

71.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI

ÉRTEKEZÉSEK.

M. ACADEMIA
KÖNYVTÁRA

72

A KIR. MAGYAR

TERMÉSZETTUDOMÁNYI

TÁRSULAT

KÖNYVKIADÓ VÁLLALATA.

VII.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI

ÉRTEKEZÉSEK.

ARAGO, BESSEL, DOVE,
HAECKEL, HEER, HERSCHEL, HUMBOLDT, KIRCHHOFF,
LIEBIG, LYELL, MELLONI, VIRCHOW

NÉPSZERŰ MUNKÁIBÓL.

AZ 1872—74-IK ÉVI KÖNYVILLETMÉNYEK
PÓTKÖTETE,
A KÖNYVKIADÓ VÁLLALAT ALÁÍRÓI SZÁMÁRA.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTEKEZÉSEK.

ARAGO, BESSEL, DOVE,
HAECKEL, HEER, HERSCHEL, HUMBOLDT, KIRCHHOFF,
LIEBIG, LYELL, MELLONI, VIRCHOW

NÉPSZERŰ MUNKÁIBÓL.

KÉT CZÍMKÉPEL,

EGY TÁBLÁVAL ÉS HARMINCZKILENCZ FEMETSZETŰ ÁBRÁVAL.

BUDAPEST, 1875.

KIADJA A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
KÖNYVKIADÓ VÁLLALATA.

Az ábrákat rajzolta Dr. Schimann Vilmos,

metszette Morelli Guszláv.



ELŐSZÓ.

A természettudományi könyvkiadó vállalat előrajzában, melylyel a természettudományi társulat könyvkiadó bizottsága 1872. tavaszán a közönséget aláírásra fölhívta, a jelen kötet nem volt megemlítve. Ezen értekezés-gyűjtemény összeállítását, — „mely a természettudományok különböző ágai szerint megosztva, 10—15 kitünő népszerű előadás fordítását foglalandja magában“ — a társulat választmánya 1873. márczius 13-án tartott ülésében rendelte el, határozatát azzal indokolván, hogy az aláírók nagy része bizonyára örömmel fogja venni e kötetet, mely a már kiadott, nagyobb terjedelmű és komolyabb tanulmányra szánt munkákkal összehasonlítva, könnyebben érthető, változatosabb és mindamellett klaszikus becsű olvasmányt fog nyújtani azoknak is, kik az eddigi köteteket magukra nézve kevésbé élvezhetőeknek találták.

E határozat értelmében az „Értekezések“ kötete úgy volt összeállítandó, hogy abban a természettudományok minden ága, s a mennyire a körülmények engedik, minden kitünőbb népszerű írója egy-egy értekezés által képviselőjére találjon. Kiinduló pontúl az Arago-Humboldt-féle korszakot

vettük, melyben a természettudományok magasabb értelemben vett népszerűsítése kezdetét vette. A terjedelem 20—25 nyomtatott ívet nem haladhatván túl, mellőznünk kellett több kitünő író, kiktől szintén óhajtottunk volna egy-egy értekezést e gyűjteménybe fölvenni. Cottát, Helmholtzot, Huxleyt, Tyndallt, a népszerűsítés e kitünő mestereit olvasóink könnyebben nélkülözhatték, minthogy tőlök úgyszólván egy-egy kötetet adtuk e cyklusban. Az eredetileg megállapított tartalomjegyzékből kettő maradt ki:

Faraday: History of a Candle; és

Proctor: The Sun (Other Worlds than Ours).

A halhatatlan Faraday előadása, minthogy nagy terjedelme az elénk szabott tért jelentékenyen túllépte, a jövő cyklusra maradt; a Proctoré pedig azért hagyatott el, minthogy az egész kötet, melyben ezen értekezése megjelent, a második cyklusban úgy is ki fog adatni.

Midőn e művek fordítása már a sajtó alá került, esett értésünkre, hogy Humboldt „Steppen und Wüsten“ czimű értekezését Mentovich Ferencz a „Marosvásárhelyi Füzetek“ben már lefordította. Azt hisszük, hogy olvasóink mindamelllett fájdalommal vették volna, ha a gyönyörű leírást, melyben Humboldt maiglan is utoléretlenül áll, egyszerűen kihagyjuk.

Budapest, 1875. február 10-én.

SZILY KÁLMÁN,

a természettudományi társulat c. titkára.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Lap
1. ARAGO : Az általános vonzalomról (egy ábrával). — Fordította Dr. Császár Károly; az eredetivel összehasonlított Szily Kálmán.	3
2. BESSEL : A valószínűség számításáról. — Fordította Dr. König Gyula; az eredetivel összehasonlította Dr. B. Eötvös Loránd.	32
3. DOVE : A villanyosságról. — Fordította Horváth Miklós; az eredetivel összehasonlította Szily Kálmán.	49
4. HAECKEL : Munkafelosztás a természetben és az ember életében (czimképpel és 18 fametszetű ábrával). Fordította György Aladár; az eredetivel összehasonlította Kriesch János.	79
5. HEER : Svájez köszénkorszaka (czimképpel, egy táblával és 17 fametszetű ábrával). — Fordította Petrovits Gyula; az eredetivel összehasonlította Dr. Wartha Vincze.	115
6. HERSCHEL : Az időjárás és időjósok. — Fordította Sámi Lajos; az eredetivel összehasonlította Szily Kálmán.	167
7. HUMBOLDT : A pusztákról és sivatagokról. — Fordította Sámi Lajos; az eredetivel összehasonlította Petrovits Gyula.	201
8. KIRCHHOFF : A természettudományok ezéjáról. — Fordította Szily Kálmán; az eredetivel összehasonlította B. Eötvös Loránd.	223
9. LIEBIG : Az ételek tápláló értékéről. — Fordította Dr. Rik Gusztáv; az eredetivel összehasonlította Dr. Wartha Vincze	247

VIII

	Lap
10. LYELL : A források tüneményei (3 fametszetű ábrával). — Fordította Sámi Lajos; az eredetivel összehasonlította Dr. Krenner József.	289
11. MELLONI : Bevezetés a „Hő színezete“ című munkához. — Fordította Szily Kálmán; az eredetivel összehasonlította B. Eötvös Loránd.	325
12. VIRCHOW : A lázról. — Fordította Dr. Magyar Sándor; az eredetivel összehasonlította Dr. Balogh Kálmán.	337

Mellékletek:

1. Haeckel cikkéhez: „Hydromedusa törzs“ a 77-ik laphoz.
2. Heer cikkéhez: „A kőszénkorszak növényzete“ a 113-ik laphoz.

ARAGO

ARAGO (Dominique François Jean), a párisi csillagász, a párisi polytechnikumon az analysis, geodesia és társadalmi számtan tanára, 1805-ben a hosszászági hivatal titkára; ezen minőségében folytatta Biottal a fokmérést Barcelonától Formenteráig. 1809-től fogva az Institut tagja. Utóbb majd minden tudományos akadémia tagjává választotta. 1831-ben a kamara tagja és 1848-ban az ideiglenes kormány tagja. Született 1786-ban, febr. 26-án Estagelben Perpignan mellett és meghalt 1853-ban, október 2-án Párisban. A természettudományokat sok jelentékeny fölfedezéssel gazdagította, s különösen jól értett hozzá a tudományos kutatás eredményeit világosan és könnyen érthetően népszerűsíteni. Kiválóan sokat foglalkozott a fény elméleti részével, jelesen a polarizációval, valamint a galvanizmussal és magnetizmussal. 1809-ben átvette Gay Lussac társaságában az „Annales de Physique et de Chimie“ szerkesztését, mely folyóiratban 1816-tól 1825-ig nem kevesebb, mint 80 értekezése jelent meg. Összes műveit 1854-ben J. A. Barral adta ki eredetiben, Hankel pedig német fordításban. Az „Astronomie populaire“ című 4 kötetes munkája nincs belefoglalva összes munkái közé. Az itt közölt fejezet a „Népszerű Csillagtan“ IV-ik kötetéből van véve.

Sz. K.

AZ ÁTALÁNOS VONZALOMRÓL.

Előszó.

A ZON ÖSSZES EREDMÉNYEK között, melyek a modern csillagászat dicsőségét alkotják, egyetlen egy sem ragadja meg annyira az égi mechanika törvényeiben járatlanok képzelmét, mint az égi testek tömegének meghatározása. Csakugyan, midőn egy tanár, kinek feladata az, hogy az égboltozat csodáit művelt közönség előtt fejtegesse, azt a hibát követi el, hogy előadása elején a bolygók tömegeinek számértékeit idézi; ha például azt mondja, be fogom bizonyítani, hogy a Nap, a mérleg egyik serpenyőjébe helyezve és a Föld vonzó erejének alávetve, csak akkor lesz egyensúlyban, midőn a másik serpenyőben 354,936 akkora gömb, milyen földünké, fekszik összerakva; a hallgatókat a hitetlenség érzete szállja meg és ha meg hallgatják is bizonyítását, azt csak azért teszik, hogy a lokoskodása felett ítélhessenek. Pedig az eszmék természetes rendjében okvetetlenül e tárgyhoz kellett jutnom. Azt vélem, hogy algebrai képletek mellőzésével is képes leszek olvasóimnak elegendő világos eszmét nyújtani azon módszerekről, melyeknek segélyével sikerült az égi testeket megmérlegelni. Sőt, ha reményemet teljesen elárulnám, látnák, hogy ámbár tényleg a vonzási elmélet összes alapelveit elő kell adnom, nem annyira attól tartok, hogy valaki meg nem ért, mint inkább attól, hogy majd azok, kik a bizonyítást türelemmel végighallgatták, fölkiáltanak: hát ennyi az egész!

A testek kölcsönös vonzalmának törvényei.

A szabadon elbocsájtott test a Földre esik; de a tétlen test, azaz melynek nincs akarata, s ennél fogva különböző ép úgy a nyugvás mint a mozgás állapota iránt, nem képes mozogni, sem esni, sem lefelé haladni, ha csak erre kiterő nem kényszeríti. E kiterő minden elemét amaz anyagi részecskék idézik elő, melyekből földünk áll; összességök, eredőjük szüli azt, a mit a test vonzalmának, nehézkedésének, nehézségének nevezünk.

Mivel az összes erő, mely a vonzott testrészekére hat, összege mindazon hatásoknak, melyeket a vonzó test minden egyes anyagi részecskéje gyakorol, annak hatályossága egyenes arányban fog állani az anyagi részecskék számával. Így, ha felteszszük, hogy földünk, a nélkül hogy nagysága megváltoznék, egy századrésznyivel tömörebbé válnék, hogy tehát ugyanezen térfogat mellett egy századrésznyivel több anyagot foglalna magában, azon vonzó erő, melyet ekkor a fölületére elhelyezett testekre gyakorol, egy századrésznyivel nagyobb lenne mint azelőtt.

Ki ne értené már most a gyakran használt szólásmód valódi értelmét:

A vonzalom arányos a tömeggel.

De miképen jelentkeznék gömbünk tömegében bármily változás, vagy a mi ezzel egy értelmű, annak vonzó erejében? Ime válaszunk: a szabadon eső testek sebességének megfelelő változásaiban. Ugyanis e sebességnek (igen rövid időközben azt egyenletesnek képzelhetjük) arányban kell állania azon erővel, mely szütlője; ámde az erő ismét a tömeggel áll arányban. Következésképp a sebesség is a tömeggel arányos. Mai nap Párisban a súlyos test, szabad esésének első másodpercében 4·9 méternyi utat fut be. Ha már most földünk tömege századrészével gyarapodnék, az

első másodpercz alatt befutott út hossza szintén századrészével gyarapodnék: 4·9 méter helyett az 4·9 több 0·049, azaz 4·949 méterre rugna. Nem sejtjük-e már, hogy a tömegek meghatározására a sebességek szolgálnak? De folytassuk.

Az útnak nagysága, melyet egy szabadon eső test a Föld vonzása alatt egy másodpercznyi időközben megtesz, egyre csökken, a mint a Föld színe fölé emelkedünk. Az már érezhetőleg csekélyebb egy magas hegy tetején, mint a sík tengeren. Azon erő, mely e sebességnek szülője, azaz az anyagi részecskékben rejlő vonzó erő ennél fogva csökken, a mint a távolság növekszik. E csökkenésnek törvényét föl kellett lelteni. És ez képezi Newton legkiválóbb fölfedezését; ő volt az, a ki megmutatta, hogy két akkora távolságban valamely testnek vonzó ereje 2-szer 2, azaz 4-szerte csekélyebb mint az 1 távolságban; 3 akkora távolságban az 3-szor 3, azaz 9-szerte csekélyebbé válik, mint az 1 távolságban; 10 akkora távolságban az már csak századrésze (10-szer 10) annak, a mi a távolság egységében volt. Mivel pedig a matematikában egy számnak sokszorozmányát önmagával „négyzet”-nek mondjuk, az összes különös eseteket a következő általános szabályba foglalhatjuk:

Valamely test vonzó ereje fogya távolságok négyzetének aránya szerint.

Az imént láttuk, hogy a sebesség mérése által a tömegeket meghatározhatjuk; most fölismerhetjük annak elodázhatlan szükséges voltát, hogy számba vegyük a távolságot, melyben a sebességgel kísérletet tettünk.

Térjünk vissza egy pillanatra, hogy eloszlássunk oly nehézséget, mely az olvasó előtt jelentkezhetnék, midőn arról van szó, hogy jelentékeny terjedelmű vonzó testnél a távolságokat számba vegyük.

Midőn valamely kis földi testet, például, 10 méternyi magasságra fölemelünk, és azután szabadon elbocsátjuk, az esik; és az előbb meggyezettünk abban, hogy ez mindazon egyes

anyagi részecskék vonzásának következménye, melyek földünket alkotják. Azonban e részecskék semmikép sem állanak egyenlő távolságnyra a súlyos testtől. A földfelület azon részecskéi, melyek a test függélyes irányába esnek, föltételünk szerint csak 10 méternyi távolságban vannak. Párisban a Pantheon terén például a Föld középpontjában fekvő részecskék távolsága 6.365,477 méterre meg 10 méterre rüгна és az ellenlábásoknál levő részecskékre nézve a távolság körülbelül kétakkora volna. Valóban lehetetlennek látszik ennyi milliárdnyi és oly különféleképen elhelyezett részecskék hatásainak összegéből egyszerű következtetést vonni. Igaz, e feladat megoldhatlan, midőn a vonzó test alakja szabálytalan; de midőn az gömbalakú, a számítás bámulatosan egyszerűvé válik. És csakugyan, Newton e másik igen fontos törvényt bizonyította be:

Valamely gömb térfogatában egyenletesen elosztott anyagi részecskék valamely kívülök fekvő pontra együttesen oly hatást gyakorolnak, mintha mindnyájan a gömb középpontjában volnának egyesülve.

Tehát midőn tökéletesen vagy megközelítőleg gömbalakú testről van a szó, nem szükséges azzal foglalkoznunk, hogy a vonzott test és a különféle vonzó részecskék között a távolság itt nagyobb ott kisebb. Mert ez esetben minden azonképen történik, mintha az összes részecskék e gömb középpontjában volnának egyesítve; Newton tantétele előlegesen is már arra jogosít föl, hogy csak egyetlenegy távolságot vegyünk számba: t. i. a vonzott pontét a vonzó test középpontjától.

Eddig azon vonzást tekintettük, melyet a Föld egy nyugvó pontra gyakorol; most azonban még meg kell vizsgálnunk azt, mikép gyakorolja a Föld vonzó erejét valamely mozgó testre?

Tegyük fel, hogy egy ágyú, bizonyos magasságra téve, tökéletes vízszintesen legyen beirányozva. A golyó belőle

vízszintesen fog kilöketni; de mindnyájan tudjuk azt, hogy ezen iránytól csakhamar eltér és lassanként leereszkedik, mignem elvégre a földre csik. Senki sem kételkedik abban sem, hogy a golyónak e fokozatos esése földgömbünk vonzásának eredménye. Azonban az nem igen ismeretes általában, vajjon ezen erő eredményei nem szenvednek-e változást ama sebesség miatt, melylyel a golyó halad. Egy igen egyszerű kísérlet majd felvilágosítást ad.

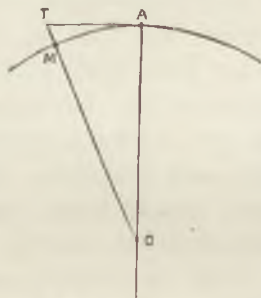
Tegyük fel, hogy az ágyúval szemben merőleges fal áll, még pedig oly távolságban, hogy a golyónak éppen egy másodpercnyi időre van szüksége, hogy oda érjen; jelöljük meg szabatosan azt a pontot, melyre az ágyú tengelye irányoztatott, mert a golyó azt érné el, ha egyenes vonalban haladna és röptében a Föld által nem vonzatnék. De golyónk a falat sokkal mélyebben fekvő pontban fogja találni; ezen, meg a célzási pont közt vett merőleges távolság, mértéke a nehézségerő azon hatásának, melyet az igen nagy vízszintes sebességgel haladó testre egy másodperc alatt gyakorol. A kísérlet tanúsága szerint ily távolság mellett az esés 4·9 méter, tehát éppen annyi, a mennyre egy fölemelt és azután szabadon elbocsájtott golyó ugyanazon időben függélyes irányban csik.

Helyezkedjünk el, ha úgy tetszik, nagyobb távolságra a faltól; tegyük föl, hogy a golyó most két másodperc alatt fog a falhoz jutni. Az a pont, a hol a golyó ez esetben a falat éri, sokkal mélyebben fekszik a célzási pont alatt, mint az előbbi kísérlet alkalmával; de a két pont között a távolság tökéletesen egyenlő marad azon merőleges magassággal, melyből egy test két másodperc alatt a föld vonzó erejének hatása alatt lecsik.

Tehát általában, a föld vonzó ereje ugyanazt a hatást gyakorolja akár a nyugvó, akár a mozgó testre, ha a hatást azon irányban mérjük, melyben a vonzás történik.

