

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

XV. KÖTET. 14. SZÁM. 1885.

DOLGOZATOK

A K. M. TUD. EGYETEM ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL.

(IV. FÜZET.)

KÖZLI

JENDRÁSSIK JENŐ

R. TAG.

I. ÉSZREVÉTELEK AZ OSMOSIS ELMÉLETÉHEZ NAGY IMRÉTŐL.

II. AZ IZOMMAGVAKRÓL ROTHMAN ÁRMINTÓL.

(1 TÁBLA RAJZZAL.)

(Bemutatta a M. Tud. Akad. III. osztályának ülésén 1885. június 15-én.)

Ára 30 kr.

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1885.

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

Első kötet. 1867—1870. — Második kötet. 1870—1871. — Harmadik kötet. 1872. — Negyedik kötet. 1873. — Ötödik kötet. 1874. — Hatodik kötet. 1875. — Hetedik kötet. 1876. — Nyolczadik kötet. 1877. — Kilenczedik kötet. 1878—1879.

Tizedik kötet. 1880.

I. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. I. Adatok a carbonylsulfid phisikai sajátságaihoz. Dr. *Ilosvay Lajostól*. — A budapesti világító gáz chemiai analysise. — Ugyanattól. — Egy földpát analysise. *Loczka Józseftől*. — II. Gróf Vass Samu emlékezete. *Deák Farkastól*. — III. A magyarországi dunaszigetek földirati csoportosulása s képződésök tényezői. Dr. *Ortvay Tivadartól*. Egy melléklettel. — IV. Adatok a Martin-acél tulajdonságainak ismertetéséhez. *Kerpely Antaltól*. — V. A víz-elvonó testek behatásáról a kámforsavra és amidjaira. *Balló Mátyástól*. — VI. A vadgesztenye gyökereinek ismertetéséhez. *Klein Gyulától* és *Szabó Ferencztől*. Egy táblával. — VII. Az utóvilágításról Geissler-féle csövekben. Dr. *Lengyel Bélától*. — VIII. A rankherleini és szejkei ásványvizek chemiai elemzése. Dr. *Lengyel Bélától*. — IX. A városligeti artézi kut hévforrásának vegyi elemzése. *Than Károlytól*. — X. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke Jurakorbéli lerakódásának ismertetéséhez. I. Stratigraphiai rész. *Böckh Jánostól*. — XI. Myelin és idegvelő. (Szövettani tanulmány.) *Petrík Ottótól*. 16 rajzzal. — XII. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. I. A durranó lég sűrűségének meghatározása. *Kalecsinszky Sándortól*. — II. A nitrosylsav néhány sójáról. Dr. *Csulak Lajostól*. — XIII. A magyar tengerpart szivacsfaunája. I. közlemény. Dr. *Dezsó Bélától*. — XIV. A bábolnai meleg «Mátyás-forrás» és a szovátai «Fekete-tó» hideg sóforrás chemiai elemzése. Dr. *Hankó Vilmostól*. — XV. Közlemények a kolozsvári egyetem élet- és körvegytani intézetéből. Dr. *Ossikovszky Józseftől*. I. Adalék a lyrosin és a skatol vegyi szerkezetéhez. II. Arsenkéneg mint mérég s annak szerepe törvényszéki kérdésekben. III. A tellurnak előállítása a nagyági aranytellur érczekből és a nyers tellurból. — XVI. Az ágyéki és gerinczagi duczok többszörösségéről. Dr. *Davida Leótol*. Egy táblával. — XVII. Új vagy kevésbé ismert szömöröcsőfgfélék. (Phalloidei novi vel minus cogniti.) *Kalchbrenner Károlytól*. Három táblával. — XVIII. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. Dr. *Högyes Endrétől*. I. közlemény. 2 könyvmatu és 3 egyszerű nyomatu táblával. (Bevezetés. I. rész. A fej- és testmozgásokat kísérő associált szemmozgások tünetmenyei emlősöknél és az embereknél.)

Tizenegyedik kötet. 1881.

I. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. 2 fametszettel. (Második közlemény. II. rész. Az idegrendszer egyes részeinek befolyásáról az önkénytelen associált szemmozgásokra.) Dr. *Högyes Endrétől*. — II. A Frusca-gora

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

DOLGOZATOK

A K. M. TUD. EGYETEM ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL.

(IV. FÜZET.)

Közli JENDRÁSSIK JENŐ, r. tag.

(Bemutatta az osztály ülésén 1885. jún. 15).

I.

ÉSZREVÉTELEK AZ OSMOSIS ELMÉLETÉHEZ.

REGÉCZY NAGY IMRE,

tr. egyetemi rk. tanár és élettani intézeti segédtanártól.

Az osmosis, e fontos physikai folyamat, a melynek az élet-tani működéseknél is oly nevezetes szerepe van, bár sok hírneves bűvár figyelmének tárgyát képezte, kellő megfejtést még nem nyert. Nincs ugyanis oly elmélet, a mely általánosan el lenne fogadva, és a mely minden ismert tapasztalattal összeegyeztethető volna. — Egyes jelenségek ugyan megfejtethők egyik-másik hypothesis alapján, de sok oly tény is kerül elő, a melyek a hypothesis-sal nem egyeznek; ott elismerik ennek kinemelítő voltát; de más esetben, a hol alkalmazhatónak látszik, mégis alkalmazzák!

A hibás fölvételek alkalmazásának a tudományban sincs jogosultsága. — Ha csak egy oly tény merül is föl, a mely a magyarázatképen szolgálendő fölvétellel *ellenkezik*, ha a tény kellően megállapítva volt, — a fölvételt el kell ejtenünk; és inkább meg kell vallani, hogy a folyamatnak okát nem ismer-

jük, mint egyes jelenségek megfejtésére az elismert rossz fölvételt megint előrántani.

Az ilyen eljárás csak gátat vet a tovább haladás útjába. — Helyén van azért, hogy megbíráljuk a fölmerült hypothesiseket: mennyire adnak azok megfejtést az osmosis jelenségeinek.

Az osmosis megfejtésére czélzó hypothesisiek.

Az osmosis fölfedezőjeképen *Dutrochet* tekintendő, mert — bár egyes osmotikus jelenségek előbbi időben is ismeretesek voltak, — ő volt az első, a ki kísérleteket tett, a jelenségeket magyarázni igyekezett, és az irodalmi mozgalmat e kérdésben megindította.

A szóbanlevő folyamat lényege hibeiben alig fejezhető ki, mint a hogy *Dutrochet**) művében olvasható: «*Deux liquides hétérogènes et miscibles étant séparés par une cloison membraneuse, il s'établit au travers des conduits capillaires, de cette cloison, deux courants dirigés en sens inverse et inégaux en intensité. Celui des deux liquides qui reçoit de son antagoniste plus, qu'il ne lui donne, accroît graduellement son propre volume d'une quantité égale à l'excès de ce qu'il reçoit sur ce qu'il donne, c'est à dire d'une quantité égale à l'excès du courant fort sur le courant faible*».

Midőn az osmosis okára vonatkozó hypothesiseket itt most elősorolom, helyesnek tartom könnyebb áttekintés végett mindjárt a bírálati fejtegetéseket is közbeiktatni.

Az 1-ső hypothesis *Dutrochettől***) ered, s e szerint a folyamat oka a villamáram volna, a mely a különböző folyadékok érintkezésénél létrejön. E fölvételre a *Porret-féle* villamos áramlás szolgált alapul. Az osmosis fokára befolyással van

*) *Mémoires pour servir à l'histoire des vegetaux et des animaux* I. 10. Paris. 1837.

**) *Recherches sur l'endosmose et sur la cause physique de ce phénomène. Annales d. chim. et de phys.* 49. 411. 1832. «*La première idée qui se présentait à mon esprit pour expliquer le phénomène de l'endosmose, fut que ce phénomène était du à l'électricité.*»

azonban *Dutrochet* szerint a folyadékok sűrűségi különbsége is; és úgy látszott, hogy mindig a higabb folyadék áramol gyorsabban a sűrűbb folyadék felé.

A villamáram, tudjuk, csakugyan létesít áramlást, de már régen bebizonyult, hogy ez az áram és a közönséges osmosis különböző két folyamat.

A 2-ik *hypothesis Poisson**) állapította meg, és ez képezi alapját a jelenleg legelterjedtebb nézeteknek is. E szerint az elválasztó hártya hajszálcsovein át először a hajszálcso vonzása következtében érintkezésbe jön a két különböző folyadék; és ha a két folyadék egymással elegyedni képes, föltehetjük, sőt föl kell tennünk, hogy a különemű folyadékok tömecei közt erősebb vonzás van, mint a hasonnemű tömecek közt. E vonzás az oka annak, hogy az egyik folyadék tömecei a másikéival elegyednek. E fölfogásban azután sok hírneves tudós osztozott.

*Dutrochet***)) e megfejtést nem fogadta el, mert ily módon csak egy irányú áramlás jöhetne létre, pedig tényleg két ellenkező irányú áramlás mutatható ki.

Később azonban ő***) is hozzájárult *Poisson* fölfogásához. Mindazáltal azt a módosítást tette, hogy a hajszál-

*) *Notes sur les effets, qui peuvent être produits par la capillarité et l'affinité des substances hétérogènes. Annales de chim. et d. phys.* 35. 101. 1827. «Mon but est seulement de faire voir, que des effets pourraient être produits par l'action capillaire, jointe à la différence d'affinité des substances hétérogènes, sans le secours de l'électricité en repos ou en mouvement.»

***) *Nouvelles observations sur l'endosmose et l'exosmose, et sur la cause de ce double phénomène. Annales de chim. et d. phys.* 35, 395. et 393. 1827. «Il résulte de cette théorie mathématique, qu'il ne doit exister qu'un seul courant au travers de la cloison qui sépare les deux fluides hétérogènes, et que le courant unique doit être dirigé vers celui des deux liquides, qui est doué de la plus grande force d'attraction.»

«C'est donc à une autre cause qu'à l'affinité réciproque des liquides, qu'il faut attribuer ce phénomène.»

****) *Annales de chim. et de phys.* 49. 429. 1832. «Il ne nous reste par conséquent, que la seule attraction réciproque des deux liquides, ou leur tendance à la mixture ou à la combinaison pour expliquer la marche des deux liquides l'un vers l'autre au travers des canaux capillaires de la cloison qui les sépare.»

csövi vonzás nem segíti elő a folyamatot, hanem csak szabályozza.

Végül ez sem elégítette ki, de más megfejtést nem talált. *)

*Dutrochet*nek igaza volt, hogy elhagyta a hibás álláspontot; és kárhoztatandók azok, a kik pártolnak oly véleményt, a melynek tarthatatlanságát egyes kísérleti eredmények nyilvánvalóvá teszik, — a kik e tényeket inkább teljesen figyelmen kívül hagyják, mert kényelmesebb az olyan fölvételben megnyugodni, a mely egyes feltűnőbb jelenségekre megfejtést látszik nyújtani.

Ez a fölfogás, a mely szerint u. i. az osmosis az által jönne létre, hogy a különmemű anyagok tömecszei erősebben vonzzák egymást, mint a hasonlónemű tömecskeket: általánosságban nem fogadható el, mert nem nyugszik kísérleti alapon, sőt kísérletileg bebizonyítható az ellenkező!

Ha egy üvegrudat vízbe mártunk, az megnedvesedik. Miért? Mert az üveg vonzása erősebb a vízrészecskékre, mint a víztömecsek összetartása, de viszont az üvegrészecskék összetartása nagyobb, mint a víz vonzó hatása az üvegre. Ugyanezt tapasztaljuk más szilárd test bemártásakor is. Vegyünk most egy sójegecet, mártsuk vízbe: az is meg fog nedvesedni. Miért? Nyilván ugyanez oknál fogva; u. i. hogy a só vonzása erősebb a vízrészecskékre, mint ez utóbbiak összetartása, de viszont a só részecskéinek összetartása erősebb a víz vonzó hatásánál. És mégis a só nemcsak föloldódik a vízben, hanem osmotikus kísérletnél még egy sűrű elválasztó rétegen keresztül is létrejön a sórészecskék áramlása a víz felé.

A vonzási theoria egyoldalú, mert nem veszi figyelembe, hogy a tömecske közt a vonzáson kívül egy ellenkező irányú hatás, a taszítás is közreműködik minden physikai folyamatnál; s a midőn látjuk, hogy az osmosisnál mily sok mellékkörülmény változtatja meg lényegesen a folyamat végbemenetelének gyorsaságát: a magyarázat alapjául el nem fogadhatjuk egyedül a vonzást, a mely nagyságára nézve csak a tömecske

*) *De l'endosmose des acides. Annales de chim. et d. phys.* 60. 1835.

