz molekuláival folyton összeütköznek, és így irányuk mindig megváltozik. A szikrától bizo-

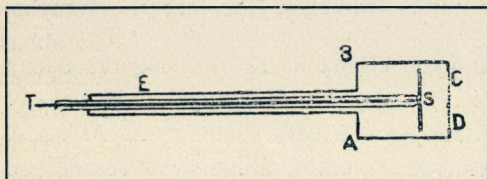
¹ Természettudományi Közöny, 44. köt., 1912, 434. lap.

² Phys. Zeitschr., 14. köt., 1913, 540. lap.

³ Phys. Zeitschr., 13. köt., 1912, 577. lap.

nyos távolságra már minden irányban mozognak, tehát eljutnak a kerékhez akkor is, ha az egyenes irányú sugarakat távol tartjuk.

A kisülési sugarak az edény falán, vagy az útjukba eső lapon visszaverődnek. Ennek kimutatása végett RIGHI a CD szikraközéből (3. rajz) kiinduló sugarakat forgatható AB lapra ejtette. Mikor a lapról visszavert sugarak a W lapátot érték, ez forogni kezdett. Az AB lap más helyzeténél a W kerék nyugalomban maradt.

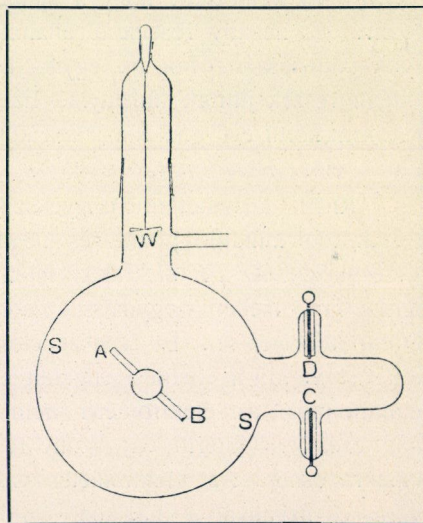


2. rajz.

minden része kibocsát kisülési sugarakat. De a forgás sokkal erősebb, mikor a kerék a szikra széle fölött függ, mint a szikraköz közepe fölött. A szikra végeről, vagyis az elektródok közeléből tehát erősebb sugárzás indul ki.

A sugárzás erősségére a nyomás is hatással van. Aránylag nagy nyomásnál a pozitív és negatív részecskék sűrűn összeütköznek gázmolekulákkal és így a szikrától bizonyos távolságra a sokféle ütközés következtében mindenféle irányban mozognak, meghatározott irányuk nincs. Másrészt a ritkítás előrehaladtával csökken azoknak a gázmolekuláknak száma, melyekből a pozitív és negatív részecskék keletkezhetnek. Kell tehát egy meghatározott értékű nyomásnak lennie, melynél a kerék forgása a leggyorsabb, és így a sugárzás a legerősebb. A végzett megfigyelések ezt az okoskodást igazolták.

Ha a kisülési sugarak pozitív és negatív részekből állanak, akkor mágneses mezőben mágneses sugarakká kell átalakulniok, vagyis RIGHI felfogása szerint ionból és elektrónból álló ketlős rendszerek keletkeznek, melyekben a két rész összefüggése lazább, mint az ionizálás előtt az atomban és szorosabb, mint az ionizálás után a különvált részeké. E mágneses sugarak az erővonalak mentén haladnak. A mágneses erő abban az irányban taszítja a sugarakat, a merre a tér erőssége csökken. Valóban, mikor RIGHI az R elektromágnezt működésbe hozta, az M kerék jóval élénkebben forgott.



3. rajz.

Ezek a vizsgálatok RIGHI-t¹ új jelenség megfigyelésére is vezették. A kereket éppen olyan magasságban helyezte el, mint az elektródok voltak. Minthogy a szikra a ritkított térben nagy kiterjedésű volt, a kis méretű kerék úgyszólván belemerült a kisülés terébe és nyugalomban maradt. Mihelyt azonban függőleges irányú mágneses teret létesített, a kerék forogni kezdett. A mágneses tér irányának megfordításakor a kerék is ellenkező irányban forgott. RIGHI ezt a jelenséget ionomágneses forgásnak nevezi. Okát abban látja, hogy a szikrában keletkező ionok és elektrónok, melyek kezdetben egyenes vonalú pályán mozognak, a mágneses tér hatása alatt görbe vonalú pályát írnak le. Így az egyes részecskék ütközése a keréken már nem egyenlíti ki egymást, hanem a kereket forgásba hozza. Nemcsak a kerék, hanem tetszésszerű alakú, kis tömegű test is fölveszi az előbbi körülmények között az ionomágneses forgást. Az, hogy a fölfüggesztett lap, vagy korong milyen irányban kezd forogni, attól függ, vajjon a lap, vagy korong helyén a pozitív ionok, vagy a negatív elektrónok vannak-e túlsúlyban. Mikor a fölfüggesztett lap a szikrával egyenlő magasságban volt, forgásának iránya legtöbbszörre megegyezett az elektromágnesben keringő áraméval. A lap fölfelé mozgatásakor a forgás iránya az ellenkezőbe ment át. A szikra belsőjében tehát a pozitív ionok lökése az irányadó, nagyobb távolságban a negatív elektrónok hatása lesz túlnyomó. Az, hogy a szikrától milyen távolságban következik be ez az irányváltozás, a nyomás nagyságától függ. Kisebb nyomásnál magasabbra kell emelnünk a testet, ha ellenkező irányú forgást akarunk kapni. Ha a testet állandó magasságban hagyjuk és csak a nyomást változtatjuk, akkor is elérhetjük, hogy a test megfordul. A forgás sebessége, valamint az irányváltozás magassága a gáz anyagi minőségétől is függ. Hidrogénben például már alacsonyabb nyomásnál beállott, mint levegőben.

Már a kisülési sugarak vizsgálata arra az eredményre vezetett, hogy az elektródok közelében az ionok és elektrónok nagyobb számban keletkeznek, mint a szikra közepén. A pozitív ionokra nézve ez a különbség még nagyobb, mint az elektrónokra nézve. Ha tehát a fölfüggesztett testet ugyanazon magasságban a szikraköz felett eltoljuk, akkor is megfordulhat a forgás iránya, mert lehet, hogy az egyik helyen a pozitív ionok, míg ugyanakkor más helyen a negatív elektrónok vannak túlsúlyban. A megfigyelt forgások valóban ezen következtetés értelmében állottak be. Sőt előfordult olyan eset is, mikor az elektródoktól oldalt elhelyezett test ellenkező irányban forog, mint az elektródok felett levő. Még a mágneses tér erőssége is módosítja a forgás irányát. Mikor az áram erőssége az elektromágnesben lényegesen nagyobb lett, a forgás iránya megváltozott.

¹ Phys. Zeitschr., 13. köt., 1912, 873. lap.

Ahhoz, hogy az ionomágneses forgás bekövetkezzék, RIGHI értelmezése szerint csak ionok és elektrónok jelenléte és mágneses tér szükséges. Mikor a levegő ionizálását nem elektromos szikra, hanem pl. RÖNTGEN-sugarak végezték, vagy mikor ibolyántúli sugarak fémlapra estek és ebből katódsugárzás indult ki, akkor is beállt a mágneses tér hatása alatt az ionomágneses forgás, csak hogy sokkal kisebb, nehezebben észlelhető mértékben. Még a közönséges GEISSLER-csőekben felfüggesztett lap is mutatta e jelenséget.

Az elektromos szikra a levegőt kétségtelenül ionizálja. De ebből még nem következik, hogy a szikrából kiinduló kisülési sugarak, melyek egyenes irányban haladnak, ezekből az ionokból és elektrónokból állanak. THOMSON¹ felfogása e sugarak szerkezetére nézve nem is egyezik RIGHI-ével. Az elektrón kiszabadítására az atómból meghatározott munka szükséges. Ha az ionizálásra ennél még nagyobb munkát fordítunk, akkor az elektrónnak a kilépéskor még kezdősebessége is lesz. De a különvált két rész újból egyesülhet is. Ekkor az az energia, melyet az ionizálásra fordítottunk, felszabadul és sugárzás alakjában hagyja el az atómot. Így keletkeznek a kisülési sugarak. A GEISSLER-csőben a katódot mindig fényburok, az úgynevezett negatív fény veszi körül, mely az ionok és elektrónok újraegyesülése következtében áll elő. Ebből a rétegből valóban indulnak ki sugarak, melyek az ibolyántúli fénynyel rokon tulajdonságúak. THOMSON szerint ezek a kisülési sugarak, a melyek tehát ezen felfogás értelmében fénytermészetűek.

Mende Jenő.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

Megmagyarázhatatlan eltérések a Hold mozgásában. A csillagászok az égitestek mozgásait a NEWTON-féle nehézkedési törvény alapján magyarázzák és számítják. Ezeket a számításokat a megfigyelésekkel folyton összehasonlítják annak eldöntésére, hogy az elmélet és a megfigyelés teljesen összevág-e? A teljes megegyezést úgy lehet felfogni, mint a NEWTON-féle törvény igazolását.

Az első sorban tekintetbe jövő mozgások természetesen a Naprendszerben végbemenő helyzetváltozások. A legtöbb bolygóra és holdra az elmélet és a megfigyelés teljesen megegyezik az észlelési hibák határain belül. T. i. az elmélet, a

legfinomabb matematikai elemzés, megadja a bolygó helyét bármely tetszőleges időpillanatra, de nem föltétlen pontossággal, a mi lehetetlen, hanem bizonyos igen nagy megközelítéssel, melynek fokát az elméletből meg tudjuk állapítani. A legtökéletesebb megfigyelés is csak bizonyos megközelítéssel adja meg az észlelt égitest helyét, mert semmiféle műszer sem teljesen tökéletes, s mert maga a megfigyelő is ú. n. egyéni észlelési hibákat követ el, melyek mindenkinél mások és mások. De itt is meg tudjuk mondani mindenegyes esetben a hibák határait. A tapasztalat már most azt bizonyítja, hogy a bolygók elmélet-

¹ Phil. Mag., 23. köt., 1912, 449. lap.

adta és megfigyelt helyei a hibahatárokon belül összesnek. Tegyük fel pl., hogy Jupiter rektaszczenzióját és deklinációját ívmásodpercznyi pontossággal tudjuk az elmélet alapján kiszámítani s hogy ezt a két adatot ugyanilyen pontossággal meg is tudjuk figyelni. Akkor, ha az elmélet helyes, a kiszámított és a megfigyelt adatok között levő különbségnek nem szabad túlhaladnia az ívmásodperczet. Valójában az elmélet és a megfigyelés egyaránt az ívmásodpercznél sokkal nagyobb pontosságot enged meg.

Bár a NEWTON-féle törvény a Naprendszerben mutatkozó majdnem valamennyi bonyolult mozgást szinte tökéletesnek mondható pontossággal megadja, mégis vannak egyes mozgásjelenségek, melyeket eddig nem sikerült a NEWTON-féle törvény alapján megmagyarázni. A legfeltűnőbb ilyen jelenség a bolygóknál a Merkúr perihéliumának mozgása, mely a megfigyelés szerint évszázadonként $41''$ -czel nagyobb az elméleti értéknél.

A bolygók megfigyelése és mozgásuknak elmélete aránylag még egyszerű. De sokkal nehezebb a mi Holdunk megfigyelése, és hasonlíthatatlanul bonyolultabb mozgásának az elmélete. Az összehasonlítás a kettő között pedig azért nehéz, mert az elmélet a Hold tömegközéppontjának helyét adja meg, a melyet közvetlenül nem lehet megfigyelni. A Hold nagy koronghoz hasonló, mely a rajta levő hegyek miatt nem simaszélű, hanem egyenlőtlenül érdes s azonkívül ez az egyenlőség is folyton változik a Hold librációja következtében.

A Hold-mozgás elméletének felépítésén és tökéletesítésén NEWTON óta a legkitűnőbb csillagászok és matematikusok fáradoznak. EULER három elmélettel igyekezett a Hold mozgását megmagyarázni. CLAIRAUT, LAPLACE, PLANA, PONTÉCOULANT és több más kiváló tudós folyton tökéletesítették a számításokat. De mindezek az elméletek hiányosoknak bizonyultak. A Hold megfigyelt mozgása olyan erősen tért el a számított értéktől, hogy újabb és jobb elméletekre kellett gondolni.

A múlt század közepén HANSEN dolgozott ki nagyszabású elméletet és ez alapon táblákat, a melyeknek segítségével a Hold mozgását előre számították. Egészen a legújabb időkig ezeket a táblákat használták. Az összehasonlítás a megfigyelésekkel azt mutatta, hogy a HANSEN-féle táblák 1750 és 1850 között igen jól egyeztek a megfigyelésekkel, az eltérés legföljebb $1''-2''$ volt. 1850 után az eltérés mindjobban növekedett és 1889-ben már $20''$ -et ért el.

NEWCOMB fáradságos és óriási terjedelmű kutatások segítségével megállapította, hogy a HANSEN-féle táblák 1750 előtti időben is folyton erősebben eltérő értékeket adtak, melyek pl. 1625-ben már $50''$ -et tettek ki. NEWCOMB ezeket az eltéréseket tapasztalati képlet segítségével lehetőleg kicsinyre szorította.

HANSEN után DELAUNAY dolgozott ki Hold-elméletet egészen új és matematikailag kifogástalan alapon. Ezen elmélet alapján készült táblák nemrég jelentek meg, és a Connaissance des Temps legújabb adatait ezeknek a segítségével számítják.

A legújabb és legnagyobb szabású munka azonban BROWN E. W. amerikai csillagászé, ki a HILL G. W. adta alapokon építette fel a Hold mozgásának elméletét. A pontosság, a melyet BROWN elért, az ívmásodpercz századrésze. A BROWN-féle elméletnél elesik néhány ellenvetés, mely a DELAUNAY-féle elmélet ellen felhozható.

NEWCOMB-ot az elméleti kutatások ily nagyarányú haladása arra ösztökölte, hogy a Hold-megfigyeléseket és az elméletet újabb bírálatnak vesse alá. Alapul az 1630-1908, tehát majdnem három évszázadnyi megfigyelések szolgáltak. Vizsgálataiból az tűnik ki, hogy a Hold megfigyelt közepes hosszúsága a legpontosabban számított elméleti hosszúsághoz képest teljesen szabálytalan eltéréseket mutat, melyeket ő fluktuációknak nevez. Ezeket a fluktuációkat az elmélet semmiképpen sem tudja megmagyarázni.

A Hold-mozgásnak másik szabálytalansága, melyet már HALLEY fedezett fel, a Hold közepes mozgásának ú. n. évszáz-

zados gyorsulása. Azt, hogy ilyen gyorsulásnak lennie kell, az elmélet is mutatja. De míg a legpontosabb és leggondosabb elméleti kutatások alapján ez a gyorsulás BROWN szerint $6''$, addig a megfigyelés $12''$ -et szolgáltat. Bizonyos, hogy az eltérés nem az elmélet hiányosságában leli okát. Az évszázados gyorsulás elméleti értékét tizedívmásodpercze föltétlenül bizonyosan ismerjük. BROWN azt hiszi, hogy mind a két eltérés magyarázatát annak az erőnek a felfedezése fogja szolgáltatni, a melyik a fluktuációt idézi elő. Lehet, hogy a közel jövőben érdekes csillagászati fölfedezéssel lesz gazdagabb a tudomány, mely ismereteinket a Naprendszerben működő erőkről tetemesen bővíteni fogja s esetleg új világitásba helyezi.

Dr. Wodetzky József.

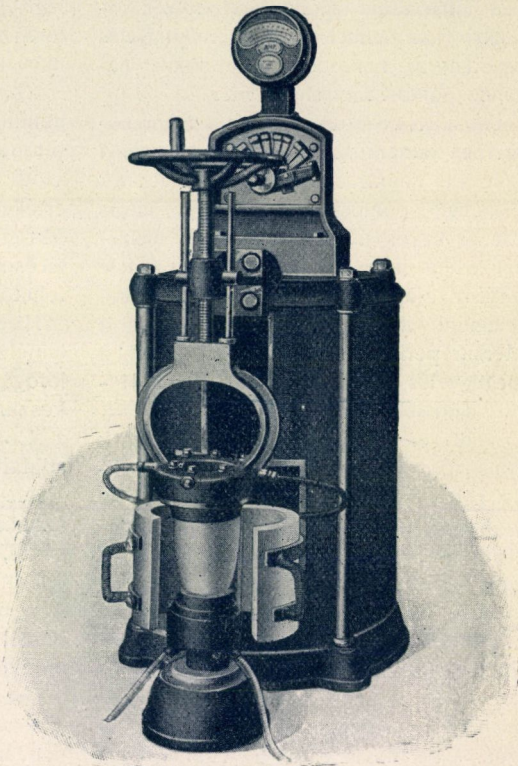
Helberger-féle elektromos olvasztókemencze. A HELBERGER-féle rendszerű kemenczéknek alábbi két alakját azért ismeretem, hogy azoknak, kiknek kis tömegek olvasztására akár kísérleti, akár ipari célokból szükségük van, segítségére lehessenek.

A HELBERGER-féle rendszerű kemenczék hevítő teste, az olvasztandó anyagot magába foglaló széntégely, néha tokos kemenczebetét, melyet szabályozható (lépcsős) transzformátorral átalakított, alacsony feszültségű s magas ampère-számú elektromos árammal hevítenek.

Miként az 1. képen látható, a tégely helyesen méretezett és jól hűthető áramvezetők közt foglal helyet. Az áramvezetők a transzformátor második tekercséhez vannak kapcsolva. A transzformátor első tekercse pedig kapcsoló szerkezettel a hálózatba iktatható. Látjuk a képen elől a szárítószerkezetet, mely a tégely és az áramvezetők közt a jó érintkezést biztosítja. A tégelyt kétfelé nyíló,

tűzálló anyagból készült védőköpeny veszi körül, mely a hősugárzás és hővezetés következtében beálló hőveszteséget lehetőleg alacsony értéken tartja. E védőköpeny arra is szolgál, hogy a tégely erős izzása szemünket ne izzassa.

Az itt használt lépcsős transzformátor megengedi azt, hogy tetszés szerinti árammenységet bocsássunk át a tégelyen s



1. kép.

így a tégelyt a kívánt hőfokra izzítsuk, vagy azt bizonyos hőfokon megtartsuk. A transzformátor első vezetékébe beiktatott ampère-mérő a felhasznált áramerősségről tájékoztat. A transzformátorok szerkezete olyan, hogy használat közben, bizonyos elemi föltételek betartásával, hiba nem eshetik. Azt talán fölösleges is megemlítenem, hogy a transzformátorokat csak váltakozó árammal vagy forgóáram egy fázisával lehet üzemben tartani. Ha egyenáramú hálózat áll rendelkezésünkre,

akkor az egyenáramot előbb mótordinamós átalakítóval váltakozóárammá kell alakítanunk. Ilyenkor a mótort egyenáram táplálja, a vele egy tengelyre kapcsolt dinamó pedig váltakozóáramot szolgáltat.

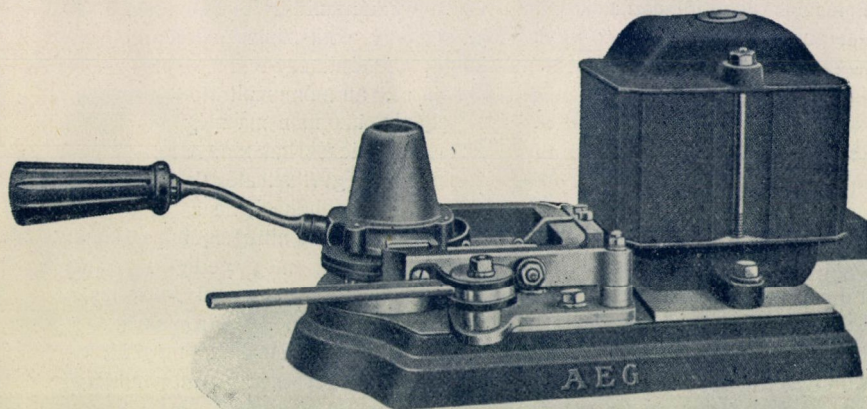
A kemence céljaira való szén- vagy grafittegelyeket, melyek mint ellenállástestek szerepelnek, olyképpen kell kikészíteni, hogy belső felületük rossz vezetővé váljon, mi fémek olvasztásánál nagyon fontos követelmény. E kikészítés az erősen izzó tégelybe oxigén, vagy levegő befúvatásával történik.

A kemence kezelése a következő: Az olvasztó edényt az áramvezetővel össze-

hogy a felső tartó, illetve áramvezető-szerkezet rendesen gyűrűalakú, a tégely tartalmát megfigyelhetjük, s az olvadást ellenőrizhetjük, hogy az olvadás elérése után kellő időben a kemenczét kikapcsolhassuk az áramkörből.

A kemenczével 3000 C⁰-ot is elérhetünk, de rendszerint legfeljebb 2000 C⁰-ig használjuk. Dolgozhatunk a tégelyben bármely gázáramban is. A bemutatott kemenceszerkezet áramfogyasztása 3—6 KW óra.

Figyelemreméltó az a kisebb teljesítményű kemence berendezés, a melyet újabban gyakran alkalmaznak s melynek



2. kép.

kötetésben álló, jól méretezett szénlap, illetve széngyűrű közé fogjuk be, azután a készüléken levő kézi kerék forgatásával feszesen leszorítjuk. Ekkor, ha látjuk, hogy a tégely és a szénelektrodok közt a jó áramvezetés biztosítva van, az ajtókat (a védőköpenyt) becsukjuk. Erős víz-hűtésről úgy gondoskodunk, hogy jól záró tömlők útján a vízvezeték vizét erős sugárban áthajtjuk a készülék hűtőszerkezetén. A transzformátor kapcsoló szerkezetét beállítjuk a kívánt árammennyiségre s a készüléket a főkapcsoló útján a hálózatba iktatjuk. A tégely néhány perc múlva lassan izzani kezd. Mint-

képét a 2. képen mutatjuk be. Ez különösen kis kísérleti laboratóriumok, fogorvosi munkák, aranyművesek és ötvösök céljaira alkalmas. A kemence csapokkal összekapcsolható transzformátorból s vele egy talpra szerelt hevítő szerkezetből áll. Kezelése nagyon egyszerű és alkalmas elektrod-szerkezettel tégely- és tokoskemenczeként tetszés szerint használható. A kis 1·5 kilowattóra fogyasztással dolgozó kemenczék öt különböző áramerősségre állíthatók be. Porcellánt, platinát kényelmesen dolgozhatunk fel e kis berendezés segítségével. Munka közben az anyag itt is megfigyelhető, bár-

mikor adagolható és a szorítószervezet meglazításával, a tégelyből kiönthető.

Perczel Aladár.

Ammóniumsulfát előállítás a kőszéngázban foglalt ammóniából és kénből. A világ kötött nitrogénszükséglete ez idő szerint évente kereken 800 000 tonna, s e rengeteg mennyiségből közel harmadrésznyit a gázgyárakban és kokszolókban termelt ammóniumsulfát alakjában fogyasztja a mezőgazdaság, mint műtrágyát. A gázgyártás egyik legrégebbi törekvése a melléktermékeknek mennél teljesebb kihasználása és értékesítése érdekében a gázban foglalt kénnek olyan fölhasználása volt, hogy a gáz ammónia-tartalmát közvetlenül kénsavas-ammóniummá lehessen megkötni. Manapság az ammónia megkötése céljából a gázgyárak meglehetősen drágán kénytelenek a kénsavat vásárolni, ugyanakkor pedig a gázból kivont jelentős mennyiségű kén veszendőbe megy. A megoldással sokan foglalkoztak, de a gyakorlatban hasznavehető eljárást nem sikerült kidolgozniok, csak legújabbán FELD WALTHER-nek, a ki e nagyjelentőségű ügyet sikeresen megoldotta. A feladat jelentősége eléggé kitűnik abból, hogy ez idő szerint például csupán Németországban évente körülbelül félmillió tonna 60 Bé-fokos kénsavat használnak föl a gázgyárak és kokszolók az ammónia megkötésére körülbelül 10 millió korona értékben. Még jelentősebb FELD eljárása, ha tekintetbe vesszük, hogy azokban a mezőgazda államokban, a melyeknek talaja nitrogénben egyre szegényebb lesz s a kénsav termelése a pirit szállítási nehézségei következtében igen drága volna, az ammónia megkötéséhez szükséges kénsav helyben, a gázgyárakban előállítható.

Az eljárás kétségkívül igen érdekes és nagy jövője van, jóllehet éppen a legújabb időkben merültek föl olyan törekvések, a melyek az ammóniumsulfát helyett ammóniumnitrát termelését tűzték ki célul. Egyes kutatók szerint ugyanis az ammóniumsulfáttal a talajba jutó kénsavnak nincs trágyázó hatása s voltaképp-

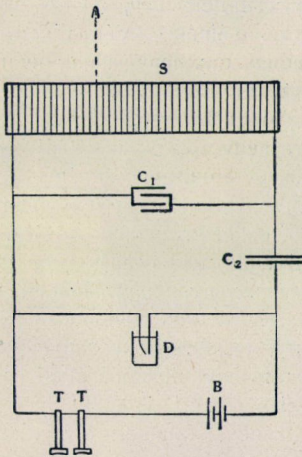
pen semmi jelentősége sincsen, szerepe mindössze az, hogy az ammóniát megkösse. Mint ilyen kötőanyag azonban drága, s ezért sokkal célszerűbb volna kénsavas ammónium helyett salétromsavas ammóniummal trágyázni a termőföldet, a mi azért is előnyösebbnek mutatkozik, mert nitrogéntartalma 36%, míg az ammóniumsulfáté csak feleannyi. A feladat illetően megoldásának azonban ma még elháríthatatlan akadálya a salétromsav nagy ára. Mindaddig, a míg a salétromsav előállítása oly költséges lesz, mint ma, felhasználása erre a célra kivihetetlennek látszik. Norvégiában (Odda mellett) egy kalciumcziánamid-gyár ugyan kísérletezik azzal, hogy a kalciumcziánamidból előállított ammónia egy részét salétromsavvá átalakítva, ammóniumnitrátot termeljen; az eljárás azonban ma még nem jutott túl a kísérletezés határán. A földat gyakorlatilag megvalósíthatónak csak abban az esetben mondható, ha a salétromsav termelése a levegő nitrogénjéből közvetlenül történék, még pedig a mainál sokkalta kedvezőbb termelő föltételekkel s ha az így előállított salétromsavat szintézissel termelt ammónia megkötésére használnák föl és ezen az úton állítanák elő az ammóniumnitrátot. Ma még a földat messze van ettől a megoldástól, azért egyelőre a FELD-féle eljárás a teljes figyelmet megérdemli, mert a gázban foglalt kénnek közvetlen értékesítését lehetővé teszi.

Az eljárás lényege az, hogy a kőszéngázt ammóniumpolitionát-oldattal mossák. A gázban foglalt kén ekkor a politionátra redukálólag hat s ugyanakkor a gázban foglalt minden molekula ammóniából és kénhidrogénből, továbbá egy molekula ammóniumpolitionátból két molekula ammóniumsulfát keletkezik s ugyanakkor kén válik le. Ha ezt a kén-t a tiosulfát-oldatból szűrővel eltávolítva, a levegőn elégetjük, kénessavat kapunk, a melylyel a keletkezett tiosulfátot ismét az eredeti politionáttá alakíthatjuk vissza. Mikor az oldat ammóniumpolitionáttartalma a körfolyamat során jelentősen meggyarapodott,

akkor a mosófolyadék hevítésével elbontjuk. Ekkor ammóniumsulfát, kén és kénessav keletkezik, melyek közül a két utóbbit visszaviszszük az üzembe és az ammóniumsulfátot az oldat befőzésével termeljük ki. Minthogy a kőszénágazban rendszerint több kén van, mint amennyi a benne lévő ammóniának megfelelne, máshonnan szerzett kénre egyáltalán nincs szükség. Ezt az igen érdekes eljárást a gyakorlatban először a sterkradei (Weszfália) kokszolóban nemrégiben külön ebből a célból épült nagyszabású telepen próbálták ki a legjobb sikerrel.

Halmi Gyula.

A drótnélküli tefegráfia jeleinek átvétele antenna nélkül. A mozgó állomások felszerelésében legtöbb nehézséget



1. kép.

az antenna felállítása szokott okozni. Ha azonban a jeladó állomás iránya ismeretes, akkor kisebb távolságban az átvételnél az antennát egészen nélkülözni is lehet. Üveg- vagy papiroscsőre körülbelül 60 m drótot kell tekercselni és a csövet úgy beállítani, hogy a drót egyik csavarmentének síkja a jeladó állomáson menjen keresztül. Ennek az irányított tekercsnek (szolenoid) jelentősége az elektromos hullámok felfogásában már régebben is-

meretes. Mint DOSNE¹ hosszas kísérletezéssel megállapította, az ilyen egyszerű átvételnél még több más körülményre is figyelni kell. Legjobb eredményt 50 cm hosszú és 5 cm átmérőjű csővel ért el. A vékonyabb csövek mindig jobb eredményre vezettek, mint a vastagabbak. Detektor gyanánt elektrolites detektort használt.² Másféle detektor nem vált be.

A telefon vezetéke nagy ellenállású legyen, körülbelül 4000 ohm-nyi. Kis ellenállású telefontól egyáltalában nem sikerült jeleket átvenni. DOSNE két telefont kapcsolt egymás után. Czélszerűnek bizonyult, hogy a tekercsrel párvonalasan változtatható sűrítő legyen a vezetékben, az áramkör más helyén pedig állandó lemezes sűrítő. Az egyes részek kapcsolását rajzunk mutatja. *S* a csőalakú dróttekercs, *D* az elektrolitikus detektor, *TT* az egymás után kapcsolt két telefon, *C*₁ a változtatható, *C*₂ pedig az állandó sűrítő, *B* az áramforrás, mely száraz elemekből álló telep is lehet. A jeladó állomás a szakgatott vonal irányába esik. *M. J.*

Új anyagok a ködfoltokban. FABRY és BUISSON³ 1911-ben olyan módszert dolgoztak ki, a mely főleg az egyszerűbb fényösszetételű ködfoltok vizsgálatára alkalmas. Módszerük a fényinterferencián alapszik. Ez a jelenség akkor keletkezik, ha közös eredetű fénysugarak találkoznak. Az ilyen fénysugarak a találkozás helyén világos vagy sötét sávot keltenek, azaz erősítik vagy gyengítik egymást a szerint, a mint a találkozásig megtett útjuk között a különbség a hullámhossz felének páros, vagy páratlan többszöröse. FABRY és BUISSON interferencia-készüléke néhány mm vastag levegőréteg, melyet két, gyengén ezüstözött párvonalas síkfelület határol. A rétegen közvetlenül áthaladó fény és az ezüstlapokon visszaverődő fény további útjukban találkoznak, tehát világos

¹ La Nature, 1914, 2122. füzet, 142. lap.

² Természettudományi Közlöny, idei évfolyam, 174. lap.

³ Comptes Rendus, 1911, 152. kötet, 995. lap.

és sötét sávokat keltenek. A módszer alkalmazhatóságáról a marseillesi csillagvizsgálóban meggyőződtek. A meridiánkör 26 cm-es átmérőjű tárgylencséjével a ködfolt valós képét állították elő. A szemlencse elé helyezték az interferencia-készüléket, és pedig úgy, hogy a sávok képe a ködfolt képével együtt keletkezzen. A kép vagy fotografus-lemezre esik, vagy a szemlencsén át látható.

A megfigyeléseket BOURGET-val, a csillagvizsgáló igazgatójával, közösen végezték.¹ Eredményeik sok tekintetben igen érdekesek. Találtak ugyanis olyan színképvonalakat, a melyeket semmiféle eddig ismert anyagnak nem lehet tulajdonítani. Ilyen az az ibolyántúli igen erős vonal, melynek hullámhossza $372.6 \mu\mu^2$ és az $500.6 \mu\mu$ hullámhosszú zöld vonal. Sőt tovább is mentek. Meghatározták annak az anyagnak atómsúlyát, melyhez ezek a vonalak tartoznak. Ha az interferencia-készülék levegőrétege vastagabb lesz, akkor a sávok egyre gyengülnek, míg végül eltűnnek. Ebből a vastagságból elméleti úton az atómsúlyra lehet következtetni.³

Ha a lemez vastagsága a sávok eltűnésénél X és a hullámhossz λ , akkor a levegőrétegre eső hullámok száma: $N = X \cdot \lambda$. BUISSON és FABRY egyenlete:

$$N = 1.22 \times 10^6 \sqrt{\frac{m}{T}},$$

a hol m a sugárzó anyag atómsúlya, T pedig abszolút hőmérséklete. Ha ezt az egyenletet a hidrogén egyik vonalára alkalmazzuk, akkor $m = 1$, tehát a ködfolt hőmérséklete meghatározható. Ennek ismerete után viszont m marad egyedüli ismeretlennek, melynek értékét az egyenletből kiszámíthatjuk.

Az ibolyántúli vonalat olyan anyag kelti, melynek atómsúlya 3, míg a zöld vonal eddig ismeretlen forrásának atómsúlya 2.

¹ U. o., 1914, 158. kötet, 1017. lap.

² $1 \mu\mu$ (millimikron) a milliméter milliomodrésze.

³ BUISSON és FABRY, Largeur des raies spectrales; Journal de physique, 1912, V. sorozat, 2. kötet, 442. lap.

RYDBERG a periodusos rendszer vizsgálatánál már régebben arra a föltevésre jutott, hogy ilyen atómsúlyú anyagoknak kell lenniök. NICHOLSON¹ a ködfoltok elméletéből következtette, hogy ezeken az égi testeken vannak ilyen anyagok. Sőt még egy másik anyagot is feltételezett, melynek atómsúlya 1.31, de ezt még nem sikerült megtalálni. Az elmúlt évben ismerttettem THOMSON-nak azt az eredményét,² hogy a csősugarakban szintén talált olyan anyagot, melynek atómsúlya 3. Ez az X_3 nevű gáz molekulája THOMSON véleménye szerint három hidrogén-atomból áll.

Mende Jenő.

A planktonepibiontok. Ezt a nevet legújabbán DR. SCHRÖDER BRUNO adta azoknak az élőlényeknek, melyek az édesvizek és a tengerek planktonját alkotó más élőlényeken, állatokon, vagy növényeken élnek.³ Már régen megfigyelték ugyanis, hogy vannak olyan, leginkább a szervezetségnek igen alacsony fokán álló élőlények, melyek szintén alacsonyrendű, vagy náluknál sokkal magasabb fejlettségű élőlények testföliületének valamely helyén megtapadnak s ezekkel czipeltetik tovább magukat. Némely növény más fajba tartozó növényeken, vagy némely állat más, tőle minden tekintetben különböző állatok testén rögzítve él. Azonban nemcsak növényi és növényi, továbbá állati és állati szervezetek között fejlődik ilyen kapcsolat, hanem találunk olyan növényi szervezeteket, melyek a planktonhoz tartozó állatok testföliületén élnek — és viszont.

Az olyan élőlényeket, melyek a vízben lebegő, tehát a planktonhoz tartozó más élő szervezetek testének föliületére tapadva élnek, eddig különböző nevekkal

¹ Comptes Rendus, 1914, 158. kötet, 1322. lap.

² Természettudományi Közölny, 1913, 45. kötet, 289. lap.

³ DR. BRUNO SCHRÖDER, Über Plankton-epibionten (Biolog. Centralblatt, XXXIV. köt., 1914, 328—338 lap.)

jelölték. WESENBERG-LUND „*passzív-pelagikus szervezetek*“-nek, mások „*ektoparaziták*“-nak, vagy „*epiplankton*“-nak nevezték. Azonban egyik elnevezés sem helyes és találó. WESENBERG-LUND elnevezése nem eléggé fűdi a fogalmat azért, mert ilyen életmódot folytató élőlények az édesvizekben is találhatóak, a mit a „pelagikus“ szó természetesen kizár. Helytelen őket „ektoparaziták“-nak is mondani, mert csupán elenyészően csekély részük valódi élősködő. Végül nem találó az eddig használt „epiplankton“ szó sem, mert ez azt jelenti, hogy plankton van a planktonon, holott a szóban forgó élőlények csakis a plankton élővilágát alkotó egyedek *testének fölületén* megtapadva élnek. Ezért igen hasznos lesz SCHRÖDER-nek új, találó elnevezését („*planktonepibiontok*“) az irodalomban meghonosítani.

A planktonepibiontokkal ellentétben azokat az élőlényeket, melyek a *planktonhoz tartozó más élőlények testén belül*, ezeknek sejtjeiben, vagy a gyakran szintén sejtes állománynak fölfogható kocsonyás külső burkában élnek, SCHRÖDER elnevezésével helyes lesz „*planktonendobiontok*“-nak mondanunk.

E rövid közlemény megírására engem egyrészt egy idevágó saját észleletem, másrészt egy növényfajnak az epibiontikus életviszonyból származó oly nagyfokú átalakulása vezetett, mely az illető fajnak új néven közzétett leírását eredményezte.