A Hold majd más módot szolgáltat nekünk, melylyel mind ez utóbbi törvényt, mind pedig azt is igazolhatjuk, hogy a vonzó erő a távolságok négyzete szerint fogy. Ugyanis a csillagvizsgáló és a matematikus a Holdat olybá tekintí, mint egy ellökött testet, mely kezdetben elég nagy erővel neki indított, hogy Földünk körött örökké keringjen, a mint azt mai nap is megtenné a Föld felületén vízszintes irányban egy elegendő sebességgel ellökött golyó, ha ugyanis a légkör hiányoznék.

Legyen e végből (l. az ábrát) C a Földnek helye, mely körül a Hold például jobbról bal felé kering; legyen A



1-96 Ábra.

ez égi testnek jelenlegi helyzete. Abban a pillanatban, a melyben a Hold az A pontot görbe vonalán elhagyja, pályája A pontjában levő elemének irányát követi, azaz az AT érintő egyenes irányát. Ámde a Hold TC sugarat (majdnem azt mondám sugár helyett: merőleges falat, mint elébb a golyónál) nem T -ben fogja elérni, hanem bizonyára M -ben. Ámde a Hold nem hagyhatta el az AT irányt, melyben haladnia kellett, ha csak valami erő ezen eredeti útjáról el nem téríti.

Én azt állítom, hogy ezen erő a C -ben levő földünk vonzása; ezen erő hatása alatt volt az égi test; mialatt CA sugártól CM sugárig jutott, földünk vonzá azt, és

ennélfogva TM -nyire esett, azaz, ha szabad így szólanom, TM a T czélzási és azon M pont közti távolság, melyhez az ellökött Hold valóban ért.

Ez állítást a következő észleletek és számítások segítségével bizonyíthatjuk be:

Azt a szöget, melyet a Földtől a Holdhoz bizonyos időben vont CA sugár és egy másodperczel később ugyanazon égi testhez vont CM sugár egymással képez, közvetlenül megmérjük. CA sugár, a Föld és a Hold közti távolság, mérföldekben vagy méterekben adva van. Azután, a mi valóban könnyű, ki kell számítanunk, hogy ACM szögre nézve, mely a Hold egy másodpercznyi szögmozgásának mértéke, mily messze esik az érintőnek T végpontja az AM körívnek M pontjától, azaz a méternek mily részével esett a Hold a Föld felé. A számítás mutatja, hogy a Hold esése $0\cdot001360$ méterre rug.

Az a tér, melyen egy szabadon elejtett test Párisban a Föld felületén, azaz más szóval a föld középpontjától 858 mérföldnyi távolságban, egy-egy másodpercz alatt végig fut, $4\cdot9$ méter. Ha most azt akarjuk számítani, mennyire esnék az a Hold távolságában, tehát $51\cdot500$ mérföldnyire földünk középpontjától, az imént említett számot a távolságok négyzetének arányában kissebbitünk kell. Ezen felette egyszerű számításnak eredménye bámulatos pontossággal megegyezik MT mennyiségnek azon értékével, melyet a Hold sebességéből és pályájának méreteiből nyertünk. Valóban ezen uton azt találjuk, hogy a Hold egy másodpercz alatt $0\cdot001352$ méternivel esik földünk felé. Így tehát az az erő, melynek hatását földünk felületén naponként tapasztaljuk, ugyanazon erő, melynek hatása alatt a nehéz testek leesnek, tartja meg egyszersmind Holdunkat görbe vonalú pályáján, melyet az gömbünk körül leir. Csakhogy ezen erő, tekintve azt a hatást, melylyel a föld felületén bir, a távolságok négyzetének arányában gyengülve működik,

de — ismételjük — a Hold mozgásának állapota nem veendő számba.

A fentebb kifejtett számítások által fedezte fel a halhatatlan emlékü Newton az általános vonzalom elvét.

Newtonnak sikerült azt bebizonyítani, hogy valamely vonzó erő, mely egy pontból kiindul és a távolságok négyzetének fordított arányában hat, a vonzott testet elliptikus vagy általában kúpszeletű pályán késztetni haladni; a kúpszeletnek egyik gőcpontjában pedig maga a vonzó pont áll. Vajjon az ily erő által létrejött mozgások tökéletesen hasonlók-e a bolygók mozgásaihoz minden egyes ponton, úgy a sebesség tekintetében, miként a pálya alakjára nézve? Ezt előbb igazolni kellett, hogy a világnak nagy titka föl-táruljon. Newton az igazolást a Hold mozgásánál kísérlette meg, melyet hónapos pályáján egy a Föld középpontja felé irányzott vonzásnak kellett megtartania. Ezen erőnek tökéletesen egyenlőnek kellett lennie azzal, melynek következtében gömbünk felületén a testek lefelé esnek, csakhogy a távolság négyzetének arányában kissebbitve. Hanem a számítás végrehajtására ismerni kell a Föld félátmérőjét. Ámde midőn Newton 1665 és 1666-ban elméletét a döntő próbának alávetni akarta, azon adatok, melyekkel a Föld nagyságáról akkor rendelkeztek, oly kevésbé voltak pontosak, hogy azok segítségével egy hatodrésznnyivel nagyobb értéket kapott, mint Holdunk keringéséből. Hanem, szerencséjére, Picard elvégre 1669-ben a délkörnek nagyságát csaknem teljes pontossággal határozta meg, és a francia akadémikus által elért eredmények 1680-ban a londoni királyi társulat figyelmét felköltvén, Newtonnak azon eszméje támadt, hogy ujlag számítsa ki, mennyivel esik a Hold egy másodperc alatt földünk felé. Ez esetben a számítás teljesen igazolta Newtonnak nagyszerű eszméjét, hogy a nehézség erő fogy a távolság négyzetével, számítva azt gömbünk középpontjától. Azt beszélük, hogy a „Principia mathematica philosophiae naturalis“ szerzőjét ez összhang oly ideges izgalomba ej-

tette, hogy nem volt képes számvetésének próbáját elkészíteni, hanem kénytelen volt azt egyik barátjára bízni.

Az eszme, hogy a mindenség összes tüneményei egyetlenegy elvre vezetessenek vissza, nem volt új. Arra már Aristoteles physikai munkáiban is akadunk. „Hanem“, miként Humboldt Sándor barátom megjegyzi, „a tudomány hiányos állapota, a kísérlet-tételekben való járatlanság, melyekkel adott körülmények között bizonyos tüneményeket létre hozunk, utját állotta annak, hogy az okszerűség szálait, mely a tüneményeket összefüzi, egybekapcsolhatták volna, még ha csekélyebb csoportokat is öleltek fel. Mindent csak a hideg és meleg, a száraz és nyirkos, a ritkulás és sűrűsödésnek folytonosan megújuló ellentéteire vezettek vissza, és a belső ellentétiség következtében a testekben folytonosan jelentkező változásokra, melyek az újabbkori ellentétes sarkigazságokról felállított tanra, a plus és a minus ellentéteire emlékeztetnek“.

Plátónak kevésbbé zavaros eszméje volt az általános vonzalomról, de a nagy bölcsező nem ölelte fel a világrendszer egységét. „Jól látta azt“, mondja Th. II. Martin Timacusról írt remekművében, „hogy földgömbünk minden felől vonzási középpontot képez a fölületéről elszakadt testekre nézve. Anaxagorassal szemben helyesen bizonyította be azt, hogy egyik félgömb sem alsó, sem felső, hanem csakis ellentéte a másíknak; hanem látván azt, hogy a láng ég felé tart, nem volt képes azt hinni, hogy az is ugyanazon középpont felé vonzatik, mint a víz vagy a kövek. Ennélfogva abban nyugodott meg, hogy az ugyanazon természetű tárgyak vonzzák egymást.“ Plátó szerint négynemű test létezik, és minden ily nem számára külön táj van, melyen ennek főtömege található, ott igyekeznek egyesülni ugyanazon természetű, de az egész mindenségben szétszórt részecskék.

A symmetria eszméje elnyomja a legtöbb görög philosophnál a vonzalom eszméjét; a stoikusok, az Épikur követői, a peripatetikusok mind megegyeznek azon eszmében, hogy a

testek a föld középpontja felé tartanak, de megengedik azt, hogy a könnyebbek engednek a nehezebbeknek. Archimedesnek gyönyörű felfedezése, hogy minden vízbe merített test annyit veszít súlyából, a mennyit a vele egyenlő térfogatú víz nyom, a philosophok fejét új zavarba ejtette, és Cicero nem tudja, vajjon a felszálló lángot és leget nem taszítják-e a nehezebb testek, vagy nem vonzzák-e természetesen a magasabb régiók? „A mi Ptolomaeust illeti“, mondja Th. H. Martin, „ez fölelevenítvén Plató rendszerét, a testek eséséről irt művében, melyet Simplicius idéz, hogy négy régió létezik, melyek mindegyikében a természet négy elemének egyike egyesülni igyekszik; hogy a nehézkedés e törekvésből származó erő, és hogy továbbá a testek minden neme saját régiójában, például a víz a tengerben, nem mutat többé törekvést a helyváltoztatásra, azaz meg van fosztva a nehézkedéstől, s e tekintetben a buvárok tapasztalására hivatkozik, kik nem érzik a víz súlyát.“

Plutarch Plató rendszerét szerencsés módosításnak vette alá. A hasonlók vonzódásából kiindulva azt következtette, hogy az egész vonzza a részt; így a Föld vonzza a földi anyagrészeket, a Hold saját anyagrészeit, a Nap is a sajátjait és így a többi égi testek. Mindazonáltal oda nem jutott, hogy az égi testeknek kölcsönös vonzalmát fölismerné, hanem azt érzi, hogy helyén volna vizsgálni, miért nem esik a Hold a Földre; szavai ezek:

„Mindazáltal a Hold mozgása és keringésének hatalmasága óvják meg attól, hogy leessék, épen úgy, miként a kövek és kavicsok, és mindaz, a mit a parittyára teszünk, akadályozva vannak az esésben, ha azt erősen forgatjuk. Mert minden test természetes mozgását követi, ha csak valamely más ok attól el nem téríti. Ez oka annak, hogy a Hold nem mozog nehézségének irányában, mivel ebbeli hajlamát követni, keringési sebessége akadályozza meg.“

Az általános vonzalom eszméje az idők folytán határozottabbá válik. Az imént láttuk Plató és Aristoteles esz-

méit idősámításunk előtt 400 évvel. A hatodik században Simplicius általánosan fogalmazza azt a gondolatot, hogy az égi testnek egyensúlya attól függ, hogy a központfutóerő túlsúlylyal bir azon erő fölött, mely a testeket alsóbb vidékek felé vonzza. Ugyanazon időben Philopon János, Ammonius Hermeas tanítványa, a bolygók keringését egy kezdeti lökésnek és egy állandó esési hajlamnak tulajdonítja. Kopernikus, a tizenhatodik század közepe táján, azt véli, hogy a nehézkedés természetes vonzás; ez minden testet oly központtá tesz, mely a többi mindenségre hatást gyakorol. Ez új, világosan kifejtett nézet volt, melyet Kepler nemskára számítás alá vetett. Hanem a bolygók mozgásának hírneves felfedezője a Föld- és a Holdnak tömegükkel arányos vonzalmát csak tökéletlenül becsülhette meg. És valóban, mint Delambre megjegyzi, „egy gondatlanság, vagy inkább nehezen fölfogható előítélet miatt Kepler azt hitte, hogy a vonzalomnak az egyszerű távolság arányában kell fogynia, ámbár azt határozottan megállapította, hogy a fény ereje azon fölületek arányában fogy, melyeken elterjed, tehát a távolságok négyzete szerint.“ Így engedte át Kepler Newtonnak a dicsőséget, hogy azon physikai okot felfedezze, mely a bolygókat zárt pályákon keringeni késztetí, és hogy a világ fentartásának elvét erőbbe helyezze.

A nap tömegének meghatározása.

Az előbbi fejezetben kifejtett előleges ismeretek segélyével, most már hozzáfoghatunk a Nap tömegének meghatározásához, összehasonlítva azt a Föld tömegével. Egy égi test, mely ugyanazon távolságban az első másodperczen központja felé kétszerte, háromszorta százszorta nagyobb esést hozna létre, kétségtelenül kétszerte, háromszorta százszorta nagyobb tömeggel birna, mint földünk. Az egész kérdés a következőre vezethető vissza: Mennyire késztetí a Nap középpontja felé esni egy másodpercznyi idő-

közben az oly testet, mely tőle annyira van, mint a mi gömbünk? Ámde ez utóbbi kérdés, mely az első pillanatra hozzáférhetetlennek látszik, mivel mi nem mehetünk a Nap fölületére, hogy ott a súlyos testek esésével kísérleteket tegyünk, egyenes, közvetlen megoldását lelé földünk évenkénti keringésének körülményeiben. E mozgásnál fogva gömbünk a nap körül $365\frac{1}{4}$ nap alatt csaknem körídomú görbe vonalat ír le, melynek sugara 20.000,000 mértföldnél valamivel hosszabb. Osszuk el eme kör kerületének 360 fokát azon időmásodperczek számával, melyek $365\frac{1}{4}$ napban foglaltatnak. A hányados a foknak ezen felette csekély tört része lesz, melyet a föld pályáján egy másodpercznyi idő alatt befut. Térjünk most vissza a 8-ik lapon adott 1-ső ábrához. Tegyük föl, hogy a Nap *C*-ben, a föld pedig *A*-ban van; tegyük az *ACM* szöget egyenlővé a Föld egy másodpercznyi szögsebességével, és vegyük a pályának *CA* sugarát 20.000,000 mértföldnyinek, és kényelmesen kiszámíthatjuk akár a mértföld, akár a méter részeiben, mekkora *TM*, a mennyire a Föld a Nap vonzó erejének következtében egy másodpercz alatt esik. Az imént adtuk azt a mennyiséget a Földre nézve. Tudjuk azt, hogy vonzásának következtében a középpontjától 858 mértföldnyire lévő test másodperczenként 4·9 méternyire esik; azt könnyen kiszámítjuk, hogy a távolságok négyzetének törvénye szerint, mennyire esnek oly test ugyanazon időközben, mely 20.000,000 mértföldnyi távolságra van. Mivel a távolságok mindkét esetben ugyanazok, az esés tereinek arányosaknak kell lenniök a tömegekkel. Ha most egyszerűen osztás segélyével azt keressük, hányszor foglaltatik a Föld felé irányuló esés a Nap felé irányulóban, megtaláljuk, hány földi gömbre volna szűkségünk, hogy a nekünk világító Nap tömegével egyenlőt kapjunk. Ha nem is ez alakban, mindenesetre ezen alapon kaptuk az első lapon már idézett számot, t. i. 354,936-ot.

Mily elemeket alkalmaztunk, hogy ez eredményhez jussunk? Földünk Nap körüli mozgásának egy időmá-

sodpercnyi szögsebességét és a Föld pályájának sugarát mérföldekben kifejezve; semmi egyebet. Hanem mi az általános nehézkedés törvényeit már ismertük és tudtuk, hogy az arányos a tömegekkel, melyek egymást a távolságok négyzetének fordított arányában vonzzák. Newton nagyszerű fölfödözése nélkül ily föladatot tenni sem lehetne. Egyebütt megmutattam azt, hogy a kettős csillagok mozgása a Newton-féle általános vonzalom mellett bizonyít, és hogy kiszámíthatnók, épen úgy, miként azt a Napnál tettük, mekkora azon csillagok tömege, melyeknek illető mozgása ismeretes.

A bolygók mozgásainak háborodásai.

Midőn valamely bolygót a Nap felé nehézkedni látunk, az egyenesen Kepler törvényeinek engedelmeskedik, és azon mechanikai elvek, melyeket Newton halhatatlan művének első fejezetében kifejtett, számot adnak haladásának minden mozgásáról. A tömegekkel egyenesen és a távolságok négyzetével fordítva arányos vonzalom tökéletesen megfejtí két egymást vonzó égi test mozgásainak mibenlétét: minden bolygó pontosan leírja Kepler ellipsisét a Nap körül, mely e góczpontok egyikét elfoglalja; a vezérsugár, mely a bolygót a Nappal összekapcsolja, az idővel arányos fölületeket sűrol; elvégre az egyik bolygó keringési idejének négyzete azonképen aránylik egy másik bolygó keringési idejének négyzetéhez, miként az első bolygó naptávolságának köbe, a másik bolygó naptávolságának köbéhez. De Newton nem állapodott meg itt. Ő nagyszerű felfedezését oly általánossá tette, miként azt a Kepler-féle törvények nem követelték. Ő föltette azt, hogy a különféle bolygókat nemcsak a Nap vonzza, hanem azok egymást kölesönösen is vonzzák. E nagyszerű gondolat által Newton a nagy mindenség közepebe oly okokat vetett, melyek okvetetlenül megzavarják vala azt az összhangot, melyet időnek előtte tökéletesnek tekintettek. A csillagászok kénytelenek voltak az első pil-

lanatra fölismeri azt, hogy a világnak sem közeli, sem távoli pontján nem elégségesek a Kepler-féle törvények és görbe vonalak a tűnemények tökéletes ábrázolására; sőt inkább azon egyszerű, szabályos mozgások, melyekkel a régiek képzelete az égi testeket felruházni jónak látta, számtalan, jelentékeny és folytonosan változó háborodásoknak vannak alávetve.

És valóban, ha a helyett, hogy két egymást kölcsönösen vonzó testet tekintenénk, hármat veszünk, azt látjuk, hogy az új testnek vonzása itt öregbiti, amott kisebbíti az ellipsis idomú pálya méreteit; bizonyos pontokon az új erő ugyanazon irányban hat, melyben az égi test halad, és a mozgás gyorsabbá válik; másutt a hatás épen az ellenkező. Kepler ellipsise valamennyi bolygó pályájának csak durva megközelítése gyanánt tűnik föl. Az egyszerű, szabályos haladás helyett, melyre a szellem gyönyörrel tekintett, a rendtelenség tűneményei lépnek föl.