„..... c'est, ce qui me paraît impossible à déterminer à l'état actuel de nos connaissances.»

helyzete szerint változik, de azoknak egy-egy bizonyos helyzetében mindig állandó.

De egyenesen ellene szól ama fölfogásnak az a tapasztalat, a melyet már *Poisson* is ismert, mert előtte *Dutrochet* egész bizonyossággal megállapította, hogy magasabb hőmérséknél az osmosis folyamata gyorsabb. Ha a vonzás lenne oka az osmotikus áramlatoknak, ellenkezőleg lassabbodásnak kellene bekövetkezni, mert tudvalevőleg a meleg a vonzást kisebbiti.

A 3-ik hypothesis a *Magnusé.**) Ő ugyan új nézetet nem fejez ki a folyamat okára nézve, csak az előtte mondottakat összegezi, mindazáltal, részint mert a német bűvárok közül ő volt az első, a ki e tárgygyal részletesebben foglalkozott: fölfogása, a mely mellett úgy látszik meg is maradt, külön említhető a hypothesisiek sorában. Föltételének alapjául e két tétel szolgál: a szilárd testek tömecei hatással vannak a folyadék tömecekre; és: a különböző sűrűségű folyadékok a hajszálcsovekben áramolva útjukban különböző nehézségre találnak.

Ezeknél fogva ha a hártya likaicsaiban találkozó különböző folyadékok egymást vonzzák, a kevesbbé sűrű anyagból az elválasztó fal *akadályai* miatt többnek kell átjutni a másik sűrűbb anyaghoz, mint megfordítva.

A *Magnus* fölfogásának szintén a különböző folyadékok egymásra ható vonzása képezi alapját; erre is ennél fogva illelnek az előbb mondottak; az elválasztó fal hatását helyesen fogta föl.

Egy 4-ik hypothesisist *Brücke****) állított föl, és ez van mos-

*) *Poggendorff Annalen* 10. 160. 1827.

**) *Beiträge zur Lehre von der Diffusion tropfbarflüssiger Körper durch poröse Scheidewände.* *Pogg. Ann.* 58. 1843. «Beide Ströme sind gleich, wenn beide Flüssigkeiten gleiche Anziehung zu den Wänden haben, und somit keine eigene Wandschicht existirt. Wenn die Capillaröhre, relativ zur Dicke der Wandschicht, sehr eng ist, so existirt nur ein Strom, der aus der Flüssigkeit, welche von den Wänden stärker angezogen wird, in die andere hinüber fließt. Der Radius des Capillarohrs darf eine gewisse, und zwar je nach der Natur der Wände und der Flüssigkeiten verschiedene Grösse nicht überschreiten, weil sonst jede der Beobachtung zugängliche Differenz, der auf die beiden Enden der Communication drückenden Flüssigkeitssäule, wenn sie dem

tanáig is legáltalánosabban elfogadva. Ennek alapját is a *Poisson* főlvétele képezi, mely szerint a különböző anyagok tömecei jobban vonzzák egymást, mint az egyenlő természetűek, s e vonzás okozza a folyadékok elegyedési hajlamát; de ha egy hajszálcőrendszerből álló elválasztófal van közbevetve, akkor különböző anyagok tömecei nem egyenlő sebességgel fognak egymásba ömölni, hanem gyorsabban az, a melynek tömeceit az elválasztó réteg állománya erősebben vonzza. U. i. ha például állati hártya választja el egymástól az alkoholt és a vizet, a hártyának minden csatornácskájában, a mely annak vastagságában rejlik, egy vízből álló fal réteg képződik, tengelyében pedig egy vízből és alkoholból álló keverék foglal helyet, és a különböző folyadékok egymásra ható vonzásánál fogva ilyen helyzetben történik az átszivárgás a tulsó oldalra, a honnan az elegyedés azután tovább halad; a fal rétegben történő vízdifusio többletétől függ e szerint az a jelenség, hogy egyenlő idő alatt több víz megy át a tulsó oldalra, mint alkohol.

Brückenek köszönhetjük ama fölfogás megalapítását, mely szerint az osmosis nem oldatok közt, hanem egyszerűen a folyadékok és az oldott anyagok tömecei közt történik; az oldatok nem mint ilyenek szivárognak át, hanem azok tömecei különállólag mozognak.

A legtekintélyesebb német tudósok csaknem mind elfogadták a *Brücke* hypothesisét, így pl. *Ludwig*,*) *Eckhard*,**) *Vierordt*,***) *Hoppe Seiler*.†)

A *Brücke* értelmezése szerint az elválasztóhártya volna az osmosis okául tekintendő, mert a hártya eszközli az áttételt az egyik oldalról a másikra, a hol aztán a különböző anyagok

stärkeren Strome entgegenwirkt, hinreich, um die Wirkung desselben anzuleben.*

*) Ueber die endosmotischen Aequivalente und die endosmotische Theorie. — Zeitschr. f. rat. Med. VIII. 1849. 1—52.

**) Der gegenwärtige experimentelle Thatbestand der Lehre v. d. Hydrodiffusion. — Pogg. Annal. 128. 1866. 61.

***) Transsudation und Endosmose. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. III. 1. 631. és Pogg. Annal. 1843. 73. 519.

†) Beiträge zur Kenntniss der Diffusionserscheinungen. Med. chem. Unters. Berlin 1866.

vonzása eszközölné tovább az elegyedést. De a folyadékok közvetlen érintkezésekor is áramlás áll be az egyik folyadéktól a másik felé; sőt közvetlen érintkezésnél az elegyedés gyorsabban történik, mint elválasztó hártya jelenlétében. Az elválasztófal e szerint csak módosítólag hat a folyamatra, de azt nem okozza. Az igaz, hogy az érintkező folyadékok fölszíne csak úgy mutat feltűnő különbséget, ha közöttük választófal van; még pedig oly sűrű szövetűnek kell lenni az elválasztófalnak, hogy egy bizonyos szűrési nyomást kitartsa; a hártyát tehát oki összefüggésbe lehetne hozni e jelenséggel, de magával az osmosissal nem.

Tulajdonképen azonban az ellenkező irányú áramlások viszonyára nézve sincs lényeges különbség a közvetlen és a közvetett diffúziónál, — a mint erre még majd röviden visszatérek, — és így a hártya közreműködésének ez eredmény sem tulajdonítható.

Az 5-dik hypothesis *Liebig* *—**) alapította meg. Ez tulajdonképen szintén összeegyeztet a *Poisson* nézetével, de egy lényeges pontja az, hogy a hártya nem képezi az osmosis okát. Szerinte az osmosis nem egyéb mint diffúzió; két folyadék u. i., a mely különböző vegyi alkatú, és egymással elegyedni képes, *vagyis egymás irányában chemiai vonzást fejt ki*, minden módon elegyedni fog egymással, ha csak érintkezésbe jön; de az ellenkező irányú áramlás egyenlőtlenségét a hártya különböző hatásának kell szerinte tulajdonítani.

Liebig fölfogása részben helyes a hártya befolyását illetőleg; de az osmosis okát ő szintén mint *Poisson* a folyadékok

*) *Untersuchungen üb. d. Ursache der Säftebewegung im thierischen Körper. 1848. 51.* «Die Volumänderung zweier Flüssigkeiten, die durch eine Membran von einander getrennt sind, ist bedingt von der ungleichen Benetzbarkeit oder Anziehung, welche die Membran zu dieser Flüssigkeit besitzt.»

**) *Ueber die Theorie der Osmose. Liebig's Annalen 1862. 121. 78.* «Die Mischung und Volumänderung zweier durch eine Membran getrennter Flüssigkeiten sind zwei Vorgänge, die mit einander in keiner directen Beziehung stehen; die Diffusion des Salzes sei die Folge der Affinität der Salztheilchen zu den Flüssigkeitstheilchen, die Volumänderung werde durch die ungleiche Anziehung der Scheidewand zu der sie auf beiden Seiten berührenden Flüssigkeitstheilchen bedingt

egymásra ható vonzásában keresi, és ez a tényekkel nem egyez össze, mint előbb láttuk.

A 6-ik hypothesis a *Béclardé*.*) Szerinte is a hártya hatása csak másodlagos, csak módosító; a hártya ugyanis nem tesz egyebet, mint hátráltatja a folyamatot. Az osmosis oka egyszerűen a *különböző folyadékok érintkezésében rejlik*. Szükséges azonban, hogy a folyadékok a hártyára vegyileg ne hassanak, mert ily vegyi hatás megzavarja a folyamatot. A víz endosmosisa minden folyadék, vagy oldathoz képest a legerősebb; s általában erősebb az endosmosis az oly folyadékoknál, a melyeknél nagyobb a fajmeleg.

E fölfogás oly homályos, hogy belőle a jelenség okát nem lehet megérteni. Nem tagadható, hogy a folyadékok tömecséiben lekötött meleg összefüggésben van az osmotikus folyamat; de miben áll a hatás? Ezt *Béclard* nem fejtette meg, s ez az oka, hogy fölfogásában mások nem osztoztak.

A 7-ik hypothesis a *Bucheimé*,***) a ki *Brücke* fölfogását

*) *Article «Osmose». Dictionnaire encycl. des sc. méd. Déchambre.*
 «Pour *Béclard*, la membrane ne joue qu'un rôle secondaire et ne fait que retarder le mélange des deux liquides; si ceux-ci ont une action chimique sur la membrane, le phénomène est troublé. — En général, d'après cet éminent physiologiste, les liquides qui ont la chaleur spécifique la plus élevée s'osmosent vers ceux qui l'ont plus faible. C'est ce qui explique, pourquoi l'eau, qui de tous les liquides a la chaleur spécifique la plus élevée, s'osmose vers tous les liquides, et aussi pourquoi l'hydratation des liquides détermine ou change la direction du courant. L'intensité du courant est proportionnelle à la différence des chaleurs spécifiques pour les liquides qui se mélangent en toutes proportions, et non pour ceux, qui ne se mélangent qu'en partie. Des lors les mouvements d'osmose peuvent être considérés comme des phénomènes moléculaires de chaleur latente».

**) *Beiträge zur Lehre von der Endosmose. Arch. f. physiol. Heilk. XII. 1853. 233.* «Tauchen wir einen mit einer thierischen Membran verschlossenen Cylinder, in welchem ein Salz enthalten ist, in destillirtes Wasser, so nehmen die Bestandtheile der Blase Hydratwasser auf. Das mit der wasserhaltigen Blase in Berührung befindliche Salz entzieht dieser durch seine Affinität Wasser, und bildet ebenfalls ein Hydrat, während die Blase das auf der einen Seite an das Salz abgegebene Wasser beständig wieder auf der anderen Seite aufnimmt. So entsteht also ein einfacher Strom durch die Blase hindurch zum Salze. Allein die Affinität zwischen Salz und Wasser ist eine gegenseitige.

nem fogadja el, valótlanszínűnek tekinti, és a hárttyák beivódó képességére és a beivódásnál tapasztalt jelenségekre támaszkodva az endosmosist úgy fogja föl, hogy az állati hárttya alkotórészei hidratvizet vesznek föl, a hárttyával érintkező sórészek viszont a hárttyától vonják el a vizet, vegyi vonzásuk által. A vízáramlás tehát a hárttya anyagán át történik, míg az ellenkező irányú sóáramlás a hárttya likacsain keresztül a víz vegyi vonzása következtében.

E hypothesis csak az állati hárttyákra lenne alkalmazható, pedig tudvalevőleg az osmosis nemcsak valamely állati hárttya közbevetésekor történik, hanem szervetlen elválasztó falaknál, sőt közvetlen érintkezéskor is; és lényeges különbséget az állati hárttya nem idéz elő. A mondottak után fölöslegesnek tartom a sok ellenmondást részletezni, a mely a fölvételnél már magában az alapeszmében előfordúl.

Egy 8-dik hypothesis-t vetett föl *Graham*,^{*-***-****)} a mely

das Wasser wird nicht bloss vom Salze, sondern das Salz auch vom Wasser angezogen. Das Salz kann sich aber nicht wie das Wasser mit der Substanz der Blase verbinden, es kann nur durch die Capillaren der Membrane hindurchdringen, und muss daher den Widerstand, welcher ihm von Seite der Blase geboten wird, überwinden. Ist nun die Affinität des Salzes zum Wasser gross, so wird dieser Widerstand überwunden, noch ehe das Salz aus der Blase viel Wasser anziehen könnte.

*) *Mémoires sur la force osmotique. Ann. d. chim. et d. phys. 3-me. Sér. 45. 1855. 17.* «La capillarité, par suite, ne suffit pas pour produire le mouvement du liquide; car la force motrice, dans les expériences, que nous venons de citer, paraît être l'affinité chimique sous l'une des forces qu'elle affecte.