A planktonepibiontok között ugyanis igen érdekes életmódot folytat pl. egy ázalékállatka (*Infusorium*), mely egy alsóbbrendű növényen, a *Chaetoceras tetrastrichon* CLEVE nevű *Bacillariacea*-n él. Az ázalékállatka (*Tintinnus inquilinus* O. F. MÜLLER) a csak 3 sejtből fölépített növényen, melynek 12 hátrafelé irányuló szarvalakú nyújtványa van, ennek hosszanti tengelye körül forogva, úszkál körül, majd jobbra, majd balra, azután előre, vagy hátrafelé haladva. Ha ez az állat fiatal *Chaetoceras*-ra kerül, akkor folytonos mozgásával, nyugtalan forgolódásával azt a sajátságos változást okozza

a növényke kifejlődésében, hogy szarvalakú nyújtványai nem mind egyforma irányban (t. i. hátrafelé) és nem egyenlő hosszúságúra nőnek meg. Ilyen módon olyan *Chaetoceras* fejlődött ki, melyet más néven, külön faj gyanánt irtak le. PAVILLARD ugyanis ezt a növényt *Chaetoceras Dadayi* névvel jelölte. SCHRÖDER azt a véleményét fejezi ki, hogy ez utóbbi faj valószínűleg azonos az előbbivel, csupán növekedése közben szenvedett változást annak következtében, hogy a fiatal, kifejtetlen korában reáköltözött *Tintinnus* rendes fejlődését megakadályozta. Ezt azonban, mint kétségtelen bizonyosságú tény, minthogy még nem volt kellő számú vizsgálata, nem mondotta ki. Az azonban, a ki a centrifugálásnak nagy hatását a fejlődés megváltoztatásában ismeri, SCHRÖDER véleményében eleve nem fog sokat kételkedni.

Példaképpen csak azt hozom még föl, hogy a planktonepibiontok közül, melyekből eddigi ismereteink alapján SCHRÖDER 93 fajt sorol föl, legtöbb az ostoros és csillós ázalékállatok (*Flagellata* és *Infusoria*) sorából kerül ki. Vannak közöttük olyan fajok, melyek csak egy plankton állapot választanak ki maguknak; mások ellenben sokkal kevésbé válogatósak: megtapadnak úgy a planktonhoz tartozó, mint a vizek fenekén élő szervezeteken. A planktonepibiontok által kiválasztott gazdaállatok legnagyobb számát pedig főleg az alsóbbrendű *lebegő rákok* körében találjuk, így pl. az Evezőslábú (*Copepoda*) és Ágascsapú rákok (*Cladocera*) körében.

Talán nem lesz érdektelen itt megjegyezni, hogy bizonyára a planktonepibiontok körébe kell soroznunk a *Brachionus rubens* nevű *kerekesférget* is, mely szintén *alsóbbrendű rákok*, (főleg *Cladocera*) testének fölületéhez tapadva él. Ez az apró kerekesféregfaj gyakran olyan nagy mennyiségben száll meg egy-egy vízi bolhát (*Daphnia*), hogy ez még mozogni is állat tud tőlük. Én többször 40--60 *Brachionus*-t is megfigyeltem egy-egy nagyobb vízi bolhán, a melynek állandó,

erős csapásokkal kellett küzdenie az alámerülés ellen.

Azt, hogy ennek az együttélésnek mi csoda célja, haszna, avagy kára van, ma még nem tudjuk; csupán egyes esetekre nézve mondhatjuk, hogy az talán *synoikosis*, melyből mindkét félnek haszna van, vagy *asztaltársaság* (*commensalismus*), melyben csupán a táplálék közös, stb. Az utóbb említett példában a kerekeseféreg és a vízi bolha között pl. *synoikosis* lehet fölvennünk, mert a vízi bolha a kerekeseférgyet újabb vizekre czipeli, hol ennek esetleg több táplálék állhat rendelkezésére, míg a kerekeseféreg kerékszervével tetemes erősségű örvényt okoz, a melyből több táplálékot meríthet a gazdaállat is. Mindenesetre, SCHRÖDER szerint, az együttélésnek ez a módja mindkét élőlényre kedvező lehet, nevezetesen, mert az anyagcsere származékai így könnyebben kicserélhetők és a faj könnyebben elterjedhet stb. *Varga Lajos.*

A festékszemecskék áramlása a festéksejtekben. A gerinczes és gerincztelen állatok bőrében nagyon gyakoriak a sokszorosan elágazó, nyulványos sejtek, ú. n. festéksejtek (chromatophora), melyek különböző színű festékszemecskékkel vannak megtelve. Az eddigi magyarázatok szerint ezek a festéksejtek különböző ingerek hatására alakjukat és nyulványikat améba módjára változtatják s ebben rejlik a színváltás oka. BALLOWITZ E. legújabb vizsgálatait¹ szerint a festéksejtek állandó alakú sejtek. Nyulványaik állandó képződmények s látszólagos eltűnésük és gazdag elágazódásuk onnan ered, hogy a protoplazmájukban levő festékszemecskék külső ingerek irányította áramlásban vannak. Neki különböző halak, főleg a gébfélék (*Gobius minutus* L. és *Gobius pictus* MALM.) agyburkain levő festéksejtekben sikerült ezt az áramlást mikroszkóppal megfigyelni, sőt kinematográfiai fölvételekkel is igazolni. *Dr. Gorka Sándor.*

A petefészek kivonatának hatása. SSOLOWJEW F. a petefészek szövetéből és

¹ Pflüger's Archiv f. ges. Physiologie, 157. köt., 1914, 165—210. lap.

a petefészeknek ú. n. sárga testéből (*corpus luteum*) vizes kivonatot készített és azt különböző állatok bőre alá fecskendezte. A kísérleti állatokra még a hosszabb ideig többször megismélt befecskendezés sem bizonyult mérgesnek, kivéve a terhes és a szoptató állatokat, melyek a befecskendezés után csakhamar elpusztultak.¹ A befecskendezett petefészek- és sárga test-kivonat első sorban a tejelválasztó mirigyekre hatott és a tejelválasztást jelentékenyen fokozta. A petefészekből készített kivonat azoknál az állatoknál, a melyek még nem szültek, az emlők megnagyobbodását eredményezte, azoknál az állatoknál pedig, a melyek már szültek, a petefészek-kivonat befecskendezésének hatására fecstej (*colostrum*) elválasztása indult meg. A sárga testből készített tiszta kivonat befecskendezése után sohasem észlelt SSOLOWJEW hasonló hatásokat, úgy hogy ezek nyilván csupán a petefészekben levő anyagok eredményei. *Dr. Gorka Sándor.*

A talajt érő nagyobb meleg hatása a növények fejlődésére. Régóta ismeretes, hogy az olyan talajokban, melyeket a növények magjának elvetése előtt nagyobb meleg ért, másképpen fejlődnek a növények, mint a rendes talajokban. A kísérleteknél a különböző szerzők különböző eredményekhez jutottak, ezért WILSON G.W. a newyorki növénykertben rendszeres kísérletekkel² igyekezett tisztázni az ügyet. Kísérletei szerint azokban a talajokban, a melyeket hosszabb ideig legfeljebb 95 C⁰-ig melegített fel, a növények általában gyorsabban és bujábban fejlődtek. Különösen feltűnő volt a hatás a búzára. A 135 C⁰-nál nagyobb hőfokra hevített talajokban a növények sokkal lassabban és satnyábban fejlődtek. Érdekes az is, hogy az előzetesen kihevített talajokban fejlődő növények kevésbé tudtak a parazitáknak ellentállani. *Dr. Gorka Sándor.*

¹ Vracsebnaja Gaz., 1913. évf., 46. szám, 1685. lap.

² Studies on plant growth in heated soil; Biochem. Bull., III. köt., 1914. évf., 10. füzet, 202—209. lap.

Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

PÓTFÜZETEK
A
**TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLÖNYHÖZ.**
ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 2 K. ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettud. Közlönyvel együtt, 12 K.

XLVI. KÖTETHEZ.

1914. AUGUSZTUS—NOVEMBER 3—4. (CXV—CXVI.) PÓTFÜZET.

A mai meteorológia megalapozása.¹

I.

„Vidékünkön bámulatos csoda történt“, irta MARAIS N., Franciaországnak egy érdemes, ha mindjárt nem is nagyhirű polgára L'Aigle-ben volt otthonából 1803. május 3.-án. E „csoda“ fényes nappal megjelenő tüzes golyó volt — „talán lidérczfény“, írja a naiv krónikás, — mely „a mezők fölött lebegve“, nagy sokaság szemeláttára hangos puffanással robbant szét s több mértföldnyi területen ezer meg ezer kődarabot szórt szerte.

Soha sem eshetett volna meg e „csoda“ alkalmasabb időben. A tudósvilág ugyanis már évek óta vitakozott azon, hogy vajjon az ilyenfajta, tiszta égből lecsapó villám, mely igazi „mennyköveket“ szór szerte, valóság-e, avagy a képzelet szüleménye csupán? Számos ilyen tüneeményről kelt hír szárnyra. Nem egy oltáron volt „szent ereklye“ gyanánt egy-egy ilyen „mennykő“, s a ki annak hiteles voltában kételkedni merészkedett, arra ugyan hamarosan kimondták az ítéletet, hogy „gonosz, hitetlen szíve vagyon“. A tudós kételkedést azonban mindez nem törte meg s a 18. század végén a francia Akadémia nem volt hajlandó elismerni, hogy a földre ilyen kövek kerülnek „villámlás“ útján, — más csodás értelmezésekről nem is szólva.

1802-ben azonban HOWARD EDWARD a Royal Society előtt egy értekezést olvasott föl, melyben az eddigi adatok bírálata kapcsán azt a meggyőződését fejezte ki, hogy az égből lehulló kövek, melyeket hulltokban néha, vagy talán mindig is, villámlás kísér, valóban megtörténő jelenségek, habár magyarázatukat adni lehetetlen. Mihelyt a l'aigle-i kőesőnek híre ment, a francia Akadémia a dolog vizsgálata céljából azonnal a helyszínre küldte képviselőjét, BIOT JEAN BAPTISTE kiváló fiatal fizikust, hogy a vitás kérdést végre-valahára elintézhessék. A vizsgálat minden tekintetben eredménnyel járt, s BIOT jelentése alapján az

¹ WILLIAMS HENRY SHALER ithakai egyetemi tanárnak összefoglaló közleménye „History of 19 Century Science“ cz. művében, melyet engedélye alapján KISS VIKTOR MANÓ tanár, Amerikába szakadt hazánkfia, fordított magyarra.



érczemű „mennykő“ (aerolit, vagy meteorit) a hagyomány és találgatás homályából a tudományos valóságok világába került.

De ki magyarázza meg a különös jelenséget? Spekulációknak nem volt híja. Egy ilyen elmélet szerint a kő nem esett le valósággal, hanem a villám formálta azt földből; e nézet azonban csakhamar letűnt. A kémikusok afelé a nézet felé hajlottak, hogy az aerolitek a felsőbb levegőrétegekben lebegő elemek egyesülése útján keletkeznek. A geológusok ellenben mindenáron földi eredetet tulajdonítottak e „mennyköveknek“, azt mondván, hogy vulkánok repítették szerte őket. A csillagászok, így **OLBERS** és **LAPLACE**, e nézetet oda módosították, hogy e kövek vulkáni eredetűek ugyan, de nem földi, hanem holdbeli tűzhányók lövedékei.

Ama kor egyik gondolkodója még merészebb elmélettel állott elő, azt erősítvén, hogy a meteorok se nem földi, se nem holdbeli eredetűek, se a Napból nem származnak, mint azt a régi görögök közül sokan hitték, hanem a világűr mélységeiből hozzánk tévedt vándorok. E merész vélemény amaz idők egyik nem kis híré férfiától, a kiváló német fizikustól: **CHLADNI ERNST F. F.**-től eredt. Már 1794-ben állítgatta a légi kövek világűrbeli eredetéről szóló nézetét, holott akkor még a tudósok többsége egyszerűen kétségbevonta az ilyenfajta kövek létét is. Sőt továbbmenve azt a hitét nyilvánította, hogy e hulló kövek eredetre és anyagra nézve azonosak a felső légkörök ama fénylő meteorjaival, melyek hulló csillagok néven mindenfelé ismeretesek. Szerinte a tündöklő meteorok mindegyike egy-egy darab égő világanyag, mely Földünk légkörébe jut. Ezek vándorló világanyagdarabok, vagy szétmállott világok töredékei, vagy mint azt **CHLADNI** valószínűbbnek gondolta, csupán összetömörült világanyag halmazai.

Ez a maga nemében páratlan magyarázat csak langyos fogadtatásban részesült. Ama kor csillagászai ezt az elméletet alig vették tekintetbe a nem-tudományos világ meg éppen mint „istentelen és eretnek“ nézetet szent borzalommal utasította vissza, hiszen elfogadásával azt is be kellene ismerni, hogy a világegyetem nem tökéletes gépezet.

Nemsokára azonban **BRANDES**-nek és **BENZENBERG**-nek ama megfigyelései, hogy a hullócsillagok másodpercenként 15–90 mérföld sebességgel repülnek, e vitás kérdésre is némi fényt vetettek. E megfigyelések ugyanis megdöntötték a holdbeli eredet elméletét, mert lehetetlen, hogy egy föltett holdbeli vulkán lövedékeinek oly kezdeti sebességet adhatna, hogy a kidobott test Földünkre akkora gyorsasággal érkezhetnék. Sőt mi több, egyre általánosabb elismerésre talált az a nézet, hogy a Holdon működő tűzhányók nincsenek. Ez és egyéb körülmények a meteoritek holdbeli eredetéről szóló elméletet végre is megbuktatták.

Az aerolitek földi eredetéről szóló elmélet azonban nem mult ki ilyen könnyedén. Az akkori nemzedék az elektromos tűnemények iránt egyetemes és határtalan érdeklődést tanúsított s erősen hajlandó volt arra, hogy minden homályos jelenséget az elektromosság rovására írjon. Ez esetben is a villámlás és az aerolit fénye közt levő meglepő hasonlóság az elektromos eredetről szóló nézetnek némi valószínűséget kölcsönzött. FORSTER THOMAS, a híres meteorológus, 1823-ban megjelent könyvében még mindig azt hirdette, hogy az aerolitok Földünk légkörében keletkeznek. Sőt mondható, hogy ez időtájt az általános nézet a különböző földi eredetet hirdető elméletek között oszlott meg, míg a kozmikus eredetnek alig volt híve.

1833-ban olyas-valami történt, a mi végre is az ügy végleges megoldásához vezetett. Amaz év novemberében ugyanis bőséges meteoreső hullott, s a Yale-egyetem tanára, OLMSTED DENISON e csillaghullás megfigyelése közben azt a sajátságos körülményt észlelte, hogy a csillagzárpor mindenegyes meteorja az égnek ugyanazon távolpontjából özönlött felénk, s hogy a központ a csillagokkal együtt helyét változtatta, tehát semmiképpen sem lehet Földünkhöz tartozó. A csillagászok azonnal belátták e megfigyelés nagy fontosságát, mert hiszen így a hullócsillagok világűrbeli eredete minden kétségen kívül állott. Igaz, hogy néhány maradi meteorológus még több évtizeden át harczolt a földi eredet mellett; de hát a haladásnak mindig voltak és lesznek is kerékkötői. Azonban e hitetlen Tamások is hallgatásra kényszerültek, midőn 1866-ban a hullócsillageső — OLBERS és NEWTON jóslatának megfelelően — ismét megújult, és pedig az ég ugyanazon pontjáról áramolva ki, mint 1833-ban.

Azóta a spektroszkóp is a meteorok és hullócsillagok azonos voltát igazolta, sőt mi több, a légköri meteorokat olyan távol világűrbeli lakosokkal hozta rokonságba, mint az üstökösök és a csillagködök. CHLADNI 1794-ben hangoztatott merész elmélete tehát valónak bizonyult, s a bolygókról levált kozmikus anyagdaraboknak számáról kiderült, — mely nézetért CHLADNI-t istentelennek kiáltották ki — hogy az ismert kozmikus testek számát sok billiószor fölülhaladja.

A hulló kövek „csodája“ tehát, melytől a tudományos kételkedés a „hitelenség gonosz szívével“ fordult el, oly közönséges természeti tűneménynek bizonyult, mely légkörünkben naponta több milliószor ismétlődik.

II.

Ha ezekben régi jó időkben már a „tüzes golyók“-ra is, mint csodás és vészjósoló holmikra, áhitattal néztek, vajjon mi volt véleményük a sokkal festőibb és nagyobbyszerű természeti jelenségről, az *északi fényről*?

A *Makkabeusok* könyvében olvassuk: „Az egész városban majdnem 40 napig a levegőben vágató lovasok voltak láthatók, arany ruhákban, lándzsákkal, akár csak egy sereg katona; és lovasok seregei csatarendben rohanván egymás ellen, pajzsok és dárdák sokaságát rázván, kardokat vonván, nyilakat vetvén s ragyogtatván az arany szerszámokat és öltönyöket“. Szörnyű jel valóban, s az aurora borealis aligha volt kevésbé rettenetes jelenség a következő nemzedékek előtt egészen a 18. század derekáig, miként azt az 1716-ban Angolországban megfigyelt s HALLEY leírása nyomán oly hirre vergődött ragyogó északi fény által okozott lázas izgatottság bizonyította. Mióta azonban FRANKLIN 1752-ben a villám dicsőségének véget vetett, minden feltűnő légi jelenség, vagyis a meteor és az északi fény is csak természeti tűneményszámba ment.

FRANKLIN az északi fényt — mely a 18. században meglehetősen gyakran, a 17.-ben azonban állítólag csak egyszer volt látható — úgy magyarázta, hogy az a sarki hó felületén fölgülemlett elektromosságnak kisülése a magasabb levegőrétegeken át a sarkoktól az egyenlítő felé. DARWIN ERASMUS úgy vélekedett, hogy e fény ama hidrogén égése útján jön létre, mely sok tudós szerint a felső gázkört alkotja. DALTON, ki először mérte meg az északi fény magasságát s ezt körülbelül 100 mértföldre becsülte, annak a nézetnek hódolt, hogy e tűnemény a mágnességnek a levegőben levő vastartalmú részecskékre gyakorolt hatásából ered; a 19. század elején e magyarázat volt talán a legnépszerűbb.

Azóta a megfigyelők egész serege tanulmányozta az északi fényt, de az a tudós magyarázók kezéből mindig kisiklott, s valódi természete és mivolta ma éppen olyan kevésbé ismert, mint volt száz évvel ezelőtt. Természetes, hogy az elméleteknek se szeri, se száma. BIOT, ki az északi fényt 1817-ben a *Shetland*-szigetekről tanulmányozta, azt annak az elektromos vastartalmú pornak tulajdonította, a mely szerinte az izlandi tűzhányókból száll föl. Vastartalmú port, mely valószínűleg vulkáni eredetű, csakugyan találtak a sarki havon és a hegyóriások örök haván; de az a kérdés, vajjon ez a por idézi-e elő az északi fényt, továbbra is nyílt maradt.

Más elméletek szerint az északi fény a felhőkön, vagy a felső levegőrétegekben levő jégtükön felgülemlett elektromosság szüleménye. Ismét mások azt hitték, hogy azt egyszerűen a ritkult levegőn át haladó elektromosság létesíti. HUMBOLDT a kérdés megoldását abban a jelenségben kereste, a melyet 1831-ben FARADAY figyelt meg, hogy t. i. mágnesség fénytűneményeket idézhet elő.

Ma a legnépszerűbb elmélet talán az, mely az északi fényt annak az elektromos áramnak tulajdonítja, mely az egyenlítő körül fejlődik, a légűr felső részén keresztül a Föld sarkai felé halad és ott a földbe

hatol: ez nem egyéb, mint a FRANKLIN föltételezte elektromos áram megfordítottja.

Tekintve, hogy az északi fény a léghíjas téren át haladó elektromosság létesítette fényjelenséggel megegyezik, némileg támogatást talál az a régóta hangoztatott vélemény, hogy az északi fény elektromos eredetű; mindazonáltal a kérdés további megvilágításra szorul. Mert ime ez egyszer a spektroszkóp is tehetetlennek bizonyult, mert az északi fény színe semmiféle ismert anyag színeivel sem egyezik meg. Igaz ugyan, hogy az állatövi fény hasonló színeképet létesít; ez az ismeret azonban nem sokat használ, mert bár némely csillagász azt állítja is, hogy az állatövi fényt a Nap körül rajzó meteorok okozzák, az állatövi fény éppen olyan rejtély, mint maga az északi fény. Bármilyen legyen az északi fény, annyi már régóta ismeretes, hogy megjelenése a Föld mágnességével szoros kapcsolatban áll. Mihelyest egy-egy ragyogó északi fény tűnik föl, bizonyosak lehetünk, hogy Földünket egy úgynevezett mágneses vihar fogja meglátogatni, melyet HUMBOLDT nevezett el így s mely annyiban érzékelhető, hogy a mágnesű ingadozik és az elektromos vezetékben zavarok állanak be. Sajátságos, hogy ilyen mágneses viharok a Nap foltjaival is némileg kapcsolatosak, s bár ez a tény kétségbevonhatatlan, eddig okát adni még senkinek sem sikerült. Úgy látszik, hogy a napfoltok az északi fényvel is hasonló viszonyban állanak és e tünetnyel 11 évenként ugyanazokban az időszakokban, hol gyakrabban, hol meg ritkábban megfigyelhetők.

Egy teljes századdal ezelőtt gyanította HERSHEY, hogy a napfoltok számában beálló változásoknak a földi időjárásra közvetlen hatásuk van, s hogy ezt bizonyítsa, a gabonaárakból az időjárás minőségére következtetett vissza, s ugyanakkor a napfoltokat is gondos megfigyelés tárgyává tette. Ez irányban végzett munkája nem járt gyakorlati eredménnyel, mert a feladat annyira bonyolult, hogy talán csak hosszú évek pontos megfigyelései vezethetnének eredményhez. Újabban azonban egyes, főleg a trópusok alatt dolgozó meteorológusok, hajlandók arra a véleményre, hogy a földi időjárás és a Nap foltjai között a HERSHEY által sejtett összefüggés nem egészen alaptalan. Így MELDRUM szerint India túlságosan esős időszakai és a számos napfoltok időszakai között határozott kapcsolat állapítható meg.

Nem lehetetlen, hogy ilyen összefüggés csakugyan van. A mai meteorológus azonban, okulva a mult tapasztalatain, végtelenül óvatos, mikor arról van szó, hogy időjárásbeli tényeket csillagászati jelenségekkel hozzon kapcsolatba. Úgy látszik, nehezen felejtí, hogy még csak nem is régen mindenféle éghajlati viszonyokat a Hold változásaival hoztak kapcsolatba, s hogy még csak néhány évvel ezelőtt is a hullócsillag-

záporokat bizonyos fajta időjárás jósainak tekintették és hogy az oly egyetemesen ismert „napéjegyenlőségi viharokat“ a statisztika rideg kezének kellett a valóság szinpadáról eltávolítania.

Mindazonáltal valószínű, hogy a jövő tudománya az időjárás és a napfoltok, az északi fény és a földi mágnesség között olyan összefüggést fog fölfedezni, a milyenről mi talán nem is álmodunk. Addig azonban e feladatok a meteorológia szentélyében csak nehezen tűrt betolakodók. Ma, az adatgyűjtés és részletező vizsgálat (szpecializálás) korában, a meteorológia mindinkább csak az időjárással és az éghajlattal foglalkozik. A meteorológia mai művelői csillagokkal, planétákkal, üstökösökkel, hullócsillagokkal rendszerint mitsem törődnek, holott egykor éppen ezek voltak az időjóslás kalauzai; sőt a meteorológusok ma már a Holdra is csak félvállról néznek s fitymálva kérdik az Ég halvány leányzóját, hogy sorolja föl azokat az okokat, a melyek megakadályozzák, hogy a meteorológia birodalmából ki ne zárják. Hasonlóan mellőzik magyarázataiknál a Föld belső melegét is, a mióta nyilvánvaló, hogy a Föld kisugárzó belső melegének a légkör melegen tartásában semmiféle szerepe nincs. Sőt olyan kérdések is, hogy a mágneses sarok miért nem esik össze a földrajzival, továbbá, hogy a földi mágnesség ereje miért csökken a mágneses sarkoktól a mágneses egyenlítő felé, miként azt már HUMBOLDT megállapította, csak kevés érdeklődésre talál, mert a meteorológusok szerint a mágnességnek az éghajlathoz, az időjáráshoz semmi köze sincs.

III.

A légköri jelenségek közül, különösképpen a vízpára, a vízgőz érdekelte atyáinkat. Azt, hogy mily nagy volt az érdeklődés e légköri tényező iránt a század elején, a rávonatkozó nagyszámú elméletek ékesen hirdetik. Ezek az egymással ellenkező elméletek egyúttal feltűntetik azokat a nehézségeket is, a melyekbe a víz elpárolgásának, ennek a mindennapos jelenségnek magyarázata ütközött. FRANKLIN szerint a levegő a vizet éppen úgy feloldja, mint például a víz a sót; s ez az elmélet jó soká tartotta fenn magát, holott DELUC kimutatta, hogy a víz léghijas térben gyorsabban párolog el, mint a levegőben. DELUC-nak korábbi vegyészektől kölcsönzött elmélete meg az volt, hogy az elpárolgás a víz részecskéinek egyesülése a föltételezett hőelem részecskéivel. DARWIN ERASMUS e két nézetet egyesítve, azt hirdette, hogy a levegő tartalmazhat bizonyos változó mennyiségű feloldott vizet, de e mellett még bizonyos mennyiségű állandó nedvessége is van, mely utóbbi a víz-részecskéknél kémiai egyesülése a hőelemmel.

Ez ellentétes elméletek zürzavara között, DALTON JOHN, ez az ere-

deti lángész, vette az ügyet kezébe, s kimutatta, hogy a víz a levegőben mint független, önálló gáz van jelen. Már 1793-ban, mikor meteorológiai tanulmányainak első kötete jelent meg, némileg sejtette a tényállást, de teljes világosságra csak 1801-ben jutott. Kutatásainak érdeme azonnal méltánylásra talált, míg föltevésének tartható volta még hosszú és heves vitáknak volt tárgya.

Mindaddig, míg az elpárolgás mivolta vitás volt, a lecsapódás mibenlétének is eldöntetlenül kellett maradnia. Az erre vonatkozó leg-híresebb elmélet abban a korban DR. HUTTON-é volt, melyet egy, az edinburgi Royal Society előtt felolvasott értekezésében fejtegetett. Ez az „első-elmélet“ a lecsapódást annak tulajdonítja, hogy a vízzel telített levegő egy hidegebb légárammal kerül érintkezésbe s a fölösleges nedvesség éppen úgy csapódik le, miként a meleg vízben föloldott só bizonyos mennyisége a víz hűtével kiválik. HUTTON értekezésének marandó értékét az a gondolata kölcsönöz, hogy a lecsapódás oka a vízgőzzel telített levegőnek érintkezése hidegebb légárammal. Valamennyi későbbi helyes elmélet ezen az alapon épült föl.

A légi tűnemények értelmezése terén tett másik figyelemre érdemes kísérlet, HOWARD LUKE-nak, a Philosophical Magazine-ben 1803-ban megjelent és a felhőket tárgyaló cikke, melyben először ajánlotta a később egyetemesen elfogadott neveket, mint cirrus-t, cumulus-t, stratus-t stb. Ebben az értekezésben HOWARD elismeréssel adózik ugyan DALTON-nak az elpárolgást magyarázó elméletéért, azonban még mindig ahhoz a nézethez ragaszkodik, hogy a vízpára, mint független gáz, a levegőben a hőelemrészecskékkal egyesült. A fellegek szerinte megelőzőleg a földről fölemelkedett párából, s nem, mint sokan gondolták, a levegőben önállóan eloszlott hidrogén és oxigén egyesülése útján keletkeztek. Ez utóbbi magyarázóknak HOWARD annyiban ad igazat, hogy szerinte az elektromosságnak a felhőkeletkezés ilyen módjában vezérszerep jut. DELUC is határozottan tagadta DE SAUSSURE amaz elméletének jogosultságát, hogy a fellegek apró vízbuborékok kis tömegei; ez a tartahatatlannézet annak a régi elméletnek megújítása volt, melyet DR. HALLEY, a vízgőz keletkezéséről még a 18. század elején hangoztatott.

Különösen érdekes HOWARD-nak a harmat keletkezését tárgyaló nézete, mely szerint a hőelem részecskéi a hideg testekre került párától elválnak, a testek belsejébe hatolnak, s ekkor a víz felszínen marad. Ha meggondoljuk, hogy a hő anyagvoltát akkor még általánosan elismerték, ennek az elméletnek tagadhatatlan érdeme, hogy az igazsághoz közel jutott. Mindazonáltal HOWARD abban a hitben élt, hogy a harmat a levegőben rendszeresen bizonyos magasságban keletkezik s onnan ülepszik le a felszínre,

miáltal ellenkezésbe került azzal a véleménnyel, mely Franciaországban és Amerikában (főleg WEBSTER NOAH) talált elismerésre, hogy t. i. a harmat a földről száll föl.

A harmat²-képződés végleges értelmezése, mely a vízpára bármely módon való lecsapódásának is okát adja, egy amerikai születésű férfiúnak, DR. WELLS C. W.-nek érdeme, ki gyermekkorát kivéve, életét Skótszágban és Londonban töltötte s Skótszágban ifjú éveiben HUME DAVID-dal állott barátságban.

WELLS valószínűleg az edinburgi iskola, azaz: BLACK, HUTTON és társaik kutatásai által lelkesítve, már 1784-ben végzett az elpárolgással és lecsapódással kapcsolatos megfigyeléseket, de figyelmét akkor még más kérdések kötötték le; s bár beismerte, hogy a kérdés gyakran foglalkoztatta elméjét, vele egészen 1812-ig nem foglalkozott tüzetesen.

Ez idő tájt RUMFORD-nak, DAVY-nek és LESLIE-nek a hő sajátosságairól tapasztalt megfigyelései a tények helyes magyarázatának útját készítették elő. A tényről a vélemény már régóta majdnem egyértelmű volt. DR. BLACK a rejtett vagy kötött hőre vonatkozó megfigyeléseivel adta meg a kulcsot a vízpára lecsapódásáról később fölmerült magyarázathoz s azótától köztudatba ment át, hogy a víz elpárolgásakor hőt köt meg, lecsapódásakor, vagyis megsűrűsödésekor pedig hőt veszít. DARWIN 1788-ban a Royal Society előtt felolvasott értekezésében kimutatta, hogy a levegő összehúzódásakor hőt veszít, kiterjedésekor pedig hőt vesz föl; DALTON még 1793-ban közrebocsátott értekezésében e tüneményt a levegőben levő víz sűrűsödésének és elpárolgásának rovására írta.

WILSON PATRICK, a glasgowi egyetemen a csillagászat tanára azonban 1784-ben oly sajátosságos és sok fejtörést okozó megfigyeléseket terjesztett az edinburgi Royal Society elé, továbbá néhány évvel később Six Canterburyban oly észleletekről számolt be, melyek egyelőre megoldatlanul maradtak. Mindkét megfigyelő ugyanis arra a sajátosságos tényre bukkant, hogy ott, a hol harmat keletkezik, a levegő hűvösebb, mint a néhány lábbal följebb fekvő levegőréteg, a miből azt következtették, hogy a keletkező harmat, a megállapított fizikai elvekkel homlokegyenest ellenkezve, lecsapódásakor hőt vesz föl.

DR. WELLS számára volt fenntartva 1816-ban megjelent emlékezetes dolgozatában kimutatni, hogy e megfigyelők tulajdonképpen a szekeret a ló elé fogták. Világosan bebizonyította, hogy a levegő a harmat keletkezésének helyén nem azért hidegebb, mert harmat keletkezett, hanem harmat létesült, mert a levegő lehült, még pedig azért, mert azok a szilárd felületek, a melyeken harmat keletkezett, kisugárzás által hőt veszítettek. A harmat ismét, keletkezése folyamán, rejtett hőjét bocsátja

el s így a hőmérséklet kiegyenlítődsét mozdítja elő. Ez a magyarázat érthetővé tette azt is, hogy a harmat miért keletkezik leginkább fellegtelen éjszakákon; t. i. felhők nem lévén, nincs a mi a kisugárzó hőt visszaverje. Ez az elmélet, egyesítve DALTON ama nézetével, hogy a vízpára a levegőben mint önálló gáz van jelen, melynek mennyisége bizonyos térfogatban a tér hőmérsékletétől függ, a felhők, az eső, a hó és a dér keletkezésének okát megoldotta. Míg tehát a meteorológiának ez ága körül megindult spekulációk korát 1784-ben HUTTON értekezése nyitotta meg, most, 1816-ban a WELLS könyve azt bezárta. Sajátságos véletlen, hogy valamint HUTTON dolgozata korszakot alkotó geológiai iratával együtt jelent meg, WELLS művei ugyanazon szerzőnek az albinizmusról szóló értekezését is magában foglalta, mely dolgozatban a természetes kiválasztás tana először volt kifejtve, a mit maga DARWIN CHARLES is nyíltan beismert, mikor ez a tan az ő munkája révén világhírré tett szert.

IV.

A WELLS művének megjelenését követő esztendőben Franciaországban a *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil* harmadik kötete látott napvilágot s ezzel együtt a meteorológia új korszaka vette kezdetét. Számra nézve a társaság jelentéktelen volt ugyan, mindössze egy tuczat tagot számlált, de a 12 név között egy sincs közönséges, — híres valamennyi: ARAGO, BÉZARD, BERTHELOTT, BIOT, CHAPTAL, DE CANDOLLE, DULONG, GAY-LUSSAC, HUMBOLDT, LAPLACE, POISSON és THÉNARD — ritka tehetségek egytől-egyig. Nem kell félnünk, hogy e társaság emlékiratai ugyanazon porlepte polczokra kerülnek, a hol rendszeren a társaságok jelentéseit morzsolja az idő. Ilyen tudós gyülekezet csecsemő-táplálékkal nem érhetne be.

Az az értekezés, mely itt minket különösen érdekel, a társaság emlékiratának harmadik és utolsó kötetét zárja le és címe: *Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe*. Szerzője: HUMBOLDT SÁNDOR. Mondanunk sem kell, hogy mesterkézből mestermű került ki. A tárgyalt pontok ezek: a hó eloszlása a Föld felszínén, a hegyek oldalán és a Föld belsejében; az eloszlás okai; az éghajlatok eredményei. E művet az ú. n. izothermák, vagyis az egyenlő hővonalak alkalmazása tette korszakot alkotóvá. Ezek a vonalak a Földet szabálytalan menetben járják körül s mindazokat a helyeket kötik össze egymással, a melyeknek egyenlő évi középhőmérséklete van. Az izothermák alkalmazása vetette meg alapját az összehasonlító éghajlattannak (klimatológia).

Igaz ugyan, hogy az éghajlatok tanulmányozása nem volt egészen új dolog. MAIRAN abban az értekezésében, melyben a Föld belső hőjének kisugárzásáról szóló bizarr elméletét közölte, már foglalkozott e feladattal.

EULER mély matematikai tudását vitte be e tárgy vizsgálatába s arra a rendkívüli következtetésre jutott, hogy az egyenlítő alatt éjfélkor sokkal hidegebbnek kellene lenni, mint a sarkokon télen. KIRWAN RICHARD angol kémikus meg a matematikai és a gyakorlati módszert egybevetve, a különböző földrajzi szélességek számára eszményi hőmérsékleteket eszelt ki. HUMBOLDT azonban, elődeitől eltérően, elvül vallja, hogy minden ilyen számításnak és értelmezésnek nem elméleteken és hozzávetéseken, hanem megfigyelt tényeken és adatokon kell alapulnia. Izothermáit nem oda rajzolja, a hová azokat talán egy rejtélyes számvetéssel valami eszményi föld felületére helyezné, hanem oda, a hová a hőmérővel végzett mérések szerint esnek. London pl. ugyanazon földrajzi szélességen fekszik, mint a Hudson-öböl déli csúcsa, izothermája azonban az Egyesült-Államokbeli Cincinnati megy keresztül. Természetesen egyes, ugyanazon szélességen fekvő helyek eltérő éghajlatát már régen ismerték. Maga HUMBOLDT megjegyzi, hogy a legelső amerikai telepesek meglepetéssel vették észre, hogy új hazájukban olyan éghajlat alá kerültek, a milyenre európai tapasztalataik alapján egyáltalán nem voltak elkészülve. Mi több, éles látású utazók, főként FORSTER GEORGE, COOK-nak útítársa, második útjában már felismerték azt az általános szabályt, hogy a földrészek nyugati szegélye a mérsékelt övek alatt mindig melegebb, mint keleti szegélyük; az meg már régen közismert volt, hogy a tengerek közelében az éghajlat mindig enyhébb, mint a földrészek belsejében. Mindezeket a már ismert elveket azonban a HUMBOLDT-féle izothermás vonalak tették először kézzelfoghatóvá s ugyancsak azok tették lehetővé az összehasonlító éghajlattannak valóban tudományos művelését is.

E vonalak tanulmányozása nyomán, főleg, mikor azokat későbbi megfigyelések alapján tökéletesítették, kiderült, hogy fekvésük rendje egyáltalában nem tetszésszerű, vagy szabálytalan, hanem rendszeren nem nehezen megállapítható földrajzi viszonyoktól függ. Már maga HUMBOLDT világosan rámutatott a fő fokokra, a melyek valamely adott szélességen az átlagos, vagy mint azt később DOVE elnevezte: a rendszeres hőmérséklettől való eltérést okozzák. Így például valamely vidék átlagos évi hőmérséklete magasabb (főleg az északi féltekén), ha a nyugati partvidék közel fekszik; ha a partvidék félszigetekkel szaggatott; ha észak felől nyílt tenger, vagy dél felől hőkisugárzó száraz területek vannak; ha a hideg szelektől magas hegyhátak védik; ha nincsenek befagyó mocsarak; ha a talaj száraz, homokos és erdőségektől mentes; ha a nyári hónapokban az ég tiszta, és végül, ha a közelben olyan tengeráramlás van, melyben a környező tenger vizénél melegebb víz folyik.