Newtont illeti meg a dicsőség, hogy több bolygói háborodást kimutatott, értelmüket adta, sőt néha nagyságukat is kiszámította. Ámde „Principia mathematica philosophiae naturalis“ ezimű könyve az égi testek valódi mozgásainak csak nagyszerű vázlatát nyújtja. A matematikai elemzésnek bámulatos remekeire volt szükség, hogy e vázlatból tökéletes kép váljék. Newtonnak páratlan éles elméje képtelen volt a matematikának későbbi fölfedezéseit, ama roppant munkákat, pótolni, melyeket Clairaut, Euler, d'Alembert, Lagrange és Laplace létrehozta; eme öt híres matematikus osztozkodik azon világon, melynek lételetét a „Principia“ halhatatlan szerzője föltárta. A három test kérdését, ezen név alatt lett az nevezetesség, azaz azon feladatot, meghatározni oly égi test útját, mely két másik égi test vonzó hatásának alá van vetve, első ízben a francia Clairaut fejtette meg.

A bolygóknak ellipsis idomú keringései két rendbeli háborodásoknak vannak alávetve: egy részük a pálya ele-

meit bántja és felette lassan hat; azért százados egyenetlenség a nevük. Másik részük a bolygók kölcsönös helyzetétől, a csomópontok és a napközelségek helyzetétől függ és mindannyiszor ismétlődik, valahányszor a helyzet ugyanaz, ezeket időszaki egyenetlenségeknek nevezték, hogy megkülönböztessék a századosoktól, melyekről azonban Laplace kimutatta, hogy szintén időszakiak, hanem sokkal hosszabb időszakuk, a „Mécanique céleste“ és az „Exposition du système du monde“ híres szerzőjének remek elmélete szerint, független a bolygók kölcsönös helyzetétől.

„A legegyszerűbb mód, mondja Laplace, szemlélni a különféle háborodásokat, abban áll, hogy egy bolygót képzelünk magunknak, mely az elliptikus mozgásnak megfelelőleg elliptikus pályán kering, a melynek elemei észrevehetetlen fokozatban változnak, és azt gondoljuk, hogy egyidejűleg a képzelt bolygó körül igen kicsiny pályán, melynek elemei az időszaki háborodásoktól függenek, a valódi bolygó lengő mozgásban van.“

Ez egyszerű képzelet határozott eszmét nyújt a csillagászok és matematikusok által megállapított két rendbeli háborodásokról.

A százados háborodásoknak ismeretét első sorban Newton és Euler munkáinak köszönhetjük. A bolygók ellipsis idomu pályáinak központkivülisége változó, azaz ezen ellipsisek észrevétlenül majd közelebb, majd távolabb esnek a köridomtól. Az ellipsisek hajlása a nap-útra, azaz egy határozott síkra, növekszik és kissebbedik; a napközelségek és csomó pontok haladnak. Vajjon e csekély értékű változások a századok folytában összefoglalva, meg fogják-e változtatni a világ rendszerét, melyet ma ismerünk? E lehangoló gondolat foglalkoztatta Newtont; a „Principia“ halhatlan szerzője saját művében kétkedett, sőt azon föltevéshez jutott, hogy a bolygó-rendszer nem bírja ön magában az örökös önfentartás elemeit; ő azt hitte, hogy egy hatalmas kéznek időről-időre a rendetlenség elhárítása érdekében be

kell avatkoznia. Euler, bár sokkal messzebb haladt a bolygói háborodások ismeretében, szintén nem hitte azt, hogy a naprendszer alkatánál fogva örökké tartson. Az emberi kíváncsiság sohasem találkozott ennél nagyobb szerű filozofiai kérdéssel. Laplace bátorsággal, állhatatossággal és szerenésével fogott hozzá. Éles elemzése által oly igazsághoz jutott, mely a naprendszer fönmaradásáról biztosít; ez így szól: minden bolygó pályájának nagy tengelye, következésképen, Kepler harmadik törvényének értelmében, keringésének időtartama állandó, vagy legfőlebb csekély időszaki változásnak alávetett mennyiség. Az elemzésnek e roppant fontosságú következménye, mely maga után vonja a bolygók középmozgásainak állandóságát, abból cred, hogy a bolygók pályáinak központkivülisége felette csekély, és a pályák síkjai kevésbé hajlanak egymás felé. A híres matematikus 1773-ban adta e bizonyítékot. Lagrange és Poisson később tökéletesítették azt, megmutatván, hogy nincsen alávetve azon megszorításoknak, melyeket Laplace nem mellőzhetett. Énnélfogva az szilárdan meg van állapítva, hogy a bolygók-nak kölesönös vonzója mit sem vátoztathat a bolygórendszer jelenlegi alakján.

Laplace első értekezése után még néhány érdekes kérdés maradt fen, melyeket 1784-ben szintén szerenésesen oldott meg. Ő maga az „Exposition du systéme du monde“ ezimű művében következőképen foglalja azokat össze: „A bolygók, ellipsis idomu pályái mindig közel köridomuak voltak-e és mindig azok maradnak-e? Vajjon néhány bolygó nem volt-e eredetileg üstökös, melynek pályája lassanként, a többi bolygók vonzása következtében, a köridomhoz közeledett? Vajjon a nap-út ferdesége továbbra is megfogatkozik-e úgy, hogy a nap-út és az egyenlítő egybeesnék, a mi azt eredményezné, hogy a nappal és éjjel az egész földön egyenlővé válnék? Az elemzés mind eme kérdésekre kielégítő választ ad. Sikertült nekem bebizonyítani, hogy bármekkorák is a bolygók tömegei, már csak azért is, mivel mindnyá-

jan ugyanazon arányban haladnak, csekély központkivüliséggel bíró és egymáshoz csak kevésel hajló pályákon keringenek, százados háborodásaik időszerűek, és csekély határok közé szorítvák, úgy hogy a bolygó rendszer mindig csak egy közép állapot körül leng, melytől mindig csak felette csekély mérvben tér el. A bolygóknak ellipsis idomú pályái tehát mindig közel köridomuak voltak, és azok is maradnak; mi-ből következik, hogy eredetileg egy bolygó sem volt üstökös, ha csupán csak a nap-rendszer testeinek kölesönös vonzását vesszszük számba. A nap-út sohasem fog az egyenlítővel egybe-esni, és hajlásszögének összes változása nem lépheti át a három foknyi határt.“

Laplacnak remek munkálatai, melyeket az imént idéztem, nem engedik többé, legalább naprendszerünkön belül, hogy a Newton-féle vonzást e rendetlenség okozójának tekintsük; hanem lehetetlen volt-e, hogy más erők ne csatlakozzanak hozzá, melyek a Newton és Euler által rettegett, fokonként növekvő háborodásokat létrehozzák? Úgy látszik, hogy e félelmet határozott tények igazolták.

Ha a régibb észleleteket az újabbakkal egybehasonlitjuk, azt találjuk, hogy Jupiter keringése folytonosan sebésebbé válik, míg Saturnus sebességében egyre fogyatkozás észlelhető. E változásokból a legkülönösebb következtetéseket vonhatjuk.

Ha a háborodásoknak föltétszerű okát tekintjük és azt mondjuk, valamely égi testnek sebessége századról századra gyarapszik, úgy az más szóval annyit jelent, hogy a mozgás központjához közeledik. Ellenben az égi test távoznék ugyanazon központtól, ha sebessége kisebbednék.

Ez elég különös, de úgy látszik, hogy naprendszerünknek el kell veszítenie Saturnust, legrejtélyesebb díszét; ez a bolygó, kísérve gyűrűje és nyolez holdja által, következetesen süllyedne ismeretlen vidékekbe, hova a leghatalmasabb nagyítóval fölfegyverzett szem eddig képtelen volt hatni. Ellenben Jupiter, ez a gömb, mely mellett a mienk csak

apró szem, ellenkező sorsánál fogva a Nap tüzes anyagában enyésznek el.

E baljóslatok semmi kétségest, semmi föltételest sem foglaltak magukban. Csak az események bekövetkeztének időpontja fölött létezett a bizonytalanság. Mindazonáltal azt tudták, hogy az felettébb távol fekszik; ennél fogva sem a szakavatott értekezések, sem bizonyos költőknek leírásai nem érdekelték a közönséget.

De máskép gondolkoztak a tudós társaságok: itt fájdalommal látták bolygó rendszerünket enyészete felé haladni. A francia tudományos akadémia minden ország matematikusainak figyelmét felhívta e fenyegető háborodásokra. Euler, Lagrange kiléptek a küzdőterre. Matematikai lángelméjük soha sem tűndökölt nagyobb fényben; mindazonáltal e kérdés oldatlan maradt. Ily törekvéseknek hiúsága csak a resignatio számára adott helyet, midőn a „Mécanique céleste“ szerzője az elemző elméletnek két félreeső és eddig mellőzött körülményeiből e nagy tünemények törvényeit világosan kifejtette.

A matematikai elemzés nem volt képes határozottan megadni azon háborodásoknak értékét, melyek valamely bolygót útjában, a többiek összes hatása következtében, érnek. Ez érték a tudomány jelen állása mellett egy sornak határozatlan számú tagjai által lel kifejezést, melyek igen gyorsan esökkennek, a mint az elsőtől távoznak. A számvetésben elhanyagoljuk azon tagokat, melyek rendjökönél fogva az észleleti hibáknál kisebb értéknek felelnek meg; hanem van oly eset, melyben valamely sor tagjánál nemcsak annak rangja dönti el, vajjon az csekély-e vagy jelentékeny: a háborító és háborított bolygók eredeti elemeinek számarányai adhatnak tagoknak, melyeket rendszeren elhanyagolunk, jelentékeny értéket. Ez az eset fordul elő Saturnusnak Jupiter által okozott háborodásainál. E két nagy bolygó középsebességeinek aránya egyszerű, összemérhető: Saturnus ötszörös sebessége körülbelül egyenlő Jupiternek kétszeres sebességével; azon

tagok, melyek e körülmény nélkül, végtelen kicsinyek volnának, ennek folytán jelentékeny értéket nyernek. Ennek következtében e két égi test mozgásában hosszú időszakokra terjedő különbségek jönnek létre, oly háborodások, melyeknek tökéletes lefolyása 900 évnél hosszabb időszakot igényel; ezek az észlelők által földerített összes rendetlenségeket bámulatos módon képviselik.

Nem csodálkozunk-e azon, hogy két bolygó mozgásainak összmérhetőségében, a háborodásoknak oly hathatós okára akadunk, hogy a számok ezen arányától: „Saturnus ötszörös sebessége körülbelül egyenlő Jupiter kétszeres sebességével“, egy roppant nehézségnek végleges megoldása függ, mely fölött Euler lánghelméje nem diadalmaskodhatott és mely kétséget keltett az iránt, ha vajjon az általános nehézség elégséges-e az égboltozat tüneményeinek magyarázatára? A gondolat finomsága és az eredmény egyaránt bámulatra méltó.

Később látni fogjuk, hogy Uranus bolygó háborodásainak észlelése, bár e bolygó csak hatvan év* óta ismeretes, egy háborító bolygó lételének bizonyítékait nyújtotta és a matematikai elemzésnek nem kevésbé bámulatos eredménye által Neptun bolygó fölfedezésére vezetett.

Az üstökösök mozgásainak háborodása.

A visszatérő üstökösök történetéből tudjuk, hogy a bolygók vonzása mozgásaikban oly egyenetlenséget okoz, melyek különösen azért érezhetők, mivel jelentékeny különbségeket hoznak létre a napközelségbe való valódi visszatértük és az előre kiszámítottak közt, mely utóbbiaknál csakis Kepler törvényei szerint az ellipsis idomú pálya elemeit vesszük számba. Így a bolygók befolyása következtében Halley üstökösének az ellipsis idomú pálya elemei sze-

* Arago ezt 1841-ben írta.

rint kiszámított keringési ideje egy évvel ingadozik. Különben Newton törvényei szerint könnyen felfoghatjuk, miért módosítatnak az üstökösök pályái azon égi testek vonzása folytán, melyeknek közelében elhaladnak, oly jelentékenyen, és miért nem okoznak maguk semmiféle számbavehető változást a bolygók haladásában. Ennek egyedüli oka az üstökösöknek aránylag felette csekély tömegében rejlik. A Lexell-féle, vagyis az 1770-iki üstökös, mely ama különös tüneményt nyújtotta, hogy igen rövid időközt igénylő ellipsis idomú pályával birt, a nélkül hogy azt ismét föllehetjük volna, az általános vonzalom elméletének teljes diadalára szolgáltatott alkalmat. Miért nem láthatták ezt az üstököst, melynek ellipsis idomú pálya-elemei $5\frac{1}{2}$ éves keringési időszakra mutattak 1770 előtt, és miért nem vették többé észre azután?

Már Lexell jegyezte meg azt, hogy az 1770-ik évi elemek értelmében, ez üstökösnek 1767-ben Jupiter mellett legalább is ötvennyolcszorta kisebb távolságban, mint azt akkor a Naptól elválasztotta, kellett elhaladnia; 1779-ben, midőn hozzánk visszatért volna, augusztus vége felé legalább is 500-szorta közelebb esett ezen bolygóhoz, mint a Naphoz, úgy hogy ekkor, daczára a napgömb óriási méreteinek, az üstökösre gyakorolt vonzása nem ért fel Jupiter vonzásának kétszázadik részével. Ennélfogva ninesen kétség a fölött, hogy ez üstökös 1767-ben és 1779-ben jelentékeny háborodásoknak volt alávetve; hanem még ki kellett azt mutatni, hogy e háborodások értéke elég volt arra nézve, hogy az észleleteknek teljes hiányát úgy 1770 előtt, mint azután megfejtse.

A „Mécanique céleste“ negyedik kötetében nyújtott képletek azon kérdés elemző megoldását adják, mely következőképen hangzik: Valamely üstökösnek jelenlegi ellipsis idomú pályája ismeretes, milyen volt az azelőtt? Mivé lesz az később, ha mindkét esetben rendszertünk bolygóinak háborító hatását számba vesszük?

Ha e képletekbe számokat rakunk; ha a bennök foglalt határozatlan betűmennyiségek helyébe az 1770-diki üstökösnek pályaelemeit teszszük, azt találjuk mindenekelőtt, hogy 1767-ben, mielőtt az égi test Jupiter közelébe jutott, pályája nem öt, hanem ötven keringési évnek felelt meg. Azután azt találjuk, hogy 1779-ben kilépvén ugyanazon bolygónak vonzás köréből, ez üstökös oly pályát irt le, melyet 20 évnél rövidebb idő alatt nem volt képes befutni. E számvetésből továbbá az tűnik elő, hogy 1767 előtt ez üstökösnek távolsága a Naptól, az egész keringési idő alatt, soha sem volt kevesebb 97 millió mérföldnél, és hogy 1779 után a legkisebb távolság 64 millió mérföldnyire szállott alá. De az nagyon is sok volt, hogy ez égi testet a Földről szemlélhessük.

Bármily különösnek lássék is, tökéletesen fel vagyunk jogosítva azt mondani Lexell üstököséről, hogy 1767-ben Jupiter vonzása huzta felénk, és hogy ugyanazon vonzás ellenkező eredményt hozván létre, 1779-ben ismét elvette előlünk.

Az éter.

Azon számvetések, melyeknek alapját az előbbi fejezetben a bolygók és üstökösök mozgásainak háborodására vonatkozólag kifejtettük, azt teszik fel, hogy az égi testek üres térben keringenek; az éter-féle anyag, mely az egész mindenséget betölti, és melynek rezgései a fényt alkotják, számba nem jött. Minden anyagi közeg törekszik a rajta áthaladó test pályájának méreteit alább szállítani; a matematika nyelvén szólva, ha nem vagyunk képesek a tapasztalt ellenállást egyensúlyozni, okot fellelni, meg van állapítva, hogy elegendő idő elteltével, talán több milliárdnyi év multával, például Földünk a Nappal egyesülni fog. Ez egyensúlyozó oknak, ha ilyen létezik, fölkeresése mindenképen érdemes arra, hogy a matematikusok figyelmét lekösse. Mindenesetre azt könnyen felfoghatjuk, miért nem veszszük

észre a mi a jelent illeti, ennek hatását a bolygókra, míg az üstökösök haladását ez érezhetőleg illeti. Ennek oka ismét abban rejlik, hogy a bolygóknak sűrűsége elég nagy. Ellenben az üstökösök haladásukban jelentékenyen akadályozhatók. Hogy az imént a sűrű és ritka testek ellenállási tűneményeiről tett megkülönböztetés helyességét átlássuk, csak azon különböző távolságokat kell egybehasonlitanunk, melyeket befut egy ólom-, parafa golyó és tollapda, midőn ugyanazon súlyú lőpor által a puskacsőből egyenlő kezdő sebességgel kilöketnek.

Encke, hogy egy rövid keringési idejű üstökös pályáját elméletileg meghatározza, szigoruan számba vette mindazon háborodásokat, melyeket a bolygók okozandók voltak. Mindazáltal, valamennyi megjelenés alkalmával, a számítás és észlelet között, ugyanazon értelemben, oly különbségek jelentkeznek, melyek mindenesetre nagyobbak, mint a lehetséges mérés hibák.

E szabálytalanságoknak oka csakis az éter lehetett. És valóban a pályának azon egyedüli két eleme, mely az egyik keringéstől a következőig meg nem zavartatott, a pályasíkjának hajlása és a csomópont. Ez állandóság föltételünknek elmaradhatatlan következménye, mert valamely gáznak ellenállása, bármennyire megapaszthatja ugyan valamely testnek sebességét, de nem képes azt sem jobbra, sem balra elhárítani, következésképen arra késztetni, hogy pályájának eredeti síkján kívül haladjon. *

* Az éter ellenállásán kívül vannak még egyéb okok is, melyeket Laplace a bolygórendszer mozgási viszonyaira vonatkozó számításában szintén nem vett figyelembe. A Napra és a bolygókra hulló meteorok megváltoztatják a tömeget s ennek következtében a kölesönös vonzalmat. — Az apály és dagály jelensége megváltoztatja a bolygó körülforgása idejét. Befolyásuk részletesen le van írva Tyndall „A hó mint mozgás“ című művében és Helmboltz „Népszerű Tudományos Előadásiban“.

A bolygók tömegei.