**) *Graham Otto Lehrbuch der Chemie. IV. Aufl. 1863. I. 122 és 124* Die Ursache der Diffusion ist das Stattfinden eines Uebergewichtes der Molekularanziehung zwischen ungleichartigen Theilchen über diejenige zwischen gleichartigen Theilchen.»

«Die ungleiche Schnelligkeit der Endosmose zweier Flüssigkeiten erklärt sich aus der ungleichen Flächenanziehung, welche die poröse Scheidewand gegen beide ausübt . . . Die Endosmose ist von zwei Kräften abhängig, nämlich von dem Unterschiede der Flächenanziehung des Stoffes der Scheidewand zum Wasser, und zu der Salzlösung, vermehrt um die Anziehung des Wassers zum Salzwasser, während die Endosmose des Salzwassers nur durch die wechselseitige Anziehung beider Flüssigkeiten bedingt ist.

***) *Doumère után idézve:* «Si l'on emploie deux liquides iden-

azonban tulajdonképen csak kibővítése a *Liebig* fölfogásának, a mennyiben megfejtteni igyekeznek a különböző irányú áramlatok erejében mutatkozó különbséget, a melyre *Liebig* nem terjeszkedett ki; különben nagyon zavaros és felületes is, a mennyiben ő is azt mondja, hogy az osmosis nem egyéb mint diffúzió. a vegyi vonzás által létrehozva, mégis a hártjának vegyi hatását is okozatos összefüggésbe akarja hozni a folyamattal.

A 9-dik hypothesisist szintén *Graham* *—**) vetette föl, főleg a *Liebig* kísérleteire támaszkodva. E szerint a vízáramlás nem volna egyéb, mint a hártya beivódása által közvetített mechanikai folyamat. És így az osmosis oka egyedül a közbevetett hártya lenne. A közbevetett hártya szerepét illetőleg hasonlót mondott már *Liebig*, mint előbb említettem, de nem az osmosis okára vonatkozólag, hanem csak a folyadékok térfogatváltozására alkalmazva.

A 10-dik hypothesis a *Fick* ***) fölfogása, mely szerint

tique de chaque côté, de l'eau pure par exemple, il pourra bien se manifester des actions chimiques; mais elles seront les mêmes sur les deux faces du diaphragme; les mouvements du fluide qu'ils tendront à produire étant égaux et de direction opposée, devront évidemment s'entredétruire. Pour que les actions exercées sur les deux faces soient inégales, il faut donc que les liquides qui les baignent soient différents. Toutefois, il est difficile d'assigner les limites et la véritable nature des actions chimiques.»

*) *Anwendung der Diffusion der Flüssigkeiten zur Analyse, Annalen d. Chem. u. Pharm. 121. 1.* «Es scheint mir jetzt, dass die Wasserbewegung in der Osmose auf einer Wasseraufnahme und Wasserabgabe in der Substanz der Membran oder Colloidalscheidewand überhaupt beruht, und dass die Diffusion der in das Osmometer gebrachten Salzlösung mit dem osmotischen Erfolg wenig, oder nichts anderes zu thun hat, als dass sie darauf, wie viel Wasser in der Scheidewand enthalten ist, einwirkt.

**) *Comptes rendus de l'acad. d. sc. 1876. décemb. 3.* (Dubrunfaut után.) «La force motrice de l'endosmose est l'attraction de la membrane pour l'eau, attraction modifiée par la présence d'un sel d'un côté. . . .»

***) *Versuche über Endosmose. Moleschott's Untersuch. 1857. III.* «So hätten wir sofort durch die thierische Membran noch einen zweiten Strom, der durch die Substanz selbst geht, während der erst erwähnte durch Löcher geht.»

«Es gibt zweierlei Prozesse des Durchwanderns von Flüssigkeiten

kétféle osmosis közt kell különbséget tenni, van u. i. egy osmotikus áramlás a hártya likacsain át, — Porendiffusion — és egy másik a hártya állományán keresztül, a tulajdonképi endosmotikus áram.

*Fick*nek az osmotikus folyamat végbemenetele módjára vonatkozó fölfogását is fölemlítem itt még, — bár ez a teoriával nem áll összefüggésben, — csak azért, mert tovább még hivatkozni fogok reá.

Fick szerint a hydrodiffusió folyamata hasonló a melegvezetéshez a szilárd testekben; és alkalmazta a *Fourier* által a melegvezetésre vonatkozólag megállapított elemi törvényt a hydrodiffusióra. E szerint: az a sómennyiség, a mely a kisebb concentratio irányában egy tetszésszerű térérszleten egy bizonyos idő alatt áthalad, egyenes arányban fog állani a tér nagyságával, az idő tartamával a térérszlet helyén, a concentratio differential-hányadosának értékével és egy *állandó értékkel*, a mely a só minőségétől függ, a melyet «K»-val és «Diffusions-constante» névvel jelöl. A diffusio állandó együtthatója e szerint az a sómennyiség, a mely az időegység alatt a téregységen áthaladna, ha a hosszegységnek megfelelő magasságú diffusió edény végein a concentratio különbség 1-nek felel meg.

A 11-dik hypothesis *Dubrunfaut**) fejtette ki, a mely any-

durch Scheidewände, die ganz verschiedenen Gesetzen unterworfen sind.»

«Jedermann nimmt ausgesprochenermassen oder stillschweigend an, dass der endosmotische Strom des Wassers, der sich zu irgend einer Lösung ergiesst, um so stärker ist, eine je stärkere Verwandtschaft das in jener Lösung enthaltene Salz zum Wasser hat.»

«... die an structurlosen Membranen zu beobachtende Endosmose und die Diffusion durch poröse Scheidewände *wesentlich* verschiedene Vorgänge sind, deren jede eine eigene Theorie bedarf. Ueber diese Theorien selbst wage ich nach dem Vorliegenden noch nichts zu sagen.»

*) *L'osmose et ses applications industrielles. Paris 1843. 69.* Les deux liquides... mis en présence d'une membrane qu'ils peuvent pénétrer et mouiller, mais qu'ils ne peuvent pas traverser par voie de simple filtration, même sous pression, offriront cette particularité remarquable, que si on les sépare dans les conditions de la diffusion à l'aide de la susdite membrane, on observera que la diffusion s'exerce entre les deux liquides aussi bien, que si la membrane n'existait pas; alors, malgré l'obstacle opposé par la membrane à toute filtration in-

nyiban tér el a *Poisson* magyarázatától, hogy a diffúzió egyedüli hajtó erejét a folyadékok egymásra ható vonzásában föltételezi; míg a capillaris vonzás elősegítő hatását a folyamatra, nemcsak *Poissonnal*, hanem csaknem minden más bűvással, nevezetesen *Brückével* ellentétben, nem hogy elismerné, hanem azt mint akadályt tekinti, a melyet az osmotikus erőnek le kell győznie.

Dubrunfaut nagyon határozottan kiemeli a diffúzió és az osmosis azonos voltát, és a közbevetett hártvának — mint *Béclard* — csak gátló hatását ismeri el.

(Fölemlítem itt egyszersmind, hogy a dialysist, vagyis az osmosis alkalmazását egyes anyagoknak valamely elegendőből való elkülönítésére, nem *Graham* fedezte föl, — a mint ezt sok helyen olvashatjuk — hanem *Dubrunfaut*. «Osmogène» név alatt a dialysator már régen, a *Graham* híres értekezésének megjelenése előtt, használatban volt.)

A többi vizsgálatok egyik vagy másik fölfogás körül csoportosultak, sőt előfordúl az az eset is, hogy más-más tények megfejtésére különböző hypothesiseket egyesítettek, a melyek ugyan szorosán véve összeegyeztethetők nem lettek volna, de viszont egyenként az összes tényálladék magyarázására elegendőnek bizonyultak.

Az utóbb említett hypothesisekről bírálólag szólva csak a már elmondottakat ismételném; ezekből eléggé kitünik, hogy a tények összesége egyik által sem fejthető meg.

dividuelle et isolée de chaque liquide, la force de diffusion développée par la juxtaposition des deux liquides suffit pour surmonter la résistance opposée par la membrane, et les deux liquides se frayent, à travers les pores de cette membrane, des chemins qui se trouvent en apparence tellement libres, que le mélange s'effectue comme si elle n'existait pas. — Dans ce cas encore, en effet, après un temps plus ou moins long, les deux masses liquides placées au-dessous et au-dessus de la membrane se trouvent avoir la même composition. La force de diffusion a donc produit ses effets, sinon avec la même liberté mais au moins avec la même perfection, que si la membrane n'avait pas été placée entre les liquides. Cependant, non seulement cette membrane était imperméable par filtration à chaque liquide individuel, mais encore sa capillarité, loin de favoriser le passage, aurait dû opposer aux liquides un obstacle que la force de diffusion a dû vaincre.

Mindazáltal már hosszabb idő óta teljesen fönnakadt az eszmecsere a jól választott irányban! A fölemlített s részben még élő tudósok működése is úgy látszik, más térre ment át s eddigi működésök eredményével e téren meg vannak elégedve; talán nem is remélhetjük, hogy még e kérdésben szavukat hallassák; természetesen a fiatalabbak vannak hivatva a tárgy tovább fejlesztésére; valamely új hypothesis fölmerülése esetében mindazáltal annak általános elterjedésére, vagy elejtésére a legnagyobb befolyással volna azoknak fölszólalása, a kik a tárggyal régebben is foglalkoztak, és a kiknek nagy tekintélye a fiatalabb nemzedék gondolkozásának kisebb-nagyobb mértékben irányt szab.

A mint láttuk, az összes fölemlített hypothesiseknél csak három hajtó erő van olyannak elismerve, a mely a folyamatot okozhatná:

a) a villamáram;

b) a hajszálcsovés vonzás;

c) és a két folyadék egymásra ható vonzása.

És e három közül egyet se lehet elfogadni; az a tapasztalás, hogy az osmosis gyorsabban történik a magasabb hőmérséknél, kizárja a két utóbbi hatás okozó voltának lehetőségét; az elsőről pedig tovább beszélni még, — miután meghaladott álláspont, — fölösleges.

A hőmérsék hatásának összeegyeztethetlenségét a fölvetéssel azt hiszem jól belátta mindenki, mert erről minél kevesebb szó van; többnyire egyszerűen fölemlítik a tényt, hogy a meleg növeli az osmotikus áram gyorsaságát; de véleményt a tény felől csak kevesen nyilvánítottak, így nevezetesen mondja:

Dutrochet: *) «Nous avons vu plus haut, que l'endosmose est augmentée par l'élevation de la température. La cause de ce phénomène est très difficile a saisir.

Brücke: **) «Was den Einfluss der Temperatur auf die Erscheinungen der Diffusion betrifft, so lassen sich darüber keine planmässigen Untersuchungen denken, ehe wir die

*) *Recherches etc. Annales de chim. et de phys.* 49. 1832.

**) *Pogg. Annalen* 58. 1843. 92.

Veränderungen, welche die Anziehung der Flüssigkeiten auf sich selbst, unter einander und zu festen Körpern durch Temperaturenwechsel erleidet, genauer kennen, als es bis jetzt der Fall ist.

Beilstein: *) «Die Temperatur beschleunigt die Diffusion. Dies kann zunächst in zweierlei Ursachen begründet sein; entweder weil mit steigender Temperatur auch der Molekularzug zwischen Wasser und Salz wächst (was indess nicht wahrscheinlich ist) oder weil in höherer Temperatur die Verschiebbarkeit der Wassertheile (die Fluidität des Wassers) zunimmt, wonach selbst ein verminderter Molekularzug eine raschere Diffusion erzeugen könnte.»

Ludwig: **) «Die Einflüsse der Temperatur werden nun ebenfalls in Zukunft einer Beurtheilung unterliegen und nach bestimmten Richtungen geprüft werden können.»

Milne Edward: ***) «La chaleur accélère aussi les mouvements osmotiques, et cela semble pouvoir dépendre principalement de deux circonstances différentes: 1-o de la diminution dans les résistances opposées au passage des liquides dans les cavités capillaires de la membrane, résultat qui est produit tant par l'affaiblissement que la chaleur détermine dans l'attraction adhésive développée entre les deux corps en contact, que par la dilatation du tissu perméable; 2-o du développement de la puissance attractive réciproque ou affinité, exercée par les liquides miscibles réagissants, qui est aussi dans certaines limites une conséquence ordinaire de l'élevation de la température.»

Pfeffer: †) «Wird die Temperatur erhöht, so werden ... in der Membran die mittleren Abstände der näheren Bestandtheile ... sich vergrößern, zugleich auch Cohäsion, Viscosität und Adhäsion zwischen Flüssigkeit und Wand sich vermindern.»

*) Ueber die Diffusion von Flüssigkeiten. Liebig's Annal. 99. 165.