Ellentétes viszonyok természetesen a hőmérséklet süllyedését idézik elő. Szóval HUMBOLDT szerint a melegnek éghajlati eloszlása a száraz föld

és a tenger viszonylagos eloszlásától és a kontinenseknek „hypometriás konfigurációját”-tól („magasságbeli helyzetétől”) függ, tehát „a nagyobb-fokú meteorológiai tünetények a földismeretani viszonyoktól függetlenül nem értelmezhetők”, mely igazság, mint minden általános elv, egyszerűnek tetszik, mihelyest valaki rámutat.

HUMBOLDT az őt jellemző eleven képzelőtehetséggel, a légkörről mint arról a „levegő-oczeánról” beszél, „a melynek mi mélyén és szegélyén lakunk”, s a légköri tünetényeket mindig a vízoczeán tünetényeihez hasonlítva értelmezi. Ez óczeánok mindegyikében óriási állandó áramok vannak, melyek mindig meghatározott irányban folyva, az éghajlati övek éghajlatát nagy mértékben módosítják. A légoczeán egy nagy örvény, melyet az egyenlítői Nap hevít föl, s melynek felszíni áramlása az egyenlítőtől a sarkok felé, fenékáramlása pedig a sarkoktól az egyenlítő felé halad és elfoglalja az onnan kiáramló levegőnek helyét. Ezt az áramlást passzátszélnek nevezik.

Mihelyt lehül a túlhevített egyenlítői levegő, a mérsékelt övek fölött a Föld színére száll s ott folytatja útját anti-passzátszél néven. A passzátszelek nyugatra térülnek el, mert útjukban az egyenlítő felé a Föld felületének mind nagyobb és nagyobb forgási sebességű helyei fölött vonulnak el s így mintegy hátramaradnak, mely értelmezésre HADLEY már 1735-ben reámutatott, de csak akkor fogadták el, midőn 1793-ban DALTON azt teljesen függetlenül kidolgozta és ismertette. Az anti-passzátszelek természetesen az ellenkező oknál fogva keletre hajlanak el. Innen van, hogy a földrészek nyugati szegélyei a mérsékelt öveken nedves tengeri légáramokban fürdenek, keleti szegélyeik ellenben e hideget űző jelenséget sajnosan nélkülözik.

A vízoczeán főáramlásai élesen határolt folyamokként folynak, valóságos tengeri folyók. A legjobban ismert s a legélesebben határolt az ú. n. Golf-áramlás. Utóbbi az egyenlítői áramból ered, a passzátszelek nyugatra hajtják, majd a St. Roque-foknál északra fordulva a Karibi-tengerbe, majd a Mexikói-öbölbe jut, végül a Floridai-szoroson át az Atlanti-óceánhoz érkezik s ezt átszelve, Európa partjait melegíti.

Így értelmezte HUMBOLDT a Golf-áramlást. Azóta a tengeráramlások általában, ez az egy pedig különösen, végtelen vitáknak volt tárgya. A vita főpontja az a kérdés volt: vajjon a Golf-áramnak okai és okozatai azok s olyanok-e, mint ezt HUMBOLDT s vele együtt kortársai közül sokan hitték? Körülbelül e század közepén MAURY M. F. hírneves amerikai hidrografus és meteorológus hajlandó volt azt hinni, hogy az áramlások főoka a nehézségerő s ennek alapján azt állította, hogy a tenger-víz váltakozó hőmérséklet és sótartalom okozta különböző sűrűségének ismerete elegendő az áramlások kellő értelmezéséhez. Ez az elmélet

MAURY „Physical Geography of the Sea“ című könyve útján nagy népszerűsége tett szert; ez a könyv állítólag több kiadást ért, mint korának bármely tudományos műve. DR. CROLL JAMES skót geológus azonban „Climate and Time“ című művében ezt az elméletet élesen és hevesen megtámadta. Újabban ismét az a régi elmélet kapott lábra, hogy az áramlásokat a passzátszelek létesítik. Sőt legújabb időben olyan készüléket állítottak össze, a melylyel állítólag kísérleti úton bebizonyítható, hogy a passzátok módjára fújó állandó szelek a Golf-áramláshoz hasonló tengeráramlásokat csakugyan előidézhetnek.

Egyébiránt nem lehetetlen, hogy a nehézségerő létesít, ha mindjárt csak észrevehetetlen tengeráramlásokat is, függetlenül a Golf-áramtól és más nagyarányú áramoktól, melyek fővonásaikban a levegőnek sarki és egyenlítői áramlásaihoz hasonlóak. Ilyen tengeráramok létének eszméjével először LENZ szentpétervári tanár lépett a nyilvánosság elé; általános elismeréshez azonban csak 20 évvel később jutott, a mikor LENZ-től függetlenül CARPENTER jutott e gondolathoz. Lehet, hogy ez a föltevés valószínű; mindazonáltal heves viták tárgya volt s még ma is eldöntetlen. De akár vannak ilyen általános tengeri áramok, akár nincsenek, annyi bizonyos, hogy az ismert tengeráramlások a trópusi vidékekről a sarkok felé óriási hőmennyiséget szállítanak. CROLL szerint, ki az áramok tanulmányozásának több időt és munkát szentelt, mint talán bárki más, a Golf-áram az északi Atlanti-tengerbe egy negyedrészszel több hőt szállít, mint annak a víztömegnek a Naptól elnyelt melege, s ez alapon azt következtette, hogy ha a Golf-áram és a Csendes-óceán hasonló hőt szállító áramai nem volnának, Földünk mai állatvilága csak a trópusoknak egy csekély részén élhetne meg. Ugyancsak szerinte az északi és déli passzátszelek viszonylagos értékében beálló csekély változás (mint az szerinte a múltban többször megesett) elégséges volna arra, hogy a Golf-áramot tápláló egyenlítői áramlás iránya megváltozzék, úgy hogy főtömege a St. Rogue-foknál észak helyett délre fordulna. A Golf-áram így csirájában elfojtva, CROLL becslései szerint, az eredmény az északi félgömbre nézve borzalmas katasztrófa lenne. Az anti-passzátszelek, melyek ma a Golf-áram hőszállítói, mint hideg fürgetegek söprenék végig nyugati Európát s az északi féltekén valószínűleg egy új jégkorszak köszönene be.

Ugyanaz volna az eredmény, legalább Európára nézve, ha a Panama-szoros a tengerbe sülyedne s a Karibi-áramlás a Csendes-tengerbe ömlenék. A geológusok szerint azonban e földszoros még csak aránylag nem régi geológiai korban emelkedett föl, bár valószínű, hogy a két Amerika, habár talán csak egy időre is, már megelőzőleg össze volt kapcsolva. Vajjon tehát a két Amerika „rendez-vous“-jától függ-e a

keleti félgömb éghajlata? A dolog valószínűleg úgy áll, ha a tudósok a Golf-áram hatását nem becsülték a kelletén felül. Panama Oroszországtól jó séta. Mindazonáltal lehetséges, hogy a meteorológusnak a közép-amerikai geológushoz kell fordulnia magyarázatért, ha az európai paleontológust arról akarja fölvilágosítani, hogyan lehetett, hogy egykor mammothok és rhinocerusok bolyongtak északi Szibéria síkjain, holott máskor meg a Földközi-tenger partjain az iramszarvas és a tatár pészmaszarvas legelészett.

Lehetséges, mondom, de nem valószínű. Mindazonáltal már a lehetőség ilyen halvány sugára is élénk fényben tünteti föl HUMBOLDT-nak ama mélyértelmű megjegyzését, hogy a meteorológia csak úgy és akkor érthető meg igazán, ha összhangzásba hozzuk a testvér-tudományokkal. A természetben teljesen elkülönített jelenségek nincsenek.

V.

Mindezeket nem tekintve, tagadhatatlan, hogy a meteorológust főleg az a „levegő-óceán“ érdekli, „melynek mélyén és szegélyein lakunk“. Mert bármily szerepe van is a vízáramoknak a hő szertehordásában, a hő végleges elosztását a széláramok végzik.

ROLL mondotta volt, hogy a Golf-áram Európa partjait nem közvetlen érintkezés útján melegíti, hanem az anti-passzátszeleket melegíti föl, melyek azután a kontinensen végighúzódnak. Úgyszintén a vízben bárhol is fölgyülemlett hő az éghajlatot nem a közvetlen kisugárzás útján módosítja, hanem inkább az által, hogy a levegő szétosztja.

A légáramoknak ez a szembeötlő fontossága sokakat a légáramok tanulmányozására készítetett, még mielőtt a meteorológia a tudomány nevére bármi igényt is tarthatott volna és mielőtt DALTON-nak a passzátszelekre vonatkozó magyarázata a szél-dinamika tudományának alapját már jóval századunk beköszönte előtt megvetette.

Lényeges haladás ebben az irányban mindaddig nem történt, míg 1827-ben a königsbergi DOVE HEINRICH W., ki később mint korának talán leghíresebb meteorológusa vált ismeretessé, az éghajlatra vonatkozó részletes statisztikai munkájának tárgyai közé a szeleket is föl nem vette. DOVE a szeleket osztályozva, állandó, időszakos és változó szeleket különböztetett meg. Legjelentősebb fölfedezése az volt, hogy minden fajta szél, tehát nemcsak az állandó szél, a Föld forgása hatásának van alá vetve, és pedig oly módon, hogy útjából eltérítetvén, spirális — givatórikus — pályát vesz föl, szóval, hogy valamennyi, tehát a leghelyiérdekűbb szél is, a nagy sark-egyenlítői forgatag ága és ama nagy örvényt kicsinyben utánozza. Ez volt az első lépés annak fölismeréséhez, hogy az időszakos és változó szelekben is van törvényszerűség.

Egy nemzedékkel később FERREL WILLIAM tanár, a hírneves amerikai meteorológus, azt az egyetemes mennyiségtani szabályt állapította meg, hogy bármely test, mely a Föld felszínén bármely irányban is egyenes vonalban mozog, a Föld forgása következtében pályájától az északi féltekén jobbra, a délin balra tér el. Igaz ugyan, hogy e törvényt már 1835-ben POISSON francia fizikus hangoztatta volt, akkor azonban azt még csak mennyiségtani furcsaságszámba vették. Valódi jelentőségét csak akkor ismerték fel, mikor FERREL azt újból fölfedezte és a széláramok mozgásaira alkalmazta.

Kiderült, hogy a levegőkörforgások magyarázatához a kulcs e törvényben rejlik, akár a nagy sarkegyenlítői „maelstrom“-ot, akár a leghelyiérdekűbb léghullámot vesszük is szemügyre. S mennél tüzetesebben tanulmányozzák e jelenségeket, a párvonalasság a nagy forgatag s kicsiny ágai között annál szembeszökőbb. Valamint mindkét félgömb levegője, tömegének egészét tekintve, bármelyik félgömb sarka körül áramló nagyforgatagnak gondolható, azonképpen ezen a nagyáramlason belül keletkező helyi légzavarok is a helyi viharközpont körül formálódó örvényeknek tekinthetők, mely viharközpontok ugyanakkor a főáramlattal tovahurcolódnak, éppen úgy, miként a folyóvízben létesülő apró forgatag a víz sodrával mozog tova. Néha megtörténik ugyan, hogy a helyi áramlás a nagy sarki áram valamely alárendelt sodrába akadva, rendes pályájáról letérül s mintegy az áram sodra ellen úszik, azonban ilyen eltérések csak kivételek a szabály alól. Az esetek legnagyobb részében, pl. az északi félgömbön, a viharközpont a hozzátartozó helyi örvénnyel együtt északkelet felé halad az anti-passzátszelet főáramlatát követve, melynek része, bár néha megtörténik, hogy délkeleti irányt vesz föl, de az, hogy nyugat felé haladjon, csak kivételes ritkaságszámba megy. Innen van, hogy az Egyesült-Államokon végigvonuló viharokat a kontinens belsejéből a tengerpartra előre meg lehet telegrafálni, holott hasonló viharok az Oczeánról Európára hirtelen és váratlanul törnek reá. Ez az oka, hogy az amerikai időjelző-állomások jóslatai nagyobb gyakorlati értékűek s megbízhatóbbak, mint az európai állomásokéi.

E helyiérdekű forgatagok azonban, jól értsük meg, csak nagyon általános értelemben mondhatók helyieknek, hiszen a nagyobbaknak átmérője az ezer mértföldet is meghaladja s a kisebbek is 200--300 angol mértföld szélesek. De tekintet nélkül a terjedelemre, az örvényeket alkotó levegő két lehetséges mód közül mindig az egyik szerint viselkedik. Sohasem örvénylik ugyanis koncentrikus körökben, hanem vagy leszálló csigavonalban tolul a középpont felé, mely esetben *sziklon* a neve,

vagy elszélesedő spirálisban halad a középponttól kifelé s ekkor *anti-cziklon*-nak nevezik. A népies felfogás szerint a ciklon vaderejű viharfaj, e név tudományos értelme azonban ilyen megszorításához nincs kötve. A vihar középpont felé haladó enyhe szellő a meteorológus szemében éppen úgy ciklon, mint a romboló nyugatindiai hurrikán. Tulajdonképpen nem is maga a szél az, a mit ciklonnak nevezünk, hanem az egész örvényrendszer együttvéve, tehát maga a vihar középpont is, holott lehetséges, hogy ott szél egyáltalán nem fúj.

De mi hát az a vihar középpont? Nem más mint egy olyan terület, ahol alacsony barometeres nyomás uralkodik, vagyis a hol a levegő könnyebb, mint a környező helyeken. A nehézségerő hatása alatt a levegő éppen úgy a mélyebb helyeket keresi, mint a víz, s innen van, hogy a nehezebb levegő az alacsony légnyomási hely felé áramlik s azt „vihar középponttá“ teszi. A középpont felé haladó áramok azonban sohasem vonulnak egyenesen a cél felé, hanem a FERREL-törvény értelmében jobbra térvén el, az eredmény csavarszerű forgatás (vortex) lesz, mely mindig egy irányban örvénylik, tudniillik balról jobbra, vagyis a lapjával fölfelé tartott óra mutatóival ellenkező irányban. A ciklonos áramok sebessége nagyrészen a vihar középpont és a környező helyek barometeres különbségétől függ. Az áramlatok sebessége viszont nagymértékben módosítja az eltérés fokát s így a leszálló csigavonalban közeledő szél örvényét. BUYS-BALLOT törvénye azonban minden ciklonrendszerre s a rendszer minden részére érvényes, tudniillik, hogy ha a szélnek hátat fordítunk, a vihar középpont mindig balkez felől esik.

A vihar középpontot jellemző és a ciklont létesítő alacsony légnyomás fő oka, hogy a levegő a magas hőmérséklet következtében kiterjed. A fölmelegedett s így a felsőbb hidegtájékokba emelkedő levegő vízpáratartalmának egy része felhővé sűrűsödik s így egy új erőművi tényező keletkezik, mert a megsűrűsödő pára minden részecskéje a vízzsűrűsödés pillanatában rejtett hőjét elveszíti. TYNDALL tanár számításai szerint az így megsűrűsödő vízpára minden fontja akkora mennyiségű hőt szabadít föl, mely elégséges volna rá, hogy öt font öntött vasat megoldvaszson. Tehát ott, a hol sok felhő keletkezik, a párából felszabadult hő nagyban hozzájárul a légáramok s így a létesülő ciklon viharfejlesztő erejének neveléséhez. A meteorológusoknak egy csoportja, ESPY tanárral az élén, azt állítja, hogy ilyen járulékos energia nélkül, mely az erőművi hatásokat folyton pótolva növeli, egy vihar ereje sem lehetne tartós. Valóban alig hihető, hogy bármely vihar is elérhetné, — kitarásról nem is szólva, — azt a borzalmas erőt, mely a mérsékelt övek félelmes viharát, a tornádót jellemzi, (mely a cikloni törvényeknek mindenben hódol ugyan, de a rendes ciklontól eltér annyiban, hogy



forgástengelye, tehát viharközéppontja, alig-alig néhány méter átmérőjű), az összesűrűsödő vízpára ama nagy tömegeinek segítségével nélkül, melyek mint viharfellegek a tornádóval mindig együttjárnak.

Az anticiklon a ciklonnak egyszerű megfordítottja. Középpontja valamely nagy légnyomású terület, honnan a levegő a környező alacsonyabb légnyomású helyek felé rohan ki. Természetesen az áramok ebben az esetben is jobbfelé térnek el s így az eredmény a ciklon forgatagával ellentétes irányú légörvény lesz. Ebben az esetben inkább erőpazarlás semmint erőösszpontosítás megy végbe s innen van, hogy az anticiklon, mint vihart nemző, aránylag csak csekély szerepet visz.

Az időjelző állomások hivatásos meteorológusai e tünetmények megfigyelésébe annyira belemerülnek, hogy valóságos ciklonvadászoknak nevezhetők. Az időjelző állomásokat a Föld kerekén mindenütt főként a ciklonok megfigyelése céljából állítják fel. Fő munkájuk a ciklonok követése s jelzése telegrafálás útján, térképezésük s a kísérő meteorológiai jelenségek följegyzése. Úgynevezett jóslataik tulajdonképpen hiradások, melyeknek látszólagos jóslat volta onnan ered, hogy a telegramm a közeledő szelet megelőzi.

Egyideig a Föld felszínének csak egyetlen helyén sikerült a meteorológusoknak a jövőbe messzebbnyuló jóslatokat tenni, tudniillik északi Indiában, a Ganges középvölgyében. E vidék éghajlati viszonyai nagymértékben a monszun néven ismeretes időszakos szelektől függnek, melyek áprilistől októberig a tengertől a száraz felé, októbertől ápriliséig pedig a száraztól a tenger felé fújnak és pedig állandó szabályszerűséggel. A nyári monszun hozza ama vidék életére fontos esőt. Ha az esők késnek, vagy tömegük csökken, szárazság és éhínség köszönt be. Az esőzések késésének és megritkulásának fő oka a Himalája kései vagy nagymennyiségű hócsapadéka, mert a későn olvadó hó a tavaszi hőmérsékletet leszállítván, a nyári és esőt hozó szelek késnek. Ha tehát a hegységek hócsapadékát kellően megfigyelik, a következő nyár átlagos esőmennyiségére bizonyos fokú valószínűséggel lehet következtetni. Az 1896.-i szárazságot, mely a velejáró éhínség és döghalál által India népét megtizedelte, néhány hónappal előre jelezték.

Ez jelenleg a gyakorlati időjárásban legnagyobb diadala. A mérsekelt övek alatt ilyen jóslatokról szó sem lehet. Azt azonban senki sem mondhatja meg, hogy mit hoz a jövő, különösen akkor, ha majd a Föld minden részén gyűjtött adatokat osztályozták, rendezték, úgy hogy egyetemesítő következtetés alapjául szolgálhatnak. A meteorológia a jövő tudománya.

Kiss Viktor Manó.

A fémek vizsgálatának újabb módszerei.

Az elemek világában nagyon jelentékeny helyet foglalnak el a fémek, egyrészt, mert nagy a számuk, másrészt, mert a mindennapi életben fontosak. A ma ismert 82 elem között 47 fém, vagy fémes természetű elem van. De talán nem is nagy számuk, hanem inkább rendkívül sokoldalú és fontos alkalmazásuk a gyakorlati életben tette a fémeket igen nagy jelentőségűvé. Az emberiség életében már a történelmi idők legrégebb korszakaiban fontos szerepet vittek. Gondoljuk csak el, hol lenne mai gazdasági fejlődésünk és egész műveltségünk, ha nem állott volna rendelkezésünkre az összes fémek legbecsebbje: a vas. Ez a fém a szülőanyja az aczélnak és ebből állítják elő — különböző egyéb fémek hozzákeverésével — az úgynevezett különleges aczélokot, melyek legértékesebb szerkezeti anyagaink. Elérte volna-e az elektrotechnika mai fejlettségét a réz használata nélkül? A platina, az ólom, a higany és sok más fém használata a kémiai ipar számos ágának fejlődését segítette. A repülőgépek technikájának fejlődését nagy mértékben fokozták a könnyű fémek. Az aránylag rövid idő alatt rendkívül elterjedt nagy fényerősségű izzólámpáknak világítószála szintén fém. Az emberiség igen nagy és éppen civilizált részének csereeszköze és — valljuk be — egyúttal bálványja: az arany és az ezüst, szintén a fémek közül való.

A különböző fémek anyagoknak mindinkább terjedő sokféle alkalmazása megkívánta, hogy a felhasznált anyagokat megbízhatóságukra megvizsgálják. Ennek fontosságát hangsúlyoznunk alig szükséges. Gondoljunk arra, hogy lakóházaink szilárdságát mily mértékben biztosítják az azokba épített vasanyagok. Százerek, milliók testi épsége függ attól, hogy a vasutak, hajók, hidak, gépek stb. anyagát lelkiismeretes gondossággal állítsák elő és munkálják meg. Annál fontosabb ez, mert a korunkat jellemző nagyszabású és merész technikai építmények és szerkezetek egyre többet követelnek az anyagtól és ezzel együtt nő a felelősség is, mely az építőket és tervezőket kötelezi.

A technikai anyagok rendszeres vizsgálatát a múlt század utolsó évtizedeiben kezdték meg. E vizsgálatok nemcsak a fémekre, hanem az összes szerkezeti anyagokra kiterjednek, a mi a szerkezeti anyagok technikai alkalmazása szempontjából kiváló fontosságú.

E helyen csupán a fémek anyagokra vonatkozó vizsgálati módszereket, vagyis azokat a módszereket óhajtom ismertetni, a melyek a *metallografia* körébe tartoznak.

A metallografia a fémek és ötvözeik kémiai, fizikai és mechanikai tulajdonságainak vizsgálatával és tanulmányozásával foglalkozik. Mindössze néhány évtizedes multra tekint vissza és nagyarányú fejlődése

nem több mint 10 éves. Nagyon sokoldalú és terjedelmes feladatot vállalt e fiatal tudományág magára. Feladata sokoldalú, mert az anyag sajátosságait sokféle szempontból teszi vizsgálat tárgyává; terjedelmes pedig azért, mert a gyakorlatban többnyire nem a tiszta fémeket, hanem ötvözeteket még pedig kettős, hármas, négyes stb. ötvözeteket használnak, amennyiben ötvözéssel a fémek tulajdonságait tág határok között változtathatjuk. Ha csak a számtanilag lehetséges kombinációkat vesszük is figyelembe, a lehetséges kettős ötvözetek száma 5000, a hármasoké 35000 és a négyeseké 25 millió.

A metallografia feladatának gyakran még a szakkörök is csupán a fémek és ötvözetek mikroszkópi vizsgálatát tekintik. Hangsúlyoznom kell, hogy ezek a vizsgálatok, bár igen fontos tényezői a kutatásnak, magukban véve csak ritkán alkalmasak arra, hogy a feltett kérdésre teljes és kielégítő feleletet adjanak. Viszont az is kétségtelen, hogy a gyakorlatilag leginkább hasznosítható és anyagvizsgálati szempontból legértékesebb megfigyelések éppen ennek a közvetlen megfigyelésen alapuló módszernek köszönhetők.

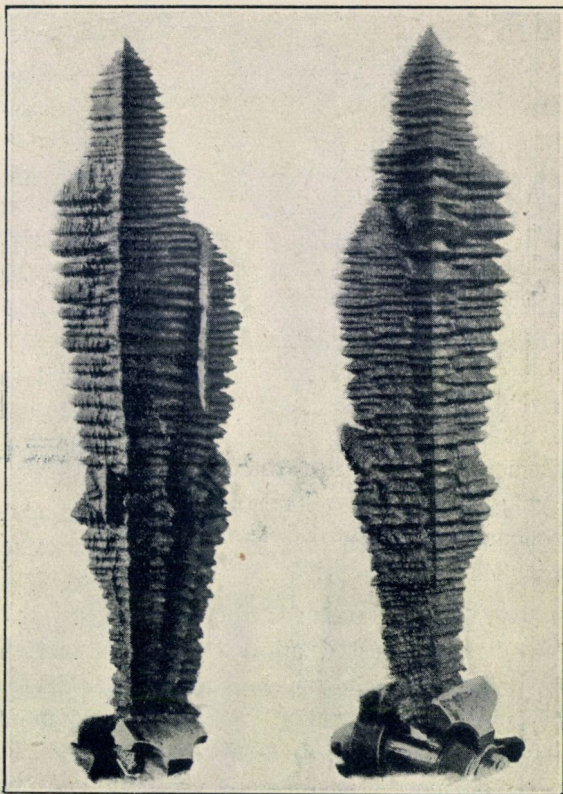
A fémes anyagok *mikroszkópi vizsgálata* nagyjában úgy történik, mint például a kőzeteké, vagyis a fémekből is csiszolatokat készítünk s e csiszolatokat alkalmas vegyszerekkel maratjuk. Ezeknek oldó- és egyéb kémiai hatásával szemben a különböző alkotóelemek különbözőképpen viselkednek, úgy hogy a mikroszkóp alatt egymástól könnyen megkülönböztethetők. Megjegyzendő azonban, hogy a fémeket, minthogy teljesen átlátszatlanok, nem *átéső*, hanem *réső* fényben vizsgáljuk.

A mikroszkóp volt az az eszköz, a melylyel először megállapították, hogy a fémek, a kőzetekhez hasonlóan, kristályos szerkezetűek. E látszólag egyszerű tény sok ideig volt vita tárgya és végérvényes megállapítása hosszas kísérletek eredménye. Az olvasót talán gondolkodóba ejti ez az állítás, hiszen a „kristály“ fogalma képzeletünkben rendszerint mint valamely átlátszó, tiszta, kemény, könnyen hasadó és szabályos külsejű test fogalma jelenik meg. Aligha jutna eszünkbe a fémeket, például a lágy ólmot, ilyennek elképzelni. Pedig így van. A fémek kristályosak, a mire temérdek példát hozhatnánk fel. Eléggé ismeretes a bizmutnak kristályosodása olyan körülmények között, mint a monoklin-kéné. Ha ugyanis a megolvastott bizmutot lassan hűtjük le és a felületén keletkezett szilárd kérget áttörjük és a még folyós részt leöntjük, akkor a már megszilárdult bizmut szép romboederekből áll. A fémek kristályos szerkezetére nagyon jellemző példa az 1. kép, mely 0,78% szén tartalmú vaskristályt ábrázol. TSCHERNOFF ilyen összetételű kristályokból 35 cm hosszú példányokat is állított elő. A kristályon jól látszik az oktaédres alak. A fémes anyagok csiszolatain, illetőleg mikrofotografiáikon azonban, kevés kivételt nem tekintve, sohasem látjuk az egyes kristályokat ilyen szabályos alakban. Ezek a képek rendszerint egymást szabálytalan vonalakkal határoló idomokat mutatnak, a melyek a kristályok szabályos mértani alak-

jától nagyon is különböznek. Szép példát látunk erre a 11. képen, mely a tisztavas kristályait — az úgynevezett ferrit-kristályokat — mutatja. A kristályok ily eltorzulásának oka a kristályosodás természetében rejlik. A kristályosodás ugyanis a legtöbb esetben egyszerre több helyen indul meg. A teljesen szabálytalan irányokban haladó egyes kristályosodások egymás kristályainak keletkezését és növekedését hátráltatják. Így létesülnek azután olyan kristályalakok, melyek alig látszanak kristályoknak. És mégis kristályok ezek, mert viselkedésük hódol a kristályok törvényszerűségeinek. Ezért az egyes alakokat, melyeket rendszerint az anyag szemecskéinek nevezünk, jogosan nevezhetjük *kristályszemecské*nek.

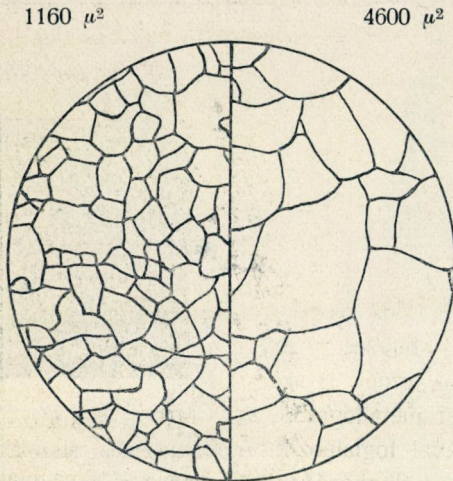
Nagyon fontos jelentősége van a kristályszemecskék nagyságának. A gyakorlat embere régen tudja, hogy a fémek és ötvözeteik szilárdsági tulajdonságai nagy mértékben függenek a kristályszemecskék nagyságától. Tudjuk, hogy annál kedvezőbbek a szilárdsági tulajdonságok, mennél kisebbek a szemecskék, mennél fino-

mabb szemecskéjű az anyag *szöve*te. Azt tudjuk, hogy a kristályszemecskék nagysága főképpen a lehülés sebességétől függ. Mennél lassabban hűl az anyag, annál nagyobbak a kristályszemecskék, és fordítva, annál kisebb szemecskéket kapunk, mennél gyorsabban történt a lehülés. Miként tudjuk, sóknak vizes oldatokból való kristályosodására ugyanez a szabályszerűség érvényes. Azt, hogy a lehülés körülményei milyen hatással vannak a szemecskék nagyságára, a 2. képen látjuk. A rajz kevészenet tartalmazó folytvas két különböző darabján mutatja a szemecskék nagyságát. Mind a két darabot körülbelül 1120 C^0 -ról 680 C^0 -ra hűtötték le. A míg azonban az egyik darabnál ez a lehülés 1 és $\frac{1}{4}$ percz alatt



1. kép. TSCHERNOFF-féle vaskristály. A természetes nagyság negyede.

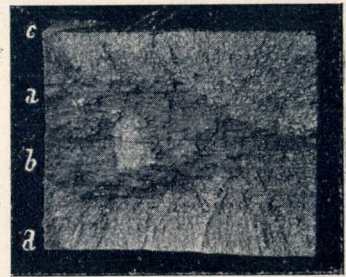
következett be, addig a másiknál ugyanaz 7 óra és 40 perczig tartott. Ezért az első darab szemecskéi finomak, míg a másodiké durvábbak. Egy-egy szemecske átlagos területe az első esetben $1160 \mu^2$, a másodikban $4600 \mu^2$. ($1 \mu = 0,001 \text{ mm.}$) Az elsőt a rajz bal, a másodikat jobboldala mutatja.



2. kép. Folytvas kristályszemecskéinek nagysága különböző lehűtés következtében. 111-szeres nagyítás.

mény például, ha a próbadarabot egyszerre, hirtelen ütással, és más, ha többszörös ide-oda hajlítgatással, lassan törjük el. A törési felület megítélése a gyakorlati mérnök részére mindazonáltal ma is kétségkívül nagyon becses és egyszerű módszer. Nem szabad azonban abból messziremenő következtetéseket vonni, a mi régebben, mikor azok ellenőrzésére még nem volt meg a mikroszkópi vizsgálat, nagyon divatban volt. Nem árt különben, ha a mechanikai tulajdonságokra a szövet külsejéből való következtetésekben a csiszolatok mikroszkópi vizsgálatánál is óvatosak maradjunk. A kétféle módszer között, vagyis a törési felület és a csiszolat vizsgálata között meglevő különbséget a 3. és 4. képen látjuk. Ezek ugyanazon anyag (folytvasból készült kazánlemez) törési felületét és az erre a felületre merőleges csiszolatát ábrázolják. A 3. kép a törésfelület mása. Közepén fekete foltot látunk, melynek jelenlétéből ilyenkor általában hibát szokás következtetni. Ezzel szemben azonban a csiszolatnak a 4. képen bemutatott fotográfiáján látjuk,

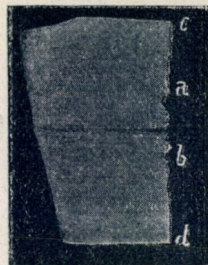
Azt, hogy az anyag szilárdsági tulajdonságai a szemecskék nagyságával ilyen összefüggésben vannak, tudták mielőtt a csiszolatokat mikroszkóppal vizsgálták volna. Megfigyelték az anyag *törésének felületét*, a mint azt ma is rendszerint teszik. Ennek a módszernek azonban bizonyos hiányai vannak. A törési felület szövete ugyanis nem egyedül az anyag szövetétől, hanem főképpen attól függ, hogy a törés milyen körülmények között létesült. Az anyag szövete a törés helyén — bizonyos körülmények között — egészen megváltozhatik, a mi természetesen hibás következtetésekre adhat okot. Nagy a különbség és egészen más az ered-



3. kép. Kazántörés törési felülete. Természetes nagyság.

hogy a szövet teljesen egynemű és az anyagnak semmi hibája sincs. A törési felületen mutatkozó különféleség valószínűleg onnan ered, hogy a törés a és b között szaggatott, csipkés; míg ac és bd között síma.

A fémek anyagok használhatóságára egyáltalában rendkívül nagy hatással vannak a lehűlésüket és megszilárdulásukat kísérő körülmények. A fémek megszilárdulását talán a születéssel lehet összehasonlítani és az anyag hibáit, a melyek létrejöttek óta bennük vannak, születési hibáiknak tekinthetjük. Az ily hibák azokat gyakran egész életükön, egész alkalmazásukon végig kísérik. Ha a szerves élet jelenségeivel való vonatkozásokat tovább fűzzük, akkor az ilyen hibákat az anyag betegségeinek is mondhatjuk. Ily értelemben csakugyan szoktunk a *fémek és ötvözetek betegségeiről* beszélni. Sőt a metallografiai kutatás egyik legkiválóbb úttörője: OSMOND addig ment, hogy a fémek tanulmányozását az orvosi tudományok feladataival hasonlította össze. Bár az a felosztás, melyet ő ajánlott, nem honosodott ugyan meg, megemléztését mégis érdekesnek tartom. E szerint az első rész, az anatómiai-histológiai metallografia, az ötvözet alkotórészeinek meghatározásával foglalkozik. A második, a biológiai rész, az anyag különböző tulajdonságainak változását vizsgálja, hogy ha azokra más és más — akár hő, akár mechanikai munka által előidézett — tényezők hatnak. Végül a harmadik, a pathológiai rész, feladata az anyag hibáinak tanulmányozása.



4. kép.

Kazánlemez csiszolata.
Természetes nagyság.

Gyakorlati szempontból legfontosabb az anyag hibáinak jelenlétét megállapítani és megszüntetésükre orvosszert találni. Az ilyen hibákat okozhatják: a *különválásnak* nevezett jelenség; *gázoknak, salakoknak, oxidoknak, szulfidoknak és foszfidoknak jelenléte, bezáródások (zárványok) alakjában; üreges részek az öntvény belsejében; vagy a nagyon lassú hűlés okozta rossz szilárdsági tulajdonságok* stb.

Az ötvözet alkotórészeinek *különválása* sokszor kellemetlen következményekkel járó gyakori jelenség. Akkor következhetik be, ha az ötvözet megszilárdulásakor a már szilárd és még folyékony rész különböző összetételű. MAYERHOFFER szerint ezt „össze nem egyező“ (nem kongruens) megszilárdulásnak hívjuk. Ilyenkor megtörténhetik, hogy a kisebb fajsúlyú kristályok az anyagnak még folyékony részében fölemelkednek és a nagyobb fajsúlyúak abban leülednek. Ennek természetesen föltétele az a lehetőség, hogy az ötvözet különböző halmazállapotú részei más-más fajsúlyúak és a megszilárdulás lassan történik. A jelenség annál nagyobb méreteket ölt, mennél nagyobb a különbség a szilárd és a folyékony rész fajsúlya között. A különválás jól ismert esete fordul elő az antimónból és ólomból álló

betűfém megszilárdulásánál. Igen szép példáját mutatja ennek az 5. kép, mely átlagban 15% alumíniumot tartalmazó alumínium-nikkel-ötvözetnek keresztülvágott darabját ábrázolja. Felül helyezkedtek el a könnyebb alumínium-, alul pedig a nehezebb nikkelkristályok.¹ A kettő határát a kristályok alkataiban jól megkülönböztethetjük.

Érdekes, hogy a különválás nem mindig a nehézségi erő irányában történik. Ily eset a következő. Nagy folytvas-tuskók előállításánál úgy járnak el, hogy a folyékony fémot vasmintákba — kokillákba — öntik. A minta falai mentén a vas előbb szilárdul meg, mint belül. Az először megszilárdult kristályok a minta falaihoz tapadnak és a még folyékony fémot onnan a tuskó belseje felé szorítják. Ha a megszilárdulás össze nem egyező, akkor a befelé szorított folyékony résznek más az összetétele, mint a megszilárdult kristályoké. A mi esetünkben a folytvas kristályai kevesebb szén, mangánt, foszfort és ként tartalmaznak; míg a belső, folyékony részben ezek mindegyikéből több van. A 6. képen bemutatjuk a THOMAS-féle eljárás szerint előállított, *ilyen folytvas-tuskó tetejéből* vett próbadarab csiszolatát. A foltos terület mutatja a különvált alkotórészek elhelyezkedését. A fekete pontok pedig oly üreges részek jelenlétéről tanuszkodnak, mint a milyenekről fentebb említést tettünk.



5. kép. Alumínium-nikkel ötvözet csiszolata. (Különválás.) 18-szoros nagyítás.