Előbb megmutattuk azt, hogy az általános vonzalom törvényeinek segítségével könnyen meghatározhatjuk a Nap tömegét. Az akkor kifejtett számvetéshez hasonló Jupiternek, vagy általában valamely holddal bíró bolygónak tömegét fogja adni. Tegyük fel azt, hogy az illető holdat a bolygóval szemben egyszerű anyagi részecskének tekinthetjük. Ismervén a pálya méreteit, tudni fogjuk mekkorát esik a hold bolygója felé egy másodpercnyi időben, mely eredményből könnyen kiszámíthatjuk azt, mennyire esnék a hold a Nap felé egy másodpercnyi időben. Amde ezt a mennyiséget könnyen kiszámíthatjuk az illető bolygónak Nap körüli keringésének körülményeiből. Az ekkép nyert kétrendbeli értékek egybevetése meg fogja ismertetni a Nap és Jupiter tömegének arányát.

Saturnus holdjaival hasonlóképen bánván el és elhanyagolván az egyik hold tömegét a bolygóval szemben, és ismét a bolygóét a Napéval szemben, meg fogjuk határozni Saturnus és a Nap tömegének arányát.

Ugyanazon következtetést alkalmazhatjuk Uranusra és Neptunra.

Azon bolygóknak tömegét, melyeknek nincsen holdjuk, azon háborodásokból határozzuk meg, melyeket okoznak vagy melyeknek alávetettek. Azt felfogjuk, hogy például Venus és Mars valódi útjának észlelése egybehasonlítva azzal, melyet az ellipsis idomú mozgás szerint kiszámítottunk, oly értékeket ad, melyek a szomszéd égi test vonzásának kiszámítására szolgáló képletekbe helyettesítve, a háborító tömegek kiszámítására vezetnek. Másrészt azt is felfogjuk, hogy a Merkúr által okozott háborodások valamely visszatérő üstökösnek, például az Eneke-félének mozgásában, e bolygó tömegének kiszámítására vezethetnek.

E különböző módszerek különben arra szolgálnak, hogy a már nyert értékeket igazoljuk, és egyidejű alkalmazásuk

a keresett meghatározásoknak nagyobb tökélyére vezet. Különben azt felfogjuk, hogy azokat Holdunkra is alkalmazták és a Földünk által mozgásában okozott háborodások ugyanazon elméletek szerint számítottak ki.

Az előbbi sorokban az olvasó elé terjesztettem azon elveket, melyeket a csillagászok a Naprendszer égi testeinek mázsálásánál alkalmaztak. A nyert eredmények a következők:

A Nap tömege = 1. A Föld tömege = 1.

Merkur	$\frac{1}{4,865,751}$	$\frac{1}{13}$
Venus	$\frac{1}{401,847}$	$\frac{9}{10}$
Föld	$\frac{1}{354,936}$	1
Mars	$\frac{1}{2,680,337}$	$\frac{1}{8}$
Jupiter	$\frac{1}{1050}$	383
Saturnus	$\frac{1}{3500}$	101
Uranus	$\frac{1}{24,000}$	15
Neptun	$\frac{1}{17,000}$	21
Nap	1	354,936
Hold	$\frac{1}{354,936 \times 88}$	$\frac{1}{88}$

A Mars és Jupiter közt levő nagyszámú apró bolygóról csak azt tudjuk, hogy tömegük felette csekély.

Látni való, hogy rendszerünk égi testeinek tömegük nagyságának rendjében így következnek egymásra: Nap, Jupiter, Saturnus, Neptun, Uranus, Föld, Venus, Mars, Merkur, Hold.

A nehézség a nap és a bolygók fölületén.

A testek kölcsönös vonzásának általánossága, mely a tömegekkel egyenesen és a távolságok négyzetével fordítva

arányos, megfejtí nekünk azt, miért tartatnak vissza a testek azon csillagok fölületén, melyeken elhelyezvék. Valamennyi a Nap, Hold, bolygók közelében levő és önmagukra hagyott testek azon gömbök fölületére kénytelenek esni, miként a Föld közelében magára hagyott test azon gömb fölületére esik, melyen mi lakunk. Csakhogy a Nap-, Hold- és bolygóknak különböző tömegük és nem kevésbbé különböző nagyságuk lévén, természetes, hogy ezek fölületén a nehézségerő hatályossága is változik. Ha a Föld fölületén a nehézségerőt egységnek vesszük, igen könnyű a naprendszer másik testének fölületén működő nehézségerőt meghatározni, ha e testnek tömegét, vonatkoztatva azt a Földre mint egységre, sugarának négyzetével, összehasonlítva ezt a Földével mint egységgel, elosztjuk. Ha a számvetést a főbb bolygókra, a Nap- és Holdra nézve végrehajtjuk, a következő táblát nyerjük:

Nehézségek, a föld fölületén a nehézség = 1.	
Merkur	0·51
Venus	0·91
Föld	1·00
Mars	0·50
Jupiter	2·45
Saturnus	1·09
Uranus	1·05
Neptun	1·10
Nap	28·30
Hold	0·16

A Naprendszer több égi teste tehát, a fölületükön működő nehézség-erő nagysága szerint, a következő rendet tüntetik fel: Nap, Jupiter, Neptun, Saturnus, Uranus, Föld, Venus, Merkur, Hold.

Az előrebocsátott eredmények értelmét könnyen fel-foghatjuk, ha megjegyezzük azt, hogy ugyanazon test föl-függesztve egy rugó mérlegre, s egymásután elhelyezve a Naprendszernek mindegyik égi testén, az általunk az imént

adott és az égi testek nehézségerejét kifejező arányos osztási pontokig nyomná a mutatót.

Szemléleti hasonlatok, melyek pontos fogalmat adnak az égboltozat terjedtségéről és az ott látható csillagok nagyságáról.

Hesiód azt állította, hogy az ég és az alvilág egyenlő távolságyira van a Földtől, az első fenn, a másik lenn. Hogy az ég és a Föld közti távolságról fogalmat adjon, azt mondá, egy nagy vas üllő, mely az égből a földre esik, hozzánk csak tized napra érkeznék meg, és ugyanannyi idő volna szükséges, hogy a Föld felületéről az alvilágba jusson.

Mai nap képesek vagyunk pontosan mérni a bolygók pályáit, és azt könnyen kiszámíthatjuk, hogy Neptun a Naplegtávolabbra eső bolygó 10,994 napig, azaz 30 évnél tovább esnék, hogy a bolygó világ középpontjához érjen, ha az érintői sebesség hirtelen megsemmisülne, mely kapcsolatban a Nap és a többi bolygó vonzásával, Neptunt oly pályán készíteni keringeni, melyet a csillagászok az észleletek és az elmélet segítségével könnyen képzelhetnek maguknak. Az olvasó különben tudja azt, hogy a fény, mely mindenesetre bámulatos sebességgel halad, mégis 3—4 évre szorul, hogy a legközelebbi csillagoktól, melyeknek távolságát a Földtől megmérhettük, hozzánk jusson. Hanem az egybehasonlításokat oly mennyiségekkel fogom tenni, melyekről könnyebben adhatunk magunknak számot.

Azt tudjuk, hogy a 24 fontos ágyugolyó kilövetvén, másodpercenként legfőlebb 1200 lábnyi tért fut be. E sebesség megfelel 2000 ölnek 10 másodperc alatt, 3 mérföldnek percenként, 180 mérföldnek óránként, 4320 mérföldnek naponként, 1,576,800 mérföldnek évenként, és 18,921,160 mérföldnek 12 év alatt. Ennélfogva egy ágyugolyónak, mely kezdő sebességét folyvást megtartaná, 12 évnél több időre volna szüksége, hogy azt a 20 millió mérföldnyi tért befussa, mely a Nap és a Föld középtávolsága. Az ily golyó-

nak 360 évnél több időre volna szüksége, hogy a Naptól Neptunhoz érjen; hanem a Földről a Holdba 11 nap alatt jutna.

Földünk nap körüli keringésének sebessége 4 mérföld másodpercenként, azaz 78-szor akkora mint a 24 fontosé; ez utóbbinak 30 órára volna szüksége, hogy a földi egyenlítőt megkerülje. Földünk tengelye körüli forgásának sebessége másodpercenként 2·30 ölet tesz: ez 207 mérföld óránként, azaz valamivel több mint az ágyúgolyó sebessége.

Ime még egy hasonlat, mely talán megfogja lepni az olvasót.

Egy 1844-ben „Vestiges of the natural history of creation“ című műnek szerzője a következő észrevételt kockáztatja. Ha a leggyorsabb versenylő, melyről valaha szó volt, Mózsés születésekor az Uranus pályája átmérőjének egyik végétől elindult volna, és ez időtől fogva ez egyenes vonal mentében teljes sebességgel, minden megállapodás nélkül futott volna, úgy ma csak a kerület és a középpont közti távolságot futotta volna be, tehát az átmérő felét; a lő mostanig éppen a naphoz érne.

Angersben egy tanár, tanítványainak kézzelfoghatólag összehasonlítani akarván a Föld és a Nap nagyságát, azon eszmére jutott, hogy megoldassa a közép nagyságú buzaszemek számát, melyek a liternek nevezett ürmértékbe férnek: ő azt találta, hogy 1 literbe 10,000 ily buzaszem fér. Ennélfogva 1 hektoliter 1.000,000, és 1·4 hektoliter 1.400,000 buzaszemet foglal magában. 1·4 hektoliter buzát egy halomra öntvén, egyetlenegy szemét mutatott fel és így szólott tanítványaihoz: „Ez a Föld kiterjedése és ez a Napé.“ Ez a hasonlat végtelentül nagyobb mérvben lepte meg hallgatóit, mintha ezen elvont számoknak arányát egyszerűen kimondja: 1 és 1.400,000.

BESSEL

BESSEL (Friedrich Wilhelm), született Mindenben 1784-ben, július 22-én. A kereskedői pályára szánva, 14 éves korában mint tanuló egy brémai nagykereskedő-ház szolgálatába lépett. A kikötőváros fölébreszté benne az érdeket a hajózási tudományok iránt, a melyeknek kapcsolatában azután csillagászattal és mennyiségtannal kezdett foglalkozni. Vas szorgalommal üzte e tanulmányait, egész nap elfoglalva lévén, éjjeleit áldozta tudványának és pedig oly sikerrel, hogy már 1804-ben, régibb észleletek nyomán, önállóan vihette keresztül a Halley-féle üstökös pályájának meghatározását. Ezen első csillagászati dolgozatával bemutatta magát Olbersnek, Bréma tudós csillagász-orvosának, ki tehetségét tüstént fölismerve, barátja, tanára és pártfogója lón, Olbers nem sokára lehetőségessé tette neki az átlépést a tudományos pályára, az ő ajánlatára a lilienthali csillagdn inspektorrá neveztetvén ki. Itt működött 1812-ig, a mikor a königsbergi egyetemhez meghívott tanárának és a vezetése alatt építendő csillagda igazgatójának. Ezen állásban maradt egészen haláláig (1846-ik márczius 17-ikén); sokoldalú tudományos működésében a csillagászatnak majdnem minden elméleti és gyakorlati ágát jelentékeny, sőt első rangú dolgozatokkal gyarapítva. Ezek között emlitsük meg röviden az állócsillagok helyeire és számára vonatkozó terjedelmes vizsgálatokat, egy állócsillag parallaxisának számítását, a másodperczinga hosszának pontos meghatározását, a porosz hossz mértékek megállapítását sat. Népszerű előadásai halála után összegyűjtve jelentek meg; ezek között foglal helyet az itt közlött. Nem egyes természet-tüneményt, hanem az összes természettudomány egyik kiinduló pontját tárgyalja ez; és pedig oly kedves és vonzó alakban, hogy a legkényelmesebb olvasó is kibékül a tárgy abstractióival.

K. Gy.

A VALÓSZÍNŰSÉG SZÁMITÁSÁRÓL.

HA A TISZTELT physikai társaság előtt a valószínűség számításáról vagyok bátor szólni, kell, hogy e tárgynak valami sajátságos érdeket tulajdonítsak, melynél fogva ez kivéltet tegyen azon a tapasztalatból könnyen levezethető szabály alól: hogy t. i. semmiféle számítás, de még annak eredménye sem tárgyalható alkalmasan, élő szóval. De valóban meg van bizalmam a tárgyban, mert ha a matematikai vizsgálatok valamely neme érintkezik egész tudásunk körével, a mindennapi élet eseményeivel, úgy a valószínűségnek matematikai tárgyalása ez. Igaz, hogy sok dolgot nem szokunk ez oldaláról vizsgálni, de könnyű lesz bebizonyítani azt, hogy ugyanazon törvények, melyek a kockajátékban lépnek föl, a világban igen fontos szerepet játszanak, s hogy rájuk akadni ott is, hol azt legkevésbé vártuk volna.

Tudásunk két részre oszlik: vagy bizonyosságon, vagy valószínűségezen alapszik. Bizonyos csak az, a mit a közvetlen észlelet mutatott meg, vagy a mi ebből helyes, többnyire mennyiségtani következtetések által lett levezetve; valószínű ellenben, a mit bizonyosságokból ismerünk, vagy a mit észleletekből oly következtetések által hozunk le, melyeknek helyes és szükséges voltát teljesen kimutatni nem tudjuk. Nagy az első rész, — ide tartozik a mennyiségtani igazságok országa, a tények meg nem számlálható sokasága, melyet a természet szolgáltat, minden esemény, mely szemünk előtt foly le; de a másik rész is nagy. Ebben

foglalnak helyet a jövő események, melyeknek törvényeit ki nem puhatolhatjuk, a történelem reánk maradt tényei, ide tartozik a koczka esése és a népek sorsa.

Sokat, a mi csak valószínű, a közönséges életben bizonyosnak mondunk, ha t. i. a valószínűség igen nagy. Hogy pl. Julius Caesar élt, azt bizonyosnak mondjuk, mert van rá sok és hitelre méltó bizonyítvány, valamint az összefüggés más történetekkel is erősíti; hogy azonban a hét római király élt volna, azt kétségesnek, sőt valószínűtlennek mondjuk, mert az erre szolgáló tanubizonyosságok kevésbé hiteleseknek látszanak, s más tekintetek által még inkább gyengítettnek. És mégis Caesarról való tudomásunk egy nemű a hét királyról szólóval; csak biztosságuk fokában különböznek; míg az egyik oly gyöngé, hogy nem merünk reá támaszkodni, a másik oly erős, hogy benne kételkedni oktalanságnak látszanék; szorosán véve azonban az egyik esemény csak sokkal valószínűbb mint a másik; és nem oktalanság a kételkedés, mint a remény, hogy sok millió fekete golyó közül találomra majd épen az egyetlen fehéret húzom ki; ez sem oktalanság tulajdonképen, hanem fölötte gyöngé. A kételynek ily gyöngé fokait a közönséges életben nem látjuk meg; az erősebbek azonban már inkább feltűnnek. Hol most már a valószínűségnek határa, hol a mértéke oly két eseménynél, melyeket, úgy az egyiket mint a másikat bizonyosnak mondunk? Ha megtudnók találni e mértéket, úgy minden eseménynek ki lenne jelölve a maga helye; számokban lehetne kimutatni, melyik magyarázat a valószínűbb. Nehéz volna azonban a történetben és minden oly tárgyban, mely nem vezethető vissza a mennyiség viszonyaira, fölfedezni a valószínűségek mértékét. Soha sem juthatunk annyira, hogy a történeti eseményeket az évszámon kívül, még talán egy oly számmal is jelölhetnők, mely valószínűségüket fejezné ki.

De van sok más tárgy, ahol megmérhetjük a valószínűséget; és az erre használható eszközökről akarok most beszélni.

A valószínűség egész elmélete azon alapszik, a mit véletlennek szokás mondani. Hogy a feldobott pénzen fej lesz-e vagy irás? azt a véletlen hatásának tulajdonítjuk, pedig némi megfontolás után észre kell vennünk, hogy az esés módja szükségkép valami ok hatása, hogy a pénz ép oly kevésbé mozog tetszőlegesen, mint a Jupiter, hogy szóval a földobással már meg van határozva a leesés is. Észre-
veszszük azonban azt is, hogy a legesekélyebb változás a dobás módjában, más oldalt hozhat fölülre, és egy másik nagyon esekély változás ismét az elsőt stb. E változások oly esekélyek, hogy érzékeink nem elégségesek azokat egyenként észre venni, de még nagy csoportokban sem; és így nem is vagyunk képesek az egyik vagy másik eredményt önkényesen előidézni, vagy előre megmondani. Reánk nézve tehát a pénz esését a véletlen kormányozza, s ez a példa eléggé mutatja e szó értelmét. Véletlenről beszélünk, a hol nem tudjuk a hatást megelőző okhoz kapcsolni; ha nem ismerjük az okokat, vagy ha annyian vannak, hogy nem bírjuk őket elválasztani, és egyenként nyomozni a hatásig. A véletlen fogalmát magyarázó példákat nem kell soká keresni; véletlennek neveznek minden cseményt, melyhez nem juthatni el számítások, vagy más következtetések által; elveszti e nevét, ha kipuhatóljuk összefüggését okaival. Véletlen a zivatar, mely elhomályosítja a napot; de nem véletlen a hold okozta napfogyatkozás; az egyik eseménynek nem ismerjük okait; de igen is ismerjük a másikat. De volt idő, mikor a napfogyatkozást is véletlennek nevezték, és épen úgy sok, mit most véletlennek nevezünk, elveszti majd e nevét; világos egyáltalában, hogy az egész fogalom csak viszonylagos. Midőn Newton fényt derített a világ-
egyetemre, sok dolog szabadult fel a véletlen sötét uralma alól; más Newton más dolgok okait deritené fel, és gondolhatni oly ész, melynek számára mentől kevesebb véletlen maradna. Nem állítom, hogy ez emberi ész; de ha sikerülne is az embernek eloszlatni mindenütt e homályt, mégis, mi-

előtt ez megtörténék, nagyon érdekes marad a véletlen közelebbi vizsgálata; csak ez képesít a biztosság megítélésére, melylyel az oly eseményt várhatjuk, mely, bár okaival meg nem ismerkedtünk, mégis tapasztalat szerint bizonyos törvényeknek hódol.

A mit a véletlennek képzelünk alá vetve, azt szülő okaira való tekintet nélkül itéljük meg; az ily megítélésnél a tárgy lényege nem jó tekintetbe; természete egészen közönyös dolog. Kerestek tehát eszközöket, az ú. n. véletlen á t a l á n o s megítélésére, oly szándékkal, hogy ezeket minden előforduló esetre alkalmazni lehessen. Meg is találták ezen eszközt a kockajátékkal való összehasonlításban, és Bernoulli Jakab volt az első, ki 1713-ban megjelent „Ars conjectandi“ czimű munkájában utat tört, és ez által alkalmat adott a matematikusoknak sokféle későbbi vizsgálódásokra, melyek Laplace néhány év * előtt megjelent nagy munkájában most teljes kiterjedésben áttekinthetők.