**) Zeitschr. f. rat. Med. VIII. 25.

***) Leçons sur la physiologie 1859. V. 164.

†) Osmotische Untersuchungen (1877) Wiedemann Beiblätter. 1878. 192.

A legújabb írók, mint *Charpentier*,*) *Doumerc*,**) *Hahn*,***) *Long*,†) *Schuhmeister*,††) *Soret*,†††) *Horstmann*,*¹⁾ *Weber*,*²⁾ egyszerűen csak említést tesznek a hőmérsék gyorsító befolyásáról, a nélkül, hogy hatását magyarázni csak meg is kísérelnék.

Az osmosis elméletének megállapítására nézve igen nevezetes *Ludwignak**³⁾ az a tapasztalata, hogy egy sóoldatnak különböző hőmérséki fokon tartott két része közt a sötömecek áramlásba jönnek a melegebb oldal felől a hidegebb oldal felé. Holott ha a meleg növelné a só és a víz részecskéi közt levő vonzást, az ellenkező eredmény volna várható.

«Indem dieses Resultat feststellte, dass das Mehr der Lösungsfähigkeit warmen Wassers nicht abhängig ist von gesteigerter Verwandtschaft, ist es geeignet zwischen der Verbreitung eines Salzes in Wasser und der Verdunstung Analogien herzustellen.

Ludwignak e tapasztalata nagyon kevésbé ismeretes, ámbar több helyen említés van róla téve,*⁴⁾ úgy hogy több mint húsz évvel később, ugyane tapasztalatokat mint új fölfedezést közli *Soret* (id. h.): «Es zeigte sich, das stets der heisse Theil die weniger concentrirte, der kalte die concentrirtere Lösung enthielt, und zwar nahm die Differenz zu mit der Concentration».

«Weitere Versuche haben bestätigt, dass in einer homo-

*) L'osmose. Thèse. Paris 1878.

***) Études sur l'osmose des liquides. Bordeaux. 1881.

****) Article «Osmose» Déchambre: Dictionnaire encyclop. d. scienc. méd. 1882.

†) Ueber Diffusion von Salzen in wässriger Lösung. Annal. d. Phys. u. Chem. 1880. IX. 613.

††) Untersuch. üb. d. Diffusion der Salzlösungen. (Wiener Ber. 79. 24.) Wiedemann: Beiblätter 1879. 682.

†††) Wiedemann: Beiblätter 1879. 680. és 1881. 21.

*¹⁾ Wiedemann: Beiblätter 1880. 172.

*²⁾ Untersuchungen über das Elementargesetz der Hydrodiffusion. Annal. d. Phys. u. Chem. N. F. VIII. 1879. 469.

*³⁾ Sitzungsber. der kaiserl. Akademie d. Wissensch. Wien XX. 1856. 539.

*⁴⁾ Meissner: Berichte üb. die Fortschr. etc. Zeitschr. f. rat. Med. 3. Reihe 1. 1857.

genen Salzlösung, von der zwei Theile längere Zeit auf verschiedenen Temperaturen erhalten werden, sich ein Concentrationsunterschied herausbildet. Die Erscheinung scheint unabhängig von der Löslichkeitscurve zu sein.»

Az osmosis magyarázata.

Az én fölfogásom szerint, az osmosis oka *nem a vonzásban keresendő, a mely a különmemű anyagok tömecei közt hat, hanem a taszításban, a melyet a hasonló tömecek egymás irányában kifejtenek.*

Ezzel nem azt akarom mondani, hogy az osmosisnál a tömecek közt vonzó hatás nem nyilvánul, hanem csak azt, hogy az osmosisnál, s általában a diffúziónál a tömecek közt ható vonzás és taszítás közt megváltozik a viszony, s ennek eredményeképen a hasonlónemű tömecek egymástól eltávoloznak; e folyamatnál az okot csak a taszítás növekedésében kereshetjük, mert a tömecek tömegével és az azok közt levő távolsággal függvényes viszonyban álló vonzó hatásnál a tömegek és a távolság egységére vonatkozó együttható bizonyos tömecek közt állandó, és bármi külső befolyások közt is változatlanul ugyanaz marad, mindaddig, míg magok az illető tömecek egyéni mivoltukban meg nem változnak; a taszító hatás ellenben, a mennyiben az a tömecektől melegképen fölvevett kinetikai erély által van föltételezve, éppen e szerint változó, és megváltozik minden oly behatás folytán, mely a tömeceknek meleget kölcsönöz, vagy tőlök meleget elvon.

Ily értelemben vélem, hogy elég, ha itt csak a taszításról beszélünk, bár természetesen mindig a két erőhatás között levő viszony megváltozására gondolunk.

A folyadék-diffúzió vagy osmosis teljesen azonos folyamat a gázak diffúziójával.

Valamint egy gáznemű test tömecei a legnagyobb távolságba igyekeznek jutni egymástól, a melybe egy körülhatárolt térségben egyáltalán juthatnak, és bármely nagy térséget is egyenletesen kitölteni igyekeznek: úgy elpárolgáskor a folyadékokból származó gőztömecek is ilyen igyekezetet tüntetnek föl. Ebből ered a gőzfeszély.

De a folyadéktömecekben megvan ez az igyekezet a folyékony halmazállapotban is; ez az oka a párolgásnak. A folyékony test tömeceit a tulajdon molekuláris erőviszonyaik mellett együtt maradni kényszeríti a légnyomás, illetőleg a légtömecek taszító hatása, mely szintén határt szab ily módon a folyadéktömecek szétválásának, bár nem oly áthághatatlan határt, mint valamely szilárd fal. A légnyomásnak a párolgás-ellenében kifejtett gátló hatását bizonyítja az, hogy ha a légnyomás csökken, az elpárolgás növekszik, s e közben a hőmérsék — a folyadéktömecek szétválásának megfelelően — alább száll. Lehül azonban nemcsak a folyadék, hanem a levegő is, mert a levegő szolgáltatja ama melegmennyiség egy részét, és talán a nagyobb részét, a mi a víztömecek szétválására szükséges.

A szilárd testek oldásánál a folyadékokban hasonló folyamat megy végbe. A szilárd testek meleget vesznek át a folyadéktól, a mely meleget átadni képes, és e melegnél fogva tömecei szétválnak egymástól és egyenletesen szétterjedni igyekeznek abban a közegben, a mely őket a szétterjedéshez szükséges melegmennyiséggel ellátni képes, mindaddig a míg szétterjedésöknek valami akadály határt nem szab. A folyadék határfelülete az oldott test tömecei kiterjedésének határa lesz.

Elismerem, hogy e fölfogás mellett sok megfejteni való részlet marad; de mind az, a mit ez alapon megmagyarázni még nem tudok, másképen is érthetetlen és megfejthetetlen, és további tanulmányozást igényel.

Nem akarom értekezésemet egyáltalában úgy tekinteni és úgy föltüntetni, mint a mely — mint befejezett egész — az osmosis elméletét utolsó részletéig készen foglalná magában. Jelen előterjesztésemben csak az alapot akarom megvetni, a melyre tovább építeni lehet, a mint ismereteink gyarapodnak; s föl akarom hívni az érdeklődők figyelmét e fölfogásra, a melyből kiindulva, véleményem szerint, alaposabban lehet kísérleteinket berendezni, s azok eredményeit megbírálni.

Ha e magyarázat az esetek többségére alkalmazható, elfogadhatjuk azt mint valószínűt; s el kell fogadnunk mint leg-

jobbat, ha az is mert tényeknek jobban megfelel mint más, és ellene semmi se szól.

E szerint az *oldódás* alatt csak a szilárd test tömegeinek szétválását kell értenünk; az oldószerben való egyenletes szétterjedés már diffúzió; és a diffúzió mindig együtt jár az oldódással, mert ha az oldó folyadék a szilárd test tömegeinek képes annyi meleget átadni, mint a mennyi azoknak szétválását létrehozni bírja, akkor valószínű, hogy a diffúzióra szükséges melegmennyiséget is át fogja még adhatni.

E fölfogás alapján megértjük, hogy miért oldódnak a sók jobban a vízben, mint bármely más oldószerben, hasonlóképen azt is, hogy a meleg vízben miért oldódnak könnyebben, mint a hidegben; hasonlóképen azt is értelmezhetjük, hogy a különböző sók közül miért oldódnak könnyebben azok, a melyek egyszerű fölmelegítéskor is könnyebben megolvadnak. Mindezekre a vonzási theoria magyarázatot adni nem képes.

Természetesnek kell találnunk azt is, hogy két különböző só vízóldataiban, — a melyeket egymás fölé vagy mellé töltünk, úgy, hogy egymással egy határfelületen érintkezzenek, — a különböző sók tömegei az érintkezési határon át fognak lépni, és az egész folyadékban egyenletesen szétterjedni igyekeznek, s e közben teljesen egynemű elegyet képeznek.

Természetes, hogy ha az érintkezési felület nagyobb, akkor a diffúzió is gyorsabb; következésképen gyorsabb a két folyadék közvetlen érintkezésénél, mint ha egy szilárd elválasztó fal van közbeiktatva, a mely csak likacsain át engedi meg az érintkezést; és gyorsabb az olyan elválasztó falon át, a melynek likacsai tágabbak.

E fölfogás alapján azt kell következtetnünk, hogy a mikor egy sóoldat fölé destillált vizet öntünk, a diffúzió éppen úgy két irányú lesz, mint a hogy azt közbevetett elválasztó fal mellett tapasztaljuk; u. i. egyrészt a sórészekké a destillált vízbe nyomódnak, másrészt a víznek kell a sóoldatba benyomólni.

A sóoldat készítésekor a víztömecek, a közjök furakodó sőtömecek miatt, mint ezek, szintén távolabb jutnak egymástól, — ezt az bizonyítja, hogy a sóoldat térfogata nagyobb, mint előbb a víz térfogata volt; — következésképen a víztömecek fe-

szélye a sóoldatban kisebb, mint a destillált vízben. Ezért lassúbb a gőzképződés is a sóoldatból egyenlő légnyomás és hőmérsék mellett, mint a destillált vízből.

Ha tehát valamely sóoldat fölé vizet töltünk, a víztömeceknek a nagyobb feszély helye felől a kisebb feszély helye felé áramlásba kell jönni, vagyis be kell nyomulniok a sóoldatba.

A két irányú áramlás bizonyítására alkalmas a *Jerichau**) kísérleti módszere, a ki két folyadék közé egy csepp higanyt iktatott egy vízszintes irányba fektetett üvegcsőbe. Minthogy a higany az üvegcső falaihoz nem tapad, csak azt eszközli, hogy megszűkíti a cső ürét, — az érintkezési felületet a két folyadék közt; de a cső falai mellett azért az osmosis rendes módon végbe mehet.

Ily berendezés mellett a vízszintesen fektetett üvegcső fölhajtott száraiban ugyan nem jöhet létre fölszinkülönbség, de a higanycsepp a csőben helyét változtathatja, és e helyváltoztatás irányából következtethetünk az egyik vagy másik oldalon levő folyadék szaporodására.

Jerichau kísérleteinél, ha czukoroldat és víz közé volt iktatva a higanycsepp, bár a vízhez a czukortömecek átléptek, a higanycsepp helyváltozása nem a czukoroldat felé történt, hanem a víz oldala felé, azt jelezve, hogy egyenlő idő alatt több víz nyomult be a czukoroldatba, mint a mennyi czukor kilépett.

E kísérlet alkalmas ugyan a tény bizonyítására, de mérések tételére hasonló módon tett kísérleteket alapúl venni nem lehetne, mert a csőfal és a higanycsepp közt levő közlekedési tér sokkal tágabb, hogysen a szűrési nyomás hatásának ellenállhatna, s ennél fogva a higanycsepp helyváltozása csekélyebb, mint a hogy a túlsó oldalra átnyomult vízmennyiségnek megfelelően.

Más ismert adatok is vannak, a melyek a vízbenyomulást az oldatba közvetlen diffúzió nál kétségtelenné teszik.

Ide tartozik *Johannisjanznak****) az a tapasztalata, hogy a

*) Ueber das Zusammenströmen flüssiger Körper, welche durch poröse Lamellen getrennt sind. Pogg. Annalen 1835. 34. 613.

**) Ueber die Diffusion der Flüssigkeiten 1877. Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. 2. 46.

diffúzió gyorsaságának mértékét a *Fick* értelmében képező állandó (Diffusionsconstante) a folyadékok közvetlen érintkezésénél az első kísérleti napokban igen nagynek mutatkozik a későbbi napokhoz képest, úgy, hogy ez értékek kiszámítását J. csak a hetedik napon kezdi. E jelenség okát *Johannisjanz* abban gondolja rejteni, hogy hajszálcövevényi hatások lehetnek a folyadékok közt, valamint az edény falainál; talán ez az oka, hogy a víz fölülről lefelé, a sóoldat és az edény fala közt, mint valamely hajszálcövevénybe benyomul, és ez által emeli a sóoldat és a víz közt levő határrejteget.