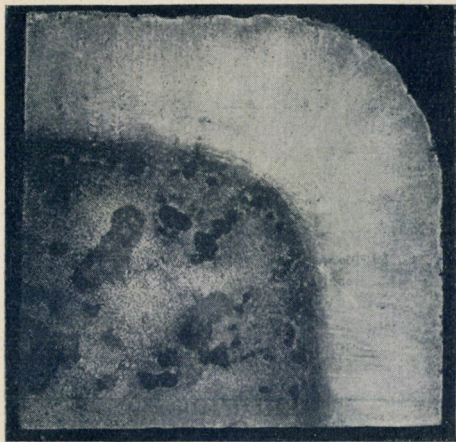
Az olyan hibák egy részét, a melyek az anyag megszilárdulásakor keletkeznek, némelykor egyáltalán nem sikerül az anyagból kiküszöbölnünk és azok a kész áruvá feldolgozott fémekben is benne maradnak. Erre a 7. kép tanulságos példa. Ez egy tartógerenda szelvényének csiszolata. A tartó a 6. képen bemutatott folytvas-tuskóból készült. Miként látjuk, a különvált rész nemcsak hogy benne maradt a kész anyagban, hanem követte a tartónak a hengerlés következtében megváltozott alakját. A két utóbbi csiszolat szövetét a vizsgálathoz ammoniás rézklorid oldatával maratták.

A vizsgálat ezuttal nem mikroszkópi, hanem *makroszkópi* úton, vagyis minden optikai segédeszköz nélkül történt.

Fontosak a fémes anyagokban előforduló *gáznemű bezáródások* (zárványok). A folyadékokhoz hasonlóan a megolvadt fémek is oldanak külön-

¹ Ha a dolgot szigorúan tekintjük, másképp kell mondanunk. Felül t. i. a nikkelnek az alumínium és nikkel egyik vegyületében keletkezett szilárd oldata, alul pedig ennek a vegyületnek a nikkelben való szilárd oldata van. Ezekre a fogalmakra közleményem további részében még kitérek.

böző gázokat, pl. nitrogént, hidrogént, szénmonoxidot és széndioxidot. Ha ezek valamelyike a fém megszilárdulása közben abban visszamarad, megtörténhetik, hogy a megszilárdult fém a gázt nem oldja, hanem egyes helyeken nagyon apró buborékok alakjában bezárja. Ily helyeken az anyag egyneműsége megszakad, a mi az anyag mechanikai tulajdonságaira nagyon kedvezőtlen.

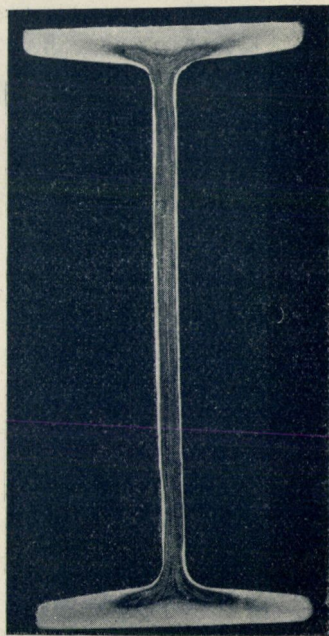


6. kép. Különválás folytvasban.
A természetes nagyság fele.

Nagyon nagy jelentősége van továbbá a *szulfidos, foszfidos és oxidos zárványoknak*. Szerepük főképpen a vasban és aczélban fontos. Ezekben az anyagokban a kén és foszfor mint a vas, vagy a mangán vegyülete fordul elő. A 8. képen folytvasban levő szulfidos zárványokat láthatunk. Fontosak ezeken kívül a némely anyag előállításában

visszamaradó *salakzárványok*. Utóbbiak szerepét még nem derítették fel teljesen. De bizonyos, hogy valamennyi ily természetű zárvány az anyag szilárdsági tulajdonságaira fölöttébb káros. Vizsgálatuknál a mikroszkóp nagyon fontos, mert csaknem az egyetlen eszköz, melylyel jelenlétüket megállapíthatjuk.

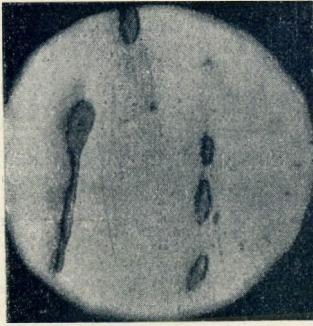
Az *oxidos zárványoknak* nagyon érdekes és jellemző esete a következő: A fémöntők régóta tudják, hogyha rézből és ónból álló bronzötvözeteket többször átolvasztunk, nehezebben önthetőkké lesznek és szilárdságuk csökken. Ennek a jelenségnek magyarázatát a mikroszkópi vizsgálat adta meg. A bronz nevezetesen az átolvasztásnál oxigént old s ez az ónnal ónsavvá egyesül. Az ónsav a megolvadt ötvözetben fonalak alakjában uszkál. Ezek a fonalak az öntésnél a folyékony részek összefolyását akadályozzák és a megszilárdulás után az anyag szilárdságára és nyúlására kedvezőtlenül hatnak. Érdekes, hogy ha az ilyen ötvözetet többször átolvaszt-



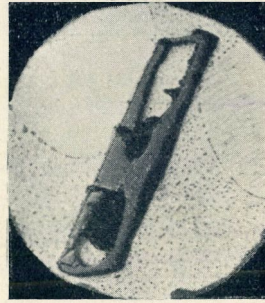
7. kép. Különválás a kész áruban.
A természetes nagyság fele.

ják, az oxidáció annyira előrehalad, hogy az ötvözet végül már nem is fémes rézből és fémes ónból, hanem réz, rézoxidul és ónsav keverékéből áll. A 9. kép oly ötvözet szövetét mutatja, mely eredetileg 12% ónból és 88% rézből állott. Többszöri átolvasztás során az ón ónsavvá oxidálódott. A képen fehéren maradt rész a réz kristályainak, a pettyes terület a rézoxidulnak elhelyezkedését mutatja, a középen fekvő kristály pedig az ónsav kristálya. A rézoxidul nemcsak a bronzban, hanem a vörösrézben is előfordul. A rézoxidul jelenléte a vörösrézben megmunkálhatóságára nagyon kellemetlenül hat.

Az elmondottakból kiderül, mennyire fontos ismernünk azt a sorsot, melyen valamely fémes anyag „születésétől“ kezdve keresztül megy. Láttuk, hogy minden, a mi az anyaggal történik, szövetében olyan nyomokat hagy, a melyekből sikeresen következtethetünk az anyag egész multjára. A mikroszkópi vizsgálat jelentőségét ebből a szempontból kell megbirálnunk. Abból a sok



8. kép.
Szulfidos zárványok folytvasban.
100-szoros nagyítás.



9. kép.
Ón-réz ötvözetének csiszolata.
180-szoros nagyítás.

megfigyelésből, melylyel ez a becses módszer ismereteinket gyarapította és a kutatásnak egészen új irányt szabott, természetesen csak igen keveset ismertethetem.

* * *

A mikroszkópi vizsgálatok adta eredmények kétségkívül nagyon értékesek, de megítélésüknél valamit nem szabad elfelejtenünk. Abban az esetben ugyanis, ha a vizsgált ötvözet lassan hűlt le, a módszer hiányos eredményeket ad. Valamely ötvözet szövetének — belső felépítésének — teljes megértéséhez t. i. a lehűlését és megszilárdulását kísérő körülményeket kell ismernünk. Ezek megismerésére azonban a mikroszkóp egyedül nem elegendő. Vannak ugyan esetek, a mikor erről már a mikroszkóp is felvilágosít, nevezetesen akkor, a mikor a magasabb hőmérsékleten kihevített anyagot hirtelen közönséges hőmérsékletre hűtjük le. Ez esetben sikerül az anyag szövetét

ugyanolyannak megtartanunk, mint a milyen az a magasabb hőmérsékleten volt, mert a gyors lehűtés következtében az anyagnak nincs ideje szövétét megváltoztatni. Ez tudvalevőleg az ú. n. edzés, a minek pl. az aczél előállításánál van fontos szerepe. Ha így járunk el, akkor közönséges hőmérsékleten tulajdonképpen az anyagnak azt a szövétét vizsgáljuk, a mely annak a magasabb hőmérsékleten állandó szerkezetét tárja elénk. Ilyen módon tehát szemünk elé idézhetjük az ötvözet szövétét, a mint tetszés szerint választott magasabb hőmérsékleten volt. Sok iparilag fontos ötvözetnek, pl. a vas- és aczélajtáknak vizsgálata ilyenképpen lehetséges. És bár a mikroszkóp az anyag szövétében beálló ily változások követésére becses eszköz, teljes felderítésükre, miként említettük, mégsem elegendő. Arra, hogy az anyagnak — főképpen a hőmérséklet változásával egybekötött — multját tanulmányozhassuk, más útát kell választanunk.

Az ötvözetek ilyen irányú kutatását a fizikai-kémia haladása tette lehetővé.

A fémek és ötvözetek, valamint a belőlük készített sok használati tárgy előállításánál csaknem mindig azok megolvadt állapotából indulunk ki.¹ Az ötvözeteket folyékony állapotban az őket alkotó fémek egymásban való oldatainak tekinthetjük. Az ilyen oldatok velejében semmiben sem különböznek az „oldat“ fogalma alá tartozó egyéb folyadékoktól. Egyetlen különbség csakis abban van, hogy a fémoldatok a légköri hőmérsékleten többnyire megszilárdulnak, míg amazok ezen a hőmérsékleten is folyósak maradnak. A fémek oldatok megszilárdulásánál, megszilárdulásukat követő lehűlésüknél és a lehűtött anyag újrahevítésénél különböző és sokszor bonyolult folyamatok, reakciók mennek végbe. Megértésük czéljából a fizikai-kémiának az utolsó évtizedekben elért nagyfokú fejlődését kell segítségül hívunk. Röviden elmondom, min alapszik az ötvözetek újabb tudományos vizsgálata.

Tudjuk, hogy az ötvözetek 2, 3, 4, vagy még több fém keverékéből állanak. Meghatározott testek ilyen összeségét a kémiában „rendszer“-nek nevezzük. Ilyen rendszerben kémiai reakciók vagy fizikai természetű elváltozások keletkezhetnek. Ezek vagy külső hatás következtében keletkeznek, vagy okozójuk magában a rendszerben rejlik. Ha ilyen ok vagy hatás a rendszer nyugalmit nem zavarja, akkor a rendszer állapota bármilyen hosszú időn át változatlan marad, vagyis, miként mondani szokás, *egyensúlyban* van. Egyensúlyban levő rendszerek, például gázelegyek, gőzelegyek, sókeve-

¹ Azoknak a kísérleteknek, melyek ötvözeteknek más úton, mint pl. diffuzió útján (ROBERTS-AUSTEN), poralakú fémekből összesajtólással (GUERTLER), vagy félig folyékony, téasztaszerű állapotból (FRIEDRICH) való előállítására irányultak, egyelőre csupán tudományos érdekességük van. Fontos kivétel a szénnek a vasba történő diffuziója, melyen a czeimentálás néven ismeretes eljárás alapul.

rékek vizes oldatai, valamely só vizes oldata és az abból kikristályosodott só, továbbá jég, víz és gőz; részben folyós, részben szilárd fém stb.

Az ilyen rendszerek sokfélék lehetnek. A felsoroltak között találunk *egynemű (homogén) rendszereket*, ilyenek a gázelegyek, oldatok. Ezekben a szereplő testek egyenletesen töltik be azt a tért, melyben a reakciók lefolynak. Vannak továbbá *különnemű (heterogén) rendszerek*, melyeket több egynemű rendszer összeállításának tekinthetünk. A különemű rendszerben egymás mellett levő egyes, fizikailag egynemű részeket GIBBS a különemű rendszer *fázisai*-nak nevezte. Ha a rendszer tehát csak egy fázisból áll és nyugalomban van, akkor *egynemű rendszer egyensúlyáról* szólunk. Ha pedig több fázisból összetett és azok külön-külön magukban, valamint összességük: a rendszer is teljesen stabil, akkor *különnemű egyensúlytal* van dolgunk. Az ötvözetekben többnyire egynél több fázis van, itt tehát főképp a különemű egyensúlyoknak van szerepük. GIBBS egyik törvénye szerint az egyensúly nem függ a fázisok számától, hanem csupán azok összetételétől. Az egyensúly megmaradásának egyik feltétele, miként mondtuk, az is, hogy a rendszert nyugalomban semmi külső hatás ne zavarja. Az ötvözeteknél azonban éppen azt akarjuk tudni, hogy a hőmérséklet változásával milyen eltolódások állanak be az egyensúly helyzetében. Ezt tudnunk fontos, mert a magasabb hőmérsékleten végbemenő folyamatokat mai ismereteink mellett segítségük nélkül alig érthetnők meg. Megjegyzendő, hogy az egyensúly helyzetére nemcsak a hőmérséklet, hanem a nyomás is hatással van. Az ötvözetek tanulmányozásánál azonban az utóbbit változatlanul szoktuk venni és hatását elhanyagolhatjuk.

Egyszerűség kedvéért csupán a két fémből álló ú. n. kettős-ötvözetek egyensúlyi viszonyait vegyük szemügyre. Nézzük mindenekelőtt azokat a lehetséges eseteket, a melyek két különböző fém összekeverésekor előfordulhatnak.

Az ilyen ötvözetek *folyékony állapotban* kétféleképpen viselkednek. Vagy úgy, hogy a két fém egymásban teljesen oldódik; egymással minden arányban elegyedik, mint például az alkohol és a víz. Ebbe a csoportba tartozik az ötvözetek legnagyobb része. A másik csoportba azokat soroljuk, melyeknek kölcsönös oldhatósága korlátozott. Az ily ötvözeteknél állás közben az alkotó fémek fajsúlyuk szerint két folyékony rétegben különülődnek el, körülbelül úgy, a hogy azt például az éter és víz példájában látjuk, ha összekeverjük őket. Ide tartoznak egyebek között az ólom és a cink; a bizmut és a cink ötvözetei. A két réteg nem áll tiszta fémekből, hanem mindegyikük felvesz a másik fémből annyit, a mennyi telítésére kell. Ezen csoport szélso képviselői azok az ötvözetek, a melyeknél a két fém egymásban teljesen oldhatatlan, mint pl. a vas és az ólom, az aluminium és a nátrium. Ezek úgy viselkednek egymás iránt, mint az olaj és a víz.

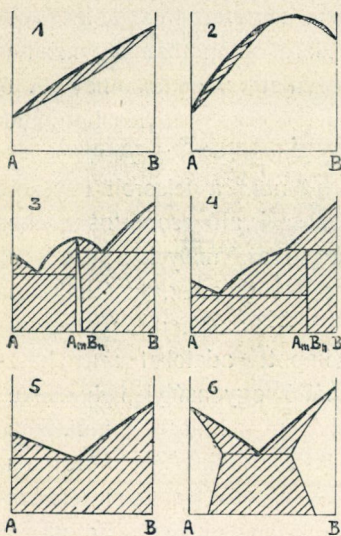
A *szilárd állapotban* mutatkozó különféleségeket nem osztályozhatjuk ily egyszerűen. Ha csakis olyan ötvözetekről van szó, a melyek folyékony állapotban egymásban teljesen oldhatók (az előbbi első eset), akkor a csoportosítás a megszilárduláskor mutatkozó jelenségek természete szerint úgy történik, mint alább látni fogjuk. E jelenségek részletezése messzire vezetne, csak megemlítjük, hogy a folyékony állapotban fennállott oldékonyság a különböző anyagoknál megszilárdulás közben nagyon változhatik. ROOZEBOOM thermodynamikai megfontolások alapján összeállította a kettős rendszerekben előfordulható megszilárdulási jelenségeket. Szerinte a következő esetek lehetségesek: Az 1. és 2. esetben a két fém teljes oldékonysága, a mi folyékony állapotban megvolt, szilárd állapotban is megmarad. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a megolvadt tömeg *szilárd-oldat* alakjában kristályosodik. A 3. és 4. esetben az alkotórészek nem szilárd-oldat, hanem *vegyület* alakjában kristályosodnak. Az 5. esetben a két alkotórész szilárd állapotban egymásban teljesen oldhatatlan, sem szilárd-oldatot, sem vegyületet nem alkotnak. A 6. esetben pedig részben szilárd-oldatot alkotnak, részben egymásban oldhatatlanok.

A gyakorlatban előforduló esetek rendszerint nem a felsorolt egyszerű alakokban, hanem azok változataiban és egymással való csoportosításában jelentkeznek. Mindazokat a jelenségeket, reakciókat, melyek a rendszer, vagyis a mi esetünkben az ötvözet lehülésekor jelentkeznek, kísérleti úton megfigyelhetjük. Erre a célra — egyebek között — az ú. n. „*thermikusanalízis*“ módszerét használjuk. Az ez úton kapott adatokat arra használjuk, hogy a különböző hőmérsékleten fennálló egyensúlyi helyzeteket, a megolvadásnál és megszilárdulásnál, továbbá a lehülésnél mutatkozó jelenségeket rajzban szemléltessük. Az ábrázolásra derékszögű koordináta-rendszert választunk. A vízszintes tengelyre a két alkotó fém (elem) százalékos tartalmát, a függőleges tengelyre pedig a hőmérsékletet rajzoljuk. A koordináta-rendszerben mindenegyres pont ennek a két mennyiségnek a függvénye. Az egyensúlyt tehát minden pontban a két ordináta határozza meg. Az ordináták fekvését a kísérleti adatokból kapjuk. A kísérleti meghatározások a rendszerben bizonyos pontok fontosságát emelik ki. Ha ezeket összekötjük, különböző egyenes és görbe vonalakkal diagrammot kapunk. Ezt *egyensúlyi-,* vagy *állapotváltozási diagrammnak* nevezzük. Az ily diagrammok főalakjait a 10. kép mutatja. A bemutatott alakok azt a 6 esetet ábrázolják, melyet az előbb felsoroltunk.

Ezek, a kémiai egyensúly értelmezésére vonatkozó elvont megfontolások a gyakorlati ember előtt talán idegenszerűen hangzanak. A gyakorlati élet feladatainak kézzelfogható megoldásától első pillanatra nagyon is távolesőknek látszanak. Pedig az ötvözetekre vonatkozó ismereteink feltárásában nagy szerepük van. Szoros összefüggésben vannak mindazzal, a mit az anyag

gyakorlati vizsgálatától várunk. Megkíséreljük beigazolni, hogy valóban gyakorlati jelentőségűek és a mikroszkópi vizsgálatnak igen becses kiegészítői. Ebből a célból a rajzban bemutatott főalakokat kell ismertetnem és magyaráznom.

A diagrammoknál a két összetevőt egész általánosságban *A*-val és *B*-vel jelöltük. A vastagabban húzott görbe vonalak mindegyiknél az ötvözet (rendszer) megszilárdulásának, illetőleg hevítésnél a megolvadásnak kezdetét jelentik. Ezen a határvonalon felül tehát *A* és *B* minden ötvözeté folyékony. A nem vonásolt területeken vagy egyedül a folyékony ötvözet, vagy csak egyetlen egy szilárd fázis van jelen. A vonásolt részek ellenben oly területeket jelölnek, melyeken vagy a folyékony ötvözet és kristály keveréke (1. és 2. alak), vagy két különböző fajtájú kristály van egymással egyensúlyban. (Ilyenek a 3—6. alakok.)



10. kép.

Egyensúlyi diagrammok fő alakjai.

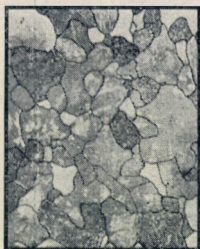
Említettük, hogy a két első diagramm *szilárd-oldat* előfordulását ábrázolja. Ez az elnevezés, mely VAN'T HOFF-tól ered, első pillanatra látszólag önmagának ellentmondó. Pedig nem így van. VAN'T HOFF e megjelölést eredetileg azoknak a már régebben ismert egynemű kristályos elegyeknek elnevezésére használta, melyeket „*izomorf elegy*“ néven csoportosítottak. Ezeknek sajátja, hogy oldatukból megszilárduláskor nem a tiszta oldószer, hanem annak az oldott anyagot tartalmazó egynemű *elegykristályai* kristályosodnak. (Ilyenek pl. a benzolban oldott pyridin és piperidin.) De az „oldat“ fogalma egyébként sem zárja ki, hogy szilárd testekre is alkalmazzuk. Oldatnak a kémiaiilag különböző testek oldás útján keletkező egynemű elegyeit,

vagy egyszerűen a fizikailag egynemű elegyeket nevezzük. Világos, hogy e meghatározás a halmazállapottól semmiképpen sem függ. A mint vannak gázalakú és folyós-oldatok, éppen úgy lehetnek szilárd-oldatok is. Ilyenek pl. az említett elegykristályok, melyek a meghatározásnak teljesen megfelelnek. A szilárd-oldat legismertebb és legelterjedtebb példája az üveg, a mely kovásv és különböző fénoxidok oldata. Az üveg alaktalan szilárd-oldat. Kristályos szilárd-oldatok fordulnak elő pl. a kőzetek között; ilyen a dolomit is, mely kalczit és magnezit szilárd oldata. Sokkal nagyobb számban fordulnak elő a kristályos szilárd-oldatok az ötvözetek között. A kettős ötvözetek túlnyomó részénél és a hármas ötvözetek eddig vizsgált eseteinél is nagyrészt előfordulnak,

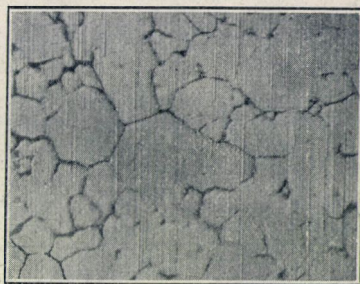
miért is szerepük nagyon fontos. A kettős ötvözetekben vagy az 1. és 2., vagy pedig a 6. diagramm szerint fordulnak elő. A két első esetben a diagramm azt fejezi ki, hogy *A* és *B* összes ötvözetei szilárd-oldat alakjában kristályosodnak. A szerint, a mint az összetétel változik, beszélhetünk *A* oldatáról *B*-ben, vagy *B* oldatáról *A*-ban, vagy végül *A* és *B* egyenlő mennyiségű oldatáról. A 6. diagrammra alább még visszatérünk.

A szilárd-oldat tehát kristályoknak egyenlő elegye. Egyik fémnek oldata a másikban olyan benső, egynemű elegy, hogy annak szövete némely körülmények között egyetlen fém kristályainak szövetéhez teljesen hasonló. Példa erre a 11. és 12. képen bemutatott két mikroszkópi felvétel. Az első tiszta fémnek: a vasnak, második pedig a réz és króm egyik ötvözetének csiszolatát mutatja. Ez utóbbi ötvözetben a két fém szilárd-oldat alakjában kristályosodott.

Gyakorlati szempontból nagyon fontos, hogy ötvözeteknél a szilárd-oldat jelenlétét felismerjük, mert két fém ötvözetei közül *legjobb mechanikai*



11. kép. Vas kristályai.
140-szeres nagyítás.

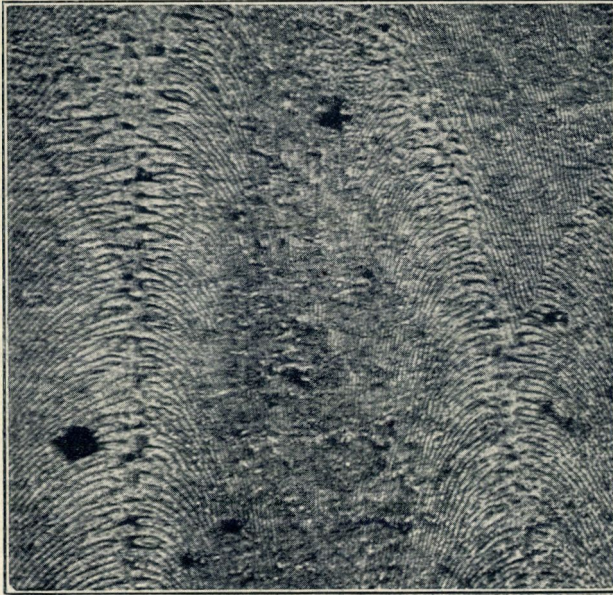


12. kép. Réz-króm ötvözet kristályai.
12-szeres nagyítás.

tulajdonságai annak vannak, a melyik szilárd-oldat alakjában kristályosodik. A szilárd-oldat jelenlétéről vagy hiányáról pedig leggyorsabban az egyensúly. diagramm világosít fel. Ez úton tehát közvetve előre következtethetünk az anyag szilárdsági tulajdonságaira.

Nézzük most az 5. diagrammot, mely azt fejezi ki, hogy a két fém — *A* és *B* — egymásban teljesen oldhatatlan. Látjuk, hogy a megszilárdulás kezdetét jelölő görbe vonal két ága egymást közös pontban: az *ú. n. eutektikus-pontban* metszi. E pont az *eutektikus-ötvözet*, vagy röviden *eutektikum* összetételének felel meg; sajátága, hogy *A* és *B* összes ötvözetei között a legalacsonyabb olvadáspontja van. Innen van görög neve is: *εύτηκτοο* = „könnyen olvadó“. Gyakorlatilag szintén fontos annak megállapítása, hogy vajjon két fém ötvözetei között fordul-e elő eutektikus kristályosodás. Az *eutektikus-ötvözet*, nevezetesen egyes *szilárdsági tulajdonságok*, *ú. m. a nyúlás, szakadás, keménység és ezeken kívül a mágneses tulajdon-*

ságok dolgában a többitől eltérően viselkedik. Ily ötvözetek jelenlétéről szintén az egyensúlyi diagramm ad felvilágosítást. Jelenlétükre azonban a mikroszkópi vizsgálat útján is következtethetünk. A kettős ötvözetekben ugyanis sajátságos, egymáshoz teljesen hasonló szövetet mutatnak, a mit a következő két képen is láthatunk. A 13. kép az ón és kadmium ötvözetei közül az eutektikus-ötvözetről készült mikrofotografiát mutatja. A 14. képen a vas és vaskarbid ötvözeteinek eutektikumját, az ú. n. perlit-et látjuk.¹



13. kép. Kadmium-ón eutektikum. 185-szörös nagyítás.

E példákban az eutektikum „lemezes“ kifejlődésű. Nagyon gyakori a „szemecskés“ szövet is. Miként látjuk, a teljesen különböző két eutektikus-ötvözet szövete nagyon hasonlít egymáshoz. Az eutektikum könnyű felismerése az ötvözetek osztályozása szempontjából gyakorlatilag nagyon fontos.²

¹ A gyakorlati vas- és aczélfajtákban a szén karbid, vagy grafit alakjában fordul elő.

² A képek közül a 2., 3., 4., 6., 7., 8. és 9. számúakat a berlin-lichterfeldei porosz kir. anyagvizsgáló hivatal engedélyével közöljük. A felsorolt képek a következő művekben meg is jelentek: MARTENS-HEYN, Handbuch der Materialienkunde (II. A, 210. lap és a 2. táblán 9. és 10. kép.) Továbbá: BAUER-DEISS, Probenahme und Analyse von Eisen und Stahl (77., 79. és 22. lap) és HEYN-BAUER, Metallographie (II, 15. tábla, 30. kép) cz. könyvében. A többi kép egy részét DR. GUERTLER charlottenburgi műegyetemi tanár szivességéből közlöm; ezek nagyobbrészt a Handbuch der Metallographie cz. kitűnő könyvéből valók; másik részük saját felvételem.

A 3. és 4. diagrammok oly rendszerek egyensúlyi viszonyait ábrázolják, melyekben nem szilárd-oldatok, hanem — az eutektikum mellett — a két összetevőből alkotott *vegyületek* kristályosodnak. A 3. esetben a vegyület megmarad, ha megolvasztjuk is; a 4. esetben a megolvadáskor szétbomlik. Azt, hogy a fémeknek egymással alkotott ily vegyületei valódi „vegyületek“-e, vagy valamely a vegyület és szilárd-oldat fogalma közé eső testek, nehéz eldönteni. Lehetséges, hogy e vegyületeket egyszerűen a szilárd-oldat egyik



14. kép. Vas-szén eutektikum. 300-szoros nagyítás.

fajtájának kell tekintenünk. Ennek megállapítása azonban csupán elméletileg érdekes, gyakorlati szempontból az a fontos, hogy az ötvözetekben az „*elemi*“ kristályosodás mellett — mint a milyen pl. a tiszta fémek egymás-ban való szilárd-oldata — ilyenmő „*közbeeső*“ kristályosodás is előfordul. Fontos ezt tudnunk, mert a hol ilyfajta kristályok keletkeznek, csaknem kivétel nélkül az *ötvözet rossz mechanikai tulajdonságokat mutat*: többé vagy kevésbé törékeny; keménysége és elektromos vezetőképessége más, mint a többi ötvözeté; kémiai reagensek iránt kevésbé ellenálló. Minthogy pedig meghatározásuk mikroszkóp segítségével nem mindig sikerül, fontos az ilyen ötvözetek egyensúlyi diagrammjait ismerni.

A 6. diagrammra nézve ugyanaz érvényes, a mit az 1. és 2., valamint az 5. számú diagrammok megbeszélésénél mondtunk.

Mindaz, a mit előbbieken a thermikus vizsgálatokról és az egyensúly

változásáról elmondottunk, a gyakorlati ötvözeteknél többnyire nagyon bonyolult alakban nyer kifejezést. Éppen a technikailag legfontosabb ötvözetekben keletkeznek a legváltozatosabb jelenségek s ennek következtében azoknak van a legszövevényesebb egyensúlyi diagramjuk. Mennél bonyolultabb azonban az ily diagramm, annál inkább meg van a jó oldala, hogy egyszerű rátekintés alapján megítélhessük a két fém ötvözeteinek sok fontos tulajdonságát.

* * *

A mikroszkópi és thermikus vizsgálatokon kívül, miként említettük, más egyéb módszerek is használatosak az ötvözetek tulajdonságainak vizsgálatára. Jelentőség dolgában e módszerek vetekednek a mikroszkópi és thermikus vizsgálatokkal. Ezt annál inkább mondhatjuk, mert az anyagok vizsgálatánál elv, hogy mindenkor azokat a tulajdonságokat vizsgáljuk, a melyek felhasználásuknál leginkább figyelembe jönnek. E módszerek pedig lehetővé teszik, hogy mind más és más oldalról világítsuk meg az anyag tulajdonságait.

Ebbe a csoportba tartozik a *térfogatváltozás* mérésére szolgáló (dilatometriás) módszer. E módszer azon a tapasztalaton alapszik, hogy a legtöbb anyag térfogata lehűlésekor, a mikor a megolvadt állapotból a szilárdba megy át, hirtelen csökken. Ezt a térfogatváltozást alkalmas módon megmérhetjük. Sok kettős ötvözettel végeztek is ilyen vizsgálatokat, főképpen polimorf átalakulások és vegyületek jelenlétének kimutatására. Ez utóbbiak fölkeresése e módszerrel azon alapul, hogy meghatározzuk, hogyan függ valamely megszilárdult ötvözet fajlagos térfogata a százalékos összetételtől. Ha a két fém egymással sem szilárd-oldatot, sem-vegyületet nem alkot, akkor ötvözeteik fajlagos térfogata a keverési szabály szerint adódik. Ha ezt rajzban feltüntetjük, a térfogat és az összetétel függvényét olyan egyenes fejezi ki, mely a két fém fajlagos térfogatait köti össze. Ha ellenben vegyület keletkezik, akkor ezen egyenes irányában azon a helyen, mely a vegyület összetételét mutatja, törés keletkezik.

A metallografia feladatai közé soroljuk azokat a vizsgálatokat is, melyek a fémek és ötvözeteiknek magatartását vízzel és különböző vegyszerek olda-
taival szemben kutatják, vagyis a melyek a *korróziót* tanulmányozzák. Az ilyenfajta vizsgálatoknak nagy gyakorlati jelentősége megérthető, ha például a *vas rozsdásodására* gondolunk. Ezidőszert évenként átlag száznál több olyan dolgozat lát napvilágot, mely egyesegyedül a vas korróziójával foglalkozik. E vizsgálatoknak köszönjük, hogy a különböző vasfajtáknak viselkedését a levegő, víz, tengervíz, sóoldatok, savak, a talajban kóborló elektromos áramokkal szemben tisztázták. E vizsgálatok feladata dönteni abban a gazdasági harcban, mely a körül forog, hogy az öntött- vagy a kovácsvasból

készült csőre nézve nagyobb-e a rozsdásodás veszélye? Nagyon sok értékes adat áll máris rendelkezésünkre, hogy milyen eredményt várhatunk a rozsdásodás ellen alkalmazott védőfestékek használatától? Mi tulajdonképpeni szerepük és mit kell tennünk, hogy anyagainkat teljes sikerrel megvédhessük a rozsdásodás ellen? Kimerítően tanulmányozták azt a gyakorlatilag szintén fontos kérdést, hogy milyen hatással vannak a rozsdásodásra a vasban előforduló idegen alkotórészek. A vason kívül nagy figyelemben részesültek a korróziós vizsgálatoknál az iparban fontos egyéb fémek és ötvözetek is.

Az ötvözetek *hővezető-képességére* vonatkozólag szintén nagyszámú kísérletet végeztek. Ebben a tekintetben azonban egyelőre még nem ismerünk törvényszerű megállapításokat. Valószínű, hogy a viszonyok hasonlóak, mint az elektromos áram vezetésénél.

Az ötvözetek *elektromos-vezetőképességének* vizsgálata gyakorlati szempontból és az ötvözetek szerkezetének megállapítása szempontjából fontos. E módszerben igen szabatos, finom és érzékeny eszköz áll rendelkezésünkre, melynek az ötvözetek vizsgálatánál sok szép eredményt köszönhetünk. Segítségével megállapították egyebek között, hogy a míg a tiszta fémek csaknem kivétel nélkül a legjobb vezetők, az ötvözés vezetőképességüket a legtöbb esetben csökkenti. Már nagyon kis mennyiségű idegen fém jelenléte nagy mértékben csökkenti a vezetőképességet, ha az idegen fém szilárdoldat alakjában van jelen. Oly ötvözetek, melyekben az alkotó fémek szilárd állapotban egymásban teljesen oldhatatlanok, e tekintetben másképpen viselkednek. Ilyenkor az ötvözet vezetőképessége egyszerűen a két fém vezetőképességéből a keverési szabály szerint adódik. A vezetőképesség tehát egyik fém térfogatszázalékokban kifejezett mennyiségének lineáris-függvénye. Azon kettős ötvözetek pedig, melyeket e két csoportba nem sorolhatunk, az említett két lehetőség csoportosításait tüntetik fel. Végül a fémek egymás között keletkezett vegyületeinek magatartásáról, mint bizonyosat, egyelőre csak annyit mondhatunk, hogy az ily vegyületeknek kísérletileg mért vezetőképessége mindig kisebb a számítottnál. E vegyületek és a tiszta fémek között egyébiránt ugyanazok a vonatkozások érvényesek, mint a miket a tiszta fémekre nézve már felsoroltunk, vagyis a vezetőképesség itt is az oldékonyág szerint változik.

Nem kisebb jelentőségűek azok a vizsgálatok, a melyek az ötvözetek *mágneses tulajdonságainak* megismerésére vezetnek. Itt is természetesen a legtöbb figyelmet a vas vizsgálata érdemli és legalaposabban vele is foglalkoztak. A különböző idegen fémek, főképpen a szén és szilícium hatását a vasfajtákra ily szempontból kiterjedten tanulmányozták. Sokat fáradoztak annak megállapításán, hogyan változnak a mágneses tulajdonságok a hőmérséklettel; milyen hatással van rájuk az anyag megelőző kezelése, mint a megmunkálás, izzítás, edzés. Nagyon érdekesek azok a tapasztalatok, a melyekhez

az alumínium, mangán és rézből álló úgynevezett mangánbronzokkal tett vizsgálatok alapján jutottak: FARADAY óta ugyanis csak a vasat, nikkelt és kobaltot, valamint néhány egymással alkotott ötvözetüket tartották ferromágneses tulajdonságúaknak. HEUSLER mintegy tíz év előtt fölfedezte, hogy a „mangánbronznak“ is vannak ilyenmő tulajdonságai, pedig ezen ötvözet a rég ismert három ferromágneses fém egyikét sem tartalmazza. Azóta e kérdéssel igen kimerítően foglalkoztak. Megemlítjük még, hogy WEISS zürichi tanár a fémek mágneses tulajdonságainak mibenlétét magyarázó *magneton-elméletet* dolgozott ki. Ez az elmélet az ismert elektron-elmélettel áll bizonyos vonatkozásokban.

Az ötvözetek szerkezetének vizsgálatánál sok esetben használhatjuk mint becses módszert az *elektrolytos oldási feszülés* meghatározására irányuló méréseket. Mindezekon kívül némely esetben még bizonyos *optikai*, sőt *akusztikai* vizsgálatok is segítségül voltak a fémek belső szerkezetének megismerésében.

„Anyagvizsgálati“ szempontból, tehát abból a szempontból, a mit bevezető sorainkban kiemeltünk, rendkívül nagy figyelmet érdemel a *mechanikai-technikai tulajdonságok* vizsgálata. A szorosan vett szilárdsági vizsgálatokat, melyeket különböző alakban régóta végeznek, ú. m. a szakító, hajlító, nyomó, ütő stb. kísérleteket, azelőtt nem sorolták a metallografia feladatai közé. E vizsgálatok azonban az előbbieken tárgyaltakkal oly sokoldalú vonatkozásban és összefüggésben vannak, hogy azokról meg kell emlékezni. Ezt annál inkább kell megtennem, mert újabban mindinkább általánosan megállapodnak abban, hogy e tulajdonságok vizsgálata szintén a metallografia feladatai közé tartozik. A mi egyébiránt a metallografiának a bevezetésben megadott és általánosan elfogadott meghatározásából is következik. Az, hogy a szilárdsági tulajdonságok mily szorosan összefüggnek az ötvözetek belső szerkezetével és a kettő vizsgálata mennyire egymáshoz tartozó feladat, kitűnik az egyensúlyi diagrammok megbeszélésénél fentebb mondatokból is. E mellett szól, hogy azokat a vizsgálatokat, a melyek különböző körülményeknek hatását figyelték meg a szilárdsági tulajdonságokra, jórészen szintén a metallografia fellendülése hozta létre. Ilyenek voltak az előzetes kezelés és megmunkálás, az izzítás és túlizzítás, az edzés és megeresztés; a hőmérséklet és a kémiai összetétel hatásának tanulmányozása. Ide tartoznak azok a vizsgálatok is, a melyek a keménység meghatározására irányulnak. Továbbá azok a vizsgálatok, a melyek a mechanikai tulajdonságoknak, az anyag szövetének változása következtében létrejött változását figyelik; végül azok, a melyek összefüggést keresnek a szilárdsági, valamint a mágneses és elektromos tulajdonságok között.