Lehet egy kockát képzelni bár hány oldallal, például egy prizmát 3, 4, 5, 6 vagy több lappal; ha egyik lap fekete, a többi pedig fehér, bizonyára annál kevésbbé valószínű, hogy dobás után a fekete lesz felül, minél nagyobb a lapok száma. Két lapnál, hol egy a fekete, és egy a fehér, a valószínűség a kettőre egyenlő; ugyanazon joggal lehet várni a fekete és a fehér lapot, és soká tartó játék után bizonyára az vesztene, ki két tallért fizetne mindig, ha a fekete lap van felül, de csak egyet nyerne, ha ez a fehérrel történik. E példában, azaz két lapú kockánál a két eset valószínűségét joggal egyenlőnek mondjuk. De ha 3 vagy több lappal bír a kocka, gyakrabban lesz fölül valamelyik fehér, mint az egyetlen fekete lap; és igazunk lesz, ha inkább fehérre várunk, mint feketét. Két lapnál a valószínűség fehérre és feketére egyaránt $\frac{1}{2}$; három lapnál a fehér valószínűsége $\frac{2}{3}$, a feketéé $\frac{1}{3}$; 4 lapnál az első $\frac{3}{4}$

* Bessel ezen előadását 1839. körül írta.

a második $\frac{1}{4}$, stb. ha egy 12 oldalas kockán 7 fehér és 5 fekete lap volna, a fehér valószínűsége $\frac{7}{12}$, a feketéé $\frac{5}{12}$ lenne; ily kockával játszva 7 tallért kell fizetnem minden fekete dobásért, ha ötöt kapok a fehérért; ha kevesebbet fizetek, valószínű hogy nyerek; ha többet, hogy vesztek. Nines t. i. ok, — vagyis inkább ezt teszszük fel a valószínűség számításában, — hogy miért esnek fölül inkább az egyik, mint a másik lap; és így több fehér lap lévén, többször is kerül a fehér felülre. Ebből láthatni, hogy mikép mérjük a valószínűséget; a $\frac{1}{2}$ valószínűség az, melynél épen úgy következhetik be az egyik, mint a másik esemény; oly dologról, melynek valószínűsége $\frac{1}{2}$, nem mondhatni, hogy valószínű, de azt sem, hogy nem valószínű. De az oly dolgot, melynek valószínűsége, ha valamicskével is, kisebb egy félnél, valószínűtlennek mondunk, valamint valószínűnek azt, melynek valószínűsége nagyobb, mint egy $\frac{1}{2}$. Ily módon van eszközünk valamely esemény valószínűségét pontosan megítélni, de az alkalmazásban néha nagy, sőt legyőzhetetlen nehézségekkel találkozunk, nem lévén sokszor birtokunkban az adatok, melyektől a megítélés függ.

Ha oly kockával dobunk, melynek 7 fehér és 5 fekete lapja van, a fehér valószínűsége, mint már említettem, $\frac{7}{12}$, a feketéé $\frac{5}{12}$; ha ezer- és ezerszer dobnánk e kockával, a fehér és fekete dobások száma mind közelebb jutna a 7 és 5 viszonyához, s annál jobban minél nagyobb összesen a dobások száma. Ha nem tudnók, hogy hány fehér és fekete lapja van a kockának, az által hogy igen sok dobást tenénk, és megolvassuk a fehér és fekete dobások számát, ki lehetne tudni, hogy a fehér és fekete lapok száma úgy van egymáshoz, mint 7 az 5-höz; és az észlelet ezen eredménye annál biztosabb lenne, minél többször dobtunk volna. Két eszközünk van tehát a lapok számát meghatározni, vagy megolvassuk azokat egyszerűen a kockán; vagy megfigyeljük a hatást, melyet a kocka előidéző.

Remélem, a t. physikai társaság megbocsát, hogy ilyen soká beszéltem megszámlálásokról és más effélékről. De okvetetlenül szükséges volt ez, kijelölésére azon határnak, hol a valószínűség számítása a tényleges eseményekkel érintkezik. Ha az utoljára mondottakat valamivel általánosabban fogalmazzuk, úgy a fehér és fekete lapok ismeretlen száma a valamely eseménynek kedvező vagy ezt gátló ismeretlen okokat képviseli; a dobások megolvasása most már általánosabban azon esetek megolvasása lesz, hol a várt esemény megtörténik vagy meg nem történik, a fehér és fekete lapok viszonyszáma pedig viszonyszáma lesz azon eseteknek, melyekben az esemény bekövetkezésére számítani lehet és azon eseteknek, melyekben arra számítani nem lehet. Ha például 100-szor észleltük volna, hogy a barométer $\frac{1}{2}$ hüvelykkel esvén közép állása alá, 60 esetben vihar következett, úgy a vihar valószínűsége, miután a barométer $\frac{1}{2}$ hüvelykkel esett, $\frac{60}{100}$ vagyis $\frac{6}{10}$ volna; valószínűnek kellene tehát tartani a vihart, ha annak összefüggése a barométer állásával még teljesen ismeretlen volna is; és pedig ezt nemesak általánosságban mondhatnók, hanem még azt is, hogy 10 ily eset közt 6-szor várható vihar. Gondoljuk meg most már, hogy legtöbb tetteinket nem a biztos siker, hanem ennek kisebb nagyobb valószínűsége indokolja csak; úgy világos lesz, mennyire érdekes és hasznos a valószínűség ilyen pontos kijelölése. Mutassuk ezt példában egy hajós esetén, ki a tapasztalásból tudja, hogy a vihar neki száz tallér ára kárt okoz; ha ma nem indul utnak, úgy bizományosának 50 tallért kell fizetnie a késedelmezésért; de a barometer $\frac{1}{2}$ hüvelykkel esett, és így vagy 50 tallért kell fizetnie, vagy kitenni magát a vihar veszélyeinek; mi tévő legyen? Egyelőre úgy hiszem, meg volnának oszolva a szavazatok; az egyik a kétséges veszélyt választaná inkább, mint a biztos pénzvesztéseget, a másik inkább fizetne 50 tallért, nehogy talán még rosszabbul járva 100-at veszítsen. I g a z a azonban csakis az utóbbinak volna, mert a vihar valószínűsége $\frac{6}{10}$, tehát

tíz esetben, hol hasonló körülmények közt indul utnak, 6 vihart várhat s így 600 tallér vesztesége van; átlagban egyre jut tehát 60. Világos most már, hogy jól teszi, ha e veszteséget minden esetben 50 tallérral váltja meg.

De hányszor határozzuk el magunkat valamely lépésre, többé kevésbé bizonytalan megbeesülés alapján, a hol tulajdonkép efféle elmélgedéseknek kellene dönten; részint mert nem is fejtjük ki elég világosan eselekményeinknek indokait, részint mert nem vettük magunknak azt a fáradságot, hogy kellőleg összeállítsuk a tapasztalat által adott tényeket mérték és szám szerint.

Túl vezetne célunkon, ha a részletekig akarnók követni azon elv alkalmazását, hogy két esemény összefüggésének valószínűségét az észlelt esetek megolvasása által találhatjuk meg. De úgy hiszem figyelmeztetnem kell arra, hogy nagyon keveset használják a közönséges életben a tudásnak e bő forrását, és hogy ép ezen okból gyakran kétkedünk valamely esemény valószínűségén, hol helyes észleletek, azaz a kedvező és nem kedvező esetek megszámlálása alapján teljes bizonynyal ki lehetne mondani, van-e elégséges okunk mellette vagy ellene.

A matematikusok e tárgyban jelentékeny haladást tettek az által, hogy eszközöket találtak, melyek segítségével ki lehet számítani a biztosság fokát valamely, az észleletek nyomán valószínűnek mutatkozó eseményre nézve; világos, hogy a számítás biztossága az észlelt esetek számával növekszik. Ha pl. a többször említett kockával, melynek 7 fehér és 5 fekete lapja van, csak 100-szor dobtunk, sokkal kevésbé számithatnánk rá, hogy a fehér és fekete dobások viszonya az lesz, mint 7 az 5-hez, mintha ezerszer, tíz- vagy százezerszer dobtunk volna. De ki lehetne számítani, mily megbizhatósága van a száz, vagy ezer, vagy több dobásból kihozott viszony számnak, és e megbizhatóság oly gyorsan növekszik, hogy a valószínű hiba határai nem sokára oly

szükek lesznek, hogy a talált viszony észrevehetőleg már nem tér el az igazságtól.

Ezen elmélet segítségével lehet egyedül úgy észlelni, hogy teljesen ismerjük eredményeink megbízhatóságát. Csak az utolsó években kezdtek ebből nagy hasznot húzni, és aligha tévedek, ha azt mondom, hogy az évek egy bizonyos sora mulva, minden a tapasztalaton alapuló tudomány tankönyvének első fejezete a valószínűségi számításnak az észlelés mesterségére való alkalmazását fogja tárgyalni. Igaz, hogy nem lesznek meg tüstént az ily alkalmazásokra szükséges adatok; mert könnyen megeshetik, hogy sok, a mit mi észleletnek nevezünk, ezt a nevet meg sem érdemli; új észleletek pedig időt, és még hozzá igen sok időt vesznek igénybe; orvosi, államtudományi és hasonló tudományokban, hol az általános szabályt számtalan véletlen zavarja meg, csak későn látszik ez keresztül azon biztossággal, mely szükséges, hogy bizalmunk lehessen a nyert eredményben. Hogy micsoda fokon áll sok a közönséges életben tapasztalatnak elkeresztelt dolog, azt néhány naponként előforduló, naponként megvizsgálható és mégis teljesen téves állításból következtethetni. Így mindenki mondja, hogy holdváltozáskor az időjárás változik — mindenki azt hiszi, hogy saját tapasztalataiban számos e mellett tanúskodó észlelet foglaltatik, — pedig mi sem alaptalanabb ezen állításnál, mint ezt ötven éven át terjedő valódi megfigyelések mutatják. A hiszékenységek egy más példája, mely tapasztalatból bizonyos események összefüggését fogadja el, még sokkal csodálatosabb. St. Maloban, hol rendkívül nagy az apály és dagály, kétségbe vonhatatlan dolognak tartották, hogy halálesetek csak apálykor történnek; évszázadok óta lett volna elég alkalom e föltűnő tüneményt megvizsgálni, de soha még kétségbe sem vonták. Végre a párisi akadémia egy bizottságot küldött oda, hogy a hely színén győződjék meg e rendkívüli tüneményről. És akkor kistült, hogy egyformán hálnak az emberek, akár apadt, akár nőtt a víz,

hogy száz év óta, mint az egyházi könyvek mutatták, apály és dagálynak semmi befolyása nem volt a halálesetekre. — Fölötte tanulságosnak tartom e példákat; nem kellene messze menni, hogy hasonló, de még fontosabb eseteket sorolhassunk fel. De, ha a valószínűség számítása elvei alapján tettük volna az észleleteket, nemcsak azt tudnók, hogy sok, a mit most hiszünk, alaptalan; hanem a véletlenek seregén át is hatott volna nem egy törvény, mely nem elég átlátszó arra, hogy magától mintegy előre tolakodjék.

A mit itt általánosságban elmondtam, többször alkalmaztatott már csillagászati észleleteknél és vizsgálatoknál, a mely alkalmazásokból most egyet-mást meg akarok említeni. Így még egyszerű észleleteknél is, ha p . valamely csillagnak távolságát a tetőponttól akarjuk megmérni, soha nem kapjuk meg a kívánt adatot, hanem ennek csak egy megközelítését; minél tökéletesebb az eszköz, minél óvatosabb és ügyesebb az észlelő, annál nagyobb lesz a megközelítés; az igazságot azonban soha nem érjük el, mert valami tökéletlensége mindig lesz az eszköznek; érzékeink, bár a legerősebb nagyítás élesítse is őket, szintén okoznak hibákat; hibák támadnak a levegő rezgéséből, a beosztás megvilágításából és számtalan kisebb okból, melyeknek lehetősége meg van, de működésök számításba nem hozható. Mutatja is ezt az eredmény; ismételjük holnap a mai észleletet, más számot kapunk, és ismét mást holnapután. A csillagászat megalapítása idejében e különbségek egy fél fokot tettek ki, néhány perczet Tycho korában, míg ma oly segédeszközökkel, mint a milyenekkel az én csillagdám rendelkezik, elég bizton számíthatunk rá, hogy két észlelet egy másodpercznél többel nem tér el egymástól. Daczára e nagy megközelítésnek, ép oly keveset mondhatnám én, mint Tycho, hogy az észlelet több volna, mint a valóság megközelítése. De mi az igazságot keressük, most már hol van ez, a mai vagy a holnapi észleletben? — Nyilván való, hogy egyenlően hamis e két föltevés, nincs t. i. ok

melynél fogva az egyiket a másiknak elébe tehetnők. Így tehát a tett észleletek középértékét vesszük, és ezen eljárás szigorúan igazolható, noha a nagy Lambert felszólalt ellene. A mit e középértékben nyerünk, még mindig nem az igazság, hanem tőle valamely ismeretlen mennyiséggel eltér mely valószínűleg annál kisebb lesz, minél nagyobb az észleletek száma, és minél tökéletesebb eszközök állnak rendelkezésünkre. Számítás nélkül is be lehet látni, hogy oly észlelet-sor, melyben a középértéktől való eltérések nagyobbak és gyakoribbak, kevesebb hitelt igényelhet, mint egy másik, hol ezen eltérések szűkebb határookban maradnak; de a valószínűség számítása eszközt nyújt, ezt a határozottabban ismerni; megmutatja, mikép lehet az észleletek jóságát magát az előforduló különbségekből meghatározni; határt jelöl ki, melyen belül ép oly valószínűséggel fekszik a hiba, mint azon kívül. Ezen határt az észlelet valószínű hibájának mondjuk, és ennek segítségével most már össze lehet hasonlítani két észleletsort, vagy az abból vont eredményeket. Így tekintve a dolgot, igaz csillagászati észleletekről nem lehet többé szó; valószínű értékek csupán, a melyeket keresünk és találunk; és ugyanazon tárgyra vonatkozó több meghatározás közt az a legjobb, melynek valószínűségét a legnagyobb szám jelöli.

Tovább folytatva ezen elmékedéseket, még oly esetekben is útbá igazodunk, hol többé nincs szó egyes észleletekről, hanem oly eredményekről, melyeket különböző észleletek sorából kell levonni. Valamely égi test pályáját p. 3 teljes észlelet határozza meg; de ha száz az észleletek száma, akkor tetszőlegesen választott 3 észleletből lehet a pályát meghatározni; bizonyos azonban, hogy az észlelet maga a valódi értéknek csak megközelítése lévén, a pálya is csak megközelítő lesz; és pedig minden új meg új összeállításnál mindig mást meg mást kapunk. De a számtalan így kiszámítható pálya közt melyik lesz elfogadandó? Erre ismét a valószínűségi számítás felel; megmutatja, mikép kell az

észleletekből lefejthető számtalan pálya közül kiválasztani azt, mely a legnagyobb valószínűséggel bír. Itt az önkénynek többé helye nincs; és míg ezen elmélet kifejtése előtt meg kellett elégednie a számítónak, ha belátásához, ügyességéhez képest az észleletekkel többé-kevésbbé összhangzó eredményt hozott ki, most hatalmában áll, egészen módszeresen megtalálni a legjobbat, a mi az illető észleletekből levezethető. Így ugyan lemond ekkor a dicsőségről, melyet nyert, ha számításaiban az észleleti értékeket nagyon meg tudta közelíteni; sőt ócsárolni fogják, ha a pontosság hozzáférhető legnagyobb fokát el nem éri. — A mennyit így a csillagászok vesztettek, ugyanannyit nyert a csillagászat, és kétségbe sem lehet vonni, hogy ezen találmány következtében az észleleteknek sokkal nagyobb jelentősége lévén, e tudomány most egy év alatt nagyobb haladást tesz, mint ezelőtt egy egész évtizedben.

A mint meg lehet találni azon eredményt, mely minden más, ugyanazon észleletek nyomán nyert eredménynek elébe teendő, úgy még annak valószínű megbízhatóságát is meghatározhatjuk. Valóban nem volna elég csak azt állítani, hogy következtetéseink a legnagyobb valószínűséggel bírnak, melyre a tett észleletek után egyáltalában szert tehetünk; mert ebből még valószínűségük sem következik. Bizonyára ezen legvalószínűbb meghatározás is eltér még az igazságtól, és ki kell jelölni okvetlenül az eltérés határait, ha tudni akarjuk, hogy minő bizalommal lehetünk az eredmény iránt. Ha p. az egyik egy üstökösnek keringési idejét egyenlőnek találja 100 évvel, és ezen szám valószínű hibáját $\frac{1}{4}$ évnek, egy másik pedig 102 évet, és mint valószínű hibát 1 évet talált, úgy a két számítás közt a választás többé már nem önkényes, hanem határozottan az előbbié az elsőség. Így midőn ezen elmékedéseket először kezdem alkalmazni, az Olbers-féle üstökösnek újból való megjelenését 1887 február 9-ikére és e meghatározás valószínű hibáját 101 napra határoztam meg, úgy hogy közvetlenül

meg lehet itélni azon időközt, melyben visszatérését várhatni. Ily tárgyalás nélkül a bizonytalanság több évre terjedt volna ki, és akárki újból kezdhette volna a vizsgálatokat; most már e tett észleletekből egy meghatározott eredményt vonhatunk le; és a ki mást talál, roszzabbat talált. Minő biztos és szilárd alapot kölcsönöz így a valószínűség számítása a csillagászatnak, a mondottak után közvetlenül világos.