«Vielleicht ist der Vorgang dahin zu beschreiben, dass das Wasser von oben sich capillar zwischen die Salzlösung und die Gefässwände hineindrängt, und dadurch die Salzlösung in dem grössten Theile des Querschnittes nach oben treibt».

«Ob noch andere Ursachen, als die mechanische Mischung beim Zusammengiessen der Flüssigkeiten, und die oben besprochene Capillarerscheinung vorhanden sind, welche die Diffusion im Anfang direct oder indirect vergrössern, könnte ich nicht entscheiden.»

Ez idézetből látszik, hogy *Johannisjanz* nem is gondol az osmotikus folyamat kettős irányára közvetlen diffúziónál, hanem úgy tekinti e folyamatot, mintha csak a só diffundálna a fölé töltött desztillált vízbe.

De nem is gondol arra úgyszólván senki!

Elég bizonyítékul szolgálnak a *Graham**) osmotikus kísérletei, a melyeknél egy sóoldattal megtöltött kis edény egy nagyobb vizesedénybe volt beállítva, és a kísérlet végeztével, 7—27 nap múlva, a diffúzió útján kiáramolt sómennyiséget *Graham* a víz elpárologtatása által határozta meg. — Más bizonyíték a *Beilstein****) kísérleti módszere, a melynél csupán az oldatot tartalmazó edényke alakja volt más, de a melynél éppen e miatt a vízbenyomulás okozta kísérleti hiba még nagyobb lett, mint a *Graham* eljárásánál. Ezt bizonyítja a

*) Ueber die Diffusion von Flüssigkeiten. Liebig's Annalen 1851. 77. 63. és 80. 197.

**) Ueber die Diffusion von Flüssigkeiten. Liebig's Annalen 1856. 99. 165.

legújabb írónál tapasztalható ama jelenség is, hogy a *Graham* kísérleti adataihoz minduntalan visszatérnek, és azokat a matematikai fejtegetések ellenőrzéséül megkísérlik fölhasználni.

*Hoppe Seiler**) az egyedüli, a ki közvetlen diffúziónál két irányú áramlás léteéről beszél és azt polarizáló készülék segítségével a cukor diffúziójánál ki is mutatja,

«Werden zwei Flüssigkeiten, die mischbar sind, mit einander in Berührung gebracht, so fließt jede von ihnen in die andere allmählig ein.»

De ő, bár a jelenséget már fölismerte, nem ad a folyamatnak olyan értelmezést, mint én; pedig magyarázni azt nyilván, azon az alapon, a melyen áll, nem tudja!

A jelenség fontosságát pedig nem becsüli meg eléggé, mert közvetett diffúziónál csak egy diffúziós áram léteét engedi meg, a másik irányú áramot szerinte a hártya beivódása idézi elő.

«In Wirklichkeit stehen die beiden die Diaphragmen in entgegengesetzter Richtung durchwandernden Ströme in keinem directen Verhältniss zu einander, da der eine ein einfacher Diffusionsstrom, der andere dagegen ein Inbibitions- oder Quellungsstrom ist.»

A két irányú áramlás közvetlen diffúziónál tényleg megvan. Lételet könnyen megállapíthatni, ha egy üres prismába sóoldatot és fölé vizet öntünk; az edény mellé — mint a *Johannisjanz* kísérleteinél — egy fonalat függélyesen kifeszítünk és a túlsó oldalról kathetometerrel nézzük: a fonal képének elhajlása nemcsak hogy a sóoldat felé is úgy, mint a víz felé hajlást képez, hanem az elhajlás a sóoldatban gyorsabban halad lefelé, mint a vízben fölfelé, a mi a víz benyomulását jelzi. E jelenségről azonban itt bővebben szólni nincs alkalom, mert a theoria megállapításához a kísérlet részletei nem tartoznak.

Ha a mondottakat figyelembe vesszük, és kellőleg méltatjuk a víznek a vele érintkező sóoldatba való egyidejű benyomulását, akkor a *Johannisjanz* kísérleteinél föllépett jelenség, vagyis a sóoldat és a víz között levő határfelület emelkedése

*) Physiologische Chemie. Berlin 1877.

természetesnek és ugyanoly értelműnek fog feltűnni, mint a a mikor az oldat hárttyával van a víztől elválasztva, és az oldat térfogata a diffúzió folytán növekszik. A sórészek kezdeti gyors emelkedését ennél fogva passiv folyamatnak kell tekinteni, és nem gyorsabb diffúzióból származtatni.

E két irányú áramlás természetesen akkor is megvan, ha a két folyadékot likacsos szilárd réteg választja el egymástól. Ez esetben, ha a likacsok oly szűkek, hogy egy bizonyos magasságú vízoszlop súlya még szűrődést nem eredményez, szükségképen meg kell változnia a folyadékok fölszinmagasságának; az ellenkező irányú áramlat u. i. nem egyenlő gyors; a fölszin azon az oldalon fog emelkedést mutatni, a honnan az áramlás lassúbb, illetőleg a mely felé az áramlás gyorsabb.

Oly hárttyák, a melyek nem likacsosak, csak akkor engedik meg a két folyadék elegyedését, ha ezek beivódás folytán a hárttya állományába bejuthatnak. Ha a hárttya beivódásképesége különböző, természetesen az átlépés is arra a folyadékra nézve lesz könnyebb, a melyik a hárttyába inkább képes behatolni; és csak egy irányú lesz a diffúzió, hogyha az egyik folyadék tömecei a hárttyába egyáltalán be nem hatolhatnak.

Ily egynemű hárttyákon a szilárd testek tömecei, a melyek oldatba jutottak, csak úgy mehetnek át egyszerű diffúzió útján a tulsó oldalon levő folyadékba, ha a hárttya olyan folyadékkal van átitatva, a melyben az illető szilárd test oldódik, illetőleg a mely a sőtömeceket a szétterjedésre szükséges melegmennyiséggel ellátni bírja.

A mondottak szerint az osmosisnál a közbevetett elválasztófal csak akadályképen szerepel, a folyamatot tényleg nem mozditja elő.

Fölvételem alapján az osmotikus jelenségek igen egyszerűen magyarázhatók; és nem ismerek oly jelenséget, a mi a legkisebb mértékben is ellene bizonyítana, míg ellenben sok oly lényeges jelenség van, a mit így magyarázni tudok, míg a most elfogadott fölvételek mellett azok érthetetleneknek látszanak.

Oly jelenségek, a melyek a vonzásból is származtathatók lennének, fölvételem alapján éppen olyan általánosságban megfejtethők; pl. a különböző anyagok különböző szétterjedési

gyorsasága, a mely a mostani fölvétel szerint a víznek a különböző anyagok irányában nyilvánuló különböző vonzásából származna, szerintem onnan ered, hogy a különböző anyagok tömecei egyenlő melegmennyiség átvétele által is különböző sebességet nyerhetnek tömeccsúlyuk nagysága szerint, és a különbség részben még a melegátvétel gyorsaságától is származhat, illetőleg a melylyel a víz az illető testnek meleget képes átadni; valamint lehet különböző az átadott melegmennyiség is az anyagok különbözősége szerint. Fölvételem a most elfogadva levőhöz képest azt az előnyt is nyújtja itt, hogy a folyadék lehűlését is értelmezni engedi.

A vonzási elmélet alapján szintén megfejtethetlen, hogy az elválasztó hárt्यान keresztül haladó ellentétes áramlatok miért különböző erejűek. Megkísérlik ugyan ezt a hártya különböző vonzásával kapcsolatba hozni, de a mint fönnebb említettem és bizonyítottam, az egyik folyadék térfogatának szaporodása a másiknak rovására hártya közbeiktatása nélkül, tehát közvetlen diffúziónál is észlelhető, és így a jelenséget nem lehet a hártya hatásának tulajdonítani. A vonzás e jelenség értelmezésére alkalmatlan, a mint előbb kifejtve volt, az én fölvételem ellenben teljesen megfejteti az áramlás különböző gyorsaságát, mert egyenlő átvett melegmennyiségnél is szükségképen különböző gyorsaságot nyernek a különböző anyagok tömecei.

Megfejtést ad a kifejtett fölfogás ama sebességcsökkenésre is, a melyet a sók diffúziójánál akkor lehet tapasztalni, a midőn két vagy több sőt összekeverünk, és a keverék oldatát hozzuk érintkezésbe a destillált vízzel. A megfejtést már egy előbbi értekezésben szolgáltattam. (A fehérnyeoldatok átszivárgásához. M. T. Ak. Értekezések XIII. köt. 7. sz. 1883. 41. l.) «az ellenkező irányú vízáramlat erősebb a kevert oldat felé; és minthogy a kiegyenlítésnek a hártya ugyanazon porusain keresztül kell történni, az ellenkező irányú vízáramlat a nehezebben diffundáló sórészesecskék ellenében nagyobb akadályt fog kifejteni, mint a könnyebben diffundáló só részesecskéi ellenében, s azért az előbbieket az utóbbiakhoz képest visszamaradnak.» — «... az az anyag fog nagyobb mennyiségben a hártya túlsó oldalára eljutni, a melyeknek részesecskéi nagyobb erővel, nagyobb sebességgel haladnak.»

Most még hozzá teszem, hogy «e nagyobb erő, nagyobb sebesség» a folyadéktól átvett nagyobb melegmennyiségből származik.

*Wroblewsky**) értekezésében olvasható a következő mondat: «Während *Berthollet* und nach ihm *Fick* die Diffusion ausschliesslich der Einwirkung der Kräfte, die zwischen dem Wasser und der Salzlösung thätig sind, zugeschrieben hatten, wurde diese Einwirkung von den neueren Schriftstellern vollständig ausser Acht gelassen. Nach der Analogie der freien Diffusion der Gase schrieb man die Diffusion der Salzlösungen allein einer der Molekular-Geschwindigkeit der Gasmolekule analogen Geschwindigkeit der Flüssigkeitsmolekule zu. — Die Versuche zeigen, dass weder die eine, noch die andere Hypothese ausschliesslich richtig ist.»

E mondathoz az igazságnak megfelelően még az tartoznék, hogy: *de általános vélemény szerint e «Molekulargeschwindigkeit» a folyadékoknál nem a tömecskek taszító hatásából ered, mint a gázaknál, hanem a vonzó hatásból.*

E hozzátétel nélkül az idézett mondatból azt lehetne következtetni, hogy a most kifejtett elmülethez hasonló fölfogás a tudósoknak legalább egy részénél talán már elterjedt volna.

Hogy a föntebb kifejtetem elmületre *Wroblewsky* maga sem gondol, hogy a diffúzió menetéről és a molekularis hatások felől más véleménye van, bizonyítja a következő mondat:

«Bei der Diffusion der Salzlösungen diffundirt gegen das reine Wasser *nicht das Salz, sondern die Salzlösung*».

A rendelkezésemre állott nagy irodalomban sehol az én fölfogásomhoz hasonló nem találtam, és az oly íróknál is, a kik értekezéseikben a teoriákat nem tárgyalják, egy és más elejtett mondatból arra lehet következtetni, hogy mindnyájan a *Poisson* elmüleetének alapján állanak. — Ennek bizonyítására szolgáljon itt néhány idézet az újabb írók műveiből.

Lenssen: **) «Die Diffusion verschiedener Substanzen in

*) Ueber die Anwendung der Photometrie auf das Studium der Diffusionserscheinungen bei den Flüssigkeiten. Ann. d. Phys. und Chem. N. F. VIII. 614. és 622.

**) Eine Diffusionserscheinung. Journ. für prakt. Chemie 85. 416-1862.

einer wässerigen Lösung ist ein Spiel von Affinitätsäusserungen dieser Körper zum Wasser». . . . Die Körper, welche eine grössere Affinität zum Wasser haben, haben auch ein grösseres Diffusionsvermögen.

Schuhmacher:*) «Je grösser die chemische Anziehung zwischen dem gelösten Stoffe und dem Wasser ist, um so schneller bewegen sich die Moleküle. . . .

Beez:***) «. . . die nach der Stärke der Affinität des Salzes zum Wasser verschieden ist.»

Baranetzky:****) «. . . zugleich ist es mir bei diesen Untersuchungen gelungen einige weitere Beweise für die Richtigkeit der *Brücke*'schen Theorie zu gewinnen.»

«Je schwächer die Anziehung der Membran zu den Wassertheilchen wird, desto concentrirter kann die Salzlösung sein, welche die Membran durchtränkt, und desto mehr Salz kann folglich auf gleiche Menge Wasser *durch dieselbe durchgeführt* werden.»