Az elmondottakból láthatjuk, mily sokoldalú a fémek és ötvözeteik vizsgálata. Nagy intézetek, külön laboratóriumok szegődtek egyesegyedül azon cél szolgálatába, hogy azokat az újabb és újabb kérdéseket, melyek e feladat kutatása közben felmerülnek, a tudomány és a gyakorlati élet részére megoldják. Sajátságos jelenséget látunk abban, hogy az arra fordított sok munkának és igyekezetnek nem csupán a tárgyi nehézségekkel, hanem sok balítélettel, kicsinyléssel kell küzdenie. Sokan vannak, kik a metallografia újabbkori hatalmas fejlődését elismerik ugyan, de abban nem látnak egyebet, mint tudományos értékű, elméleti jelentőségű sikereket. Ha valóban így volna, e sikerek értékéből az sem vonna le, de mégis külön ki kell emelnem e felfogásnak helytelenségét. Csupán azért, mert a metallografiai kutatások által felszínre hozott eredmények egyike-másika mindjárt első pillanatra nem látszik kézzelfoghatóan gyakorlati jelentőségűnek, nem szabad teljesen elvont értékűeknek tekintenünk. Megelőző fejtegetéseinkből is kitűnik, hogy mily szoros kapcsolatban vannak lépten-nyomon a gyakorlat követelményeivel. Maguk a felsorolt módszerek egyébiránt olyannyira gyakorlatiak, hogy önmaguk czáfolják az eféle gáncsokodást.

Valamit azonban mégis be kell ismernünk. Azt, hogy művelődésünk fejlettségében, mire pedig oly büszkék vagyunk, sok tekintetben nem vagyunk előbbre, mint előttünk évezredekkel voltak. Ha elméleti ismereteink ma fejlettebbek is, mint voltak a technikai fejlődés ama korszakában, melyben az anyag előállításánál az empirikus próbálgatás volt az egyetlen segítség, e korszak sok alkotását mégsem tudjuk utánozni. Delhi-ben (Indiában) körülbelül 2000 év óta a szabadban áll egy 8 méter magas vasoszlop, melyen a rozsdásodásnak nyoma sem látszik. Jobban ellentáll a rozsdásodásnak, mint a ma előállított legjobb szerkezeti anyagaink bármelyike. A híres perzsiai damaszt-pengék aczélanyagát metallografiailag vizsgálták, de előállításának problémáját nem fejtették meg, sőt attól éppen olyan messze vagyunk, mint voltunk. Bármily büszkén nézzük rendszeres kutatásaink mai sikereit, az évezredes és azóta veszendőbe ment tudás ily emlékei előtt meg kell hajolnunk.

Mindez bennünket természetesen nem csüggeszt, hanem a nehézségek leküzdésére inkább buzdít. Minden talpalatnyi előnyomulásunk sokat ér, mert közelebb visz a valóság megismeréséhez. Haladásunkat ezzel mozdítjuk elő legjobban.

Dr. Schleicher Aladár Pál.

Az Atlanti-óceán hatása időjárásunkra.

Midőn télen nagyon enyhe, tavasszal nagyon hűvös, nyáron nagyon esős idő jár, rendszeren az Atlanti-óceán hatásában szokták az okot keresni. Azt tartják, hogy télen a meleg Golf-áram, tavasszal az úszó jéghegyek, nyáron a tenger felől fúvó szelek hozzák a rendkívüli időjárást.

Az Atlanti-óceánt az utóbbi időben az időjárás szempontjából nagyon alaposan tanulmányozták, kiváltképpen PETERSSON (1896) vizsgálatai óta. PETERSSON kimutatta, hogy a tengervíznek hőmérsékleti eltérése bizonyos iránytól több hónapon keresztül ugyanazon előjelű, tehát folyvást melegebb, vagy hidegebb; ennek alapján szerinte valószínű, hogy már ősszel meg lehet határozni a tél, sőt a tavasz enyhe, vagy hideg voltát.

A tenger vizében főleg a szél hatására bizonyos áramlatok keletkeznek, melyeknek hőmérséklete a szerint változik, a mint a sarkok, vagy az egyenlítő felől jönnek.

Az Atlanti-óceán legkiválóbb áramlatai: a Golf-áram, a Keletgrönlandi-és Labradori-áram.

1. *A Golf-áram.* A spanyol PONCIO DE LEON 1513-ban fedezte fel ezt a hatalmas áramot, mely a Florida-csatornán kilépve, északkelet felé tart átlagosan 5·5 km óránkénti sebességgel; ez azonban egyre csökken, úgy hogy STRACHAN szerint Skótország partjaira csak egy év múlva ér.¹ A newfoundlandi padokkal szemben óránkénti sebessége már nem éri el a 4 km-t. Onnan Angolországba $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ év múlva ér. Hőmérséklete a brit szigetek körül (54°N és 7°W) 10·8, holott Floridánál 25·9 C° évi átlagban. Havonként azonban nem egyforma a hőmérsékleti különbség; áprilisban és májusban 16·2, októberben és novemberben csak 14·3°-kal kisebb a víz hőfoka Angolország körül, mint Floridánál. A legnagyobb hőfok mindkét helyen augusztusra esik, ott 14·2, itt 28·9 C°; a legkisebb hőfok 7·9 és 23·2 C° pedig februáriusra esik.²

A Golf-áram sebessége annál nagyobb, mennél erősebb a délnyugati, nyugati szél, ha hosszabb időn át fúj. Ugyanakkor Izland körül annál kisebb s Európa északnyugati partvidékén annál nagyobb a légnyomás. A Golf-áram ennél fogva kétféleképpen hat: meleg vize fölmelegíti Angolország és Európa nyugati partjait; a délnyugati és nyugati szél pedig, mely az izlandi mély légnyomásnak déli és délkeleti részén fúj, a meleg víz hőjét kontinensünk nyugati partjaira szállítja. Mennél tartósabb ez az állapot, annál enyhébb télen Európa északnyugati részének hőmérséklete.

¹ Meteorologische Zeitschrift, 1907. évf., 511. lap.

² Meteorologische Zeitschrift, 1911. évf., 579. lap.

De Közép-Európában, sőt Magyarországon is enyhe idő jár télen, midőn a Golf-áram északi kiágazásain a meleg s párás levegőben egyik légnyomási depresszió a másik után Izlandtól, Angolországtól kelet felé tart a kontinensre. Ilyenkor déli, délnyugati szél támad nálunk s az idő fölmelegszik. Az 1899. és az 1902. évi januárius nagyon enyhe volt; a Nagy-Alföld közepén, Turkevén, $1\cdot6^{\circ}$, $1\cdot3^{\circ}$ volt az átlagos hőmérséklet, holott rendszeren $-3\cdot1^{\circ}$ szokott lenni. Miként RÓNA ZS. kimutatja,¹ mindkét hónapban Európa északnyugati és északi részén kis légnyomású képződmények tartózkodtak. Azért fúj a szél főképpen délről és délnyugatról az Alföldön; Turkevén a szél gyakorisága a következő volt:

Januárius.	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Csend
1899. I									
1900. I	10	20	8	8	33	36	22	20	29

MEINARDUS kutatásai² alapján arra az eredményre jutott, hogy ha a Golf-áram hőfoka a norvégiai tengerparton november—januárius között a kellőnél nagyobb, akkor a februáriusi—áprilisi hőmérséklet Berlinben is nagyobb; a Golf-áram pedig annál melegebb, mennél nagyobb a légnyomás különbsége szeptember (vagy november)—januárius folyamán Dánia és Izland, vagy az Azóri-szigetek és Izland között. Ebben az esetben ugyanis élénkebb a légáramlás az Északatlanti-óceánon s gyakoriabbak a délnyugati, nyugati szelek kontinensünk északnyugati vidékén.

MEINARDUS a tenger vize helyett a Christiansundban följegyzett reggeli léghőfokot hasonlította össze Németország 14 állomásának hőmérsékletével s úgy találta, hogy a februáriusi—áprilisi hőfok évről-évre akként változik, mint Christiansundban a megelőző novemberi—januáriusi hőmérséklet. Ennélfogva az utóbbi adatokból januárius végén következtetni lehet arra, hogy milyen lesz a hőmérséklet Németországban a következő februárius—április hónapokban. A 40 évi adatoknak 90%-a e szabálytal egyezőnek bizonyult.

Azonfelül MEINARDUS azt is kimutatta, hogy a márcziusi—májusi hőmérsékletnek évenkénti változása többnyire egyezni szokott a nyár utóján Észak-Németországban beálló hőfokkal.

Jóllehet a Golf-áram nagy hőmérsékletét az egyenlítő alól hozza, hosszabb-rövidebb ideig tartó ingadozásai a meteorológiai viszonyokból is magyarázhatók. PETERSEN³ 20 évi (1883—1902) adatokra támaszkodva, melyek a La Manche csatorna és a New-York közötti gőzhajózási vonal 24 állomására (é. sz. 30—40 foka) vonatkoznak, arra az eredményre jutott,

¹ Éghajlat, II. köt., 53. és 55. lap.

² Meteorologische Zeitschrift, 1898. évf., 85—105. l.; 1905. évf., 398—412. l. Das Wetter, 1897. évf., 32—39. l., 1899. évf., 8—14. l., 1901. évf., 114—120. l.

³ Unperiodische Temperaturschwankungen im Golfstrom, 17. lap.

hogy a Golf-áram hőmérsékletére nagy hatással van az Izland körüli kis légnyomásnak helyzete. Ha ennek a középpontja Izlandtól hosszabb ideig nyugatra esik, akkor az Atlanti-óceán keleti részén délnyugati szelek fújnak s emelik a víz hőmérsékletét; ellenkezőleg csökkentik az északi szelek, melyek akkor jelentkeznek, ha a légnyomási depresszió hosszabb időn keresztül Izlandtól keletre van.

A Golf-áram, mely Irországtól nyugatra elágazik s Irminger-áram néven Izland nyugati partjait mossa, északi részén a Keletgrönlandi-árammal találkozik a Dán-szorosban. Lássuk már most ennek tulajdonságait.

2. *A Keletgrönlandi-áram.* Ha a Golf-áram a téli-, akkor a grönlandi sarki áram a tavaszi éghajlatra van hatással, a mennyiben a sarki medenczéből kilépve, a Spitzbergák és Keletgrönland között dél, délnyugat felé halad átlag 20—30 km. naponkénti sebességgel és sokszor óriási jégmennyiséget szállít Grönland keleti s Izland északi partjaira.

Az érdeklődés az izlandi jégviszonyok iránt egészen a 13-ik századig nyúlik vissza. Rendszeres följegyzések azonban csak a 18-ik század végén kezdődtek. THORODDSEN, RYDER és AMDRUP az 1800—1900. évi adatokat gyűjtötték össze, melyeket MEINARDUS¹ feldolgozott s BRENNECKE² bővebben megvilágított.

Izland körül 100 év alatt 80 évben mutatkozott jég s általában 2 hónapon és 20 napon keresztül lehetett vele a sziget körül találkozni; 13 évben azonban 5 hónapnál is hosszabb ideig tartózkodott partjai mellett. Május és április hónapokban mutatkozik a jég leggyakrabban s ilyenkor leghosszabb ideig is ott vesztegel. Azután márczius és június, majd februárius és július, végre januárius és augusztus következik csökkenő mennyiséggel. A többi négy hónapban 1—1½ hónapig tartott legfőlebb a jég 100 év alatt.

Milyen hatással van a jég a tenger vizének és a levegőnek hőmérsékletére?

Azokban az években, a mikor nagyon sok jég van, Izland keleti partján (Papeyben), hova a Golf-áram nem ér, májusban és júniusban 2·6, 2·5⁰-kal hidegebb a tenger vize, mint rendszeren szokott lenni. Strömő szigeten (Thors-havnben) a tenger vizének hőfoka ilyenkor már csak 1/3-ad résznyivel kisebb, mint Papeyben.

A levegő hőmérséklete jóval kisebb, ha sok jég van Izland körül, mint ha nagyon kevés van. Mennél jobban távozunk Izlandtól, annál kisebb lesz a különbség jégben gazdag és jégben szegény évek hőmérséklete között, úgy hogy Greenwichben, Kopenhágában csaknem elenyészik már, a miként ezt a következő kimutatás tanúsítja:

¹ Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Eistrift bei Island. 1900.

² Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung und den Eisverhältnissen des Ostgrönländischen Meeres, 1904.

I. A levegő hőfoka kisebb a jégben gazdag, mint a jégben szegény években. C°.

	Márczius	Április	Május	Junius	Julius
Stykkisholm	6·2	3·9	2·5	0·9	1·3
Grymsey	7·3	3·6	3·0	2·7	3·0
Thorshavn	1·8	1·3	1·8	1·1	0·3
Kopenhagen	(+ 0·2)	(+ 0·4)	0·1	0·5	0·3
Greenwich	0·1	(+ 0·7)	0·4	0·1	(+ 0·7)

Grymseyben, Izland északi partján, a hova a sarki áram első sorban hozza a jeget, kisebb a levegő hőfoka jégben gazdag években, mint a nyugati parton levő Stykkisholmban, a hova az Irminger-árm meleg vize hatol dél felől. Jóllehet Izlandban a tenger jege nagy hatással van a levegő hőmérsékletére, Északnyugat-Európában már alig vehetünk észre valami különbséget jégben gazdag és jégben szegény évek között; sőt Greenwichben és Kopenhágában április s általában a 3 tavaszi hónap melegebbnek bizonyul jégben gazdag, mint jégben szegény években.

Felhasználtam 7 hazai állomásnak: Árvaváralja, Selmezbánya, Pozsony, Budapest, Debreczen, Ungvár, Nagyszeben adatait, hogy kimutasam, vajjon mutatkozik-e valami hőmérsékletbeli különbség az Izland körüli jégben gazdag és szegény években? Jégben gazdag évek: 1859, 1866, 1869, 1874, 1881, 1882, 1888, 1892, 1902; jégben szegény évek: 1851, 1853, 1861, 1864, 1875, 1880, 1884, 1889, 1890. Ennek a 7 állomásunknak 9—9 évi átlagos hőmérséklete a következő:

II. Izland körül jégben gazdag és szegény évek hőmérséklete Magyarországon. C°.

Jégben	Januárius	Febr.	Márczius	Április	Május	Junius
Gazdag 9 év.	— 3·2	— 0·2	4·0	9·6	14·1	17·9
Szegény 9 év.	— 3·6	— 1·5	3·2	8·6	14·3	18·5
Különbség.	+ 0·4	+ 1·3	+ 0·8	+ 1·0	— 0·2	— 0·6

Jégben	Julius	Auguszt.	Szept.	Október	Novemb.	Decz.
Gazdag 9 év.	20·1	19·1	15·7	9·3	2·0	— 1·3
Szegény 9 év.	19·8	18·9	14·3	9·7	3·5	— 2·5
Különbség.	+ 0·3	+ 0·2	+ 1·4	— 0·4	— 1·5	+ 1·2

Azokban az években, mikor Izland körül sok jég van, nagyobb nálunk a februáriusi, márcziusi és áprilisi hőmérséklet, mint mikor kevés jég van ott, májusban és juniusban alig mutatkozik különbség.

Már most az a kérdés merül fel, hogy micsoda meteorológiai viszonyok kedveznek az Izland körüli sok jégnek?

BRENNECKE 20 évi (1877—1895) adatai alapján arra az eredményre jutott, hogy nyáron akkor van sok jég a Spitzbergák, Grönland és Izland között, ha márcziusban, áprilisban és májusban a szokottnál nagyobb a légnyomás különbsége Grönland és a Skandináviai-félsziget északi vidéke között, akár azért, mert ott kellőnél nagyobb, akár azért, mert Skandinávia körül kellőnél kisebb a légnyomás; mindkét esetben élénkebb északi szél uralkodik, mely sok jeget szállít az északi sark felől. Erre némileg már a téli légnyomásnak ilyen irányú kialakulása is hat.

Ha tehát Izland körül abban az esetben is sok jég mutatkozik, mikor Norvégia vidékén kellőnél kisebb a légnyomás, akkor Magyarországon szükségképpen délies szelek fújnak s így az időnek a szokottnál melegebbnek kell lenni.

A bemutatott adatok (II. táblázat) valóban a mellett is szólnak. Ha tehát ennél a légnyomási helyzetnél kellőnél sok jég van Izland körül, akkor Magyarországon tavasszal kellőnél melegebb idő jár.

3. *Labradori-áram.* A sarki áram Grönland déli csúcsát, a Farewell-fokot megkerülve, fokozódó sebességgel a Davis-szoroson keresztül a Baffin-öbölbe nyomul, a honnan ennek hideg vizével egyesülve, Labrador partjai mentén az Atlanti-óceánba hatol. Egyik ága a newfounlandi padokon a Golf-árammal találkozván, a félelmes ködöt okozza, egyúttal pedig épp úgy, mint Grönland keleti partjain, sok jeget halmoz fel.

A newfounlandi jégviszonyokkal (1860—1902) ROBINSON és saját gyűjtése alapján MEINARDUS ismertet meg. Ő úgy találta, hogy legtöbb jég mutatkozik Newfoundland mellett és Izland körül egyaránt áprilisban és májusban. Azokban az években, melyekben a légnyomás különbsége Toronto és Ivigut, vagy Kopenhága és Stykkisholm között a rendesnél jóval nagyobb augusztustól, vagy szeptembertől s novembertől februáriusig, sok jég mutatkozik tavasszal.

MECKING¹ szerint is akkor van sok jég Newfoundlandnál, ha nyáron Kelet-Grönland fölött magas, a Baffin-öböl fölött pedig alacsony a légnyomás, még pedig annál több, mennél nagyobb a légnyomás különbsége november—januárius hónapokban Dél-Grönland és a Szent Lőrincz-folyam között. Ebben az esetben erős északnyugati szelekkel hozza a Labradori-áram nagy mennyiségben a jeget.

Ha már most a légnyomási viszonyok Newfoundland és Izland között télen, vagy tavasszal úgy alakulnak, hogy a légnyomási minimum középpontja Izlandtól nyugatra esik, akkor Newfoundland körül északi, Izland körül déli

¹ Eistrift aus dem Bereich der Baffinsbay beherrscht von Strom und Wetter, 1906.

szelek fújnak, ennél fogva ott sok, itt kevés, vagy semmi jég sem fog mutatkozni. Ennek hatása némileg Európa nyugati részén is érezhető. Nem is ritkák azok az esetek, midőn Grönlandban, vagy Amerika keleti részén igen hideg a tél, Európa nyugati vidékén pedig nagyon enyhe. Így volt ez például 1899-ben, midőn Newfoundland körül már januáriusban óriási mennyiségű jég jelentkezett. Kanadában és az Egyesült-Államokban szokatlan hideg tél volt a tartós északnyugati hideg szelek miatt. A mély légnyomási depressziók szakadatlanul átvonultak az Atlanti-óceán északi vidékén, hátsó oldalukon északnyugati viharok kíséretében. Európát ezeknek a depresszióknak délkeleti oldala érte s feltűnő enyhe telünk volt, miként fentebb említettem is. Jóllehet a jég márcziusban gyorsan fogyott, egyes esetekben azonban még később is óriási jéghegyek mutatkoztak (180 m magasak és $2\frac{1}{2}$ km hosszúak), melyek víz alatti részükkel 1260 m magasságot is elértek. Még április 24.-én is lehetett egyes nagyobb jéghegyeket Newfoundlandtól délkeletre a 41. szélességi fokon látni.¹

Lássuk már most, hogy milyenek nálunk a hőmérsékleti viszonyok, midőn Newfoundlandnál nagyon sok, vagy nagyon kevés a jég.

A hőmérsékletet ugyanannak a hét állomásnak adataiból számítottam, melyeket fentebb említettem. Sok jég mutatkozott Newfoundland körül 1863, 1864, 1868, 1875, 1882, 1884, 1885, 1890 években; kevés pedig 1862, 1872, 1877, 1879, 1881, 1888, 1900, 1902-ben. A hét állomásnak 8—8 évi átlagos hőfoka a következő:

III. Newfoundland körül jégben gazdag és szegény évek hőmérséklete Magyarországon, C^o.

Jégben	Januárius	Febr.	Márczius	Április	Május	Junius
Gazdag 8 év. ...	— 2·5	— 1·2	4·0	8·7	15·0	18·4
Szegény 8 év. ...	— 2·6	— 0·3	3·4	9·2	14·3	18·0
Különbség ...	+ 0·1	— 0·9	+ 0·6	— 0·5	+ 0·7	+ 0·4

Jégben	Julius	Auguszt.	Szept.	Október	Novemb.	Decz.
Gazdag 8 év. ...	19·7	18·9	15·4	9·6	3·5	— 1·5
Szegény 8 év. ...	19·3	19·1	15·0	9·4	3·1	— 2·4
Különbség ...	+ 0·4	— 0·2	+ 0·4	+ 0·2	+ 0·4	+ 0·9

¹ Meteorologische Zeitschrift, 1899. évf., 260. lap.

Midőn Newfoundland körül sok a jég, nálunk májusban, júniusban és júliusban nagyobb a levegő hőmérséklete, mint mikor kevés ott a jég; a februáriusi, márcziusi és áprilisi hőmérséklet nem úgy viselkedik, mint az izlandi sok jég idején. A tavasz (márczius, április, május) e szerint $0\cdot27^0$ -kal melegebb nálunk, ha Newfoundland körül, és $0\cdot53^0$ -kal melegebb, ha Izland körül sok a jég, mint ha ott nincs, vagy nagyon kevés a jég. De ha erre a két csekély hőmérsékleti mennyiségre semmit sem adunk is, az az egy bizonyos, hogy az Atlanti-óceánon mutatkozó jég nem hűti le a levegőt Magyarországon.

Abból a célból, hogy az Izland és Newfoundland körüli jégviszonyokat annál inkább megismerhessük, bemutatom a 139. lapon az 1860—1902. évi adatokat¹ és a levegő tavaszi és évi hőfokát Magyarország fentemlített 7 állomása szerint a grafikus táblázaton évenként.

Ha a grafikus táblázatot szemügyre vesszük, arról győződünk meg, hogy némely évben egyezően, némelyikben pedig ellenkezően haladnak az izlandi és newfoundlandi jégvonalak. Ha már most kérdezzük, hogy milyenek a jégviszonyok Newfoundlandban, ha Izlandban sok, vagy kevés jég volt, s megfordítva, milyenek Izlandban, ha Newfoundlandban sok, vagy kevés jég mutatkozott, akkor a következő számok megadják a feleletet kérdésünkre. A nagyjegű éveket $+$, a kisjegűeket $-$, a rendeseket 0-sal jelölván, a következő csoportosítást kapjuk:

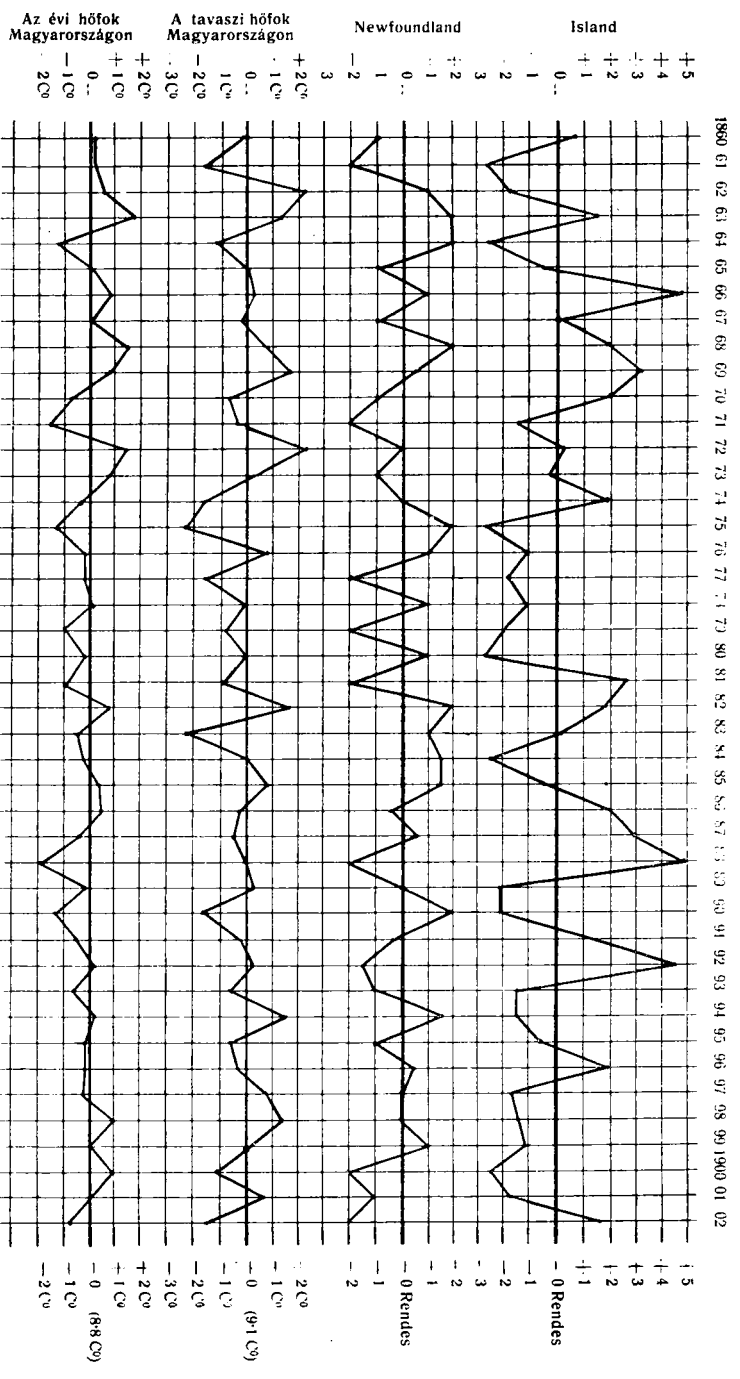
IV. Jégviszonyok Izland és Newfoundland körül (1860—1902).

Izland Newfoundland	Izland Newfoundland	Newfoundland Izland
$+$ 18 év $\left\{ \begin{array}{l} - = 8 \text{ év} \\ + = 8 \text{ év} \\ 0 = 2 \text{ év} \end{array} \right.$	$-$ 25 év $\left\{ \begin{array}{l} + = 11 \text{ év} \\ - = 11 \text{ év} \\ 0 = 3 \text{ év} \end{array} \right.$	$-$ — — — — —
Newfoundland Izland	Newfoundland Izland	Newfoundland Izland
$+$ 19 év $\left\{ \begin{array}{l} - = 11 \text{ év} \\ + = 8 \text{ év} \end{array} \right.$	$-$ 19 év $\left\{ \begin{array}{l} + = 8 \text{ év} \\ - = 11 \text{ év} \end{array} \right.$	$0 = 5 \text{ év} \left\{ \begin{array}{l} - = 3 \text{ év} \\ + = 2 \text{ év} \end{array} \right.$

Ha Izlandnál sok jég van, Newfoundlandnál éppen oly gyakran van sok, mint kevés; ugyanazt tapasztaljuk, mikor kevés jég van Izland körül. A viszonyok alig (3 év különbséggel) változnak, ha Newfoundlandhoz hozzá mérjük Izlandot. Nem mondhatjuk, hogy a jégviszonyok Izland és New-

¹ A MEINARDUS közölte adatokat átszámítottam úgy, hogy az eltéréseket a rendes viszonyoktól mutatom be. Az izlandiaknál 1 hónap 8 egységgel egyenlő, a newfoundlandiaknál 0 = rendes, $+1 =$ sok, $+2 =$ igen sok jeget jelent.

Az úszó jégimennyisége Izland, Newfoundland körül és a hőmérséklet Magyarországon 7 állomásán.



foundland körül ellenkezőleg alakulnak; csaknem éppen oly gyakran mutatkoznak az egyező, mint az ellenkező változások.

Ugyanarra az eredményre jutunk, ha Magyarország 7 állomásának tavaszi (márczius—május) hőmérsékletét akár az izlandi, akár a newfoundlandi jégviszonyokkal hasonlítjuk össze, a mennyiben az eltérési jelek Izlanddal 20 évben egyeznek, 23 évben pedig ellenkeznek; Newfoundlandtal 23-ban összevágának, 20-ban különböznek. *E szerint 43 évi adatok sem bizonyítanak a mellett, hogy az Atlanti-óceán jégviszonyai Magyarország hőmérsékletére hatással lennének.*

Van-e hatása az Atlanti-óceánnak a bő nyári esőre? A levegő páráját bizonyára növeli a tenger vizének elpárolgása, de ahhoz, hogy párából eső keletkezzék, még más is szükséges.

Azt gondolhatná az ember, hogy ha a tenger felől gyakran fúj a szél, több eső lesz, mint mikor máshonnan áramlik; pedig több tapasztalat az ellenkező mellett bizonyít. Alexandriában az északnyugati, északi, északkeleti szél a Földközi-tenger felől nyáron csaknem állandóan (90^o/o-kal) fúj, pedig 27 év alatt június, július, augusztus hónapokban egyáltalában nem volt ott eső; mikor azonban januáriusban legritkább volt a tengeri szél (39^o/o), akkor legtöbb eső (57 mm) esett. San-Franciscóban nyáron 93^o/o-át teszi a tengeri szél (NW, W, SW) a többi áramlatnak és 47 év alatt júliusban és augusztusban éppen nem volt eső, júniusban pedig mindössze 2 mm., holott decemberben legtöbb eső (132 mm) esett, pedig akkor a tenger felől jövő szél csak 39^o/o-át tette a többi iránynak.¹ Azt ugyan, hogy az eső a Nap látszólagos mozgásával a Föld egyik feléről a másikra vándorol, már régebben hitték, de adatokkal bizonyítva SUPAN mutatta ki először. Ő arra az eredményre jutott, hogy minden szélességi körön legtöbb eső nyáron esik. Kivételt csak a szubtrópusi száraz vidéken tapasztalunk.

WOEIKOF, SUPAN,² BRÜCKNER, FRITZSCHE³ a mellett érvelnek, hogy a nyári eső legnagyobb részt abból a párából alakul, mely a kontinensek belsejében lévő álló vizekből és növényzetből elpárolog s a periferikus földterületeken az összes mennyiségnek mintegy 70^o/o-át teszi.

Arra, hogy a nyári eső nem az Atlanti-óceánról jön, hanem a szárazföldön keletkezik a nagy melegben kifejlődő felszálló légáramból, felhozza SUPAN a Skandináviai félsziget négy állomását, úgymint: Kristiansund, Trondhjem, Östersund, Hernösand esőmennyiségét. Az első állomás az Atlanti-óceán partján, a másik egy Fjord belsejében a nyugoti oldalon, a harmadik a félsziget belsejében a vízválasztón túl, a negyedik a Keleti-

¹ SUPAN, Die Verteilung der Niederschläge auf der festen Erdbodenfläche, 25. lap.

² Ugyanott, 28. lap.

³ Meteorologische Zeitschrift, 1908. évf., 34. lap.

tenger mellett van. Ha Östersund évi mennyiségét 100%-nak vesszük, akkor Kristiansundé 245, Trondhjemé 209, Hernösandé 130%. Az évi átlag szerint a legkisebb esőmennyiség a félsziget belsejében lévő Östersundnál mutatkozik; állíthatnók tehát, hogy ime a szárazföld belsejében azért legkevesebb az eső, mert az Atlanti-óceántól legmesszebbre kerül. Ezek az átlagok azonban évszakonként megváltoznak s így fel kell tennünk, hogy az esőt előidéző ok is megváltozik. Évszakonként az eső mennyisége Östersund összegének százalékában kifejezve a következők:

V. Az eső mennyisége Östersund összegének %-aiban.

	Kristiansund	Trondhjem	Östersund	Hernösand ¹
Tél	392	344	100	138
Tavaszi	289	228	100	120
Nyár	124	113	100	102
Osz	313	253	100	175

Ime, az Atlanti-óceán hatása, mely télen és ősszel a két első állomáson 325%-kal szerepel, nyáron 118%-ra száll alá s így a belföldi állomástól alig különbözik. Ez a mellett bizonyít, hogy a belföldi állomás nyári esője nem a tenger felől jött, hanem ott helyben keletkezett leginkább.

Még az esőben oly szegény szubtrópusi övben is fokozódik a nyári mennyiség a szárazföld belsejében a tengerparthoz képest, mint a következő kimutatás tanúsítja:

VI. esőmennyiség %.

*Pyrenéi félsziget.*²

Nyugati part (4 állomás)	32·8 (május—október)
Kastíliai felföld (6 állomás)	+ 13·8 (május—október)
Keleti part (8 állomás)	+ 18·1 (május—október)

*Algéria.*²

Parti vidék (9 állomás)	+ 34·1 (márczius—szeptember)
Tell (16 állomás)	+ 9·9 (márczius—szeptember)
Fensík és Szahara (6 állomás) ..	+ 22·2 (márczius—szeptember)

*Északamerikai felföld.*²

Part és Kalifornia (8 állomás) ..	9·8 (május—október)
Fensík (16 állomás)	+ 21·1 (május—október)

A belföld a nyugoti parthoz képest 9, sőt 22%-kal is több nyári esőt kapott.

Minálunk is azt tapasztaljuk, hogy nyáron az Adria körül az eső évi mennyiségének csak 20—30, a Kis-Alföldön és a Fátarában 28%-a esik,

¹ SUPAN, Die Verteilung stb. .28 lap.

² Ugyanott, 29. lap.

holott a Nagy-Alföldön 30—34, Máramarosban pedig 36⁰/_o-a¹ szokott esni. A nyári eső tehát aránylag kisebb mennyiséget mutat fel a tengerhez közelebb, mint távolabb levő vidéken ; tehát nem jöhet a tengerről.

Ha a napi időtérképeket figyelemmel kísérik, bőven lesz alkalmunk tapasztalni, hogy nyáron gyakran van eső, még pedig bő mennyiségben több, egymástól távolabb levő helyen, pedig a légnyomás oly egyenletesen oszlik el egész Európában, hogy az Atlanti-óceán felől jövő nyugoti áramlatnak nyoma sincs. Hiszen tudvalevő és számadatokkal is bebizonyított tény, hogy nyári esőnk 60—70⁰/_o-a zivatarok alkalmával esik, midőn csendes, meleg idő van s hatalmas kumuluszfelhők elárulják az élénken felszálló s esőt szülő áramlatot, mely a hegyekben a nap korábbi óráiban szokott keletkezni, mint a síkságon.

* * *

A felhozott adatok bizonyítják, hogy az Atlanti-óceán időjárásunkra nem abban az értelemben van hatással, hogy akár vizének kisebb, vagy nagyobb hőfoka nálunk is hol hűvösebb, hol melegebb időt támasztana, akár bő páramennyisége nyáron feltünőbb mértékben szaporítaná esőnket ; hanem hatással van időjárásunkra az Atlanti-óceánon mutatkozó szokatlan kis, vagy nagy légnyomással járó sok képződmény kíséretében nyilvánuló, hosszabb ideig tartó s alig változó irányú légáramlat. Ezek a képződmények többnyire Amerikából, a nagy tavak vidékéről jönnek s az Atlanti-óceánon keresztül igen kedvező utat találnak Európa északi vidékeire. Sülyedő barométerállásokról déli szelek fújnak nálunk, az idő felmelegszik s esőt is kapunk kisebb mértékben ; de midőn a légnyomás már emelkedni kezd, az eső szűnik s az idő északi szelek hatására meghűvösödik. Így alakul az idő főképpen télen, midőn a kontinens és tenger között sokkal nagyobb az ellentét, mint nyáron. Ha az Atlanti-óceánon nyáron terül el nagy légnyomás, akkor északi áramlatok csökkentik nálunk a levegő hőmérsékletét, párája köbméterenként fogy, a felszálló áram gyengül s így az eső is ritkább lesz.

Ha tavasszal sok jég úszik le Izland, Newfoundland körül, még pedig kis légnyomású képződmények hátsó oldalán fúvó viharos északi szelek hatására s ez az állapot sokáig eltart, akkor ezeknek a képződményeknek helyzetéhez képest, ha középpontjuk elég közel jön Európához, nem hideg, hanem ellenkezőleg a szokottnál melegebb időnk van.