A valószínűség számítás ezen alkalmazásai azonban épen úgy jártak, mint minden más új dolog. Sokan, be nem hatolván szellemébe, azt fölöslegesnek, sőt kiküszöbölendőnek tartották. Delambre nem egy meggondolatlan dolgot mondott erről csillagászatában, és az angol irodalmi lapok bírálói szeretnek gúnyolódni azon, hogy néhány csillagász a continensen most az üstökösök pályáját, a föld alakját, a nap távolát, és más ilyeneket nem az igazság, hanem a valószínűség szerint határozza meg.* Könnyen elszenvedhetjük ezt, de a legnagyobb hálára kényszerítenének azon urak, ha megmutatnák, mikép kell e dolgok valóságát meghatározni; csak ott, hol az igazságot meg nem találhatjuk, ott kell megelégednünk a valószínűséggel. Mást nem tettek, nem is tehettek soha; de igazságnak nevezték sokszor a valószínűséget és pedig ennek nem is a lehető legnagyobb fokát. Pythagoras tétele valószínűségét bizonyítani senkinek sem jut eszébe, mert kimutatni tudjuk igazságát.

Soká tárgyaltam e vizsgálatok alkalmazását a csillagászatra, szerettem volna más tudományokról is beszélni, melyek közelebb érintkeznek a mindennapi élettel; de ott e tárgy nagy részben még egyáltalában kifejlődve nincs, és saját képzettségem kevés arra, hogy erre nézve önálló kísérletet tegyek. A ki szeret erről gondolkodni, beláthatja

* Talán nem fölösleges itt figyelmeztetni arra, hogy egyesek a Gauss-féle „Legkisebb négyzetek elméleté“-ről, melyről a szövegben szó van, nem ma, hanem 40 év előtt itéltek ily módon. Ford.

hogyan, a mit a csillagászatról elmondottam, csak egy példa, és hogy más-más alakban ugyanazon dolgok fordulnak elő mindenütt.

Minden, a tapasztalattól az elmélethez emelkedő tudomány észleletekkel kezdődik; a valószínűség számításától tanulja ezeknek rendezését és használatát és végre eljut a legvalószínűbb elmélethez. Így a csillagászatban a gyakorlat a valószínűségszámítás főadata, az elmélet a mechanikáé. 150 év előtt ez másképp volt; nem gondoltak sem valószínűségszámításra, sem mechanikára; de mi is volt akkor a tudomány? Chaosa egyes tüneteknek, míg most összefüggő egész, melynek egy részét erős kötelékek tartják össze. Nagyon tanulságos követni a tudomány menetét, míg ide eljutott; nem előre boesátott rendszerek juttatják a fejlődési fokra, a mint ezt máshol megkísértik; az észleletektől kért folyton tanácsot, és óvakodott olyasmit fölvenni keretébe, a mi nem ezekből keletkezett. Nem ugrásokban, hanem lassu, biztos lépésekkel érte el célját. E lépés megtartását kívánjuk minden tapasztalati tudománynak, s reméljük, hogy a valószínűség számítása a helyes ütemet nem sokára oly hangosan fogja hallatni, hogy az eltérés tőle szem- és fül-sértő lenne.

DOVE

DOVE (Heinrich Wilhelm), a jelenkor egyik legmunkásabb és legszellemdúsabb physikusa, született 1803 október 6-án Liegnitzben. — 1826-tól 1829-ig előbb magántanár, azután rendkívüli tanár a kö-nigsbergi egyetemen, s később rendkívüli tanár és 1845-től fogva rendes tanár a berlini egyetemen, valamint az általános katonai iskolában és a királyi ipar-intézetben. 1837-től fogva a berlini tudományos akadémia tagja. Tudományos munkálkodása a physikának majd minden részére kiterjed; irt értekezéseket: a villanyosság, delejesség, melegség, vilá-gosság és a látás elméletébe vágókat. A természettan majd minden részét gazdagította egy-két érdekes tény fölfedezésével. De a legna-gyobb érdemeket a meteorologia körében szerezte magának; s viszont a meteorologia a most élő tudósok között senkinek sem köszön annyit, mint épen ő neki. Ide vágó értekezéseinek száma meghaladja az öt-venet. A szél forgásának törvénye, a barometrikus szélrózsák, a lég-áramok, viharok, a melegség eloszlása a földön, a thermométer napi változásai, a májusi hideg, a légkör melegségbeli változásai kapcsolat-ban a növények fejlődésével: ezek voltak meteorologiai vizsgálatainak főbb tárgyai. Külön megjelent munkái: „Ueber Mass und Messen“ Berlin, 1833; „Meteorologische Untersuchungen“, 1837; „Die neuere Farbenlehre“, 1838; „Die Witterungsverhältnisse von Berlin“, 1842; „Die Witterungsgeschichte des letzten Jahrzehnts 1840—1850“, 1853; „Ueber die klimat. Verhältnisse des preussischen Staates“, 3. rész, 1855; „Die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde“, 1852; „Die täglichen Veränderungen der Temperatur“, 1856; „Die Rückfülle der Kälte im Mai 1857 klimatologische Beiträge“. 1857; „Das Gesetz der Stürme“ (4 kiadás), 1873. Megjelent angol és francia fordításban. „Ueber Eiszeit, Föhn und Scirocco“, 1867; „Der Schweizer Föhn“, 1868 sat. 1837-ben megindította a „Repertorium der Physik“-et, melyből 8 kötet jelent meg. A berlini ismeretterjesztő társulatban tartott népszerü előadásai: „Ueber Electricität“ und „Ueber Wirkungen aus der Ferne“, a negyvenes évek végén külön füzetben jelentek meg. Érde-meiert a berlinin kívül az amsterdami, bostoni, brüsseli, dublini, genfi, göttingai, londoni, moszkvai, müncheni, pétérvári, prágai, upszalai, bécsi akadémiák tagül választották.

Sz. K.

A VILLANYOSSÁGRÓL.

HA A TERMÉSZETET könyvhöz hasonlíthatjuk is, mely mindenkinél a szeme előtt nyíltan föltárva fekszik, mégis másfelől meg kell vallanunk, hogy a nyelv, melyen az írva van, nem mindenütt egyenlőképen érthető, hogy nem egy hely van benne, mely nehezen betűzhető ki. Sokaknak elég, ha egy futó pillantást vetnek a kitárt lapokra, kevesen lapozgatnak benne. Azokat, kik azt figyelmesen vizsgálják, észlelőknek nevezzük: a lapozgatás a kísérletező természetbuvár foglalkozása. Egyes szók oly érthetően vannak írva, hogy mindenkinek közvetlenül szemébe ötlenek: világosság, melegség, nehézség. Azért is minden nyelv megtudja ezeket nevezni, maga a vad ember is ismeri, sőt keres módot, hogy szolgálatába szegődtesse őket; tüzet gerjeszt, nem várva meg, hogy Prometheus hozza azt neki az égből. A nehézség képzete már nem oly közvetlen közel fekszik, mint a világosságé és melegségé. Hogy a test leesik, ha nincs alátámasztva; hogy alapzatát nyomja, mely esésében gátolja: ez persze magától érthetőnek látszik. Mégis Köhler * azt beszéli, hogy ezelőtt néhány évvel Adelaide gyarmatán egy ausztráliai, midőn a fűrész használatát megismerte, felmászott a fűrészszel egy fára és nyugodtan lefű-

* Bericht der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. III. p. 53.

részelte maga alatt az ágat, melyen ül vala. Nem akarunk pálezzát törni e szegény vad fölött, mert mint mondják, még Németországban is vannak emberek, kiknek fölfogó tehetségét túlhaladja, hogy a levegő ép úgy nehéz, mint más test, tehát hogy alapját ez is nyomja.

Ezek mellett az általánosan érthető szók mellett azonban — mint világosság és melegség — vannak egyebek is, titkos jelentésűek, valóságos hieroglyphpek. Csak egyet említek itt meg: elektricitás, a mi magyarul annyit tesz, hogy borostyánkő tulajdonsága. „A barbarok — mondja az ókor egy írója — ama tengerpartokon laknak, hol nekik a tenger az értékes borostyánkövet partra hányja és ők nem becsülik azt.“ E hizelgő módon említ minket, poroszokat, legelőször a történelem. Ám legyen, elfogadjuk a szemrehányást, mert ki lát nálunk még borostyánkő-ékszeret; de visszautasítjuk azt a szemrehányást, hogy nem érdekelne bennünket a lélek, mely — mint *Thales*, időszámításunk előtt már 600 évvel mondta — a borostyánkőben lakik. És minő hatalmas *psyché* működése; mennyire beteljesedett, mit a chinai *Knopho* már a 4-ik század elején jóslatszerűen kifejezett: „a mágnes vonzza a vasat, mint a borostyánkő a legapróbb magvakat. Oly valami lehellet az, a mi mindkettőt titkosan átlengi s nyilsebesen közlődik.“ És mily sokféle dolgot végez! A szikla, melyre *Edgar Lear* királyban a megvakított *Glostert* vezeti, nincs többé. Útjában volt a vasutnak, melyet *Dovertől* *London* felé akartak rakni; a galvánsodrony ime megtüzesedék az akna hatalmas lőpor-tömegében, és a mérnök intésére pompásan lecsuszamodék az egész előhegység a tengerbe. Az elsüllyedt hadihajó, a fejedelmi „*György*“ gátolta a *Themsén* a hajózást; de most már nem gátolja mert a villany tökéletesen szétrobbantotta a hajóromot. Ép úgy szegődik a művészet, mint a tudomány szolgálatába; rézbe metszi a képeket, melyeket a *Nap* daguerrotypiaira rajzolt, és kiigazítja térképeinket, megadván az egyes helyek hosszbeli különbségeit. A táviróban tudósításaink szárnyas

hírvivője; még mielőtt a szónok a szószékről lelépett volna, már mérföldekre eső helyeken nyomtatja azt, a mit a szónok az imént beszélt. Csönget, ha a kazánnak viz kell; minden űrházban jelzi az előrobogó vonat érkezését; vagy föltartóztatja azt, ha akadály van; — minden állomásról segílyt kér, ha szerencsétlenség történt. A levegős vasuton megnyitja a szelepet, hogy a levegő a csöbe ömölhessék; a lokomotiv kerekét erősen odaszoritja a sinhez, midőn annak kapaszkodón kell fölmennie. Minden öt perczben följegyzi a hőfokot és a barométerállást, mialatt az észlelő nyugodtan alszik; annyi órát szabályoz, a mennyi tetszik, úgy, hogy tökéletesen egyformán járnak, a mi magának a hatalmas Károlynak sem sikerült. Megméri az olvasztó-kemence izzó hevét ép úgy, mint a holdvilág alig észrevehető melegét. Megszámlálja a harmadperczeket ama két pillanat között, midőn a golyó az ágyú csövét elhagyja, és midőn az a czéltáblába csap; és mily szerény, ha jutalmát kéri: egy ezüstgarasért megaranyoz egy aczélszemüveget, és még mindig türelmesen várja azt a 100,000 forintot, mit neki a német szövetség ígért. És mily szívesen segít az utazón! Újra összeszedi azt az ezerféle szükséges apróságot, ernyőket, táskákat stb., melyek az egyes állomásokon maradtak; megrendelte a postalovakat, melyek ránk az utolsó állomáson várakoznak; s hogy köszönjük neki, ha a vendégfogadóba lépve a vendéglős azzal a hírrel fogad: szobája fűtve van, a mint táviró útján rendelte.

Ha arra a rengeteg távolságra gondolunk, mely a papirosdarabka és a megdörzsölt peesétviasz közti láthatatlan vonzást az imént felsorolt villanyos működésektől elválasztja, azt kellene hiununk, hogy Thales ideje óta a tudomány munkája soha meg nem volt szakitva. De nem úgy van. Két egész évezreden át megelégedtek azzal, a mit már a görögök tudtak. Csak 1600-ban mondja Gilbert: „az a képesség, hogy megdörzsölten könnyű anyagokat — bármifélek legyenek is ezek, fémeket, fát, leveleket, sőt

vizet vagy olajat — magához vonz, nem csupán a borostyánkő sajátja, azé a megsűrűdött földnedvé, melyet a tenger hullámai fölvájnak és a melybe repülő rovarok, hangyák és férgek — mint örök sírba — vannak temetve. E vonzó erő igen különféle anyagok — például üveg, kén, peesétviasz és minden gyanta, hegyi kristály és minden drágakő, timsó és kősó — egész osztályának tulajdona, a mint ezt láthatjuk, ha télen a levegő hideg és derült.“ Így tehát csak a 17-ik századdal kezdődik a villanyosság tanának fejlődése. A természettudományok, mint Észak-Amerika, még fiatalok; mindkettő büszke arra, hogy nincs hosszú történetök, hanem egy évtized alatt egy évszázadot élnek át. Ily gazdag tárgyat egy rövid óra alatt csak jelezni lehet, s azért a nagy-rabecsült gyülekezet elnézését a töredékes előadásért előre is igénybe kell vennem.

A 17-ik század három első negyede eltelt a nélkül, hogy Gilbert észrevételei valamivel gyarapodtak volna. 1671-ben jelent meg a nagy választófejedelemnek ajánlott híres munka, *Experimenta Magdeburgica*; ebben *Guericke Otto*, Magdeburg polgármestere, leírja a légszivattyú föltalálását és veltett kísérleteket. Nem tartozik tárgyunkhoz, hogy lefessük a hatást, melyet ama kísérletek keltettek, midőn 16 ló nem volt képes legyőzni a levegő nyomását, mely két kiszivattyúzott féltekét egymáshoz szorít; hisz minden berlini tudja, hogy a fegyvertárral szemben, a királyi könyvtár helyiségeiben vannak felállítva ama tudományos diadalemlékek; az első légszivattyú és a magdeburgi féltekék. E helyen *Guericke*nek csak villanyossági fölfedezéséről szólunk, melyek ama műben közölve vannak. Gyermekefej nagyságú kéngolyót húzott egy rúdra, s azt fogantyú segítségével forgatta, reá helyezett keze pedig volt a dörzsölő szer. — Meg volt tehát legalább csirájában a villanygép. Azt vette észre, hogy a dörzsölt golyó könnyű testeket magához húzott, aztán mindjárt eltaszította, és hogy most már az eltaszítottak más testek által vonzattak s csak aztán megint a

golyó által, ha amazokat megérintették. Rájött ily módon, hogy a villanyosság valamely más testtel közölhető, s ebből ismét elvezethető. Ő hallott legelőször serezegést is és látta, hogy a golyó sötétben világít. Így tűnt föl a villanyfény szelíd ragyogással azon a helyen legelőször, hol kevéssel előbb Tilly véres üszke lobogott. „Egyéb figyelemreméltóról — mondja tovább — mi a golyón mutatkozik, hallgatni akarok. A természet gyakran bámulatos csudákat mutat a legjelentéktelenebb dolgokon, de ezeket csak azok ismerik föl, kik éles megfigyelő tehetséggel felruházva, a tapasztalást kérdezik meg.“ Ha még oly gyenge volt is az az első villanyfény, mégis már kevéssel azután Dr. Wall-t arra a meggyőződésre vezette, hogy a villámban hasonló természeti erő működik. Nagy darab borostyánkővet gyapjával dörzsölvén — mint mondja — világos fényláng érte újját, mely egészen érezhetőleg, váratlan lökással vagy szélhez hasonló fúvással érintette őt. Úgy látszik, mondja tovább, hogy ez a fény és serezegés némiképen a dörgést és villámot ábrázolja.

Végre a 18-ik század kezdetével határozottan tágulni kezd a villanyos tünemények köre. Grey, egy angol, történetesen észrevette, hogy mialatt egy üvegesövet dörzsöl, a csöbe dugott parafa is magához húzta a könnyű testeket. Ez őt arra a meggyőződésre vezette, hogy a villanyosság jóval nagyobb és hosszabb testekkel is közölhető. Zsineget kötött tehát a parafára és a dörzsölt esövet kitartá az ablakon, úgy, hogy a zsineg vége a föld felett lebegett. A mint aztán ő fenn dörzsölt, a polyva az udvaron fölfelé szökdelt; a kísérlet a legfelső emelet ablakából is sikerült. Hogy a kísérletet nagyobb távolságokra is vizsgálat alá vesse, vízszintes irányt kellett választania. A kenderzsineget tehát selyemszálakkal fölaggatá, és a kísérlet 666 lábnyi távolságra sikerült; de azonnal meghiusult, a mint egy történetesen elszakadt selyemszál helyébe zsineget vagy vékony vassodronyt tett. Így ismerték föl először a vezetők

és nemvezetők, vagy szigetelők közti fontos különbséget. Ki ne ismerné fel a tisztelt jelenlevők közül e vízszintes zsinokban a vasutak mellett vezetett rézsodronyt, a selyemzsinórokban a száraz faoszlopokat, melyeken az vezetve van, hogy a földtől elszigetelje. Ha a harmat leverődött, Grey kísérletei nem sikerültek; a távirás is nehezebb, ha az oszlopokat erős eső megnedvesíti. Egész csomó testet vizsgált meg vezető-képességekre nézve. Élő csibe selyemre fölfüggesztve és a villanygéppel összekapcsolva, maga is villanyos lett. E rendkívüli tüneményből más szerves testek hasonló képességére lehetett következtetni, s nemsokára egy fiú függ a selyemzsinórokon, és Grey bámulatára, ki üvegesövét a fiú lábához tartja, villanyos vonzóerő mutatkozik a fémleveleskék iránt, melyeket fejéhez közelítenek. Szappanbuborékokon észleli a folyadék vezető képességét; de mennyire meg van lepetve, midőn az üvegesővel érintkező víz ujja felé emelkedik és a vizdomboeska tetejéből fénylő serezegő szikra tör elő. E fénytüneményt nemsokára du Fay és Nollet állatokon látták. Egy selyem vánkosra helyezett fekete macska, midőn szőrét simogatták, szikrákat adott, és látszott a mellett magaviseletéből, hogy mily fájdalmasan érzi az ő vezető képességét. Ekkor aztán du Fay önmagát függeszti föl selyem hálóba; de ki irhatja le az ő és Nollet bámulatát, midőn ez utóbbi du Fay testét megérintvén, belőle tüzes szikrát lát ujjába átugrani, s a mellett mindketten szűró fájdalmat éreznek. Vízről és az emberi testből tüzet előpattogni látni: valóban annyira új volt, hogy az embernek látnia kellett, hogy elhihesse.