May:†) «Jedenfalls wird dieses Ueberströmen des Salzes aus einer Schichte in die benachbarte durch den Concentrationsunterschied derselben bedingt, denn es hört ganz auf, sobald dieser Null wird, und wird um so stärker, je grösser dieser wird.»

Hoppe Seiler:††) «Die Diffusion von Flüssigkeiten bietet . . . dadurch ein ganz besonderes Interesse, dass wir in diesem Vorgange eine Ortsbewegung der Molekel als direkte Wirkung chemischer Anziehung beobachten und ihre Geschwindigkeit messen können.»

Hoppe Seiler:†††) «Die Diffusionsgeschwindigkeit eines Körpers ist, abgesehen von der Grösse der Berührungsfläche beider Flüssigkeiten, abhängig: . . . 4-tens von immanenten Eigenschaften der Flüssigkeiten, welche in ihrer Cohäsion und

*) Ueber Membrandiffusion. Pogg. Annal. 110. 1860. 340.

***) *May* után.

****) Diosmotische Untersuchungen. Pogg. Annal. 147. 1872. 212.

és 224.

†) Ueber Hydrodiffusion. Carl's Repertorium 1875. XI. 200.

††) Med. chem. Untersuchungen. 1866. 1.

†††) Physiologische Chemie 1877. 147.

ihrer Affinität zu einander herzuleiten sind. — Die Diffusion ... fängt gar nicht an, wenn die Anziehung der einen Flüssigkeit zur anderen geringer als ihre Cohäsionen, eine eigentliche Lösung also gar nicht vorhanden ist.»

Pfeffer:*) «Die Schnelligkeit der Osmose wird wesentlich von der Schnelligkeit abhängen, mit der das Wasser aus der Grenzschicht in die Salzlösung gezogen wird, wie dies auch bei der gewöhnlichen Hydrodiffusion der Fall ist.»

Nasse:**) Die Affinität des Blutroths zu dem Wasser, seine Löslichkeit und seine Diffundirbarkeit ist durch den Sauerstoff ... beschränkt».

Colson:***) «und schliesst Verfasser daraus, dass zwischen in einander diffundirenden festen Körpern eine gewisse Affinität vorhanden sein muss, analog wie bei der Diffusion von Flüssigkeiten in Flüssigkeiten.

P. Volkmann:†) *Wroblewsky* macht darauf aufmerksam, dass der Vorgang der Diffusion nicht allein durch die Wirkung der Molekularkräfte bedingt wird, sondern auch durch die der Molekülen eigene Molekulargeschwindigkeit».

Ostwald:††) «Bei der Diffusion der Salze in Wasser werden aber doch noch andere Momente massgebend sein, speciell die Anziehung zwischen den Molekülen von Salz und Wasser, die sich überall in den im Kap. 4 dieses Buches geschilderten Eigenschaften der Lösungen geltend macht.»

*) Osmotische Untersuchungen. Wiedemann Beiblätter 1878. 187.

**) Pflüger's Archiv 16. 1868. 615.

***) Ueber die Diffusion fester Körper in feste Körper. Comptes rendus 93. 1881. Wiedemann Beiblätter 1882. 278.

†) Ueber die Molekularanziehung von Flüssigkeiten auf einander Annal. d. Phys. u. Chem. N. F. 16. 1882. 329.

††) Lehrb. d. allg. Chemie. Leipzig 1885. I. 528.

II.

AZ IZOMMAGVAKRÓL.

ROTHMAN ÁRMIN,

tr. tanársegédtől.

(1 tábla rajzzal.)

Midőn főnököm *Jendrássik Jenő* tanár úr még életképes béka-izomrostokat állandó áram hatásának tett ki, azon czélból, hogy a harántesikolatban ekkor beálló változásokat tanulmányozza (mely vizsgálatokat későbbben *Mezei* tr. folytatott és közölt,*) azt tapasztalta, hogy sokszor az átáramolt rostok bizonyos helyein feltűnően sok mag jelen meg, melyek természetét azonban tovább nem vizsgálta és engem bizott meg e magvak mibenlétének és természetének meghatározásával.

Mielőtt a vizsgálatoknál követett eljárásomat és az eredményeket közölném, legyen szabad rövid visszapillantást vetnem az e tárgyra vonatkozó irodalmi adatokra.

Hosszú időn át vita tárgyát képezte azon körülmény, hogy a most általában izommagvagnak nevezett képletek valóban a mag elnevezését megérdemlik-e és nem-e más természetű képletek t. i. sejtek, vagy talán csak műtermékek, hasadékok. Igy *Leydig***) azon nézetben van, hogy az izomcsövek összehúzó-kony állományában, a sarcolemmán belül finom csatornarendszer létezik, mely bizonyos helyeken levő zig-zugos ürökből és

*) Értekezések a természettudományok köréből. Kiadja a M. Tud. Akadémia VIII. k. XIV. sz.

**) Canstatt's Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin in allen Ländern, im Jahre 1856.

azokból kiinduló nyúlványokból áll. *Kölliker**) ily csatorna-rendszer létezését tagadja és szerinte a *Leydig* által az izom harántmetszetén talált zig-zugos ürök nem egyebek, mint az izomrostocskok harántátmetszetei.

*Welcker****) mondja, hogy a *Leydig* által leírt ürök az izomrostok tulajdonképi u. n. magvainak felelnek meg, melyek azonban nem tekinthetők magvaknak, hanem valódi sejteknek, olyanoknak, mint minők pl. a csonttestecsek, melyek tehát az élő izomban protoplasmát tartalmaznak és abban elterülő protoplasmaticus edényrendszert (plasmatisches Gefäß-System) képviselnek és friss izomban bennéköknek az izom állományával való hasonló törési képessége miatt kevesebbé föl-tűnők, míg eczetsav hozzáadására bennékök megalszik és az ismert magvakat adják; szárított izmok ferde, vagy hossz-metszetein pedig hosszan elnyúló ürökképen jelentkeznek. *Welcker* szerint ezen, protoplasmából álló magvak közvetlenül a sarcolemma alatt fekszenek, s mivel a sarcolemmán belül hajszáledényhálózat nincsen, valószínűnek tartja, hogy a magvak-tól nyúlványok indulnak ki, melyek az egész izomrostban elterjednek. Ezt közvetlenül bebizonyítani ugyan nem tudjuk, de azon körülmény, hogy némely izomrostban hegyesen végződő izomtestecsek (magvak) egész sora egy hosszirányú sorban, sőt egyes esetekben hosszúkás végökön szálak segítségével egymással összekötve található, e fölvetel valószínűségét igazolja.

*H. Munk****) az izommagvokról a következőket mondja: «A magvak majdnem mindig egész pontosan hosszsorokban fekszenek (természetesen nagy megszakításokkal) és éppen szabályosan esik össze a magvak hossziránya az izom hossz-tengelyével. Az emlősök törzsének izomzatában és nagyrészt a madaraknál is a magvak csak a sarcolemma és az izombennék határán vannak, mindkettővel lazán összekötve. A hüllők és halak izomzatában azonban a magvak egy része nem közvetlenül a sarcolemma alatt, hanem magában az izom állományában fekszik és pedig több szabályos hosszsorban.»

*) o. c. 1856-ból.

**) o. c. 1857-ből.

***)-Canstatt's Jahresbericht 1858-ből.

A. Böttcher*) állításai közel hasonlók a Welcker-éihez, mennyiben szerinte az izommagvak: 1. kötőszöveti sejtekhez hasonlók; 2. hogy e sejtek (magvak) egymással egy csatorna-rendszer által összefüggnek; 3. hogy e csatorna-rendszer az inba folytatódik; 4. hogy az izmok ingerlése után (milyen ingerlés?) e kötőszöveti sejtek oszlás által szaporodnak, mi azután új sejtek képzésére vezet; ezek azután az izomrosttól elválnak és e miatt az izomrostok mag-nélkülieknek mutatkoznak.

Az eddig említett bűvárok tehát H. Munk kivételével némelyek az izommagvaknak nevezett képleteket vagy sejteknek tekintik, melyek az izom táplálásában némi szereppel bírnak (Welcker, Böttcher), vagy létüket egyáltalában tagadják (Leydig).

Margó az izmok fejlődésére vonatkozó bő dolgozatában**) tárgyunkra vonatkozólag mondja, hogy az izomrostok belsejében sem kötőszöveti sejtek, sem protoplasmaticus csatornák nem léteznek, hanem az összehúzó állomány belsejében csupán magvak vannak, melyek a sarcoplastok magvait képezik; az izom harántmetszetein kötőszöveti sejtek vagy csatornák átmetszetének tekintett képletek vagy az összehúzó állományban támadott hasadékok, vagy szétnyomott izommagvak.

Sezelkow***) Leydig, Welcker, de különösen Böttcher állításait védi, mennyiben ő carminoldattal átitatott és azután szárított békaizmokban egymással anastomosáló, a csontsejtekhez hasonló sejtek rendszerét találta, mely sejtek külalakjuk szerint a kötőszöveti sejtekhez tartoznának.

Ph. Stephan †) izommagvaknak létét szintén nem ismeri el, és a magvaknak tekintett képleteket könnyen alvadó protoplasmával kitöltött hézagoknak tekinti.

A későbbi években történt vizsgálatok azon szerzők állí-

*) o. c. 1858-ból.

**) Sitzungsber. der math.-naturw. Cl. d. k. k. Akad. d. Wissenschaften. Bd. XXXVI. S. 219. Wien 1859.

***) Virchow's Archiv XIX. k. 215. old.

†) Henle u. Pfeufer's Zeitschrift f. rat. Medicin III. soroz. X. k. 204. old. 1861.

tásait, kik az izommagvakat vagy mint nem létezőket, vagy valódi sejteknek tekintik, mindinkább tarthatlanokká tették, és maga *Welcker* is 1861-ben megjelent újabb értekezésében*) előbb említett állításait különösen a nyúlványokra vonatkozólag rectificálja és a kérdéses képleteket ő is inkább magvaknak, mint sejteknek tekinti. *Welcker* ezen újabb állításait következőkben foglalhatjuk össze: Az izomtestecsek (ú. n. magvak) isolálható, szerkezet nélküli fallal, folyékony bennéssel és 1—2 kis magvacsot magokban foglaló hólyagocskák, nem zig-zugos határuak (*Leydig*), sem nyúlványokkal nem bírnak; élettani működésök az izom fejlődésére, növekedésére és táplálkozására vonatkozik és szaporodásuk oszlás által történik.

A későbbi szerzők valamennyien az izommagvakat nem tekintik sejt természetével bíró képleteknek; így *Weber****) *Schultze*-vel szemben****) állítja, hogy a szerzők u. n. izomtestecsei nem sejtek, hanem csupasz, lelapított magvak, körülöttük protoplasmának nyomát sem lehet találni (mint azt *Ranvier* †) állítja); a szemcsés tömeg, melyet a magvak burkának tekintettek, csak mesterségesen képződött alvadék. Az izommagvak állománya puha és a környezethez képest módosul úgy, hogy azok kiálló szögleteket mutathatnak, mint az insejtek.

Míg tehát az eddig összeállított irodalmi adatokból kitűnik, hogy a sarcolemma alatt fekvő hosszukás, és az izomrost mélyebb részeiben levő kissé lelapított képletek nem sejtek, hanem valóban magvak, melyek egymással nyúlványok útján nem függnék össze, hanem az izomrost szilárdfolyékony állományában majd felületesebben, majd mélyebben beágyazva vannak; addig újabban *Retzius*††) és *Bremer*†††) aranychloriddal kezelt készítményeken ismét az izommagvakból kiinduló nyúlványokat láttak. Így *Retzius*, ki *Dysticus*nak rostjait vizsgálta ugyan, de állításait más gerinczelen, sőt gerinczesek izom-

*) Henle u. Pfeufer's Zeitschr. stb. III. soroz. X. k. 238. old.

**) Virchow's Jahresbericht 1874-ből.

****) Reichert' u. Dubois-Reymond's Archiv 1861.

†) Virchow's Jahresbericht 1874-ből.

††) Biologische Untersuchungen, herausgegeben v. G. Retzius, Stockholm. 1881.

†††) Archiv f. mikrosk. Anatomie. XXII. k. 318. old.

rostjaira nézve is fentartja, állítja, hogy mindegyik sejtből (izommagból) három, vagy több fonálrendszer indul ki, melyek különösen harántmetszeten jól láthatók. Az izom hosszirányában haladó fonalak szemcesoroknak bizonyulnak. A harántirányú fonalak (Querfadennetze) összehúzódó izomnál sem tűnnek el, hanem a hosszirányhoz képest ferde állást foglalnak el és azért kevesebbé foltúnók, a már összehúzódott izomnál pedig ismét eredeti állásukat foglalják el. E fonalaknak szerző az összehúzódásban azon szerepet tulajdonítja, hogy összehúzódás közben az idegek ingerületét az izomrost hosszában tovaterjesztik.