Az Atlanti-óceánon beálló változásokból az időjárás tartósabb voltára is szokták következtetni. Abban az értelemben változik ugyanis többnyire a hőmérséklet Európa északnyugati vidékén tavasszal, a mint változott a légnyomás, illetőleg a tenger színének hőfoka a megelőző őszzsel és

¹ HEGYFOKY, Az eső évi periódusa, 16. lap.

tél elején Európa és Izland, vagy az Azóri-szigetek és Izland körül. HILDEBRANDSSON 10 évi adatokból (1875—1884) kapcsolatot derített ki Newfoundland és Berlin esőjárása között. A milyen esőzési állapot volt nyáron Newfoundlandban, olyan lett a következő télen a Faröer-szigeteken s utána való nyáron Berlinben.¹ SHAW a Szt. Ilona-szigetén történt széljegyzések és az angolországi eső között derített ki összefüggést. Ha a délkeleti passzát ereje növekszik, gyarapodik az eső is Angolországban.² Mindezeknek az alapján lehetne ugyan némi következtetést vonni a következő idő általános jellemére nézve, de ahhoz, hogy a hosszabb időre szóló jóslás szilárd alapot nyerjen, részint az egész Földre kiterjedő megfigyelésekre, részint a hosszú sorozatoknak az eddigieknél részletesebb egybevetésére lenne szükség, főleg a légnyomás egyidejű egyenlítői és sarki adatai alapján.

Végre az Atlanti-óceán léghőmérsékleti viszonyainak jellemzésére ide iktatom a főbb gócpontokra, Izlandra, Newfoundlandra, Floridára és az Azóri szigetekre vonatkozó következő adatokat:

Hőmérséklet C ^o	Jan.	Feb.	Márcz.	Ápr.	Máj.	Jun.	Juli.	Aug.
Stykkisholm	— 2·2	— 2·7*	— 2·3	0·8	4·3	7·8	9·7	9·2
St. Johns.....	— 4·6*	— 4·6*	— 2·5	1·7	6·3	10·8	15·1	15·5
Key West	20·4*	21·6	22·6	24·2	26·1	27·9	28·7	28·8
Ponta Delgada	14·1	13·9*	14·1	15·4	16·6	18·9	21·3	22·0

Hőmérséklet C ^o	Szept.	Okt.	Nov.	Decz.	Év	Északi szélesség	Nyugati hosszúság Greenwich	Magasság m.
Stykkisholm	6·8	3·2	0·5	— 1·3	2·8	65° 5'	22° 46'	11
St. Johns.....	12·2	7·3	2·8	— 1·8	4·8	47° 34'	52° 42'	46
Key West	28·1	25·9	23·5	21·1	24·9	24° 34'	81° 49'	13
Ponta Delgada	20·9	18·9	16·9	15·1	17·3	37° 44'	25° 40'	20

¹ Meteorologische Zeitschrift, 1899. évf., 574. l.

² Meteorologische Zeitschrift, 1906. évf., 82 — 86. lap.

A vetőmag csávázása.

A gabonatermelés Magyarországon mindig elsőrendű fontosságú volt. A mostani rendkívüli időkbén kétszeresen az. A gabonatermelés sikere azonban sok tényezőtől függ. Egyike a legfontosabb tényezőknek az, hogy a termést már kezdettől fogva az élősvi betegségek ellen megóvjuk. A nagy károkat okozó sok betegség közül nálunk és mindenütt, a hol gabonát termelnek, az üszökbetegség igen nevezetes.

A gabonaüszök kórokozója a több nembe és fajba tartozó penészgomba. Gyakorlatilag legnevezetesebbek az *Ustilago* és a *Tilletia* nevű penészgombák különböző fajai. A búzán, rozson, árpán, zabon és kukoriczán más-más üszökgomba élőszkodik, még pedig mindegyiken nemcsak egy, hanem két és még több faj is. A különböző üszökgombafajok biológiailag nem egyformán viselkednek. Biológiailag és gyakorlati szempontból leginkább úgynevezett szálló- vagy repülő- és bűdös-, kemény- vagy kőüszköt különböztetnek meg. A gyakorlati gazdáktól nem ritkán „szürke elméletnek“ csúfolt és „luxus“-nak mondott laboratóriumi, mikroszkópi, rendszertani és kémiai kutatások hosszas láncolatának, nem egy botanikusnak és kemikusnak nélkülözésekkel és önfeláldozással járó s soha el nem ismert munkálkodásának eredményeképpen most már tudjuk, hogy a *gabona üszökbetegsége* ellen, mint megannyi száz meg száz más növénybetegség ellen is, *kitűnően védekezni lehet.*

Az üszökbetegség ellen többféleképpen védekezhetünk. A legfontosabb és gyakorlatilag legcélravezetőbb védekezési mód, a még mindig érvényben lévő váltógazdaság mellett, a vetőmag csávázása.

A csávázás, mint minden betegség ellen való védekezés, gondot és költséget okoz. De a ráfordított munka és költség sokszorosan visszatérül az elért terméstmennyiség révén. A betegség ugyanis óriási kárt okoz. A gabona üszökbetegségtől okozott kárt Svédországban csak árpára és zabra vonatkozólag évi hét és fél millió koronára, az északamerikai Egyesült Államokban csak zabra vonatkozólag évi 18 millió dollárra, Ohio államban búzára vonatkozólag 7 millió márkára becsülték. Bizonyos, hogy Magyarországon is milliókra becsülhető az üszökbetegség okozta kár. Tehát nemcsak az egyes gazdák érdeke, hanem nemzetgazdasági érdekek is a mellett szólnak, hogy a helyesnek, sikeresnek és jövedelmezőnek elismert védekezést a gabona üszökbetegsége ellen okvetlenül végrehajtsuk, azzal a pontossággal, a melyet az ügy fontossága megkövetel.

A csávázás hasznának megítélése céljából tudnunk kell, hogy az üszökgomba többnyire *egyenesen a vetőmagról* származik át a vetésre, a fejlődő növénykére, majd a kalászra és az új termésre. Azaz rendszerint maga *a vetőmag van a betegséggel megfertőzve.* Csávázással tulajdonképpen

fertőtleníjük a magot és a rajta, vagy benne lévő gombát csirájában megöljük.

Némely gazda azt gondolja, hogy a mag üszkössége az egyes szemek nagysága szerint változik. De a vélemények homlokegyenest ellenkezők. Míg egyesek azt gondolják, hogy az apró mag egészségesebb s csak a nagyobb szemek vannak erősen üszökkel megfertőzve, addig mások az ellenkezőjét állítják; sőt TSCHERMAK¹ máris azt ajánlotta, hogy a négysoros árpát s a kétsoros őszi és korai tavaszi árpát erős szitálással az apró szemektől meg kell tisztítani, mert azok vannak leginkább megfertőzve. APPEL és RIEHM² búzát és árpát vizsgáltak üszökre, de ők semmi olyan különbséget nem találtak, a mely általános érvényű volna; csak egy esetben észlelték azt, hogy a 2·6 vagy 2·7 mm-nél vastagabb szemű árpaszemek valóban üszöktől mentesek voltak; több más esetben azonban apró szemek és nagy szemek egyaránt betegek voltak.

Az a vélemény is felmerült, hogy az üszök hosszabb raktározás alkalmával magától elpusztul, ezért nem friss, hanem két-, vagy hároméves vetőmagot kellene használni. Ámde az üszökgomba nagyon szívós életű s több évig is életben marad. ZIMMERMANN Rostockban megállapította, hogy a szállóüszök (*Ustilago Hordei*) miczéliuma az árpaszemben 5 év alatt sem pusztul el.

Az előbbieket szerint nem szabad a véletlenül bízni, hanem meg kell tenni azt, a mit KÜHN már a múlt század ötvenes éveiben ajánlott s azóta sokan kipróbáltak, módosítottak és javítottak, azaz a vetőmagban rejlő üszökgombát csávázással kell elpusztítani.

A legjobban bevált csávázó eljárások a következők:

I. *Csávázás mérgező hatású, úgynevezett gombaölő (fungicid) anyagokkal.* Az eljárás lényege az, hogy a vetőmag külső falához tapadt üszökspórákat valamely kémiai szerrel megöljük anélkül, hogy az a magnak megártson. Ez az eljárás *csak a kőüszök ellen használ,* ellenben a szállóüszök ellen nem, mert ez utóbbi nem a maghoz tapadó spórák, hanem a mag belsejében lévő miczélium alakjában telel át. Csávázásra leginkább rézgálicot vagy pedig formalint használnak.

A KÜHN-féle eljárás szerint 100 liter vízben 0·5 kg rézgálicot oldunk fel kádban s azután a fertőzött búzamazgból annyit teszünk bele, hogy a folyadék szintje valamivel magasabb legyen, mint a meddig a mag ér. A magot a folyadékban felkavarjuk s a felszálló tisztátalan anyagot, a mely nagymennyiségű üszökspórát és üszkös könnyű magvakat foglal magában, eltávolítjuk. A mag 10, sőt 16 óráig a csávában marad s utána a magot meg kell szárítani.

¹ Deutsche Landw. Presse, 1909, 149. lap.

² Bericht der Kais. Biolog. Anstalt, VII., 1912, 14. lap.



Közvetlenül, vagy nemsokára a megszáradás után a magot elvetjük. A cséplőgéptől kissé megsértett vagy rosszul érett mag a csávázás következtében némi kárt szenved; ennek kiegyenlítése céljából a rendesnél valamivel többet kell elvetni. Azonkívül, a csirázó képesség megóvása végett, a csávázás után a magot a hozzátapadt fölös rézgáliczoldat közömbösítése céljából 1 kg égetett mészből és 100 liter vízből készített mésztejjel folytonos lapátolás közben 5—10 perczig meglocsoljuk.

A LINHART-féle eljárás szerint a búzamagot 3—4 perczig 1⁰/₀-os rézgáliczoldatban megmossuk. Legjobban úgy járunk el, hogy a 12—15 liternyi mennyiségű magot tartalmazó kosarat belemártjuk a csávába s a magot eközben folyton pusztá kézzel kavarjuk és egymáshoz dörzsöljük, azaz mossuk. A szárításnak természetesen itt sem szabad elmaradnia. Nagy mennyiségű mag csávázására külön gépeket használnak.

A TUBEUF-féle eljárás a következő:

A magot vízben megmossuk s e közben a könnyebb szemeket és a tisztátalan anyagot eltávolítjuk; majd 2⁰/₀-os bordói-lébe mártjuk a magot. A bordói-levet rá kell a magra szárítani és azt nem szabad róla lemosni. A magra száradt bordói-lé nemcsak a maghoz tapadó üszökspórákat öli meg, hanem az elvetett magot a talaj közvetítette későbbi megfertőzés ellen is annyira-mennyire megvédi.

A *formalinnal* való csávázást általában jobbnak tartják. Régebben főleg zabot fertőtlenítettek vele, még pedig a tél folyamán is, tehát nemcsak közvetlenül az elvetés előtt. E célra kádban a forgalomban lévő 40⁰/₀-os formalinból 100—100 liter vízre számítva 0.25 litert oldunk fel. A magot körülbelül 50 kilós lazaszövetű s lazán összekötött zsákokban 15 perczre belemártjuk a megkavart folyadékba. Utána a magot gondosan megszáritjuk. Azelőtt jóval hosszabb ideig is áztatták a magot a 0.1⁰/₀-os csávában, de ez nemcsak fölösleges, hanem többet árt, mint használ, mert a csirázó képességet apasztja. Újabban más gabonát is csáváznak formalinnal.

Ausztráliában DITZEL és DOWNING foglalkoztak a csávázás ügyével. Rézgáliczsal, formalinnal, fungusinnal, scalecidevel és lysollal kísérleteztek. A scalecide és a lysol nevű szereket értékteleneknek tartják. A rézgálicz szerintük igen jó, a formalin kevésbé jó szolgálatot tesz, de azért a rézgáliczot sem ajánlják föltétlenül, mert a mag csirázó képességére sok esetben igen kedvezőtlenül hat. Szerintük a rézgálicz okozta bajokat úgy szüntethetjük meg, hogy a csávázás után vízzel, vagy még jobban mésztejjel lemoszuk a magokat. Leginkább a fungusin nevű titkos szer mellett foglalnak állást.

Itt megjegyzem, hogy mihelyest valahol titkos szert ajánlanak, azt tartózkodással kell fogadni. Mert hiszen minden titkos szer csak más, jól ismert egyszerű anyagokból készül, mint például rézvegyületből, formalinból vagy más egyéb gombaölő méregből. Ha a titkos szert kémiailag megvizs-

gáljuk, könnyen megállapíthatjuk ható alkotórészét, a mit azután sokkal olcsóbban szerezhethünk be, mint a titkos szert.

JORDI Svájcban szintén évek óta kísérletezik s eredményül megállapítja, hogy a formalin a rézgálicznál jobb csávázó szer. Szerinte 0·1—0·2⁰/₀-os formalinnal 4 óráig kell csávázni. Igaz ugyan, mondja, hogy a formalin a búzamazag csírázó képességét 10⁰/₀-kal csökkenti; de a rézgálicz (0·5⁰/₀-os vizes rézgáliczoldat 12 óráig) 25⁰/₀-nyi kárt okoz. A rozs egyébiránt kevesebbet szenved a csávázástól, mint a búza.

Dániában MORTENSEN, kísérletei alapján, arra következtet, hogy a formalin- és a rézgáliczcsáva egyformán jó eredményre vezet, föltéve, hogy a csávázást jól végzik. Előírás szerint $\frac{1}{4}$ liter 40⁰/₀-os formalint 100 liter vízben oldott fel s ez a mennyiség 700 kg búzamazag csávázására volt elegendő.

KULISCH szerint¹ Elzászban a kisgazdaságokban nagyon sok a kőüszkös búza, mert a csávázást vagy elmulasztják, vagy rosszul végzik. Azonfelül megtörténik, hogy túlságosan erős rézgálicz-oldattal csáváznak, a mi a mag csírázó képességének árt meg. KULISCH megállapította azt is, hogy az 1911-iki aránylag száraz nyáron a búzamazag igen száraz volt s azért a csávából nagyon sokat szítt magába, továbbá, hogy a cséplés következtében számos búzaszem megsérült, s mind a két oknál fogva a rézgáliczcsával való csávázás a mag csírázó képességére károsan hatott. Formalinnal a kár jóval kisebbnek bizonyult.

KIRCHNER² pontos vizsgálataiból tudjuk, hogy a rendesenl forróbb nyáron a búzamazag héja vékony és merev, minek következtében cséplés, különösen géppel való cséplés közben a szemek megsérülnek, még pedig éppen a csíra helyén. Ha rézgáliczcsával kőüszk ellen csávázunk, könnyen megtörténik, hogy a csáva a megsérült falon át a mag belsejébe hatol és a csírárt, vagy gyököcskét elpusztítja, ennek következtében a vetés hiányosan kel. Viszont a formalincsáva még a sérült mának sem árt meg, legalább nem olyan nagy mértékben, ezért a formalincsáva szerinte jobb. Az 0·1⁰/₀-os formalin-oldattal a búzát $\frac{1}{2}$, a tönkölyt azonban 2 óráig csávázza.

A többféle kísérleti adatból következtetve, a formalint kell jobb csírázó szernek tartani.

JORDI és BANDI³ arra figyelmeztettek, hogy a csávázás kőüszk ellen szinte kétségessé válik abban az esetben, ha a talaj, a melybe a csávázással fertőtlenített vetőmag kerül, erősen fertőzve van, mert ebben az esetben a talajban lévő gomba a különben tiszta magot és a belőle fejlődő csíra-

¹ Bericht Landwirtsch. Versuchsstation, Colmar, 1911.

² Bericht d. Anstalt f. Pflanzenschutz Hohenheim, 1911.

³ Bericht Landw. Schule Rütli-Bern, 1911. 12.

növényeket újból megfertőzi. Tehát a váltógazdaságot ajánló régi szabályt még mindig követni kell, csávázás esetén is, mert a csávázással csak a vetőmagot fertőtleníttük, nem pedig a talajt is.

II. Hosszas kutatások alapján megállapították, hogy a *szállóüszök* a kemény üszöktől fajilag és biológiailag lényegesen eltérő s nem a mag külső falához tapad spóra alakjában, hanem *miczéliuma a mag belsejében van s ott telel át*. Azért egy ideig az volt a vélemény, hogy a szállóüszökkel fertőzött vetőmagot csávázással nem lehet úgy fertőtleníteni, mint a kemény üszöktől fertőzött vetőmagot. Mielőtt a különböző üszökfajokat részletes botanikai vizsgálatok segítségével megállapították s azoknak eltérő biológiai és kórtani jelenségeiről tiszta képet kaptak volna, többször megtörtént, hogy a csávázás kémiai anyagokkal eredménytelennek bizonyult s ennek okát nem lehetett megmondani. Most, hála a fáradhatatlan tudományos kutatásoknak, az okot ismerjük. Kiderült, hogy a csávázás *kémiai anyagokkal nem használhat abban az esetben, hogyha a mag miczéliumalakban áttelelő szállóüszökkel van megfertőzve*. A szállóüszök elleni védekezésre más csávázó módszert kellett kieszelni, mert nemcsak gyakorlati tapasztalatok, hanem alapos tudományos vizsgálatok alapján is hatástalannak kellett mondani a kémiai anyagokkal való csávázást szállóüszök ellen.

Így pl. APPEL és RIEHM szerint a rézgáliczoldat gyenge oldata az árpa és búzamag héján nem hatol keresztül rendes körülmények között s azért az üszökgomba miczéliumát nem ölheti meg; ha pedig behatolna, az a magnak is megártana.

A szublimát 0·1⁰/₀-os oldata az üszökre hatástalan, 0·2⁰/₀-os oldat az üszköt megöli ugyan, de egyúttal a mag csirázó képességére is nagyon kedvezőtlenül hat.

Bizonyára a formalinnal vagy bármely más kémiai anyaggal való csávázás szintén hasonló eredményre vezetne. *Tehát nem kémiai, hanem fizikai módszerhez kellett folyamodni a magban lévő szállóüszök megölése céljából. A ható tényező a hő*. Az eljárás lényege az, hogy a magot vízben, vagy levegőben olyan hőfoknak teszszük ki, a mely a magnak nem árt, de a benne élő üszökmiczéliumot megöli.

Az eljárás JENSEN-től ered. Mások, főleg APPEL és RIEHM a dahlemi biológiai intézetben javították és kitűnőnek találták. Több évig végzett kísérleteik alapján¹ nagy fontosságot tulajdonítanak az előcsávázásnak, a mely a gombát az utócsávázás iránt fogékonynyá teszi. Az előcsávázás langyos vízben történik s 4 óráig tart. A gomba csirázására legkedvezőbb a 27 C⁰-ú hőmérséklet. Hogyha a magot 4 óráig 27 C⁰ meleg vízben áztatjuk, akkor a mag 17⁰/₀ vizet vesz fel s a gomba miczéliuma fejlődésnek indul,

¹ Arbeiten K. Biolog. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft, VIII., 1911, 343-426. lap.

érzékenynyé s fogékonnyá válik az azután következő nagyobb meleg iránt. A langyos víztől megduzzasztott magot ugyanis utólag 10 perczre 50—52 C⁰ hőfokú vízben áztatják, miközben a mag legalább 5 perczig 50 C⁰-ra melegedik fel. A magnak 5 perczig tartó 50 C⁰-ra való fölmelegedése az érzékenynyé tett gombát megöli. Az utócsávázást nem kell okvetetlenül vízben végezni, hanem 50 C⁰-ra fölmelegített száraz levegő is hatásos.

Kísérletekkel megállapították azt is, hogy a 4 órai előcsávázás és 52⁰—53 C⁰-nyi víznek öt perczig tartó hatása a vetőmag csirázóképességének nem árt; 10 percznyi utóáztatás a csirázóképességben 10⁰/_o-nyi kárt okoz. Azért az utóáztatás alkalmával, ha az tíz perczig tart, a vizet csak 50—52 C⁰-ra melegítsük fel.

Az eljárást nagyon gondosan kell végezni, nehogy többet ártsunk vele, mint a mennyit használunk s hogy viszont a gombát biztosan megöljük. Csávázás után jól teszszük, ha a mag csirázóképességét újból megvizsgáljuk, mielőtt azt vetőmagnak felhasználjuk.

STÖRMER is foglalkozott a meleg vízzel való csávázással.¹ Minthogy az 50—52 C⁰ pontos betartása nagy nehézségeket okoz, azért ő azt ajánlja, hogy inkább valamivel hidegebb vízbe áztassuk a magot, de hosszabb ideig tartssuk benne. Szerinte a nyári búzát 40 C⁰-nyi, az árpát 35 C⁰-nyi vízben kell áztatni 10—12 óráig.

Azonkívül hosszabb előcsávázással is kísérleteztek.² Az előcsávázás időtartamát (27C⁰-nyi vízben) 6—8 órára terjesztették ki s az utócsávázásra használt víz hőfokát különböző esetekben kissé megváltoztatták. Kiderült hogy 6 órai előcsávázás és 10 perczig tartó utócsávázás 48—50 C⁰-nyi vízben teljesen elegendő. A 48—50 C⁰-nyi meleg víz a tavaszi búza magjának sohasem ártott meg; 50—52 C⁰ kevés, 52—54 C⁰ több kárt okozott. Tehát az utócsávázásnál 52 C⁰-nál melegebb vizet használni nem tanácsos.

Pontos kísérletekkel újabb eljárást is dolgoztak ki, még pedig egyszerű csávázást, hosszabb ideig, 40 C⁰-nyi vízzel. A 35 C⁰-nyi víz a búza üszökbetegsége ellen még 12 órai hatás után sem ér semmit; de 40 C⁰ meleg víz 8 óra alatt a gombát teljesen elpusztítja. Hátránya ennek az eljárásnak az, hogy a mag szertelenül megduzzad s 40—55⁰/_o vizet szív magába.

Némelyek azt tartják, hogy a meleg vízzel fertőtlenített, duzzadt magot nem szükséges megszáritani, hanem azt nyomban a csávázás után el lehet vetni. SCHANDER kísérletei azonban bebizonyították, hogy a duzzadt, nedves, meg nem szárított mag nagy kárt szenved abban az esetben, ha fagy éri. Tehát a magot mindenesetre meg kell jól szárítani.

¹ Fühlings Landw. Zeitung, 1911, 145—147. lap.

² VII. Bericht, i. h.

APPEL és RIEHM javították még a forró levegővel való fertőtlenítő eljárást is. A vízben való hosszas áztatásnak mindig megvan az a kellemetlen következménye, hogy a mag sok vizet szív magába s szertelenül megduzzad, minek következtében a magot ismét alaposan meg kell szárítani, nehogy romlásnak induljon. Hogyha a magot csak előcsávázás alkalmával áztatjuk vízben s azután forró víz helyett, forró levegőben melegítjük fel kellő hőfokra, akkor az utócsávázás, vagy a hosszú csávázás alkalmával a magnak elkerülhetetlen nagymértékű megduzzadása elmarad; sőt az előcsávázás alatt felvett víz a magból nagyrészt el is párolog, úgy hogy az utólagos, végleges szárítás már sokkal kevesebb időbe kerül.

Azelőtt a magokat forró levegőben akként fertőtlenítették, hogy a vékony rétegekben kitergetett magot tartalmazó edényt alulról fűtőcsövekkel melegítették. Újabban a fűtőszervezetet olyformán módosították, hogy a közepén lévő mag legjobban és leghamarább melegedjék fel. Azonkívül megállapították azt is, hogy ha az előcsávázás alkalmával nem 25, hanem csak 16% vizet vesz fel a mag, akkor a forró levegő következtében az üszök mégis teljesen elhal, föltéve, hogy a forró levegőben 5 perczre 50C⁰-nyira melegedik fel a mag.

Ezek szerint a legjobb eljárás a következő: A magot kosarakban, vagy zsákokban 1½—2 óráig 27C⁰ meleg vízben áztatják; azután felületes megszáradás céljából 3 óráig 25C⁰ meleg helyiségben a magot kitergetik; majd külön arra a célra szerkesztett készülékben a magot száraz úton 5 perczre 50C⁰-ra fölmelegítik; végül gyorsan egészen megszárazítják, ügyelve arra, hogy a végleges megszárazítás közben 35C⁰-nál melegebb levegő ne érje a magot. Minderre alkalmas készülékeket is szerkesztettek, a melyeket azonban ügyes gazda házilag is elkészíttethet.

Természetes, hogy a csávázott és fertőtlenített magot újabb fertőzés veszedelmétől meg kell óvni. Tehát nem szabad azt rövid időre sem olyan helyre elrakni, vagy olyan zsákokban eltenni, a hol üszkös mag volt. Legjobb a csávázott magot forró vízzel vagy formalinoldattal fertőtlenített zsákokba eltéve, őrizni.

Itt még megemlítem, hogy MÜLLER G. a berlini mezőgazdasági főiskola növénytani intézetében vizsgálatokat végzett annak kiderítése céljából, hogy milyen legnagyobb hőfokot visel el a búzamag és csirája. Kiderült, hogy a búzamag a rendesenl jobban kiszáritott állapotban egy óráig 71—73C⁰ meleg levegőnek kitéve, nem szenved kárt, sőt 6 órai hatás után még mindig 94% kicsirázik. 85—87C⁰ meleg már egy órai hatás után is elpusztítja a magot. Mennél jobban szárítjuk ki előzőleg a magot mesterséges úton, annál nagyobb hőfokot bír el azután. Kicsirázott mag már sokkal kisebb hőfok (45C⁰) mellett is lényeges kárt szenved. Ez a vizsgálati eredmény az üszökbetegség elleni küzdelmet tekintve azért nem döntő, mert a magban

rejlő üszökgombát meleg vízben való előcsávázással fogékonyná kell tenni; e közben a mag nagyon is sok vizet szív magába. Már pedig mennél több vizet tartalmaz a mag, annál érzékenyebb maga is a magas hőfok iránt.

A külföldi vizsgálatok alapján hazai szakemberek is foglalkoztak az üszkös vetőmag csávázásának ügyével s eredményeikről első sorban a mezőgazdasági hazai szaklapokban számoltak be, de a Természettudományi Közlöny hasábjain is többször megemlékeztek róluk. A ki a vetőmag csávázására előkészületeket kíván tenni, czélszerűen az illetékes hivatalokhoz, vagy gazdasági egyesületekhez fordul, a hol a nagyban való csávázásra alkalmas készülékekre vonatkozólag is felvilágosítással szolgálnak. A modern gazdaságban a vetőmag csávázására fordítandó munkát és költséget is számba kell venni, mert hiszen a csávázásról most már annyi kísérleti adat, tudományos vizsgálati eredmény és gyakorlati tapasztalat áll rendelkezésre, hogy sikerében valóban bízni lehet. Természetes azonban, hogy sikerre csak akkor számíthatunk, ha kezdettől végig kellő körültekintéssel és gonddal végezzük a csávázást.

Dr. Bernátsky Jenő.

A hegyek alakulásának újabb elmélete.

Egyre erősödik a felfogás, hogy a Föld külső kőburkolatának, az úgynevezett litoszférának felületi formáit nem lehet különválasztani a Föld belső szerkezetének változásaitól és hogy a geológia elégtelen geofizika és szeizmográfia nélkül a felületi formák magyarázatára. DAVIS sokat tett e nézet tisztázása érdekében s alaposan megrendítette SUESS geotektónikai magyarázatait. Most ABENDANON geológus a Föld nagy *redővetéseiről* írt könyvében¹, tisztán geológiai érveléssel szinte megsemmisítőleg rontja le SUESS dogmatizmusát, kimutatván, hogy az oldalas (tangenciális) nyomás épp oly fizikai lehetetlenség, mint az összeomlást, beszakadást okozó boltozatok föltevése Földünk mélyeiben. Erőkről lévén szó, itt a geofizikának, nem a geológiának van beleszólása, sőt ha ABENDANON tétele igaz, hogy a hegyrendszerek a Föld egész felületén, a neogén és legújabb geológiai korszak folyamatos ránczvetésének eredményei, melyek *teljesen* függetlenek a hegységek belső geológiai szerkezetétől: akkor végképp megdőlt MACKINDER hirhedt tréfás kiszólása, hogy a geológia nem egyéb a Föld történeti geografiájánál, a geografia pedig a jelen geológiája.

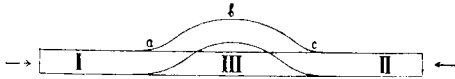
A geografiának mint társító tudománynak, okvetetlenül számolnia kell a természettudomány újabb felfogásaival s ha már DAVIS hatása alatt PENCK

¹ E. C. ABENDANON, Die Grossfalten der Erdrinde (Leiden, 1914).

is a hegyek alakulatánál az alulról fölfelé tolult nagy kristályos törzsökök (nem magvak; a „Kernstock“ GRUND-féle mesterszó, melynek maggal való fordítása nem egyezik a gondolat tartalmával) dynamikájában látja a nagy domborulat keletkezése okát, mely háts domborulatból idővel hegyredő kerekedik; ha az áttolódás, illetve az üledékes rétegtömegek lecsúszását maga SUESS is elfogadta a Magas Tátra lepontini magyarzatánál, nem tekintve azt, hogy a skandináv geológusok Európa északi nagy ránczvetéseit és DE MARTON a délmagyarországi hegyvidék keletkezését szintén áttolódással magyarázzák: akkor Magyarországon is föl kell hagynunk SUESS kontrakciós elméletével és az egyensúly, a kiegyenlítés (isosthasia), a tömegek tömörségük s fajsúly szerint való elrendezésével kell magyaráznunk a Kárpátok ránczvetéseinek történetét is. Ezért korszakos jelentőségű DR. BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND nehézkes-kutatása. Ezért fontos ABENDANON újabb nézete is.

ABENDANON főelvei a következők:

1. A súlyosabb tengerfenekék és könnyebb, lazább földségek *kiegyenlítő törekvésén* alapszik a Föld kemény, tömören rideg földomborulása a Föld rugalmas, plasztikus belső burkolatán, mely *szorosan* tapad a megdermedt kéreg külső burkolatához.



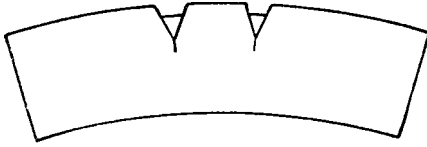
1. rajz. A Föld szintje nyugvó helyzetben (I—II); *a b c* feltolult nagy redő, *a* és *c* lejtős rétegpaláttal.

2. Keletkezik ugyan oldalnyomás, de mélyreható, nem csupán a Föld külső burkolatát türemlő

tangenciális nyomás az. A súlyosabb fenekék befelé nehezedvén, oldalba kapják a földségi szigeteket lazább tömegét s azt kifelé szorítják. Így cenztripetális nyomás keletkezik a Föld közepe felé és egy cenztrifugális kitédulás kifelé a Föld szintjére. Minthogy ezen erők viaskodása állandó: igen megfeszül, később széjjelcsattan a kitédült tömeg teteje (diztrakció). E felületi széjjelválás nagy süyedékárcok és törések, völgyek s tőfenekék képében nyilvánul. A törések, szakadások szádján vulkános kibuggyanások okozói, melyeknek nagyobb részük van a Föld felületének kidomborításában, mint a gyűrődésnek.

3. SUESS a vulkánosságot a gyűrődések kísérő jelenségének tartja, ABENDANON ellenkezőleg a gyűrődést mellékesnek itéli, mivel az nem más, mint a feltolult kristálytörzsökök üledékes palástjának a szétfeszítés következtében támadt lejtőn való lecsúszása és feltüremlése a domborulatnak (penepain), a főredőnek két szárnyán, két dűlőjén. Így például az Alpok széjjelcsattant kúpja a tóságokkal és hosszanti völgyekkel telehintett központi része; gyűrött felülete a flysch, a mészővek. Vagy ha a Kárpátokra alkalmazzuk ABENDANON elméletét, a Nagy-Alföld vulkánosoraival a feltolult nagy redő széjjelcsattant tájéka, az erdélyi és északmagyarországi fennföld pedig a nagy redő két elvált szárnya, melynek külső üledékes palástja a felső Kárpátok tör-

zsökeinek feltolulása következtében lejtőt kapván, jura-módon ránczokat vetett. Ez magyarázza meg a szirtvonalak töredezett voltát, mert a kitóduló kristály-törzsökök és a fölemelt üledékpalást kétoldalú nyomás közé rekedt. NAUMANN sejtette irataiban ezt az összeszorítást, de SUESS ígérete alatt



2. rajz. Két helyen szétsattant nagy redő.

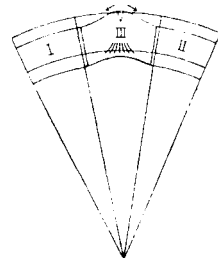
nem akarta élesebben hangsúlyozni. A technikus KÖHLER ellenben hasonló véleményen van a törzsökök (régi és újabb vulkáni tömegek) geográfiai elrendezésének és tektonikai szerepének magyarázatában.

az Egei-tenger), vagy sülyesztenek (szinklinális tengerfenékek, például: a Fekete- és a Szíriai tenger). Minden nagy ránczvetést mint a feldomborulás antiklinális gerinczét, két szinklinális lemélyedés kísér. Ott területi gyarapodás, szeizmikus rengés, vulkánosság, itt sülyedés, mélyedés, tengerek térfoglalása jellemző.

4. A nagy redők tengereket is emelnek (antiklinális tengerek, például:

5. A Föld nagy ránczvetései nagyrészt a délkörök irányát követik.

6. Európa *főredői*: Rajna törésvonala. Alpok, Balkán, Kárpátok (határozatlan kifejtés), Szardiniát, Korzikát és a Pireneusok középponti részét magában foglaló nagy déleurópai redő; továbbá az Atlaszt, Sziciliát és déli Itáliát egybefoglaló redő. A Baleárok a béli Kordillerákkal és nyugati Alpokkal, külön nagy redőt alkotnak párvonalosan a Skótországot Skandináviához kötő északi nagy redővel; a dinárai redő, mely a kisázsiai nagy feldomborulással párvonalas. *Ázsia* nagy hat redője: Nanto, Japán a fossa magna szétsattanásával, Korea, Formosa, Kingán, Jablonov, illetőleg a belázsiai feldomborodás, melyet a Tuscarora nevű mélység (synklinorium) maga felé húz (ZERREN RICHTHOFEN szerint). Afrikának három redője: Kelet-Afrika Arábiával, Madagaszkár Ceylon és Indiával. Amerikának régebbi három nagy redője: keleten és az újabbak nyugaton, u. m. a. Sziklás hegység, Colorado plateau, Cascade hegység, Sierra Nevada, California.



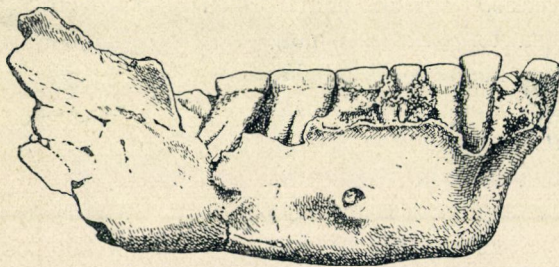
3. rajz. I és II szinklinális, befelé nehezedő óceáni fenékek; III fölfelé szorított kristályos törzsök.

ABENDANON elmélete még hézagos, részleteiben meg nem alapított redőrendszer-elmélet, de mint új gondolatoknak ébresztője — figyelmet érdemel.

Dr. Czirbusz Géza.

A weimári ősember állkapcsa.

A diluviumi ősember csontmaradványainak száma ismét érdekes és értékes lelettel, az ú. n. *weimári* vagy *ehringdorfi állkapocscsal* szaporodott. Ez év május 8.-án Weimártól délre, Ehringsdorf mellett, sziklarobbantás alkalmával, 11·9 m mélységből egy emberi állkapocs került elő, mely az ott levő poros travertinrétegben feküdt, az ú. n. párisi réteg alatt, 2·90 m mélyen. Közeliében diluviumi állatok: szarvas-, ló-, *Rhinoceros Merckii*-, és barlangi medvecsonkokat is találtak részint törött, részint égetett állapotban, továbbá számos palaeolith kőszekőzt, melyek a régebbi palaeolith-kulturának Mousterien-típusára vallanak. E műveltségi szak idejét BOULE a harmadik jégárközi időre teszi. Ekkor élte virágzása teljét Nyugat- és Közép-Európában a diluviumi ősember egyik legrégebb s eddig legjobban ismert típusa: a *neandervölgyi ember* (*Homo neandertalensis* v. *primigenius*). E típushoz tartozik a weimári állkapocs is, mert szorosan megegyezik a neandervölgyi



1. rajz. A weimári állkapocs, jobboldalról.

ember többi állkapocseleleteivel (La Naulette, Krapina, Ochos, La Chapelle aux Saints stb.). Sajnos, a robbantás következtében az állkapocs bal ága (ramus) teljesen, a jobb pedig félig letört. Sértetlen maradt azonban a test (corpus) legnagyobb része; a fogak

közül is csak a két jobboldali metszőfog hiányzik. A leletet MÖLLER A. muzeumi őr juttatta a weimári muzeum birtokába.

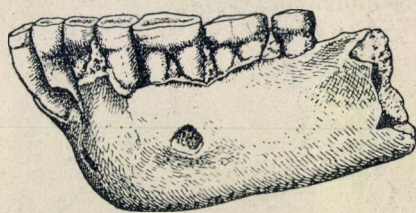
Elég egy pillantást vetnünk az 1. és 2. rajzra s legott szemünkbe ötlök az állkapocs legnevezetesebb sajátága, az állcsúcs hiánya, a mi az összes neandervölgyi típusú állkapocsoknak közös bélyege. Az állkapocs elülső körvonala ugyanis a középső metszőfog alatt a fogmeder szélétől rézsútosan elülről hátrafelé lefelé lejt. Az állkapocs elülső magasságának (beleértve a metszőfogakat is) körülbelül a közepén erős homorulat van, mely alatt gyenge domborulatot észlelünk. Ez jelzi az állcsúcs helyét. Felette pedig a fogmedri szél igen erősen rézsútosan előre hajlik s ezt az irányt követik bizonyos fokig a metszőfogak is. „Alveolaris prognathia“ van tehát jelen, a mi a többi neandervölgyi típusú állkapocsokon nincs meg, vagy csak igen gyenge fokban s így ez a weimári állkapocsnak különleges egyéni bélyege. E miatt az alveolaris prognathia miatt az állkapocs elülső körvonala sokkal rézsútosabbnak

látszik, mint a többi hasonló állkapcsoknál s annak látszólag erősen majomias külsőt kölcsönöz. Feltűnő az állkapocs mindkét oldalán a nagy állkapcsi lyuk (foramen mentale), mely itt is, mint a neandervölgyi ember többi állkapcsán az első nagy-zápfog alatt foglal helyet, míg a ma élő embernél előbbre, a második kis-zápfog alá esik.