A vezető lényege az, hogy minden pont a többivel együttesen működik, míg a nemvezetőnek mindegyik pontjával egyenként lehet közölni villanyosságot, vagy tőlök elvezetni, a nélkül hogy a többiek az által érdekeltetnének. A vezető, ha előbb villanyoztuk, az érintésre egy nagy szikrát ad, ezzel minden pontja elveszti villanyosságát; a nemvezető sok kicsinyt egymás után, t. i. mindig csak

az a pontja, melyet közvetetlenül érintünk. Ebből világos, hogy nagyobb villanyos hatásokat csak úgy érhetünk el, hogy ha a dörzsölt test mellé vezetőt állítunk, melynek azonban elszigetelve, azaz a földtől nemvezető által elválasztva kell lennie. Ez a célja az úgynevezett konduktor-nak; nagyobbításával a hatás öregbedik, mert a nagyobb tömegben egyidejűleg több pont működik együttesen, mint a kisebbben. Csak akkor, midőn a konduktossal kiegészítették lett kész Guericke Otto villanygépe. Winkler Lipesében már lényegesen megjavította, a kéngolyót üveggolyóval cserélte fel és a dörzsölésre bőrvánkost alkalmazott. Bose Wittenbergában hozzácsatolta a konduktort, egy pléh csövet, melyet eleinte gyantalepényen álló emberrel tartatott, később selyemzsinórra függesztett fel. Minthogy a dörzsölő szer a gömbhöz nem igen fekszik hozzá, azért Gordon Erfurtban a gömböt üveghengerrel pótolta. Mindezek a fölfedezések 1742-re és 1743-ra esnek. Csak 1760-ban alkalmazta Planta, a Haldenstein-féle seminarium alapítója a korongot, gépeinknek most használatos alakját.

1744. január 23-ikán tartotta a Nagy Frigyes által alapított berlini tudományos akadémia első nyilvános ülését fényes gyülekezet előtt. Ily ünnepies alkalomra rendkívüli meglepést tartottak készen. Dr. Ludolf elkérte egyik jelenlevő udvari lovag kardját, és azzal, villanyszikra segélyével, kénaethert gyújtott meg. Így gyújtott a Magdeburgban feltűnt fény csak 73 évvel később és pedig legelőször Berlinben.

Azonban minden eddig feltaláltat elhomályosított a nagy fölfedezés, melyet Kleist camini (Pomeraniában) kanonok a következő év november 4-én dr. Lieberkühnnel Berlinben levélileg közölt. Észrevéve ugyanis, hogy egy szeg, üvegesébe erősítve, melybe higanyt töltött volt, még akkoráig hallatlan villanyos hatást létesített, mert az előtörő ütés karját a válláig megrázkódtatá. A következő évben Cunaeus Leydenben ugyanazt tapasztalta. Palaczkban

vizet akart villanyozni, s e végből a dugón át a vizig sodronyt vezetett, melyet aztán a géphez tartott. A mint a palaczkot ki akarta nyitni, erős ütést kapott. Ez okból a mindkettőjük által, egymástól függetlenül, feltalált palaczk neve: a Kleist-féle vagy a leydeni palaczk. Lényeges részei: két egymáshoz közel levő vezető, melyek nemvezető által el vannak választva. A palaczkban a folyadék és kívül a figyelő keze volt a két vezető, melyeket nemsokára fémborítékkal cseréltek fel. Minthogy a hatás a boríték nagyságával növekszik, azért szerencsés gondolat volt sok kisebb palaczkot úgy kapcsolni össze, hogy a külső borítékok egymás közt mindnyájan fémi összeköttetésben legyenek, ép úgy valamennyi belső. Az ily kapcsolatot telepnek nevezük. Feltalálója Gralath Danzigban.

Minő rettenetes benyomást tettek e tünemények az első figyelőkre, kitűnik a leírásokból, melyek reánk maradtak, Muschenbroek csak két nap mulva volt képes ijedtségéből magához térni. Egy második ily ütést nem tartanék ki, írja Réaumur nek, ha mindjárt Franciaország koronáját ajánlanák is nekem. Winkler az ütés után rángatózást érzett testében, forró láztól félt, mert több napig olyasmit érzett, mintha kö lebegett volna feje előtt. De neje még sem állhatott ellen kíváncsiságának; azonban a professorné asszonyomat úgy megrázta, hogy alig tudott bele járni. Csak tizennégy nap mulva mert egy második dósist, de több aztán nem kellett neki. Bose azt kívánta, bár csak ettől az ütéstől halna meg, hogy halála a párisi akademia évkönyveiben feljegyeztessék.

Igen gyorsan elterjedt e nevezetes fölfedezés híre Európában; a vásárokon abban az időben mindenfelé látta az ember e készülékeket működni; Franciaországban — a világ e legkonzervatívabb országában — még ma is. 1845-ben a Champs-Elysées-eken a júliusi ünnepen adattam magamnak egy ütést egy sousért, de nem volt már többé az eredeti hatása. *C'est drôle*, mondá a láncban mellettem álló; ez

volt az egész, Franciaország koronájáról már nem volt többé szó.

Most, midőn minden észlelő módokkal rendelkezik, hogy jelentékeny mennyiségű villanyosságot gerjeszsen, a megfigyelt részletek annyira felszaporodtak, hogy felsorolásuk fárasztó volna. Állatot öltek, fémeket olvasztottak, gyulékony anyagot gyujtottak, rozsz vezetőt szétrepesztettek. Eredménytelenül kinoztak szegény betegeket, a mint később ép oly haszon nélkül a galvanismussal, és legujabban a delejvillanyossággal. A villám tüneményeivel való hasonlatosság mind határozottabban előtérbe lépett. Alakja; a legmagasabb tárgyakat, főleg fémeket kereső iránya; gyujtó képessége; s az, hogy szerves és szervetlen testeket szétrombol, kapcsolatban azzal a megfigyeléssel, hogy erősen villanyozott test a jó vezetőnek hozzá közelített csücsa által villanyos erejét majdnem egészen elveszti; — mindez a philadelphiai Franklint arra a gondolatra vezette, hogy a csücsök elvezető erejét jó lenne a villámnak valószínűleg villanyos anyagára is alkalmazni. Hogy a csücsöcsal lehetőleg közeledhessék a felhőkhöz, a fémesücsöt sárkányra erősíté, melyet sodronnyal átfont zsinegen föleresztett. A sodronny az elszigetelt alsó végen szikrákat adott; vonzást és taszítást mutatott, palaczkokat töltött; és ha a földdel fémi összekötésben volt, hatástalannak látszott. Ez vezette Franklint a villámhárító szerkesztésére, mely a lecsapó villámnak kiszabja a rombolás nélkül követendő utat. Egy villámverte ház mintáján * mutatta meg a berendezést kiesinyben; de Észak-Amerikában eleinte vallásos aggodalmak támadtak, hogy az égi tűz ellen még se kellene magukat védelmezni. Így történt, hogy az első villámhárítót Németországban báró Diebitsch állította fel. Félték is a villámot lecsalni, s

* Egy ház alakú régi fajta készülék, melyen a múlt században a villanyszikra járását mutatták meg. Itt-ott még ma is látható régebbi physikai muzeumokban.

ez okból II. Frigyes megtiltotta, hogy Sanssoucira villámhárítót állítsanak. Ha e fölfedezés előbb történik, a középkor egynemely építészeti emléke bizonyára megmaradt volna. Most legalább nagyobb biztosságban lakunk a puszkaporos raktár közelében, s a hajók elsüllyedésének is egy oka megszűnt. Franklin érdemeit, mint államférfit és természetbuvárét, d'Alembert e hexameterbe foglalta:

„Erripuit coelis fulmen, sceptrumque tyrannis.“

Bármennyire fontosak is azonban az eddig említett haladások, aránylag még sem lett pozitív eredményök. Mert maga a villámhárító csak elfordít egy meglevő természeti erőt onnan, hol az ártalmas; de nem kényszeríti az ember szolgálatára. Az egész vizsgálódás iránya is még hamis volt; a villanyosság lényegesen hasznos oldala csak akkor lép előtérbe — nem midőn a villanyosság gerjesztetik, de sőt inkább, — midőn a villanyozott testek eredeti villanytalan állapotukba visszatérnek.

Ha üvegrudat egy darab selyemszövettel dörzsölünk, mind a kettő villanyos lesz. De valamint két delejtű északi végei egymást taszítják, s a déliek ugyanezt teszik, ellenben északi a délit vonzza: épen úgy a villanyosság ható körében is kerülik az egyneműek egymást, s a különeműek vonzódnak. Két golyó, mely a megdörzsölt üvegrudat érintette, egymástól ellökődik; — ép úgy más két golyó, mely a dörzsölt selymet érintette; de az előbbi golyók közül mindenik élénken vonzza az utóbbiakat. Tehát mind a két dörzsölődő test villanyossá lesz, de ellentétesen: az egyik igenlegesen, a másik nemlegesen; ez a Lichtenberg által fölfedezett ábrakon tisztán mutatkozik. További vizsgálódások által ebből következő képzet alakult. Minden testben, ha a maga eredeti állapotában van, a természettől meg van mind a két villanyosság; de minthogy csak egymással foglalkoznak, kifelé hatástalanok. Ha e kettő folytonosan egyesülve maradna, örök béke uralkodnék, de minden élet nélkül. De ez az örök béke kívülről megzavartatik;

mert élet a természet czélja, s e végből mindenütt elvetette a meghasonlás magvait. Az üveg nemleges villanyossága annak igenlegeséhez van kötve, de érzi, hogy ez az összeköttetés kényszer, mert nem szabad választás eredménye. Jöjjön csak az üveg a selyemmel szorosabb érintkezésbe, az üveg nemlegese érzi, hogy a selyem igenlegese erősebben vonzza őt, mint az ő igenlegese. Megoldja természetes bilincseit, hogy önmaga választotta békókba verje magát. Ez által az üvegen az igenleges, a selymen a nemleges szabaddá lesz. Mit tesznek; felhasználják szabadságukat? Nem; az egyesülés vágya pillanat alatt fölébred bennük, — és hogy repülnek egymás karjaiba, ha találkoznak! A Hold és Föld közti tér választja el őket, mégis egy másodperc alatt átszelik; felhő tornyosul közéjük, de a villám áthatítja azt, és hangos dördülettel hirdeti, hogy az akadályt legyőzte; mi magunk is elválasztva akarnók őket tartani, de összéráz bennünket anügy igazán; — és érezzük ily erőszak ellenében a magunk gyöngeségét. A hideg fém megizzik azon a helyen, hol találkoznak; sőt maga a delej fölébred egy pillanatra elmélyedéséből, ő, ki mindig északra tekint; oldalt fordul és gondolja — midőn látja, hogy azok hogyan ölelkeznek, — miért marad mindig távol tőlem az, mi után vágyódom!

És most már képzeljenek oda egy physikust, kinek pontosan számot kell adnia mindenről, a mi végbe megy; képes-e nyugodtan észlelni egy megmérhetetlen pillanat alatt?! Meg kell vallaniok, hogy ez méltatlan kívánság. De talán igen élénk a szinezés. A Hold és Föld közti távolságot átszelni egy másodperc alatt: könnyű mondani, de honnan tudjuk ezt? a villám ugyan rövid ideig világít, de mégis látunk mellette, tehát némi tartamának mégis kell lenni.

Gyorsan körüllobált parázs tűzkört képez, mert az egymást gyorsan követő benyomások a szemben egymáshoz sorakoznak, úgy, hogy a testet, melyet egy másodperczben 8-szor látunk ugyanazon a helyen, szakadatlanul ezen a helyen veszszük észre. Ha ugyanazon egy helyen különböző tár-

gyak gyorsan váltakoznak, pl. kék és sárga: a benyomások elegyülnek, zöldet látunk. Egy kemény papír-korongot befestek czikkesen sárgára és kékre, úgy tehát, hogy az első, harmadik, ötödik czikk sárga, — a második, negyedik, hatodik kék. Legyen száz cikkek: ötven sárga, ötven kék. Ezt a korongot egy pörgettyűre erősítem; forduljon ez tengelye körül másodpercenként egyszer, úgy egy századrész másodperc múlva el, míg egy kék cikkek arra a helyre jut, a hol épen a sárga volt. Ekkor tehát a korongot már egyenletesen zöldnek látjuk; természetesen még határozottabban, ha a pörgettyű másodpercenként 1000-szer fordul tengelye körül, mert ekkor csak egy százezredrész mp. telik el, míg a sárga helyére kék lép. Most ezt a pörgettyűt sötét szobában forogni hagyom; a szobát ime egy kisülő Kleist-féle palack villama hirtelen megvilágítja. Mit látok? a kék és sárga cikkeket élesen határolva egymás mellett. A szikra világitása tehát nem tartott addig, míg a kék cikkek a sárga helyére mehetett volna, tehát nem tartott egy százezredrész másodpercig. De ez a határ még igen tág. E kísérletek eredménye az, hogy a keresett időtartam egy órának csak 10 milliommad része.

A villámvilágítás tartama alatt tehát a természetben semmi mozgás sem figyelhető meg. Az előtt puska-golyót a levegőben állni látnók.

Az ellentétes villanyosságok egyesülése helyét villanyáramnak nevezzük. Gondolom, hogy jogosnak fog látszani, hogy pillanatnyinak nevezzük azt; reményem is, hogy a múlt század physikusai kimentődnek, ha előttük egy oly gyorsan elmuló tüneménynek lényeges oldalai elrejtve maradtak. Megkísértették, természetesen eredménytelenül, hogy meghatározzák azt a sebességet, melylyel a villanyos ellentét kiegyenlítése hosszú vezetőkben történik. Dr. Watson 1748. augusztus 5-én Shooters Hill mellett egy 12276' hosszú szigetelt sodronyon át egy villanyos palackot sűtött ki. A sodrony közepén abban a pillanatban érezte az ütést, mely-

ben a szikra a másik végen átpattant. Csak újabban Wheatstone-nek sikerült ezt a sebességet megmérni.

Vegyük fel, hogy a terem közepén egy villanyos palaezk áll. Ennek a gombja mellett kezdődjék egy sodrony, mely száraz rudakon Potsdamig vezetve, ott visszaforduljon, visszatérjen ide a terembe, a palaezknál ismét visszaforduljon, és az oda-ide való utat mégegyszer megtegyje, úgy azonban, hogy a négy egymás felett levő sodrony ne érintkezzen. A sodrony második vége a külső borítéknál végződjék, de ott szintén ne érintse. A palaezk kisütésekor egyidőben két szikra ugrik át, a mi egészen rendjén van. Most azonban itt a teremben a visszafordulás pontjánál ketté metszem a sodronyt; ekkor az egész vezetés közepén egy harmadik szikra támad. Az igenleges és nemleges villanyosság azonban, mely e helyütt egyesül, miután a teremből távozva ide ismét visszatért, azalatt Potsdamot megjárta. Ha ezen utazásra semmi idő sem kellett, úgy mind a három szikra egyidejűleg jelentkezik, tehát a terem csak egyszer világosodik meg; ha azonban bizonyos idő elmulik, úgy a középső szikra később pattan át: a terem kétszer világosodik meg. Ha a palaezk mellett óra áll, melynek számlapján egy mutató gyorsan körülforog, az elfolyó idő alatt a mutató nem fog állva maradni, tehát a második szikra tartama alatt másutt fogom látni, mint az első alatt. Ha a két helyzet közti különbség egy századrész másodperc, úgy a villanyosság egy másodperc alatt 1600 mérföldet futott meg. De még gyorsabban járt, figyelésünk módja tehát még igen kezdetleges. Mást kell választanunk.

Egy oly eszközt fogunk használni, melyről feltehetem hogy ismerik: egy tükröt. Ismeretesnek feltételezem továbbá azt, hogy miképen kell abba nézni, hogy az ember magát benne lássa. Minden más helyzetben — mint ebben az ismeretben — az ember nem magát látja, hanem valamely más tárgyat, hogy melyet, az a tükr- és látás-tengely egymáshoz való hajlásától függ.

Ha a tükör hajlását egy kevésbé változtatjuk, a látott tárgy tovább mozdul, hogy másiknak adjon helyet. Ha a tükör függőleges tengely körül nagy sebességgel forog, például 800-szor fordul meg másodpercenként, és a három szikra függőleges vonalban éppen egymás felett ugrik át: a tükörben is éppen egymás felett fogjuk azokat látni, mert bármily gyorsan forogjon is a tükör, egy pillanatban csak egy helyzete lehet. De ha a középső szikra elkésik, megjelenésekor a tükör már valamivel tovább fordult; a szikra képe tehát valamivel oldalt eltolva fog látszani. S valóban így van. Hogy mennyire, azt meg lehet mérni, ebből meghatározhatni a tükör forgásának mennyiségét, azaz az időt, melyre a villanyosságának szüksége volt, hogy innen Potsdamig és vissza utazzék. Nagyon csekély ez, mert az ut, melyet a villanyosság egy másodperc alatt megtesz, nagyobb, mint a Hold és Föld távolsága: körülbelül 60000 mrföld. A reá fordított időt tehát minden földi távolságra elenyésző csekélynek tekinthetjük. Legyen a megszakadás helye nem itt a teremben, hanem Parisban, feltéve hogy a sodrony odáig folytatódik, a szikra ugyanabban a pillanatban fog ott jelentkezni, mint itt. Ha itt a kísérletet éppen délben tenném, a párisi figyelő órája csak 11 óra 16 percet mutatna, mert a napnak 44 perczre van szüksége, hogy Berlintől Párisig menjen. Így találom, hogy milyen messze fekszik nyugatra Páris Berlintől; s ezzel meghatároztam a két hely földirati hosszúságának különbségét.

Minő fontos fölfedezések várhatók most már, ha sikerülne változatlan terjedési sebesség mellett a pillanati villanyáramot folytonossá átváltoztatni. Ezt a feltételt teljesíti a galvanismus, az új alak, melyben a villanyosság a 19-ik században föllép; kezdetét Volt a oszlopának feltalálása jelzi. A villanyosság a physikus dolgozó szobájából kilép az életbe, incognitója tovább már nem őrizhető, letesz tehát róla.