Hasonló képeket ír le *Bremer*, ki szintén az izommagvakból kiinduló nyúlványokat látott arany-chloridos készítményeken.

* * *

Áttérek most a vizsgálataim alkalmával követett eljárásoknak és a nyert adatoknak ismertetésére. Vizsgálataim anyagául kivétel nélkül éti békának izomrostjait használtam; és pedig főleg a békacombok hátsó felületén levő izomzatából, miután ollóval egy izomnak pólyáját fölhasítottam, kis csipővel meglehetősen vékony, sokszor csak 4—5 izomrostból álló, körülbelül 1 cm. hosszú köteget emeltem föl és azt ollóval lemetszve a *Jendrassik* tanár úr által szerkesztett villamos tárgylemezre*) tettem és fedőlemezzel befedve, górcső alá helyeztem. Az állandó áramot keresztes commutator és kulcs közbeiktatása mellett *Stöhrer*-féle 30 elemes villamgép szolgáltatatta, melyből kísérleteim kezdetén 22, későbbben 12—16, végül csak 6—10 elemet vettem igénybe.

Az állandó áram megindításakor az áram erősségének nagyobb, vagy kisebb foka szerint hirtelen, vagy egy kis késlekedéssel a csikolatok úgy az extra-, mint intrapolar szakaszok bizonyos területén szemcsékre oszolva a sarkok felé kezdenek áramolni és a sarkok táján ismét rendkívül finom, sűrű csikolattá rendeződnek. A csikolatoknak már ezen áramlása

*) Értekezések a természettudományok köréből VIII. k. XIV. sz.

közben, ritkábban csak az áramlás megszűnte után a tevőleges sarkhoz egészen közel, főleg az intrapolaris részben, a látható térnek egy egész, másfélszeres kiterjedésének megfelelő területen, de a tevőleges sark extrapolaris részében is hirtelen, körülbelül az átáramoltatás $\frac{1}{2}$ —1 percnyi tartama után, máskor valamivel későbbben igen sok mag jelenik meg, melyek közül néhány az ismert hosszukás köménymagszerű alakot mutatja, de a megjelent magvaknak zöme gömbölyded, melyek elhelyezésökben semmiféle szabályosságot nem tüntetnek föl és az izomrostnak nem csupán felületes rétegeiben, a sarcolemma alatt, hanem annak mélyében is helyet foglalnak. Az átáramolt izomrost többi részében nemcsak ily magfölhalmozódást nem lehet találni, hanem ott a magvak egyáltalában hiányzanak.

A magvaknak a tevőleges sark táján való fölhalmozódása okát, kísérleteim alkalmával, hosszabb időn át nem tudtam megmagyarázni, mivel kezdetben meglehetősen erős áramot alkalmaztam; ilyenkor pedig úgy a csikolatok áramlása, mint a magvak megjelenése oly hirtelen történik, hogy a tünetények megészlelése nem történhetik kellő pontossággal. Később azonban gyengébb áramot alkalmazván, midőn is a csikolatok áramlása sokkal lassabban történik, igen jól sikerült látnom, hogy a tevőleges sark úgy intra-, mint extrapolaris szakaszának azon részében, hol a csikolatok áramolnak, az ismert hosszukás izommagvak föltűnnek és a *csikolattal együtt* a tevőleges sark felé áramolnak. A nemleges sarkon a csikolat áramlásakor magvakat sohasem láttam föltűnni. Sok ízben észlelni lehet, hogy a mint a széles csikolat a keskenybe átmegy, az ugyanoda áramló izommag hossz-tengelye jelentékenyen megrövidül és ennek következtében már többé nem hosszukás, hanem gömbölyded magképen jelentkezik.

Az áram irányának megváltozásakor — mint azt *Mezei tr.* már leírta — a legutoljára képződött a sarkoktól legtávolabb eső keskeny csikolat mintegy fölfejtve az eredeti széles csikolatba megy újra át, de ezen áramlat az ellenkező irányú áram tartama alatt egy idő múlva megszűnik, sőt irányát megváltoztatva újból a sarkok felé indul meg, mi közben ismét a széles csikolatok keskenyekre változnak át. Közel volt tehát a fölvétel, hogy a magvak is, melyek előbb a csikolattal áramoltak a sark

felé, visszafelé is fognak haladni; de ezt nem sikerült látnom, hanem a magvak azon kis részletben, hol a széles csikolat visszaáll, újra eltűnnek és épp úgy nem láthatók, mint a fris, át nem áramolt izomrost egész hosszában; de újból föltűnnek a magvak e helyen, ha az áramnak ugyanazon irányban való további tartama mellett a széles csikolatok ismét a sark felé kezdenek áramlani, keskeny csikolatra átváltozandók.

Némi módosítással történik a magvak áramlása a tevőleges sark felé akkor, ha az előbb említett módon nyert vékony rostköteget a villamos tárgyilemezre való fölfektetése után egy vízbe mártott itatóspapír-csikkel felületesen megérintjük és csak azután áramoltatjuk át az izmot. (1. ábra.) Ilyenkor a csikolatok áramlása még gyenge áram mellett is igen élénk és a magvak megjelenése sokkal præcisebb. Ily megnedvesített izomrostok átáramoltatása közben szintén mindig volt alkalmam észlelni magoknak az izommagvoknak áramlását az extra-, de különösen az intrapolar szakaszban a tevőleges sark felé. De különbözött a tünetény a meg nem nedvesített izomban mutatkozótól abban, hogy egyes magvak áramlása nem a csikolattal együttesen történt, hanem elkülönítetten, nagyobb gyorsasággal, mint a csikolatáramlás. Sokszor ezen áramló izommagvak irányukat az izomrost hosszához képest megváltoztatják, úgy hogy hossz tengelyök az izomrost hossz tengelyével nem párhuzamos. A magvak ezen áramlása igen gyorsan történik és leginkább hasonló azon képhez, melyet egy fedőlemezrel erősebben leszorított vércsepp véresejtjeinek áramlásakor a görcsö alatt mutat. Az áramlás megszűnte után a rost többi részeiben egyetlen egy izommagvat sem sikerül meglátni.

A magvoknak illetén áramlását egy ízben oly izomrostokban is láttam, melyek egy a kísérlet előtt 72 órával leölt békából eredtek.

Ily módon átáramlott izomrostokat különböző festési módszereknek vettem alá, és a legtöbb esetben (így pl. aranychloridos kezeléskor is), de különösen hæmatoxylin-nel való festés után már makroszkopice is föltűnt az izomrostokon azon hely, hol az izommag fölhalmozódása történt annak sötétebb kékre való festődése és valamivel szélesebb volta által, míg a rost többi részei kevesbé voltak kékek és vékonyabbak. (2. ábra.)

A magfölhalmazódás helyén némely esetben a gömbölyded izommagvak mellett hosszukás csavarodott, dugóhúzószerű képleteket is találtam. (3. ábra.)

Ellenőrzés céljából át nem áramolt izomrostokat is hasonló festési eljárásoknak vetettem alá, de ezeknél a fentebbi tünetmények nem mutatkoztak, mennyiben a rost egész hosszában egyenletesen festődött; görcső alatt gömbölyű magvakat abban találni nem lehetett és a megjelent hosszukás magvak sem voltak egy helyre fölhalmazva, hanem az egész rost hosszában jelentékeny megszakításokkal foglaltak helyet.

Megjegyzem még, hogy, mint ezt már Jendrássik tanár úr is látta, az izomrostoknak villamossággal való átáramoltatásakor a nemleges sark tájának intrapolaris szakaszában, előzetesen meg nem nedvesített izomrostok felületén állandóan számos kreatinin-jegecz jelen meg a kreatinint jellegző jegeczalakban.

Azon különféle behatások alapján, melyek a harántesikolt izomrostok belsejében áramlást és azzal együttjáró változást a esikolatok rendeződésében idéznek elő, valamint azon viszonyok alapján, melyek szerint e tünetmények a villamosan átáramlott izomrostban bekövetkeznek és lefolynak, már *Jendrássik* tanár úr kimutatta,*) hogy e rostokban ama tünetményeket az áram által a sarkokon kiválasztott electrolythok okozzák, melyek közül a nemleges sarkon kiváló kreatinin-jegeczekre ő is már utalt. És e fölfogás helyessége mellett szól azon adat is, melyet vizsgálataim sorában ide vonatkozólag találtam. Midőn ugyanis a villamos tárgylemez intrapolaris részében kék lakmuspapircsikot és arra az izomrostot helyeztem, akkor az áram megindításakor a lakmuspapirnak a tevőleges sarkhoz közel eső része körülbelül $2\frac{1}{2}$ —3 millimeter terjedelemben megvörösödött, míg a nemleges sark táján a kék lakmuspapir csak $\frac{1}{2}$ —1 mm. kiterjedésben nyert élénkebb kék színt. Nincs pedig semmiféle alap kétkedésre az iránt, hogy savi, illetőleg ali hatás nemcsak az izomrostokon kívül, hanem a sarcolemmán belül az egyes izomrostok bennékében is föllép. A különbség, mely e kém-

*) Értekezések a természettudományok köréből, kiadja a M. Tud. Akadémia VIII. k. XIV. sz. 63. old.

hatások kiterjedésében az illető sarkok táján mutatkozik, nyilván közvetlen összefüggésben áll azzal, hogy a csikolatok áramlása a tevőleges sark felé sokkal kiterjedtebb, mint a nemleges felé; az áramlás nagyobb erélyessége pedig nyilván azt okozza, hogy az izommagvak inkább, vagy éppen kizárólag a tevőleges sark felé áramlanak.

Az izommagvakra vonatkozólag észleleteimből azon következtetésre jutok, hogy azok (békaizmoknál legalább) az izomrost belsejében különböző mélységekben fekszenek, egymással nyúlványok által összefüggésben nincsenek, és hogy hosszukás alakokat gömbölyűre, vagy ritkábban dugóhúzószerű alakra átváltoztatni képesek, a villamáram behatása alatt. Mert ha az izommagvak nemcsak hossz-, hanem még harántirányban haladó több rendbeli nyúlvány által volnának egymással összekötve, akkor nem igen történhetnék, hogy e magvak már 6 Stöhrer-féle elemről eredő áram behatására oly élénk áramlásba jöjjenek, és annyira a tevőleges sark táján fölhalmozódjanak; és most ha e magvak nyúlványokkal birnának, akkor ezeknek az áramlás közben el kellene szakadniok és legalább azoknak maradványait kellene látni.

Végül még megjegyzem, hogy *Kölliker* *) 20% kalilúggal kezelt izomrostokon szintén gömbölyded magvakat látott előállani. E kezelés többszöri ismétlése mellett egyetlen egy alkalommal sem sikerült gömbölyű magvakat előállítanom.

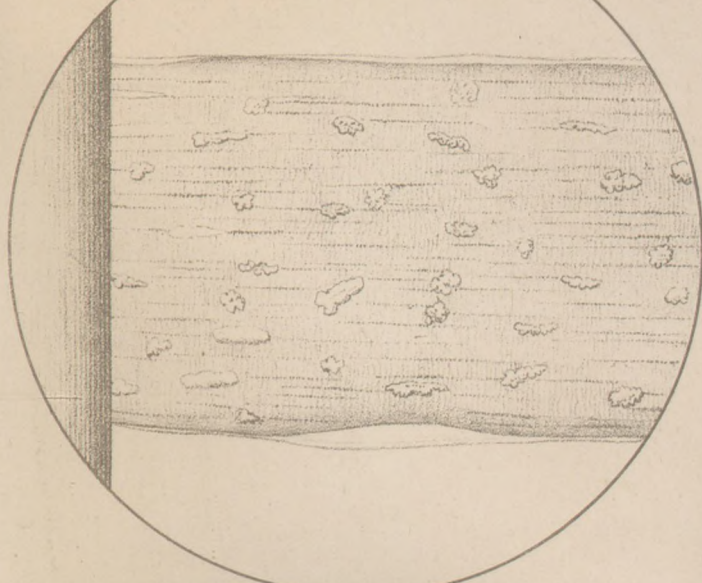
*) Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie v. Siebold u. Kölliker. VIII. köt. 311. oldal.

AZ ÁBRÁK MAGYARÁZATA.