A fogak nagysága és típusa is megegyezik a többi hasonló leletekével, a korona azonban a legtöbb fogon erősen le van koptatva. Különösen szembe-tűnő a baloldali két metszőfog és a szemfogak koronájának kopottsága. A metszőfogakon a kopási felület elülről hátrafelé erősen lejt s e fogak nyíl-irányú átmérője jóval nagyobb, mint a harántirányú, a miből SCHWALBE¹ kétgyökerűségükre következtet. Nagyon jellemzők a szemfogak. A baloldali-nak rágó felülete egy síkba esik a többi fogakéval (2. rajz), a jobboldali szemfog azonban, bár erősen leko-pott, mégis kiemelkedik a fogsorból (1. rajz). Ez azt bizonyítja, hogy eredetileg a szemfogak koronája még jobban kiemelkedett a fogsorból, a mi majomias (pithecoïd) jelleg. A kis-zápfogak koronája gyengén kopott, a kopás azonban a belső szélén erősebb fokú, mint a külsőn.

Nagyon érdekes a három zápfognak nagyságbeli viszonya, a mit a 3. rajzon látunk. A míg ugyanis az első és második nagy-zápfog csaknem teljesen egyforma nagy, addig a harmadik szembetűnően kisebb, különösen a baloldalon. Ezzel ellentétben a neandervölgyi típusra jellemző, hogy a harmadik nagy-zápfog semmivel sem marad hátra nagyság dolgában a másod-ik mögött, sőt ezt sokszor felül is mulja. A weimári állkapocs ezek szerint, minthogy harmadik nagy-zápfoga kisebb a többiekénél, a mai típust mutatja.

Az állkapocs középső darabjának hátsó felszíne két mezőre oszlik. Nevezetesen, felső fele (planum alveolare) síma s erősen hátrafelé lefelé lejt, úgy hogy a vízszintessel 45° szöveget alkot. A többi neandervölgyi típusú állkapcsón az állkapocsnak ez a része meredekebben emelkedik felfelé. A weimári állkapocsnál valószínűleg az említett alveolaris prognathia az oka a hátsó körvonal e nagyfokú rézsútosságának. A ma élő embernél csaknem egészen meredeken esik le a körvonal. Az állkapocs középdarabjának alsó felén hátul háromszög alakú érdes mező foglal helyet, melynek közepén

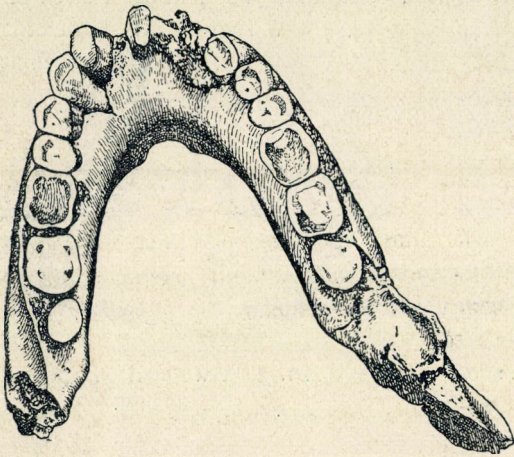


2. rajz. A weimári állkapocs, baloldalról.

¹ G. SCHWALBE, Über einen bei Ehringsdorf in der Nähe von Weimar gefundenen Unterkiefer des Homo primigenius.

vékony csontlemez megy lefelé s a mai ember állkapcsán lévő hátsó állcsonti tövissel (*spina mentalis interna*) egyenlő értékű.

Feltűnő a weimari állkapcsón a fogsorív két szárának összehajlása, illetve az egész állkapocsnak keskenysége (3. rajz). Ezt az ú. n. fogmederív-jelző $\left(\frac{\text{fogmederív szélessége} \times 100}{\text{fogmederív hossza}} \right)$ fejezi ki. A fogmederív szélességét a



3. rajz. A weimári ősember állkapcsa felülről.

obb- és baloldali harmadik nagy-zápfog belső széle között mérjük, míg a fogmederív hosszát a középső metszőfogtól ama vonal közepéig számítjuk,

mely a jobb- és baloldali harmadik nagy-zápfog hátsó szélét érinti. Mennél kisebb a fogmederív szélessége a hosszúsághoz viszonyítva, annál kisebb a jelző s viszont mennél inkább megközelíti a szélességi méret a hosszúságot, annál nagyobb a jelző. E jelző értéke a La Chapelle aux Saints-i ősembernél 100, a krapinainál 80, a heidelbergi állkapocsnál 75,7, a *weimárinál* 69,5, s végül a csimpánznál 54,6. A weimári állkapocs fogmederíve tehát keskenyebb s így alsóbb-

rangú (majomiasabb) típusú, mint a neandervölgyi ősember többi állkapocsleletei. A kifejtettekből kiderül, hogy a weimari állkapocs az ősembernek egyik legérdekesebb állkapocslelete. A míg ugyanis egyfelől magán viseli a neandervölgyi típus általánosan jellemző bélyegeit, addig másfelől oly sajátságokat is mutat, melyek a neandervölgyi ember eddigi leletein hiányoznak s hol alsóbb-rangú (pithecoïd), hol pedig magasabbrangú ma élő emberi típusokkal hozzák kapcsolatba. Kétségtelen bizonyítéka ez annak, hogy az emberi típus már a diluviumban egyénileg nagyon variált s éppen azért a különböző típusok megkülönböztetésénél a legnagyobb óvatossággal kell eljárunk, különösen a mikor az ősemberi csontleletek még mindig oly csekély számúak.

Dr. Bartucz Lajos.

A valódi rubin megkülönböztetése a mesterségestől.

Közlönyünk egy régebbi füzetében (1909. évf., 474. füzet) már beszámoltunk a mesterséges drágakövek legújabb előállításmódjáról. Azóta az ékköpiacot szinte elárasztották gyárilag készült, kifogástalan minőségű rubinokkal és zafirokkal. A hasonló szépségű valódi és mesterséges drágakövek óriási árkülönbsége természetesen sok visszaélésre vezetett, teljesen érthető tehát az a nagy bizalmatlanság, a melylyel a rubint ma vásárolják, s az a habozás, a melylyel még gyakorlott ékszerészek is a kő valódiságát megállapítják. Pedig bátran állíthatjuk, hogy a bizalmatlanság ma már nem helyénvaló, mert elegendő megfigyelésünk van már ahhoz, hogy teljes biztossággal eldönthessük a kő mesterséges, vagy természetes eredetét.

A rubin és zafir tudvalevőleg a korundnak (Al_2O_3) csekély mennyiségű anorganikus szinezőanyagtól vörösre, illetőleg kékre festett, átlátszó félesége. Rendszerint hatoldalú kettős piramis-, vagy oszlopalakú kristályokat alkot, a melyek kopás, vagy más tényezők hatása következtében legömbölyödnek, eltorzulhatnak, míg belső, fizikai sajátságai változatlanul megmaradnak és a már csiszolt köveken, vagy bármely kis töredékükön is teljes bizonyossággal felismerhetők.

A mesterségesen előállított rubinok és zafirok anyagukban teljesen megegyeznek a természetes eredésűekkel s bár az olvasztótérben a korund szabályszerű kristályalakja helyett csepp formájúvá merevednek, fizikailag is teljesen a valódiakhoz hasonló módon viselkednek. Csiszolt készárúnál tehát nem volna mód a megkülönböztetésre, ha a keletkezési folyamat mellék-körülményei nem hagynának félreismerhetetlen nyomokat a köveken.

Figyelmes szemlélő néha már a csiszolatlan, nyers műrubincseppeken is finom rétegzést vehet észre, a mely a feldolgozás után, ha szabad szemmel nem is, de erősebb nagyítóval szintén jól észlelhető, főképpen akkor, ha a kő föllepje a rétegzés irányát közel merőlegesen metszi át. E sajátság oka az, hogy a csepp egymást követő vékony olvadákrétegek lecsapódása útján növekszik, a melyeknek színe aszerint változik, a mint a szinező anyag (például krómoxid) mennyisége az olvasztótérbe juttatott por mechanikus adagolásakor ingadozik. Ebből egyúttal az is belátható, hogy a rétegzés élénksége úgyszólván a véletlentől függ, s néha oly kisfokú lehet, hogy még a mikroszkóp alatt, erősen beszűkített fényrekesz mellett sem látható.

A rétegvonalak megfigyelésekor nem szabad elfelednünk, hogy hasonló sajátságot a természetes rubinokon is észlelhetünk, csak hogy abban az alakban, a melyet az ásványtan öves- vagy réteges-szerkezet néven ismertet. A természetes kő is rétegek, még pedig a rendkívül hosszú keletkezési idő folyamán esetleg többször változó rétegek rázkódása útján növekszik;

a gyarapodás azonban kristályosodási erők hatása alatt, a már meglévő kristálymag síklapjaival párvonalosan történik. Az esetleges színeltérések tehát itt kristálytanilag meghatározott irányú s mindenekelőtt egyenes vonalú sávokkal jelentkeznek, míg az olvasztott cseppben e rétegfelületek metszeteikkel együtt görbék.

A tapasztalás szerint a természetes rubinnak esetleges rétegvonalai az ú. n. optikai (s egyúttal kristálytani) főtengelyvel egyközesek; a mesterséges terméknél ez csak abban a véletlen és eddig nem is észlelt esetben következne be, ha a csepp kristály-molekuláinak kedvező elhelyezkedése következtében az optikai tengely a csepp tengelyére merőleges helyzetbe kerülne.

A természetes, vagy mesterséges eredet megállapítása tehát az optikai tengely helyzetének felismerésén múlik. Ha ezt sikerül meghatároznunk, a rétegvonalak helyzete föltétlenül útbaigazít a kő értékelésében. Az optikai tengely meghatározása pedig a sarkított fényre berendezett mikroszkóp segítségével nagyon egyszerű, úgy hogy az ilyen vizsgálatokban egyébként járatlan ember is könnyen elsajátíthatja. A művelet részletesebb fejtegetése azonban túllépné e rövid ismertetés keretét.

Különösen egyszerű a szóbanforgó tengely meghatározása természetes rubinokon, a mennyiben ezeket rendszerint kiválasztott, állandó irányok szerint csiszolják, nevezetesen olyformán, hogy homloklapjuk az említett optikai tengelyre lehetőleg függőleges legyen. A lapjára fektetett kő optikai tengelye tehát a mikroszkóp tengelyével egybeesik, a mit a megfigyelő rögtön és a legnagyobb határozottsággal megállapíthat.

A mesterséges köveknél ez az eset majdnem kizárt dolog, mert egy kényszerítő körülmény a csiszolás irányait már eleve megszabja. Jól ismert tény, hogy különböző testek tágulási együtthatója más és más, vagyis fölmelegedésnél és lehülésnél kitágulásuk, illetve összehúzódásuk különböző mértékű. A megmerevedő és aránylag gyorsan kihülő rubincsepp összehúzódásával nem tart lépést az őt tartó alzaté, a mely a hozzáferradt kő térfogatcsökkenését így tetemes erővel gátolja. Ennek következtében oly belső feszültségek keletkeznek, a melyek legtöbbször a rubincsepp hosszanti széthasadását vonják maguk után, sőt nem egyszer annak — a bolognai üvegcséppéhez hasonló — szétesését eredményezik. Az így keletkezett hasadási felületet kell azután a kő feldolgozásánál főlapul felhasználni, a mely irányra pedig az optikai tengely, miként azt már említettük, nem szokott merőleges lenni.

Az optikai tengely ferde helyzete maga után von egy további tünetet is, a mely szintén árulója a kő mesterséges eredetének. A rubin, nemkülönben a zafir is, *dichroitikus*, vagyis a főtengely irányából tekintve más színű, mint egyéb helyzetekben. A zafir azúrkék színe, a rubin szép piros tüze csak az optikai tengely irányában jut tökéletesen érvényre; erre merőlegesen az előbbi tengerzöldnek, az utóbbi kevésbé tetszetős, néha majdnem téglavörös árnyalatúnak látszik. E két fő irány között keverék-

színek jutnak homloktérbe, miért is *a ferde helyzetben csiszolt* mesterséges kő nem mutathatja az egységes színt, hanem csekély mozgatósnál is már jelentékeny árnyalatbeli különbségeket láttat. Persze e különbségeket csak a nagyon gyakorlott szem veszi észre minden segédeszköz nélkül, de viszont alkalmas polarizációs készülék segítségével még a tapasztalatlan szemlélő is megállapíthatja a színbeli eltérést s ezzel a kő mesterséges eredetét.

Mikroszkóp segítségével nagyon gyakran eldönthetjük a kő származását a benne levő parányi zárványok minősége alapján is. A természetes rubinban úgyszólván sohasem hiányoznak az elszórt apró folyadékgyömböcskék, SORBY vizsgálatai szerint folyós szénsavcseppek, a minőket a mesterségekben hasztalan keresnénk; emezekben viszont gázbuborékok lelhetők nagy számmal, miként azt egyéb megszilárdult olvadékoknál, így például az üvegen is tapasztalhatjuk. Hiányoznak továbbá a mesterséges rubinból azok a rendkívül finom, apró kristálytűcskék is, melyek a természetes kövekben oly gyakoriak s az őket beburkoló korundétól eltérő anyagokból állanak. Éppen ezért nem mutathatja a mesterséges termék azt a selymes, zománczos, vagy gyöngyszerű csillogást sem, a melyet sok valódi rubinnál a beágyazott számtalan kristálytűcske fényvisszaverése okoz.

A felsoroltakon kívül van még egy biztos jel, a melyről a gyakorlott szakember a már feldolgozott mesterséges rubint minden segédeszköz nélkül is felismeri. Már említettük a kihűlt cseppben keletkező belső feszüléseket; ezeknek természetes következménye az anyagnak a rendesnél fokozottabb ridegsége. A csiszolás mindenestre a kő tetemes megrázkódtatásával jár, s ezért a rideg mesterséges rubin facettáiból helyenkint az apró repedések egész raja hatol a kő belseje felé, biztos jeleként annak, hogy nem valódi drágakővel van dolgunk.

Teljesség kedvéért meg kell még említenem, hogy az itt felsoroltakon kívül egyéb vizsgálati módszerekkel is kutatták már a természetes és mesterséges ékkövek eltéréseit. Az eredmények azonban inkább tudományos szempontból érdekesek; gyakorlati hasznuk még alig van. Így megfigyelték a rádium és katódsugarak, valamint az ibolyántúli fény hatását a különböző ékkövekre. DOELTER észlelései szerint a kékes árnyalatú valódi rubinok a besugárzás következtében tiszta vöröskékké váltak, ibolyántúli fény azonban eredeti színüket visszaadja. Ezeknek festékanyaga tehát kevésbé állandó, mint a műtermékeké, a melyeken színváltozás nem tapasztalható. Ugyancsak DOELTER vizsgálta meg a katódsugarak keltette lumineszcenciát is; a két-féle eredetű kőnél ebben a tekintetben is van némi különbség.¹

Dr. Toborffy Zoltán.

¹ Természettudományi Közlöny, 1913. évf., 579. füzet.

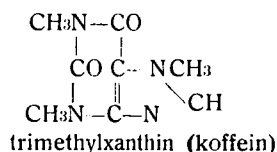
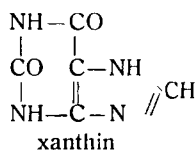
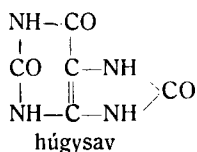
A koffein.

A kávéfa is épp úgy a galajfélék (*Rubiaceae*) családjába tartozik, mint a chinint szolgáltató Cinchona. Minthogy a kávénak is némi lázellenes hatását tapasztalták, ezért ROBIQUET francia vegyész a kávé azzal a célzattal vizsgálta, hogy belőle chinint állítson elő. Ez ugyan nem sikerült, mert a kávéban nincs chinin, de fölfedezte és előállította (1821-ben) a kávé ható anyagát, melyet koffeinnek nevezett el. Ezt először DUMAS és PELLETIER elemezték meg 1813-ban. OUDRY a tea ható anyagát 1827-ben fedezte föl és theinnek nevezte el. Elemezéseik alapján JOBST és MULDER 1838-ban kimutatták, hogy a koffein és a thein egy és ugyanaz az anyag. 1840-ben MARTINS a guaranából, STENHOUSE 1843-ban a matéből állította elő ezeknek ható anyagát, a mely BERTHEMOT és DECHATELUS későbbi vizsgálatai szerint, mindkét esetben szintén koffeinnek bizonyult; 1865-ben ATTFIELD a kóladióban mutatta ki a koffein jelenlétét. SCHWEITZER 1898-ban friss kakaómagban egy általa kakaonin-nak nevezett glucosidát talált, a melyből bizonyos erjesztő anyagok hatására koffein keletkezik, éppen úgy, mint a friss kóladióban található kolaninból.

A koffein hosszú, fehér, selyemfényű rugalmas tűk alakjában kristályosodik, egy molekula kristályvízzel. Kesernyés ízű, közömbös kémhatású, optikailag hatástalan. Levegőn állva kristályvizét részben, 180 C⁰-ra hevítve teljesen elveszti, midőn változatlanul szállad. E tulajdonságát kimutatására is felhasználják.

A koffein 1 súlyrész forró, 80 súlyrész hideg vízben oldódik; többé-kevésbé szeszen, benzolban, kloroformban, széntetrakloridban, anilinban, acetonban, benzaldehidban stb. is oldódik, míg éterben és toluolban alig oldódik. Vizes oldata csersavval sárgás csapadékot létesít, mely a csersav fölöslegében újra föloldódik. Klóros vízben maradék nélkül oldható, ha vizes oldata klóros víztől megzavarosodik, azt jelenti, hogy theobromin szennyezi. Klóros vizes oldatát vízfürdőn bepárologatva, narancsszínű maradékot kapunk melyet az ammonia biborvörösre változtat. Mind tömény kénsavban, mind tömény salétromsavban színeződés nélkül oldódik; színeződése azt jelzi, hogy idegen szerves anyagok szennyeznek. Sósavas oldatban aranykloriddal sósavas koffein-aranyból álló, szétágazó tűszerű kristályok keletkeznek. Ezzel az úgynevezett MOLISCH-féle reakcióval szokták a koffeint mikroszkópi metszetekben kimutatni.

A koffein képlete C₈H₁₀O₂N₄. Kémiai összetétele szerint trimethylxanthin, s mint ilyen húgysavszármazék. A húgysavval és a xanthinnal való összefüggését szemléltetik a következő szerkezeti képletek:



A koffein összetételének megállapítása biokémiai tekintetben nagyon fontos volt, mert régebben az a felfogás uralkodott, hogy a húgysav és származékai kizárólag az állati anyagforgalomnak bomlástermékei s csak a koffein összetételének megállapításakor bizonyult be, hogy a növények is termelnek húgysavszármazékokat.

Oxidáló anyagok hatására a koffein különböző bonyolult összetételű anyagokra, mint például dimethylparabansavra, amalinsavra, dimethylalloxanra stb. bomlik; elektromos áram hatására deoxykoffeinná redukálódik, alkáliák hatására víz és széndioxid mellett koffeidin keletkezik.

Nyersanyagaiban a koffein mennyiséget többféleképpen határozhatjuk meg. E módszerek szerint a koffeint kloroformmal s újabban széntetraloriddal szokták kioldani.

Gyárilag túlnyomólag teatörmeléből, vagy a „koffeintól mentes kávé” készítésére használt kávéból állítják elő oly módon, hogy ezeket az anyagokat forró vízzel vonják ki, ólomeczzel elegyítve, megszűrik, a szüredéket besűritik, midőn a koffein kristályok alakjában kiválik. A benzolból, vagy kloroformból átkristályosítva, a kémiailag tiszta koffeint kaphatjuk.

Szintézis útján először FISCHER és ACH állították elő 1895-ben, midőn dimethylkarbamidot malonsavval kondenzáltak s ebből előbb dimethylhúgysavat, ebből theophyllint, és végül koffeint állítottak elő. Ennél sokkal egyszerűbb FISCHER E. eljárása: ő a húgysavat lúgosvizes oldatban jodmethyltetramethylhúgysavvá alakítja, mely foszforoxikloriddal klórkoffeint létesít a következő képlet szerint: $3 \text{C}_5\text{H}_4\text{O}_3(\text{CH}_3)_4 + \text{POCl}_3 = 3 \text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2\text{Cl}(\text{CH}_3)_3 + \text{PO}(\text{OCH}_3)_3$; a klórkoffeint pedig keletkező hidrogén redukálja koffeinné. Egyszerű módon előállítható még a theobrominezüstből vagy theophyllinezüstből is jodmethyl hatására.

A koffein fokozza a szív működését a szív közvetlen izgatása és az ütőerek megszűkítése által; az egyes szervek, például a bél környéki ereit azonban nem szűkíti, sőt a vese ereire különlegesen tágító hatású. A vérnyomás és a szívverés, valamint az agyvelő szellemi munkabírása fokozódik a koffein hatására; a léleketztétel sűrűbb és mélyebb lesz, a bél peristaltikus mozgása fokozódik, a vér hőmérséklete emelkedik, a kiválasztott vizelet mennyisége tetemesen megszaporodik sok esetben, pl. embernél és házinyúlánál, de kutyánál és macskánál nem, a vizelet karbamid- és szénsavtartalma megnövekszik. Nagy adagok méregként hatnak s az idegközpontok és a szív közvetlen bénulását okozzák. Ha közvetlenül az izomra hat, azonnali megmere-

vedést okoz, mert a myosin megalvad. A kólibaktériumokat megöli, míg a tífuszbacillusok fejlődését nem gátolja. Gyógyszerül használják féldoldali fejfájás (migraine) és vízibetegség ellen; egyszeri adagja 0·05—0·10 g, napi adagja legfeljebb 1·0 g.

Koffein bevétele után a vizeletben xanthinbázisok jelentkeznek, melyek azt bizonyítják, hogy belőle a szervezetben methylgyök válik le; kutyánál először theophyllin és paraxanthin (mind a kettő dimethylxanthin), végül monomethylxanthin keletkezik; a házinyúl xanthiná, az ember theophyllinné bontja a koffeint. Ezen különbségeknek ellenére a különböző állatoknál látható, hogy mindig egy, két, vagy mind a három methylgyök kiválik.

Mennél több methylgyök van valamely xanthinbázisban, annál erősebb az élettani hatása, s ez a magyarázata annak, hogy a theobromint (dimethylxanthin) tartalmazó kakaó jóval enyhébb hatású, mint a koffeint (trimethylxanthin) tartalmazó kávé és tea. A theobromin és koffein *tonizáló* hatása belső összefüggésben van a xanthinhoz kötött methylgyökökkel. Ezek okozzák a xanthin eredeti hatásával ellentétben álló különleges hatást a szív működésére.

A koffein három methylgyöke által a szív izomzatára hat és *tonikus* összehúzódnásra ingerli. A klórkoffein azonban sokkal csekélyebb *tonikus* összehúzódnást okoz, mint maga a koffein; ugyanis a molekula egyik része — a methylgyökök — tonikus összehúzódnásokat idéz elő, míg másik részének — a klóratómnak — *depresszív* szívhatása van. (Itt azonban nem szabadabbá váló való klórról van szó, mert a koffeinnek klórvizes oldata egészen másként hat, minthogy a szabad klór erős szívmeleg.) A koffein élettani hatását s a vizeletelválasztás emelkedését a klór helyettesítése a molekulába nem érinti. Hydroxylgyök-helyettesítés a koffein hatását tompítja, esetleg meg is szünteti; a szervezetben könnyebben elbomlik, oxidálódik, s ezáltal mérgező hatása csökken. Ha a koffeinhydroxidba aethoxylgyököt helyettesítünk, a keletkező aethoxykoffein már nem koffein hatású, hanem csak altató. Ha a koffeint koffeinmethylhydroxiddá alakítjuk át, mérgező hatása majdnem teljesen megszűnik s húgyhajtó hatása is csökken. A koffeinhatással szemben az aethoxy- s a methoxykoffein mérgező hatása első sorban a középponti idegrendszeren nyilvánul, melyhez később a koffeindermedéshez hasonló izomdermedés járul. Aethoxycsoportok helyettesítése által a koffeinnak hatása a középponti idegrendszerre fokozódik, az izomanyagra csökken; ezért narkotikus hatású az *aethoxycoffein* (FILEHNE, DUJARDIN-BEAUMETZ). Ha a koffeinba cziángyököt helyettesítünk, a czián túlszárnyalja a három methylgyök élettani hatását és a cziánkoffein mérgezőbb, mint maga a koffein.

A koffein húgyhajtó hatását könnyen oldható kettős sói fokozzák, melyek tulajdonképpen csak sókeverékek, nem pedig kémiai értelemben vett kettős sók; ezen összetételben — p. szalicilsavas koffein-nátrium, benzoetasavas koffein-nátrium — maga a koffein is oldhatóbbá válik.

A koffein számos, nagyrészt élvezeti- vagy orvosszerűen használt, növénynek alkotórésze; ilyenek az ismertebbek közül a kávé, kakaó, tea stb.

A kávé a galaj-félék (*Rubiaceae*) családjába tartozó *Coffea arabica* és *Coffea liberica* magvai szolgáltatják. E növényeknek a gyökér kivételével csaknem minden részében van több-kevesebb koffein, még pedig a szirmokban 0·3% a gyümölcs héjában 0·5—1·0%, a levelekben 1·10—1·25%, a fiatalabb galyakban átlag 0·60%, az idősebbekben 0·20%. (VAN ROMBURGH és LOHMANN.) A magvak koffeintartalma a fajták s a termelőhely szerint rendkívül változik; átlagban 1·2—1·4%-nak mondható; azonban az átlagtól rendkívüli eltérések vannak. Így pl. az újkaledóniai kávéban mindössze 0·30%, az angolaiban pedig 2·3% koffein van. Ezeken kívül van még számos más *Coffea* faj is, melyeknek magvai azonban nem fordulnak elő a kereskedelemben, s amelyek közül a nyugatafrikai *Coffea Ibo*-ban 0·9%, a *Coffea stenophylla*-ban 2·1%-ban koffein van, míg vannak más fajok, amelyekben vagy egyáltalán nem, vagy legfeljebb nyomokban található a koffein. HARTWICH szerint a rendkívül érzékeny mikroszublimációs módszerrel kimutatható a következő fajokban: *Coffea excelsa*, *Mauritiana*, *canephora*, *bukobensis*, *monticola*, *Mexicana*, *Dubouxii*, *robusta*; bizonytalan jelenléte a *Coffea Gallieni* és *Humboldtiana* fajokban, míg a *Coffea Bonnierii* teljesen koffeintől mentesnek bizonyult.

A tea-félék (*Theaceae*) családjába tartozó *Thea chinensis* és *Thea assamica* leveleiből készül a közönséges tea. Ennek szintén számos fajtája van, a minnek következtében a teában is nagyon ingadozhat a koffeintartalom, a mely KOENIG és BOEMER szerint a tealevelekben 1·09—4·67% között változik; DU PASQUIER kínai teában 1·5—3·9%, japánban 1·3—3·2%, ceylonban 3·7—4·3%, KOENIG és BOEMER az ú. n. téglateában 2·11—2·95% koffeint talált; VAN ROMBURGH és LOHMANN szerint a tea szirmjai 0·8%, kehely levelei 1·5%, éretlen pericarpiuma 0·6%, levelei 0·6—3·4%, levél szárai 0·5%, a fiatal levelek szőrei 2·2% koffeint tartalmaznak, míg mind az éretlen, mind az érett magvak koffeintől menteseknek bizonyultak. CLAUTRIAU és SUZUKI kimutatták, hogy a teamagvakban a koffein csirázás közben keletkezik s KELLNER, MAKINS és OGASAWA vizsgálatai alapján a fiatalabb levelekben aránylag több koffein van, mint az idősebbekben.

A kakaónak, a mely a *Sterculiaceae* családjába tartozó *Theobroma Cacao* pörkölt és részben zsírtalanított magvaiból készül, ható anyaga a theobromin, mely a nyers magvakban 1·5% körüli mennyiségben fordul elő; ezenkívül találunk a kakaóban kisebb mennyiségű (0·05—0·36%) koffeint is; legszegényebb koffeinban a jávai és caracasi (0·05—0·07%), legdúsabb a ceyloni és caucasi (0·30—0·36%) kakaó. Szintén a *Sterculiaceae*-hoz tartoznak a koladiót szolgáltató különböző *Cola*-fajok (*Cola vera*, *acuminata*, *pachycarpa* stb.), a melyekben ellentétben a kakaóval theobromin fordul

elő csekély mennyiségben; ellenben koffeintartalmuk még a kávé koffeintartalmánál is nagyobb; KOENIG és BOEMER vizsgálatai alapján 1·66—2·77%. Az összes eddig tárgyalt anyagok koffeintartalmát jelentékenyen felülmúlja a guaranée, a mely a *Sapindaceák*-hoz tartozó *Paullinia Cupana* nevű kúszó növény magvaiból készül olyképpen, hogy a magvakat manihotkeményítővel zúzzák össze a mely anyag „Pasta Guarana“ néven orvosszerű használatos termék, míg hazájában, az Amazon-folyam vidékén, a benszülöttek kedvelt élvezeti czikke. A *Paullinia*-magvakban 6·5%, a belőlük készült guaranában körülbelül 3% koffein van. Ugyancsak amerikai élvezeti czikk a paraguay-thea vagy maté és a cassine. Mind a kettő az *Aquifoliaceák* családjába tartozó különböző *Ilex*-fajok koffeintartalmú leveleiből készül, melyeknek forrázatát hazájukban úgy isszák, mint nálunk a teát. A maté Dél-Amerikában mintegy húsz különböző *Ilex*-faj leveleiből készül, legáltalánosabban azonban az *Ilex paraguariensis* leveleit használják, melyekben 1·0—1·5% koffeint találtak. Az északamerikai Egyesült-Államok délkeleti részében Carolina, Virginia és Florida államok benszülött indiánusai az *Ilex Cassine*, *vomitoria* és *Caroliniana* fajok leveleiből készítik a cassine vagy cassena nevű italt. A cassinelevelekben csak nagyon csekély (0·27—0·32%) a koffeintartalom.

A koffein nyers anyagaiban csak kis mennyiségben található szabadon, legnagyobb része kötött állapotban van jelen. A kávéban túlnyomólag chlorogensavas koffein-káli $[C_{32}H_{36}O_{19}K_2 \cdot (C_8H_{10}N_4O_2)_2 + 2H_2O]$ alakjában található. Azt még nem sikerült teljesen kideríteni, hogy a kakaóban milyen anyaghoz van kötve, részben mint a kakaonin nevű glükozid bomlási terméke keletkezik. A teában a koffein legnagyobb része valószínűleg digallussavhoz van kötve. A kólidióban FLUTEAUX legújabb (1910) vizsgálatai alapján mind a koffein, mind a theobromin egy $C_8H_8O_4$ képletű catechinhez, a kolatinhoz van kötve s a koffein-kolatin glükózzal egyesülve, mint kolanin van jelen a kólidióban. Ugyancsak FLUTEAUX szerint a koffein a guaranában egy általa guaranatinnak nevezett catechucersavszerű anyaghoz van kötve. A matéban és kaszinéban találjuk aránylag a legtöbb szabad koffeint, a mennyiben ezekben mintegy fele szabad állapotban van, fele pedig kávécsersavhoz kötött.

Azt nem tudjuk, hogy egyes növények különböző szerveiben miért keletkezik a koffein, s mi annak növényélettani jelentősége. Általában a különböző alkaloidoknak s más nitrogéntartalmú anyagcseretermékeknek szerepe felől még kevésbé vagyunk tájékozottak. Újabb vizsgálatok némi összefüggésre mutatnak a koffein és az amidtartalom között, a mennyiben ha az előbbi növekszik, az utóbbi csökken s megfordítva; így tehát nem lehetetlen, hogy a koffein tulajdonképpen tartalékanyag, melyből a növények a fehérjéjük előállításához szükséges nitrogént kapják.

Dr. Rothschnek Jenő.

A meteoritek.

Mindazokat a szilárd testeket, a melyek a világúrból Földünkre esnek, *meteoriteknek* nevezik. Régebben *meny-, légi-, hold- és égi-, sőt megszellemült köveknek (báthlyiáknak)* is hívták. Létükről évezredekkel ezelőtt tudott már az emberiség s régebben az elköltözötteknek sírjába, vagy pedig házi és nyilvános oltáraikra helyezték el őket kegyeletük és imádásuk jeléül.

A Kelet népe mindig babonás félelemmel és misztikus csodálattal volt eltelve a tűz és hatása iránt, ezért a meteoriteket is tiszteletben tartotta. Nem csoda tehát, hogy MOHAMMED követői az égből esett tüzes köveket isteni erővel megáldottaknak hitték és a mekkai Kaabában *Hadschar el Aswad* néven őrzött hatalmas fekete kövű meteoritet vallásuk főszimbolumaként imádták és jelenleg is imádják. Így tettek egyébként a *rómaiak* is, a kik NUMA POMPILIUS idejében a földre esett *Ancyle* nevű meteoritnek isteni eredetén kívül még azt a bűvös erőt is tulajdonították, hogy megtartásától függ a római birodalom fennmaradása.

A *kisázsiaiak*, a *görögök*, a *sziriaiak*, a *tebaiak* és az *indusok* is a meteoriteket napistenként, Dianaként és az istenek anyjaként imádták.

A mongolok DSCHEHANGIR császár idejében (1621), valamint SOLO (Java) császára (SUSHUHUNAN) megbízásából most is meteoritekből kardokat, töröket és késeket készítenek abban a hitben, hogy azok így bűvös erőhöz jutnak s viselőjüket minden baj ellen megvédik. Azért ajándékozzák őket kizárólag fejedelmeknek. Ilyen *krissz*-nek nevezett töröket, számszerint ötöt, őriznek a bécsi udvari ásványtárban.

Kínában és *Japánban* 2600, sőt 3000 évvel ezelőtt már ismerték a meteoriteket, a melyeket megkövesült csillagoknak tartottak és azt a csodás erőt tulajdonították nekik, hogy a dinasztiaiknak szerencsét vagy szerencsétlenséget hoznak. Erről tanúskodnak a Hong Lie-ben esett és WEN-TSOUNG koreai császárnak ajándékozott meteoritról szóló okmányok.

A nyugati országokban hullott meteoritekről is említik, hogy misztikus megnyilatkozásokkal függnek össze. Így az 1492-ben Einsisheim (Elszász) mellett, úgyszintén az Osterauban (1671) esett meteoritekről azt tartották, hogy lehullásukban egyenesen Isten ujjá és haragja nyilatkozik meg s arra figyelmezteti a hívőket, hogy kövezzék meg a törököket, a kik akkor kezdték a keresztényeket üldözni és irtani.

A meteoritek történetéhez fűzött különféle mende-mondák közül mint érdekes korjellemzőt még csak azt említem meg, hogy a 17. században híres fizikusok egyenesen bolondnak nyilvánították azt az embert, a ki elhitte, hogy a világúrból kövek hullanak le a Földre.

A meteoritekre vonatkozó ismeretek a 19. században kezdtek tisztulni, miután híres bűvárok (KLAPROTH, BERZELIUS, THÉNARD, WÖHLER,

BODE stb.) a meteoriteket nemcsak fizikailag, hanem kémiailag is megvizsgálták. E kutatások nemcsak a meteoritek ügyét világították meg és mozditották elő azok fizikai és chemiai vizsgálatát, hanem a meteoritek származására és mesterséges előállítására nézve is fontos adatokat szolgáltatottak.

Jóllehet akadtak akkoriban is olyanok (pl. BODE), a kik azt állították, hogy a meteoritek a levegő durva páráiból keletkeznek s az esésük közben mutatköző fénytűnemények onnan származnak, hogy a meteoriteket alkotó elemek erjedés következtében foszforeszkálnak. Mások pedig (LAPLACE, ARAGO, BERZELIUS stb.) vizsgálataik alapján úgy vélték, hogy a meteoritek a Hold kitörő vulkánjainak termékei. E felfogással ellentétben többen (SCHIAPARELLI, TSCHERMAK, BREWSTER, HAIDINGER, DAUBRÉE) azt a nézetet nyilvánították, hogy a meteoritek felrobbant csillagok származékai. Ehhez a nézethez csatlakoztak SUESS, PICKERING is.

A meteoritek, a mikor a világúrból a Föld légkörébe érnek, eleinte kékes és zöld fényben villognak, a mit különösen este és éjjel lehet látni, néha meg úgy látszik, mintha egy pillanatra megállanának, hogy a következő pillanatban már menydörgésszerű robajjal felrobbanva, vörös fénynyel essenek le a Földre. Nappal az említett tűnemény egy kis felhőcskének látszik.