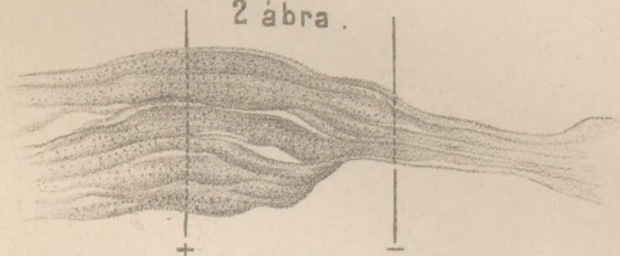
1. *ábra.* Állandó áram hatásának kitett izomrost intrapolaris szakaszának a tevőleges sarkhoz közel eső része az oda áramlott magvakkal. (Természetben a csikolatok még sokkal sűrűbbek, mint az ábrán.)
2. *ábra.* Átáramlás után haematoxylinnel festett rost kis nagyítás mellett a két sark táján észlelhető különbség feltüntetése czéljából.
3. *ábra.* Átáramolt és haematoxylinnel kezelt izomrostnak a magvakat tartalmazó része.

Rajzolta Lenhossék Mihály.

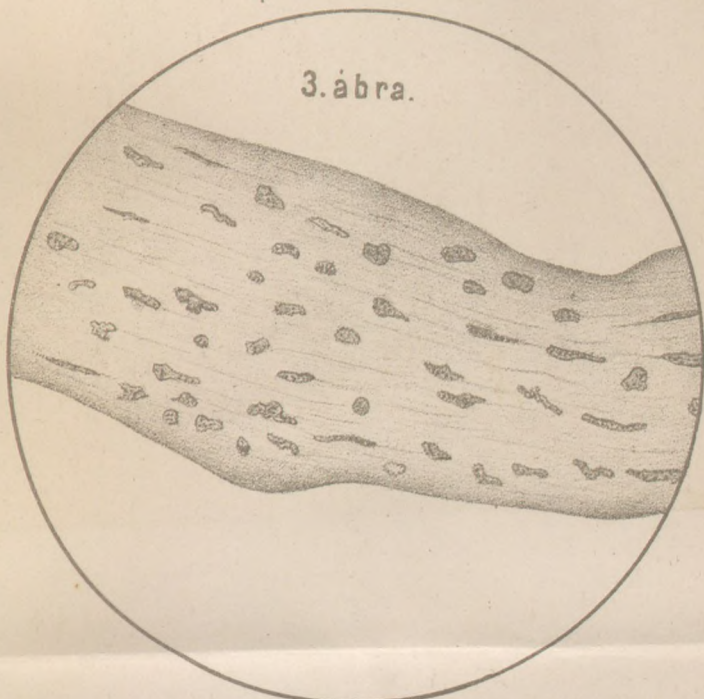
1. ábra.



2. ábra.



3. ábra.



aquitaniai flórája. 4 táblával. Dr. *Staub Móricztól*. — III. A pinguicula és utricularia sejtmagjaiban előforduló kristalloidokról. (Egy táblával.) *Klein Gyulától*. — IV. Vegyeréltani vizsgálatok. (II. értekezés.) Dr. *Than Károlytól*. Egy tábla kőrajzzal. — V. Ujabb tanulmányok a kámforesoport köréből. *Balló Mátyástól*. — VI. A homorodi vasas savanyuvíz-források chemiai elemzése. Dr. *Solymosi Lajostól*. — VII. A solymosi hideg savanyu ásványvíz chemiai elemzése. Dr. *Hankó Vilmostól*. — VIII. Önműködő higanylégszivattyu. *Schuller Alajostól*. Egy rajzzal. — IX. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke jurakorbéli lerakódásainak ismeretéhez. (II. Palaeontologiai rész.) *Böckh Jánostól*. 10 tábla rajzzal. — X. A carludovica és a canna gummijáratáról. *Szabó Ferencztől*. Egy táblával. — XI. Budapest főváros ivóvízei egészségi szempontból s néhány ásványvíz elemzése. *Balló Mátyástól*. — XII. Emlékezésed William Stephen Atkinson külső tag felett. Dr. *Duka Tivadartól*. — XIII. Adatok a harántesikú izmok szerkezete- és idegvégződéséhez. (Székfoglaló értekezés.) — *Thanhoffer Lajostól*. Egy 4-es rétű tábla rajzzal. — XIV. A mohai (fehértalgó) Agnes-forrás vegyelemzése. Dr. *Lengyel Bélától*. — XV. Egy újabb szerkesztetű, vizszivattyuval kombinált higany-légszivattyuról. Dr. *Lengyel Bélától*. Egy tábla rajzzal. — XVI. Az elzöldült szarkaláb mint morphologiai utmutató. *Borbás Vinczétől*. Egy tábla rajzzal. — XVII. A víznek képződési melegéről. *Schuller Alajostól*. — XVIII. Békésvármege flórája. Dr. *Borbás Vinczétől*. — XIX. Rendhagyó köggombák. *Hazslinszky Frigyesztől*. Rajzokkal. — XX. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Közli *Jendrássik Jenő*. (I. Adatok a szűrődés tanához. Regéczy Nagy Imre tr. tanársegédttől. II. A gyomor hámszjetjeiről. Ballagi János tr. élettani gyakorlatától. III. A zsírfelszívódáshoz a gyomorban. Mátrai Gábor orvostanhallgatótól. IV. A zsírok átszivárgásáról, nevezetesen az epe befolyása alatt. Hutyra Ferencz orvostanhallgatótól. (Rajzokkal.) — XXI. Emlékezésed Kenessey Albert felett. *Galgóczy Károlytól*. — XXII. A tudományok haladásának befolyása a selmecvidéki bányamivelésre. *Péchy Antaltól*. — XXIII. Vegyeréltani vizsgálatok. A calorimetrikus mérések adatainak összehasonlításáról. *Than Károlytól*. — XXVI. Közlemények a m. kir. egyetem vegytani laboratoriumából. Bemutatta *Than Károly*. (I. A borkósav száraz leparlási terményeiről. *Liebermann Leótól*. II. Adatok a Carbonylsulfid physikai sajátosságaihoz s tiszta Carbonylsulfid előállítása. 2-ik közlemény. *Hosvay Lajostól*.) — XXV. Közlemények az állatorvosi tanintézet vegytani laboratoriumából. *Liebermann Leótól*. (I. A kénessav kimutatása a borban és más folyadékokban II. Egy készülék könnyen olvadó fémek és öntvények olvadási pontjának meghatározására.) Egy rajzzal. — XXVI. A hydrogen hyporoxyd képződése égés közben. II. Válasz a víz képződési melegének ügyében. *Schuller Alajostól*.

Tizenkettedik kötet 1882.

I. Baryt és Cerusit Felekesről Borsodmegyében. (Négy könyomatú táblával.) *Schmidt Sándortól*. — II. Kristálytani és optikai vizsgálatok az aranyhegyi Amphibolon. (Egy képtáblával.) *Franzenau Ágostontól*. — III. Értekezések a myo-mechanika köréből. *Jendrássik Jenőtől*. — IV. Helyreigazító észrevételek *Thanhoffer Lajos* urnak «Adatok a harántesikú izmok szerkezete és idegvégződéséhez» czimű székfoglaló értekezéséhez. *Jendrássik Jenőtől*. — V. A *Vampyrella* fejlődése és rendszertani állása. (Két táblával.) *Klein Gyulától*. — VI. Az *Aquilegiák* rendszere és földrajzi elterjedése. (Systema et area *Aquilegiarum* geographica.) Dr. *Borbás Vinczétől*. — VII. A szénkönyvek égése chlorgázban. *P. Kiss Károlytól*. — VIII. Adatok a növények, különösen az *Euphorbiceák* tejnedvének ismeretéhez. (Két táblával.) *Dietz Sándortól*. — IX. Helyreigazító észrevételek *Jendrássik Jenő* ur «Helyreigazító» etc. «Észrevételeire». *Thanhoffer Lajostól*. — X. Adatok a *Cestodák* ismeretéhez, a *Solenophorus Megalocephaluson* megejtett vizsgálatok alapján. (Tizenhét ábrával.) A heidelbergi egyetem állattani intézetéből. Dr. *Roboz Zoltántól*.

Tizenharmadik kötet 1883.

I. A *Clavulina* Szabói-rétegek, az Eugeneák és a tengeri Alpok területén, — és a krétakori «Scaglia» az Eugeneákban. (Négy táblával.) *Hanthen Miksától*. — II. Az *Eremocoris*-fajok magánrajza. (Két táblával.) *Horváth Gézától*. — III. A modern zoologia szempontjai s céljai. (Székf.) *Kriesch Jánostól*. — IV. A rovarok dimorphismusáról. (Egy tábla rajzzal.) (Székf.) *Horváth Gézától*. — V. A parádi timsós, Ilonavölgyi timsós és a Clarisse-forrás vizének vegyelemzése. *Dr. Lengyel Bélától*. — VI. A Sibrai (Sivabrada) fürdő ásványvizének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól*. — VII. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (III. füz.) Közli Jendrássik Jenő. 1. A folyadékok áramlása hajszálcsövekben. (Öt ábrával.) 2. Adatok a fehérvyeoldatok átszivárgásához. *Dr. Regézi Nagy Imrétől*. — VIII. Uj vagy kevésbé ismert hasgombák. *Gasteromycetes novi vel minus cogniti*. (Öt táblával.) *Kalchbrenner Károlytól*. — IX. Az állatország rendszeres osztályozása, különös tekintettel az újabb állattani rendszerekre. (Egy rajztáblával.) (Székf.) *Dr. Margó Tivadartól*. — X. A czemétei ásványviz vegytani elemzése. *Scherfel V. Auréltól*. — XI. Hymenoptera nova Europaea et exotica. Európai és másföldi uj Hártyaröpiék. *Mocsáry Sándortól*. — XII. Hunyadmegye ásványvizei. *Dr. Hankó Vilmostól*. — XIII. Vizsgálatok a lőcei m. k. főreáltanoda vegytani intézetéből. *Dr. Steiner Antaltól*. — XIV. A petroleum lobbanási pontja meghatározásának egy uj módszere. *Liebermann Leótól*. — XV. Adatok a Cilioflagelláták ismeretéhez. (Véglénytani tanulmány. Egy rajzlappal. *Dr. Daday Jenőtől*.

Tizennegyedik kötet. 1884.

I. Egy tömegesen tenyésző légyfaj az Alsó-Duna mellékéről. (*Thalassomia congregata*.) (Három tábla rajzzal.) *Dr. Tömösváry Ödöntől*. — II. A lakásviszonyok befolyása a cholera és typhus elterjedésére. *Dr. Fodor Józseftől*. — III. A csigolyaközötti dúczok és idegygyökerek fejlődéséről. (Két tábla rajzzal.) *Dr. Ónodi A. D-től*. — IV. A keleti Kárpátok geológiai viszonyai. (Két szelvényvel.) *Dr. Primics Györgytől*. — V. A külső hőmérsék befolyása a csecsemők szervezetére. *Dr. Eröss Gyulától*. — VI. Uj adatok a Buda-nagykovácsii hegység és az esztergomi vidék föld- és őslénytani ismeretéhez. *Dr. Hanthen Miksától*. — VII. A folyami rák zöld mirigyének boncz-, szövet- és élettana. (Két táblával.) *Szigethy Károlytól*. — VIII. Tanulmány a Najadeák szövettanából. (Négy táblával.) *Ifj. Apáthy Istvántól*. — IX. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. III. közlemény. (Egy fametszettel, hat táblázattal s egy színes körrajzzal.) *Dr. Högyes Endrétől*. (Székf.)

Tizenötödik kötet. 1885.

I. Ásványelemzési közlemények. *Loczka Józseftől*. — II. Gróf Széchenyi Béla közép-ázsiai expedíciójának növénytani eredményeiről. (Székf.) *Karits Ágosttól*. — III. Selmező geológiai viszonyainak előzetes ismertetése. *Dr. Szabó Józseftől*. — IV. A tátrafüredi Hygiea-forrás vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól*. — V. A koronahegy fürdő (Smerdzonka) kénésvizének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól*. — VI. A Bereg megyében levő bilászviczi Irma-forrás ásványvizének vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól*. — VII. A szliácsi források chemiai elemzése. (Székfoglaló.) *Than Károlytól*. — VIII. A bártfai fürdő ásványvizeinek chemiai elemzése. *Dr. Ossikovszky Józseftől*. — IX. A vámfalusi és túrvékonyi ásványvizek vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól*. — X. Bacteriumok az élő állatok vérében. *Fodor Józseftől*. — XI. Magyarországi ásványvizei. *Nendtvich Károlytól*. — XII. Vizsgálatok újszülött gyermekek rendszeres hőmérsékli viszonyaira vonatkozólag. *Eröss Gyulától*. — XIII. A szemlencse fejlődésének első mozzanatairól a gerinces knél. *Korányi Sándortól*.