A meteorit lehullása közben némelykor mélyen befúródik a Földbe. Így *Knyahinyán 3·5, Zágráb mellett (Hrasina) pedig 1·4 méterre* hatolt be a talajba. Rendszerint meleg a Földre vagy a Földbe esett meteorit, de vannak esetek, a mikor egészen hideg, sőt 0 C⁰-on aluli hőmérsékletű meteoritot is észleltek, ilyen volt pl. a *Dhurmsala* (India) mellett esett meteorit.

A meteoriteket általában véve vasmeteoritokra és kőmeteoritokra osztják fel. A főbeosztási alap a vastartalom s ennek viszonya a kőnemű ásványokhoz.

A kőmeteoritek esésük alkalmával sokszor nagy szerencsétlenséget okoznak. Így az 616-ban *Kinában* esett kőmeteorit 10 embert ütött agyon; 823-ban *Szászországban* esett „kőeső“ 35 községet gyújtott fel, a melyek teljesen elpusztultak; 1600-ban *Milanóban* pedig a *Santa Maria della Pace* templom boltozatát keresztültörte s az ott imádkozó barátot agyonütötte.

A meteoritek nagysága a porszemnagyság és az 50,000 kg súlyú tömeg [*ranchitói* (Bacubirito)] között váltakozik. Nagyobb tömegűek a *chupaderosí* kettős meteoritrög, a mely 10,000 és 15,000 kg-ot nyomott, továbbá a *bendegói*, mely 5300, a *youndegini* meteor, mely 909 kg-ot nyomott.

A legszebb, legépebb és Európában a legnagyobb (súlya eredetileg 332 kg volt) meteorit hazánkban *Knyahinyán* (1866. június 9) esett le, nagyobbik darabját (293 kg) a bécsi udvari ásványmúzeumban őrzik. A *mekkai* után az első ismert, emberfej nagyságú, 5 darabból álló meteorit BONFINI szerint nálunk *Miskolcznál* hullott le (1459), de sajnos, elveszett.

Az 50 kg súlyú meteoritek már gyakoribbak, ennél apróbbak még közönségesebbek. A kőmeteoritek között 100 kg-nál súlyosabb alig fordul elő.

Az egy helyre leesett meteoritek száma nagyon különböző. A Pultuskon (Varsó mellett, 1868. januárus 30) leesett meteoritek számát 100,000 darabra becsülik. L'Aigle-ban (1803. ápr. 26) körülbelül 3000 darab esett le. KOCH ANTAL a Mócs és a szomszédos községek határán (1882. febr. 3.-án) leesett meteoritek számát szintén 2—3000-re becsüli.

A meteoritek lelőhelyét tekintve, arról a könnyen érthető tapasztalatról számolhatunk be, hogy a meteoritek leginkább kulturállamokban találhatók, kulturátlan országokban sokkal kevesebb, vagy éppen teljesen hiányoznak. Ha az eddig ismeretes meteorit-lelőhelyeket a térképen megjelöljük, egy széles meteormezőt kapunk, a mely *Franciaország* délnyugati szélétől *Közép-Európán* keresztül egészen *Oroszországig* húzódik és *Szibérián* át *Közép-Ázsiánál* teljesen eltűnik. Az óvilágban csakis *Indiában* találunk számos lelőhelyet.

Érdekes az a körülmény is, hogy a hol a kultúra újabban terjedni kezdett, mint pl. *Ausztráliában*, *Japánban* és *Dél-Afrikában*, ott a meteoritek lelőhelyeinek száma is gyarapodik. Az új világrészekben: *Észak-Amerikában* keletről nyugatra vonuló irányban csoportosulnak a meteorit-lelőhelyek, úgy hogy *Mexikóban* és az *Egyesült-Államokban* érik el a tetőpontot. *Dél-Amerikában* ismét csak a régi kulturájáról híres *Chilében* találhatók.

Nem érdektelen annak vizsgálata sem, hogy hol van több vas- és hol van több kőmeteorit? Erre nézve azt látjuk, hogy *Amerikában* kétszer annyi a vas-, mint a kőmeteorit, ellenben *Európában* meg *Indiában* csak elvéve találunk vasmeteoritet, *Ausztráliában* pedig kizárólag vasmeteoritek vannak. Ennek magyarázata az *éghajlati viszonyokban* rejlik.

Számszerint összefoglalva azt találjuk, hogy a legutóbbi években *Afrikában* 15 vas- és 13 kőmeteorit, *Amerikában* már 182 és 74, *Ázsiában* 11 és 87, *Ausztráliában* 34 és 193 esett. Évenként tehát a Földre körülbelül 950 esik.

A meteoritek külső rétege legtöbbször feketeszinű, mert a mint a meteorocsillag darabokra törik és megkezdí óriási sebességű pályáját a világűrben, 1600 C^o-ra is felmelegszik s ennek következtében felülete megolvadt fekete réteggel vonódik be, a melyen kis gödörkék (*piezoglyptok*) láthatók. Ezek a piezoglyptok DAUBRÉE szerint a meteoritból kituduló gázbuborékoktól, BERWERTH szerint a repedések okozta mélyedésektől erednek (*rhegmaglyptok*). A meteoritek rendszeren tömzsöket alkotnak, melyeknek felszíne nedvesség következtében elmállottnak látszik. Ilyen jellegzetes példány összesen 10 van az egész világon s azok közül is 6 a bécsi udvari ásvány múzeumban. A meteoritek összetétele teljesen megegyezik a Föld összetételével. A különbség csak az, hogy a meteoritekben *bázikus*, a Földben



pedig *savas kőzetek* vannak túlsúlyban. A meteoriteknek *lényeges alkotórészei*: Al, Ca, Cr, Fe, K, Co, C, Cu, Mg, Mn, Na, Ni, P, O, S, Si, N és H.

Ha a meteoritek lényeges és kevésbé lényeges alkotó részeit ásványtani szempontból vizsgáljuk, akkor még inkább kitűnik a meteoritek anyagainak hasonlatossága Földünk anyagaihoz. Így: *a nikkelvas, olivin, rombikus és egyhajlású pyroxén, plagioklasz és maskelynit* mint lényeges, ellenben *a troilit, schreibersit, grafit, cohenit, üveg, chromit, alaktalan szén, gyémánt, daubéelit, kvarcz, tridymit, lawrencit, magnetit, oldhamit, osbornit, apatit, moissanit és weinbergerit* mint kevésbé lényeges ásványok fordulnak elő a meteoritekben.

A lényeges ásványok közül a vasmeteoritekben főképpen a *nikkelvas*, a kőmeteoritekben pedig a *többiek szilikátokkal* keverve találhatók fel.

Szerkezetük szerint a meteoritek szemecskés kristályosak és porfirosak vagy legnagyobb részt tuffásak.

Legkevésbé hasonlítanak földi kőzeteinkhez a tuffás meteoritek, mert ezeknek gömbölyű kristályos zárványokkal módosított szerkezetük van. Ezeket a zárványokat ROSE *chondráknak* (gömböcskének), s az ilyen meteoriteket pedig *chondritoknak* nevezte el. A chondrákat TSCHERMAK szerint megszilárdult cseppecskéknek, BERWERTH szerint átömlesztett, átalakult s lehüléskor kikristályosodott tuffáknak tekinthetjük.

A vasmeteoritek nikkeltartalmuk szerint lehetnek ú. n. *kamacitok* és *taenitok*. A kamacitok egyetlenegy, *koczkairányban* jól hasadó individuumból állanak, a melyek ikerlemezekből vannak összetéve. A *taenitok* pedig *oktaédrikus* szerkezetűek. Jellemző a vasmeteoritekre, hogy ha csiszolt, fényes felületüket salétromsavval leöntjük, megmárt felületükön sajátságos, egymást három irányban keresztező párvonalas sávok keletkeznek, a melyeket keresztül-kasul finom vonalak szelnek át. Ezek a rajzok, a melyeket felfedezőjük után WIDMANSTÄTTEN-féle rajzoknak neveznek, azért keletkeznek, mert a salétromsav a nikkeltartalom változása szerint másképpen támadja meg a vasmeteoritot, és pedig annál kevésbé, mennél több benne a nikkeltartalom. E miatt azután a kevésbé megtámadott részek kiemelkednek és láthatók lesznek.

Ha a nikkeltartalom változó s az oktaédrikus szerkezet a nagy hőhatása következtében szemecskés lesz és ha a meteorit hasadása olyan, mint az aczélé, akkor *metabolitok* keletkeznek.

DAUBRÉE és MEUNIER, valamint FOUQUÉ és MICHEL-LÉVY, továbbá RINNE mesterséges úton is készítettek meteoriteket abból a célból, hogy szerkezetüket és keletkezésüket minden kétségen kívül megállapítsák. Ők ugyanis *diabázokat, anorthitokat, enstatitokat* és *egyhajlású pyroxéneket* összeömlesztve *eukritokhoz* hasonló ásványokat, sőt RINNE *chondritokat* állí-

tot elő mesterséges úton úgy, hogy olivinszilikátokat, vagy tisztára olivinkat, hyperstennel nagyon magas hőfokra hevített elektromos árammal.

MOISSAN, OSMOND, CARTAUD, RINNE stb. a metallografiát nem remélt tökélyre fejlesztették, úgyannaira, hogy OSMOND és ARNOLD mesterségesen WIDMANSTÄTTEN-féle rajzokat, BELAIEW (1909) 2·5% szén tartalmazó aczélon erős lehűtéssel meteorit-szerkezetet állított elő s végül BENEDICKS (1910) Upsalában oktaédrikus és hexaédrikus meteoriteket is készített mesterségesen.

Az említettekén kívül vannak még *üvegmeteoritek* is; VERBEEK, VAN DIJK, STREICH, CLARKE, WALCOTT ugyanis a már 1784 óta ismert morvaországi és az újabb *szundai* és *tazmániai* leletekről kimutatták, hogy közelükben nincs vulkán, tehát nem is lehetnek földi származásúak. VERBECK a Holdból, SUESS a világűrben eredetnek mondja őket. Később megállapították, hogy a Moldvában talált *moldavit*, az Ausztráliában talált *australit* és a Billitonban talált *billitonit* nevű ásványok tulajdonképpen meteoritek, a mennyiben bázikus ásványokból állanak és szerkezetük is megegyezik a meteoritekével. SUESS a moldavított a harmadkor végén és a negyedkor eleje között leesett meteoritnek tartja.

Végül röviden meg akarok emlékezni a meteoritek értékéről és a meteoritgyűjteményekről is.

A meteoritek árát minőségük és nagyságuk szabja meg; grammonkint átlagosan 0·10—5 koronával számítják. A ritka példányoknak ára azonban ennél is tetemesen nagyobb.

A gyűjtemények között a *bécsi udvari gyűjteményt* tartják a legelsőnek a világon. Ebben a gyűjteményben van az 1911. októberi adatok szerint 743,579 kg kőmeteorit, 131,656 kg pallasit- és 3.076,207 kg vasmeteorit, összesen tehát 3.951,442 kg meteorit 637 lelőhelyről.

A bécsi után következik a *londoni* 580, a *párisi* 532, a *berlini* 470 (összesen 254,901 kg súlylyal), a *budapesti* 463 lelőhelyről származó meteorittal. Azután következnek a *prágai*, *strassburgi*, *tübingai*, *göttingai*, *müncheni*, *drezdai*, *hamburgi*, *stockholmi*, *kopenhágai*, *szentpétervári*, *moszkvai*, *dorpati*, *belgrádi*, *római* és *bolognai* múzeumok.

Amerikában a *washingtoni*, *newyorki*, *chicagói*, *harvardi*, *new-haveni* és *clewelandi*, Indiában a *kalkuttai*, Japánban a *tokiói*, Afrikában a *kapstadt* múzeumok meteoritgyűjteménye értékes.

Ezenkívül van sok nevezetes magángyűjtemény, ilyen a *Ward-Coonley-i* 603 lelőhelylyel, eladás végett ki van állítva a *newyorki* múzeumban s a *de Mauroy* marquis gyűjteménye Wossy-ban (Franciaország) 381 lelőhelylyel, továbbá néhány egyetemi meteoritgyűjtemény is, a melyek között a budapesti tud.-egyetemi gyűjtemény igen előkelő helyet foglal el.

Gáspár Károly.

Az egypatájú sertés.

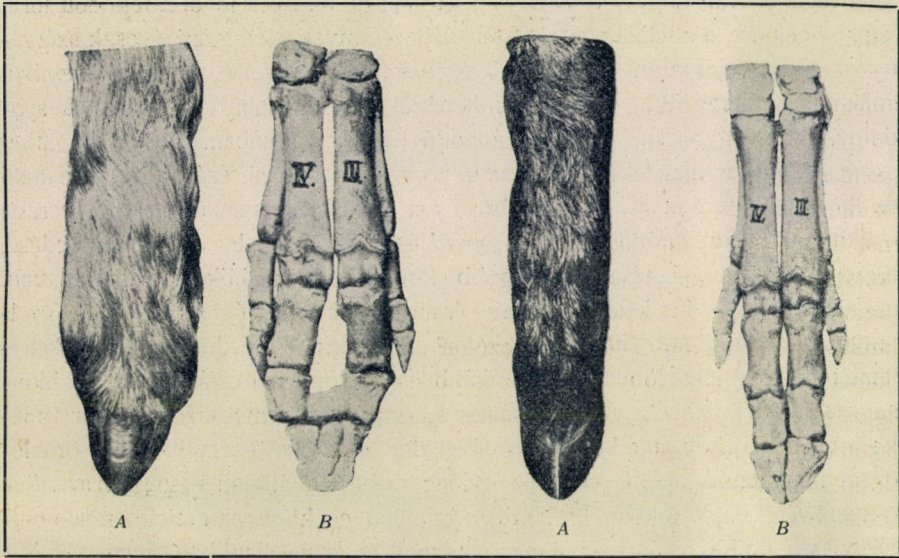
A közelmúltban több közlemény jelent meg a magyar gazdasági szakirodalomban az egypatájú, vagy más néven öszvérpatájú sertésről, mely különösen szakkörökben élénk érdeklődést keltett nem annyira rendkívülisége miatt, mint inkább azért, mert több, a hazai sertésfajtákon elő nem forduló előnyös tulajdonságot véltek benne fölfedezni. A jelzett irodalomban az egypatájú sertés eredetéről és jelentőségéről nagyon eltérő, sőt homlokegyenest ellenkező közlések jelentek meg. Némelyek szerint ugyanis értékes fajtát sikerül belőle kitenyészteni, mások ellenben torzképződésnek minősítik a sertés egypatájúságát.

Az egypatájú sertés már nagyon régóta ismeretes. PIETREMENT és mások is említik, hogy ARISTOTELES is tudott az egypatájú sertésről. PLINIUS munkájának VIII. és IX. kötetében írja: *sues in Illyrico quibusdam locis solidas habent ungulas*. A XVI. században GESSNER KONRÁD és utána LINNÉ szintén említést tesznek az egypatájú sertésről. RODICZY idézi KANTEMIR DEMETRIUS-nak 1710-ben megjelent *Status praesens Moldoviae* című munkáját, melyben az olvasható, hogy Moldvának Tohazu nevű falujában található egypatájú sertések és hogy az odakerült idegen sertések három év múlva már csak egypatájú malaczkokat fiadzanak. DABROWA SZREMOVITZ a kiewi kormányzóságban szintén nagyobb elterjedésben találta, mert az ottani gazdák az egypatájú sertést előnyös tulajdonságai miatt kiterjedten és nagy számban tenyésztették. Úgy látszik tehát, hogy az egypatájú sertés régen jobban el volt terjedve, SÁROSSY szerint azonban Amerikában ma is törzskönyvezett tenyészetekben szaporítják. Ilyen tenyészetet SÁROSSY maga 200-nál többet ismer. Magyarországon ezidő szerint BLASCSÓK GYULA (Kajdacs) birtokában van több, részben saját tenyésztésű példány, régebben pedig a báró SZINA SIMON-féle ercsii uradalomban tartottak többet, melyek kiváló hízóknak bizonyultak.

BLASCSÓK az állatorvosi főiskola anatómiai intézete részére négy egypatájú sertéslábvégét engedett át anatómiai vizsgálat céljára. Ezeken a sertésben erősebben fejlődött két középső ujj, vagyis a III. és IV. ujj vége egységes szarútokba van zárva. A szarútok alakja hasonlít az egypatások szarútokjához, de aránylag hosszabb annál és eléggé kifejezetten hegyben végződik; az egypatások közül valóban leginkább az öszvér patájára emlékeztet. Az összenövésnek a szarútokon nyoma alig látható, csupán külső falán húzódik végig egy sekély barázda. Az egységes szarútokban és fölötté a bőrben a két főujj csontos sugarai elkülönülnek egymástól, egyedül a harmadik ujjperc csontjai, a patacsontok nőttek össze, az elülső végtagon jobban, mint a hátulsón. Az újjak szalagainak és izmainak, illetve inainak anatómiai viszonyaiban, továbbá a vérerek és idegek elosztódásában, miként az

SCHMOTZER tanársegéd vizsgálataiból kitűnt,¹ semmi lényegesebb rendellenesség nincsen. Az anatómiai vizsgálat tehát a főujjak összenövését (*syndaktylia*) állapította meg, mely azonban nem létesített páratlanujjúságot; az elváltozás nem minősíthető valódi páratlanujjúságnak, mert az ujjaknak mind a négy sugara kimutatható, ehhez képest szabályszerű ujjredukcióról sem lehet szó.

KITT szerint a sertés ezen ujjalakulásában új fajta keletkezésének kezdete nyilvánul meg; az ujjak összenövése (*syndaktylia*) itt előjele egy jövőbeli redukciónak, vagy pedig visszaütés (atavismus) a szétágazodott faj



1. kép.

2. kép.

1—2. kép. Háromhónapos egypatájú sertés elülső (1. kép) és hátulsó lábvége (2. kép) és csontos váza (B).

valamelyik őse. A sertés törzsfája erősen szétágazott, olyan őse azonban nem ismeretes, a melyre az összenőtt-ujjúságot mint atavizmust vissza lehetne vezetni. Az ujjak törzspejlődés szerinti redukciójának a sertésnél inkább a fattyúujjak eltűnésében kellene megnyilvánulni. Felmerülhet talán az a kérdés, hogy az összenövés és az ujjak számának megcsappanása a szervezetnek tökéletesedésre való törekvésében, az alkalmazkodásban leli-e a magyarázatát? Az állatorvosi főiskola anatómiai intézetében vizsgált lábvégek csontjainak helyzete és összefüggése azonban statikai szempontból tekintve inkább kedvezőtlen alakulásnak tekinthető, sőt ezen sertések tenyésztője, BLASCSÓK szerint az egypatájú sertéseinek lábvége annyira rendellenes,

¹ Állatorvosi Lapok, 1914. évi 17. számában.

hogy e miatt sántítanak és legelőre egyáltalában nem valók. Mindezek alapján tehát az ujjak összenövését előrehaladó fejlődésre alkalmas új ujjalakulásnak sem lehet minősíteni.

Az egypatájú sertés ujjalakulását teratológiai alapon nem tudjuk megmagyarázni. Az ujjak összenövésének gyakori oka szokott lenni az állandóan ható nyomás, mely vagy a már differenciálódott lábvég sugarainak összenövését eredményezi, vagy pedig, ha az ujjak osztódása előtt hat, a rendes továbbfejlődést gátolja. MARCHAND szerint az ujjak összenövése leggyakrabban amniogén eredetű, a magzatingnek (amnion) a lábvégre csavarodása következtében létesül; de az ilyen módon fejlődött torzképződmények a mellett, hogy igen változékonyak, rendszerint csak szórványosak. Az egypatájú sertés lábvégeinek rendellenessége ezzel szemben sokkal szabályszerűbb, mint az emberekről leirt syndaktyliás esetek. A syndaktylia az egypatájú sertésen állandó jellegű formában, egyszerre mind a négy lábon, nemzedékeken keresztül szokott ismétlődni, ezért alig képzelhető el, hogy az amnion rendellenessége ilyen következetesen és szabályszerűen öröklődne át az utódokra. Az egypatájúságnak aránylag nagy elterjedése, tömegesebb megjelenése, miről több történeti és újabkori adatunk van, szintén megnehezíti keletkezésének értelmezését teratológiai alapon. Közel fekvő az a gondolat, hogy az egypatájú sertés elterjedése magától keletkezett és valamely előnyös, vagy inkább csak előnyösnek látszó jó tulajdonsága miatt fokozott tenyészkiválasztás okozta, vagyis mesterségesen, szándékosan elszaporított torzképződésről lehetne szó. Az összenőtt ujjak öröklődését nagyszámú megfigyelés bizonyítja; emberen, állaton egyaránt az ujjak összenövése nagy fokban öröklődő. Azonban ezekben az esetekben a rendellenesség öröklődésén semmi szabályszerűség sem állapítható meg, az ujjak összenövése a négy végtagon különböző helyen és különböző fokban változik és legfeljebb véletlen következménye, ha az utódok rendellenessége teljesen hasonló a szülőkéhez. Az egypatájú sertésnél ellenben, miként azt fentebb jeleztem, mások a viszonyok. A sertés egypatájúságának nagyobb fokú öröklődése okát mélyen, talán már a nemzősejtekben kell föltételezni.

A sertés régi származása, nagy elterjedése, állandó jellegű sajátosága és nagyfokú átörökítő képessége, a mellett, hogy a torzképződésnek ellene szól, arra enged következtetni, hogy az egypatájú sertés már a régi időben kialakult törzset képvisel, melynek életviszonyai az ujjak összenövésére kedvezők voltak. Azt, hogy ez a sertés melyik családhoz áll közelebb és vajjon ez a kialakulás hosszú idő alatt bekövetkezett folyamatnak, vagy pedig hirtelen beállott változásnak a következménye, csak az eredeti sertéstörzs beható tanulmányozása útján sikerülne eldönteni. A vizsgált anyag sokkal kevesebb, semhogy ebből messzebbmenő következtetéseket lehetne levonni.

Az egypatájú sertés elterjedését nyilván az ember is elősegítette már a régi időben is, amennyiben több előnyös tulajdonságát dicsérték és örömmel tenyésztették kiváló hízekonysága miatt. Hízekonyságát az újabb adatok is megerősítik, újabban azonban az a hit is elterjedt az egypatájú sertésről, hogy szájról és körömfájásban és sertésvészben nem betegedik meg. Ha ez igaz volna, akkor ez a rendkívülisége miatt közismertté vált sertés rendkívül becses volna. Az összenőtt ujjakkal azonban ilyen ellenállóképesség semmi összefüggésbe sem hozható és annak föltevésére sincs semmi alapunk, hogy ez a sertés, mert ujjai összenőttek, a sertésvésznek és a szájról és körömfájásnak ellentállana. Igaz ugyan, hogy az ujjak közötti finomabb bőr a rendes ujjú sertés lábán a nehezebb tisztogatás miatt súlyosabban betegedhet meg, de a szájról és körömfájás kedvezőtlen hatását nem az ujjak ezen másodlagos megbetegedése okozza.

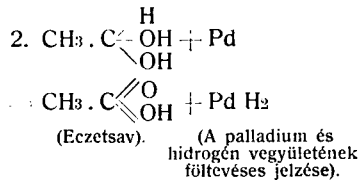
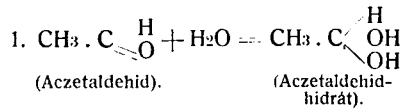
Dr. Zimmermann Ágoston.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

A víz mint oxidáló szer. Általában azt gondoljuk, hogy égéshez, oxidáláshoz vagy szabad oxigén kell, vagy legalább oxigéntartalmú vegyület, a milyen például a salétrom, a káliumdichromát, a peroxidok stb., de semmi esetre sem a víz molekulájában levő oxigén, mert hiszen a vizet még a tűz eloltására, tehát az oxidálás megakadályozására is használjuk. Újabb vizsgálatok azonban arra mutatnak, hogy sok oxidálási folyamathoz a víz molekulájában levő oxigén is eleget ad.

Régen tudjuk, hogy sok vegyület csak akkor oxidálódik, ha víznek legalább nyomai vannak jelen, illetőleg hogy ilyenkor az égés sokkal hevesebb (a nedves kokszt jobban ég, mint a száraz). A legutóbbi időben azután különösen WIELAND¹ nagyon érdekes kísérletekkel kimutatta, hogy valamely katalizáló segítségével (például palladiumkorommal) oxigéntől mentes tényleg vízben aldehidokat savakká lehet oxidálni, sőt ő ilyen módon szőlőcukrot széndioxidá és vízzé is elégetett. Épp

ezért szerinte az ilyen „nedves autoxidálás” voltaképpen nem is oxidálás, hanem dehidrogénezés, vagyis a hidrogén elvonása. Szerinte ugyanis a dehidrogéneződő vegyület előbb a vízzel egyesül s ez az új vegyület a katalizáló (palladiumkorom) hatására hidrogént veszít és így lesz oxigénben gazdagabb, például:



Itt tehát szabad oxigén egyáltalában nem is szerepel. A reakció természetesen megakad akkor, ha a palladium a telítéséhez szükséges hidrogént fölvette. Ha azonban gondoskodunk róla, hogy ezt a hidrogént valamely könnyen redukálódó molekula (például metilénkék, chinon, vagy akár szabad oxigén) elvonja a palladiumtól, a dehidrogénezési folya-

¹ Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, 45. köt. (1912), 46. köt. (1913) és 47. köt. (1914).

mat a palladium felszabadulása következtében ismét tovább halad.¹ Innen van, hogy eddig azt tartották, hogy a palladium és a hozzá hasonló fémkatalizálók „aktiválják“ az oxigént, holott az oxigén itt csak mint „hidrogén-acceptor“ szerepel és bármely hasonló hatású vegyülettel helyettesíthető. WIELAND azután kísérleteiben a palladiumot oly testekkel (eczetbaktériumokkal, tejjel) helyettesítette, melyekben enzimek vannak, s így sikerült neki pl. alkoholt eczetsavbaktériumokkal oxigén nélkül eczetsavvá oxidálnia, helyesebben dehidrogéneznie. Az oxidálás itt is tovább haladt, ha valamely hidrogén-acceptor (metilénkék, nitrát) is volt az oldatban, a mely ugyanakkor természetesen redukálódott. Itt tehát épp úgy, mint előbb a szerves katalizáló (palladiumkorom) alkalmazásánál, két, egymással ellenkező folyamatot, az oxidálást és a redukálást ugyanaz a katalizáló gyorsította. Ezért WIELAND azt tartja, hogy az eddig oxidázoknak és redukázoknak² nevezett enzimek nem kétfélék, hanem egyfélék, a melyek oxigén jelenlétében mint oxidázok szerepelnek, ha pedig ezenkívül még valamely más hidrogén-acceptor (pl. metilénkék, nitrát vagy chinon stb.) van jelen, redukázoknak látszanak.

E kísérletekből kitűnik, hogy az oxidálási folyamatok között sok olyan van, a melynél a víz az oxidáló szer és ezeknek a folyamatoknak különösen az élet-tani oxidálódásoknál, a lassú égésnél van nagy fontosságuk.

Dr. Doby Géza.

A pók és a hang. Ismeretes, hogy csak a fejlettebb gerinces állatoknak és a gerinctelenek között kivételképpen csak az úgynevezett hangadó rovaroknak (például sáska, szöcske) van hanghullámok felfogására alkalmas hallószervük. A rovaroknak ú. n. choriodotonális szerve

azonban egészen más készülék, mint a gerincesek füle. A többi rovarok, s az ízeltlábúak valamennyien, tehát a pókok is, tulajdonképpen a mai felfogás szerint süketek. Az újabb vizsgálatok azonban a mellett bizonyítanak, hogy a pókok mégis érzékenyek a hanghullámok iránt.

BARROW¹ tanulmányozta a pókok hallását. Kísérleteihez hangvillát és elektromos vibrátort használt. A hangvillát megütve, a pókháló különböző részeihez közelített vele. A pókhálóval ilyen módon közölt hanghullámok rezgésszáma 24 és 100 között volt másodpercenként, a rezgések amplitudója pedig 3–12 milliméterig terjedt. Meglepő volt a hatás: a pók mintegy üttétől összerázkódva, nyílegyenesen rohant a rezgés helyére, attól sem riadva vissza, hogy az őt zavaró hangvillát megtámadja. Harapdálta, sőt szállaival körül is fonta azt. Ez az érdekes reakció azonban csak ritmusos rezgések hatására következett be; szabálytalan rezgésekkel az állat nem is törődött. Ebből arra lehetne következtetni, hogy a pókok fölötté érzékenyek a zenei hangok iránt. Midőn a kísérletező kétágú hangvillát használt, a pók éppen a két ág középvonala irányába szaladt. HECHLER K. ennek a jelenségnek a következő magyarázatát adja: Midőn a légy a pókhálóba kerül, lábaival fogva marad s elrepülni nem tud, gyakran hallat olyan hangot, mint a megszólaltatott és papiros-laphoz érintett hangvilla. Ha a hangvillával pókhálóhoz közelítünk, akkor a pók halva (inkább érezve, lábaival tapintva) a rezgést, abban a hitben van, hogy légy került hálójába, és ezért siet abba az irányba, honnan a rezgés, a hang kiindul. Viselkedésének oka tehát nem egyéb akusztikai, vagy inkább tapintóérzéki csalódásnál. Zenére a pók ügyet sem vet.

E magyarázat nagyon elmés és elfogadható. Nem is annak czáfolására, hanem inkább teljesség kedvéért egy gyermekkorom óta élénk emlékezetemben maradt megfigyelésemet közlöm még erre nézve.

¹ Entomologische Zeitschrift, 1914.

¹ L. még BREDIG és SOMMER; Zeitschr. f. physik. Chemie, 1909, 70. köt., 34. lap.

² Helyes szóképzéssel nem redukáz! L. BACH, Biochemische Zeitschrift, 31. köt., 1911, 445. lap.

Valamikor kertben katonatrombitába fújni tanulgattam, s közben észrevettem, hogy az előttem körülbelül három méternyire levő nagy keresztes pók szép hálója közepén minden egyes erős trombitahangra lábait görcsösen összehúzza, mondhatnám idegesen rángatózott, mintha kint okozott volna neki a hang, akár a kutyának, mely távolabb ugyancsak fájdalmasan vonított. Az az állítás tehát, hogy a pók „zenére semmit sem ad“, tapasztalatommal nem egyezik meg. A hang rezgésszáma ebben az esetben néhány száz lehetett másodpercenként.

Dr. Unger Emil.

Biztonsági eszközök robbanások elkerülésére acetilén segítségével végzett hegesztésnél és vágásnál. Az acetilénnel végzett hegesztésnél a láng visszacsapása igen veszedelmes robbanásokra adhat okot, ha az acetilén oxigént vagy levegőt tartalmaz. Az acetilénharangba vagy a fejlesztőkészülékbe oxigén a hegesztőpisztoly szájának eldugulása következtében a gázvezetékeken át kerül; ha pedig a fejlesztés előtt a készülékből a levegőt nem üztük ki teljesen, akkor acetilénből és levegőből álló gázelegyet kapunk. A vízzár megakadályozza ugyan, hogy az oxigén az acetilénvezetékekbe kerüljön, de nem mindig akadályozza meg a láng visszacsapását, miként azt számos robbanás bizonyítja. Ezért a német gázművek állami igazgatósága javaslatba hozott egy másik biztonsági berendezést, a homokzárt.

A homokzár körülbelül 25 cm magas és 18 cm átmérőjű hengeres bádogedény, mely homokkal van megtöltve; rajta két cső van, egyik a gáz bevezetésére, másik a gáz kibocsátására való. A német acetilénegyesület egyik ülésén a homokzárra vonatkozólag aggodalmak merültek fel; a figyelmet különösen a homoknak az esetleges robbanásnál nyilvánuló lövegszerű hatására hívták fel. Ezeket az aggodalmakat kísérletileg megerősítették, minek következménye az volt, hogy a homokzár használatát veszélyesnek mon-

dották ki. A gázművek igazgatósága a homokzárt csak a vízzár kiegészítéséeként ajánlotta s kísérlet tárgyává tette a két biztonsági eszköz együttes működését. E kísérletek körébe a dróthálózárt is belevonták. A kísérletek a következő eredménnyel jártak: Nedves, 2–3 mm. átmérőjű szemecskékből álló homok biztonságosabb hatású, mint a durvább szemecskéjű, bár a láng átcsapását nem akadályozza meg mindig. A homokzár robbanásánál nem tapasztalták a homok szétlövődését, csak a bádogfal felszakadását. A homokzár 70 térfogatszázaléknál több acetiléntartalom esetén a lángot eloltja; 30%-nál több oxigén jelenlétében azonban a láng átcsap a homokzáron. Egy vízzárral kombinált homokzáron, melynél a gázbevezetőcső vízbe merült, szintén átcsapott a láng.

A vízzárat 25% acetiléntartalmú elegy lángja minden esetben átüti; sőt két, egymás mögé kapcsolt vízzár sem gátolja meg a láng tovahatolását. A gáz kiáramlási sebessége a visszacsapódásra hatástalan.

Ezek az eredmények arra indították az acetilénegyesületet, hogy az eddig balasztbiztosaknak tartott vízzárakat megvizsgálja; a vizsgálat eredménye az volt, hogy egyiknek sem megnyugtató a működése.

A dróthálózár 9 cm hosszú, 26 mm átmérőjű gázcső, melyben 200 darab 1,5 mm lyukbőségű drótháló van egymás mögé téve; csekély robbanóképességű gázelegy lángját elfojtja, de fölmelegedése biztonságát csökkenti.

Az acetilénnel való hegesztésnél és vágásnál használatos biztonsági eszközök közül tehát egyik sem akadályozza meg teljesen a robbanást. Nagyon óvakodni kell tehát, hogy a gáztartóba, vagy a fejlesztőkészülékbe robbanóképességű acetilén-oxigénelegy ne keletkezzék.¹

Knapp Oszkár.

Naprendszerünk ködfoltja. Mikor az állatköri fényt megfigyelték, egyúttal

¹ Gesundheits-Ingenieur, 1914, 29. sz.

azt is észrevették, hogy a Napot nagyjában lencsealakú, ködszerű gyűrű veszi körül. Kiterjedése gyakran, vagy talán mindig túlmegy a Föld pályáján. Sűrűsége az ekliptika síkjának közelében a legnagyobb. BIRKELAND afrikai észlelései 1911-ben, továbbá 1913—1914-ben szintén igazolják ennek a ködnek létét. De mikor helyzetét és természetét pontosabban megakarták határozni, az eredmények igen ellenmondók voltak. Ezért FESSENKOFF 1914-ben azt a nézetét fejezte ki, hogy ennek a fénysávnak helyét nem is lehet szigorúan megállapítani. Ezt a véleményt megerősítik BAYLDON, MARCHAND és TUPMAN igen eltérő eredményei.

BIRKELAND nemcsak magát a ködöt figyelte meg, hanem keletkezésének megmagyarázása végett közvetett kísérleteket is végzett. Több jelenség, pl. a Nap koronája és az északi fény, arra utal, hogy a Napból elektromos sugarak, főleg katód sugárszerű elektronok indulnak ki. Azt is tudjuk, hogy a Napnak nemcsak egyes helyein, tudniillik a foltokban, van erős mágneses erőtere, hanem mint a Földnek, a Napnak is az egész felületre kiterjedő általános mágneses mezeje van. Mikor BIRKELAND a CROOKES-féle cső katódjául mágneses fénygömböt használt, a katódot elhagyó elektronok a gömb mágneses egyenlítőjének síkjában halmoztak fel. BIRKELAND ennek alapján fölteszi, hogy a Nap mágneses egyenlítőjének síkja elektronokban gazdag. Ezek az összegyülemlett elektronok idézhetik elő a ködfoltot a Nap körül az által, hogy a Nap fényét szétszórják.

Mende Jenő.

Emberi szövetek továbbtenyésztése mesterséges táplálótalajban. CARELL és HARRISON nagy feltűnést keltő kísérletei

óta egyre többen foglalkoznak a különböző állatok, továbbá az élő és holt ember testéből kivágott szövetdarabkák továbbtenyésztésével. Az eredmények nemcsak meglepők, hanem egyúttal biológiai szempontból is fontosak, mert az összegyűjtött adatok alapján a jövőben sok, magyarázatra váró biológiai jelenséget sikerül majd megvilágosítani. Ma természetesen még az adatgyűjtésen fáradsz a kutatók.

Ilyen szempontból nagyon figyelemreméltó LOSEE J. R. és EBELING A. H. amerikai biológusok vizsgálatainak eredménye.¹ Ők emberi magzatok és felnőtt emberek hullájából vett szövetdarabkával kísérleteztek. A hullából a halál bekövetkezése után kevés idővel kivágott szövetrészeket emberi vérsavból és RINGER-féle oldatból készített táplálótalajban, melyet a szükséghez képest többször megújítottak, két hónapnál tovább életben tartották. Az életben tartott szövetdarabkák a tápláló talajt helyenként elfolyósították, az elfolyósított anyagokkal táplálkoztak és sejtburjánzás útján szaporodtak. Különösen szépen sikerültek a kísérletek a bőrből vett kötőszóval és a szívből kivágott izomsejtekkel. A holt magzatok szívéből kimetszett szövetdarabkákon az előbb említett táplálótalajban 38 C^o-on tartva, már 18—24 óra múlva élénk burjánzást lehetett észlelni.

Minden jel arra vall, hogyha sikerül az eddigi táplálótalajoknál állandóbb összetételű táplálótalajt találni, a kivágott szövetdarabkákat sokkal hosszabb ideig sikerül majd életben tartani és továbbtenyésztésük is még sikeresebb lesz.

Dr. Gorka Sándor.

¹ Journal of Exper. Med., New-York, 19. köt., 1914, 6. szám, 593—602. lap.