Ha közelebbről vizsgáljuk az eddigi felfedezések folyamát, azonnal belátjuk, hogy a lényeges előhaladást az eszközölte, hogy a nemvezetők helyébe — ezeket tartották az egyedüli villanygerjesztőknek — mindinkább a vezetők léptek. Az egymást dörzsölő két testhez legelőször egy vezetőt, a konduktort kapcsolták volt, s csak ez tette vala a szembe nem tűnő hatásokat szembetűnökké. Sokkal nagyobb mértékben történt ez, midőn a Kleist-féle palaczkban két vezetőt egy nemvezetővel kötöttek össze. Most már csak az volt hátra, hogy az utolsó nem vezetőt is vezetővel cseréljék fel. Ezt megtette a galvan-láncz.

Galvani tanár előadó termében Bolognában egyik hallgató épen egy szétvagdalt béka idegeit érinté kezével, midőn egy másik hallgató az onnan nem messze lévő villanygépből szikrákat csalt. Abban a pillanatban élénken rángatózék az élettelen béka, és pedig mindannyiszor, valahányszor a szikra átesapott és a béka-vezetővel érintkezett. Mutatták Galvaninak, ki e felett igen elbámult. Gondolatának menete következő vala: az élő béka czombjai rángatóznak, ha akarja; az élettelené, ha környezetében villanyos kísérletet tesznek. Ha tehát a kihalt életerőt az élettelen testben villanyossággal ismét fel lehet ébreszteni: akkor annak magának villanyos természetűnek kell lennie. Az élő test tetszőleges mozgása tehát egy benső állati-villanyosság következménye.

Az a nézet, hogy eleven villanygépek vannak, nem oly vad, mint látszik. Vannak villanyos halak, melyek a legerősebb ütéseket képesek osztogatni: az Olaszországban honos zsibbasztó ráják, és különösen a Dél-Amerikában előforduló erős zsibbasztó angolnák, melyek gyakran lovakat megkábítanak úgy, hogy azok mocsárokbá fulladnak. De mindamellett valami csodálatos dolog az: élő villanygépet képzelni úgy, hogy ez az elfogulatlannak eszébe sem ötlük. Midőn néhány évvel ezelőtt Londonban az Adelaide-csarnokban lévő nagy zibbasztó angolnával magamnak ütéseket adattam,

melyek egész testemben megráztak, egy hölgy lépe hozzám, és kérdé, hogy mit csinálok. Válaszolám, hogy a hallal villanyos ütéseket adatok magamnak. „És ez az úrnak saját találmánya?” kérdezé tovább. Azt hitte ugyanis, hogy én tanítottam volt meg a halat e mesterségre, — oly megtisztelés, melyet vissza kelle utasitanom.

Galvani már most tudni akarta, vajjon a levegő villanyosságának is meg van-e az a képessége, hogy a halottakat felébreszti. Átfúrta tehát a béka gerinczét sodronnyal, ezt horoggá hajlítva, a békát kertje vasrácsára akasztá. A mint a horgot a vas rostélyon megerősítette, a béka ezombja ennek egyik oszlopát érinté, abban a pillanatban rángatózott a béka. További kísérletek kiderítették, hogy ugyanez a szobában is sikerült, csak azt a feltételt kellett teljesíteni, hogy a két fém, melyeknek egyike az ideget, másika az izmot érinté, egymás közt is érintkezésbe hozassék. Ez megerősíti nézetemet, kiálta fel Galvani, a békacozomb Kleist-féle palaezk: az ideg-szalázat a belső boriték, a hús a külső; ha a kettőt összekötöm, a palaezk kistül.

De ezzel ellenkezett az, hogy a rángatódzások igen gyengék valának, sőt kellő vigyázat mellett megszűntek, ha a zárlatot csak egy fém eszközölte; ellenben élénkek két fémmel és igen különbözően erélyesek e fémek választása szerint. Ez aztán rávezette Voltát a talány megfejtésére, Galvani — mondá ő — a tünemény okát hamis helyen keresi; nem az állati testben van az, hanem azon kívül; nincs itt új természeti erő: állati villanyosság, hanem a mi régi közösleges villanyosságunk; új a gerjesztési mód, fémek érintkezése által. Erre az orvosok mind egy szálíg kikeltek Volta ellen; nem akarták megengedni, hogy a valahára megtalált életerőt ismét elragadják tőlök. De Volta nem az a férfi volt, ki elijeszteni engedje magát; a ti békátok, kiálta fel ő, a villanyosság szempontjából semmi egyéb, mint nedves test; nincs szükségem rá, jó helyette egy darab nedves rongy. Nedves posztószeletet tett két fém közé és sok helyen ilyen

galvanlánczot rakott egymásra. A Volta-féle oszlop fel volt építve, nevének örök emlék- és érdemoszlopa, a mint azt Steffens nevezte. Ki ismeri fel mostani galvan-elemeinkben eredeti alakjukat: a pohár savában egy élettelen békát, a réz- vagy a platina-lemezben egy horgot, a zinklemezben egy vas-rácszatot. Valamint Thomas Young, a physikus, a nyelvészetre adta magát, és a damiette-i kő hieroglypheit kibetűzte: úgy oldotta meg egy másik physikus, Volta a leghomályosabb talányok egyikét, melyet az örökkön élő sphynx, a természet, a physiologoknak megfejtésre feladott. *Voilà l'image de la vie!* mondá Napoleon, mély elgondolkozás után, Corvisardnak, midőn az oszlop bámulatos hatásait először látta; és azonnal 100,000 frank jutalmat tűzött ki oly felfedezésre, mely ennek méltó társa lenne.

Mint hogy valamely galvan-láncz lényeges részei két fém és egy folyadék, azért ezekből számtalan combinatio volt lehetséges, melyek közül a legalkalmasabbakat kellett választani. Ezt az óriási munkát Ritter vállalta magára egy Liegnitz melletti faluban, ezen vizsgálódásoknak majdnem érzékeit áldozván fel. Fölfedezte a töltött oszlopot és ezzel a cserehatások ama csodás sorát nyitotta meg, mely később Oersted, Faraday, Seebeck és Peltier fölfedezései által az egyes természeti erőket mindinkább szorosodó kötelékekkel szerves egésszé kapcsolta össze. De korán elhalt, mint egykor Günther, kimerülve a folytonos munka, bú és sivár élet által. Kitűnt nem sokára, hogy némely kísérlet egynehány nagy lemezpárral jobban sikerül, mint sok kicsinyvel; s általában minden készüléken egyik hatás jobban mutatkozik, mint egy másik. Azonban e pontnál évek hosszanta tapogatóztak a sötétségben. Ekkor, mint vezéresillag a sötétségben, jelent meg a Galvanismus Elmélete, 1827-ben Ohm től, ki akkoriban Berlinben, most [1847] Nürnbergben él. Megmutatta, hogy — mivel maga a készülék csupa vezetőkből áll — a villanyfolyam nemesak a zárlaton megy át, mely a két sarkot összeköti, hanem ma-

gán a készüléken is; hogy tehát az ellenállás, melyre itt talál, két részből áll: az ellenállásból a készüléken kívül és benne. Ez által egy csapással meg volt oldva minden nehézség, melyek ekkoráig azért voltak legyőzhetetlenek, mert mindig csak a külső részekre gondoltak.

Ohm az ő fölfedezését egyszerű komoly nyelven adta elő, mely a valódi természetbuvárt jellemzi. Oly elméletnek, mely a maradandóság nevére igényt akar tartani, nem szabad az ő nemes származását hiú szóvirággal hirdetni; hanem azzal, hogy a szellemmel való rokonságát, mely a természetbe lelket lehel, egyszerűen és teljesen, a nyelv minden segítsége nélkül, a valóságban mindenütt bebizonyítja. Ezen elmélet fogadtatása különböző országokban különböző volt. Henry Princetonban Észak-Amerikában, ki annak végtelen gyakorlati fontosságát azonnal felismerte, mondja: midőn Ohm elméletét legelőször olvastam, úgy tetszék, mintha sötét szobát hirtelen villám világítana meg. Londonban a királyi Társaság a Copley-érmét ítélte neki oda, a legnagyobb jutalmat, melyet physikai fölfedezésekért osztogatni szokott. Franciaországban is a legnagyobb elismerésben részesült, a mennyire ott azt idegen természetbuvár várhatja. Egy odavaló physikus ezélszerűnek találta, hogy néhány évvel később még egyszer fölfedezze azt. Gondolá: *cette découverte n'est pas française, mais elle est digne d'être française.* De miesoda jutalmat aratott Ohm Németországban. Mialatt itt a legfáradságosabb tapasztalati művek jelentek meg, melyek közt különösen Fechner éi Lipszében említendők, hogy az elméletet minden oldalról a tapasztalás próbakövére állítsák: addig a tudomány, melynek feladata, hogy a teremtés nagy gondolatát még egyszer átgondolja, isteni önelégültséggel tekintett alá olympusi trónjáról e földi üzelemre. A berlini „Jahrbücher für wissenschaftliche Kritik“ Ohm elméletét „az önkény pusztá alkotásának nevezte, melyet a legfelületesebb igazolásnak látszata bizony soha sem fog érvényre juttatni. A természetbuvárlás-

nak, mondja tovább, mely a természetet szent figyelemmel kíséri, ily gyógyíthatatlan csalódás terményétől, mely a természetet lealacsonyítani törekszik, el kell fordulnia.“

Mínthogy a nemvezetőnél mindegyik pont magában hat, azért két nemvezető csak akkor hathat egymásra érelyesen, ha az egyiknek minden pontja a másiknak sok pontjával egymás után közvetlenül érintkezik. Tehát egymáshoz kell őket dörzsölnünk. A vezetőknél pusztá érintkezés által elérjük ezt; mert ha az egyiknek egy pontja a másiknak egy pontjára hat, hat egyszersmind valamennyire is. A galván-láncz tehát, vagy a Volta-féle oszlop oly villanyos készülék, mely önmagát mindig ismét megtölti, valahányszor kistül. Épen azért, midőn végeit vagyis sarkait megfogjuk, nem egy ütést kapunk, hanem a rázkodtatások szakadatlan sorát. Tehát folytonos áramot ad. Ez a villanyforrás kimeríthetetlen volna, ha a folyam — mint fennebb láttuk — nem menne át magán a készüléken is. Mínthogy azonban a folyam hatása által az oszlop alkotó részei lassanként megváltoznak, azért annak élénk működése nemsokára megszűnik. Azonban hosszabb ideig tartós marad, hogy ha a villanyosságunk szabad utat adunk, de fölbontása terményeit annyira, a mennyire lehet, elzárjuk. Ez az által történik, hogy a két fémek két különböző folyadékba mártjuk, és ezeket nedves hártával, vagy égetetlen agyagból készült fallal elválasztjuk. Ezek az állandó lánczok; csak ezek által nyeri a galvanismus azt a folytonosságot, mely a technikai alkalmazásoknál szükséges föltétel. 1821-ben Döbereiner Jénában, — a platina-tűzszerszám föltalálója — ajánlotta ezeket legelőször, és újabban Daniell hozta általánosan alkalmazásba.

Az oszlop élettani hatásain kívül, melyeket holt testen iszonyatos szélsőségig üztek, nemsokára a chemiaiak vették igénybe az általános figyelmet. 1803-ban Nicholson és Carlisle azt észlelték, hogy az oszlop sarksodronyai, melyek történetesen vízbe voltak merülve, légbu-

borékok fejlődtek. Közelebbi vizsgálódás kideríté, hogy az egyik sarknál az a lég fejlődik, mely az égést és a lélekzést táplálja: éltető lég; a másikon az, melylyel a léggömböt megtöltik és lángjainkban ég: gyulós lég. Most már tudták, hogy e két légnemből van összetéve a víz, mely tehát az oszlop sarkai közt felbomlott. Annak, a mi villanyosság által szétválasztható, gyengébb villanykötelék által kellett egyesítve lennie, s így megvolt a remény, hogy erősebb oszlopok által oly testek is szétbonthatók, melyek idáig egyszerűek gyanánt szerepeltek volt. Ez sikerült is; Davy kezei alatt egy 2000 nagy lemezpárból álló oszlop sarkain, melyet neki a parlament engedélyezett, a lügsókból és földékből új fémek léptek elő. Ez által az egész chemia átalakult. A vegyületből kilépő fém majd szabadon vagy még más testtel összeköttetésben, mint vékony lehellet csapódik le a sarki lemezre: az aczélnak Nobili-féle színábrái, a galvános aranyozás és ezüstözés ide tartozik; majd réteg rétegre rakódik tömör egészsze és hiven visszaadja a sarki lemez alakját. Ez a galvanoplastikának nevezett hideg öntés, a potsdami származású Jacobi találmánya.

A mi az oszlop sarkai között és egyéb chemiai próbáknál változatlan marad, egyszerűnek tekintendő. Ez azonban nem azt teszi, hogy talán később nem sikerülend hathatósabb módoknak felbontani az olyan vegyületet, mely előbb örökre összekapcsoltnak látszék. Mert mi képes az újabb chemia rábeszélő művészetének ellenállni. Ha még oly bensőnek látszik is a kötelék, mely a testeket egyesíti; ha még oly hiven vonzódnak is egymáshoz: mégis a harez napról-napra egyenetlenebb, mióta napjainkban most már a delejesség is a szövetséghez csatlakozott, melyet a fény, hő és villanyosság régóta kötöttek, hogy a természetes vegyületek kötelékeit minden oldalról feloldják.

A chemiai szétbontás törvényeit később Faraday találta föl. Föllépte a tudományban közvetlenül Davy fölfedezéseihez fűződik és szerfölött sajátosságos.

London intézeteiben nyilvános előadásokat szoktak tartani, melyeket csekély belépti díj mellett mindenki látogathat. Czéljuk különösen physikai és chemiai újonnan fölfedezett tényeket a lehető leggyorsabban a nagy közönség közös birtokává tenni, mely épen résztvevése által ezen intézeteket fentartja. E czél végett a legelőbbkelő tudósok sem vonják ki magukat ezen előadások tartása alól; Davy is tartott ilyeneket. Ezekhez az előadásokhoz oly igényeket kötnek, melyek alap gondolatuknak megfelelők. Tanulni akarnak, nem mulatni; az előadás fölfoghatóságát a beszéd cziczomájánál többre becsülik; türelmesen végig hallgatják még akkor is, ha az előadó a kiszabott időt valamivel meg is toldja. Tetszés és nem tetszés — mindkettő mérsékelt. Lelkesült nyilatkozatokat, — bámulatos! isteni! pompás! — az ember nem hall, legfőlebb egy halkán, de bensőleg mondott „beautiful“t. A kevésbbé vonzóról az ítélet nem: rettentő unalmas! régóta ismeretes! „curious“-nak mondják. Curiousnak neveznek oly dolgot, melyet az embernek nem kell látnia, de látnia kellett. Davy egyik előadása után egy fiatal kereskedőinas néhány kérdést intézett hozzá az előadottak felől. E kérdések annyira jellemzők, annyira a dolog velejére hatók valának, hogy Davy a kérdezősködőre figyelmessé lett. E kérdezősködő Faraday volt, nem sokára azután Davy segéde, később utóda, most első physikus. Davy minden nagy fölfedezései között — mondják az angolok — Faraday a Davy legnagyobb fölfedezése.

Habár a galván-oszlop nem képes is valamely fémét szétbontani, azért nincs reá hatás nélkül: megmelegíti — és delejezi.

A hőgerjesztés a záró sodrony minden részében ugyanaz; minthogy azonban kisebb tömegeket ugyanazon hőmennyiség erősebben megmelegít, mint nagyobbakat, azért — hogy izzék, a sodronynak vékonynak kell lenni. Ha ezt a vékony sodronyt puskaporral környezzük, az abban a pillanatban fölrobban, mikor az odavezető sodronyok a galvánlán-

ezot érintik. Ha vizen kell átvezetni, úgy el kell a sodronyokat szigetelnünk, azaz sellakkal, selyemmel, gummi-elastikummal vagy gutta-percsával bevonnunk. Így $5/4$ mérföldnyi távolságra is gyujtottak.

1819-ben Oersted Koppenhágában azt találta, hogy a galván-oszlop záró sodronya delejje lesz, és pedig oly módon, hogy a mellette felállított s vele párhuzamos delejtűk az ő irányára merőlegesen helyezkednek, és pedig különösen erélyesen akkor, midőn a sodrony — mint ezt Schweigger Halleban megmutatta — sok elszigetelt tekerődéssel a tő körül van gombolyítva. A jobbra térítés balra tartóvá lesz, ha a sodronyvégét, mely a rezet érintette, a zinkkel hozzuk érintkezésbe, és épen így a zinkvéggel összeköttet a rézhez tartjuk. A zárás pillanatában minden tő egyidejűleg fordul, akárhány áll is a sodrony alatt, és bárhány mérföldre van is ez el- és visszavezetve. A tő egyértelmű és ellentétes eltérítéseinek tetszés szerinti ismétlése által, a jegyek számát tetszőlegesen szaporíthatjuk, és ez által távirói jegyeket nyerünk. Ha a lengő tütől balra egy magas, jobbra egy mély hangú harang áll: a táviró a maga jegyeit akként mondja meg, hogy a delejtű ráút a két harangra; leírja azokat pontokkal papírszeletre, melyet egy óramű előtte elvezet. Ez a tús táviró, legelőször létesítve Gauss és Weber által Göttingában, aztán lényegesen megjavítva Steinheil által Münchenben; ő használta legelőször a földet visszavezetésre, a két állomást összekötő sodrony végeire nagy fémlapokat forrasztván, melyeket a földbe mélyesztett.

Azonban a záró sodrony nemcsak forgatólag hat a közelében levő delejre, hanem delej is delejtelen vasat, mely irányára merőlegesen fekszik. Ennek törvényeit Ampère fejtette ki. Különösen erélyes e hatás akkor, midőn a sodrony sokszoros tekervényben, — melyek nemvezető bevonattal egymástól el vannak szigetelve — a vas körül tekerődik. Egy patkó, mely egy hajtút nem bír el,

abban a pillanatban, midőn a körültekert sodrony egyik vége a réz-, másik vége a zinklemezt érinti, erős készüléknél 1000 meg 1000 fontnyi hordó erőt ér el; és elveszti rögtön, a mint az érintkezés megszűnik. Ily körül sodort patkót elektro-mágnesnek neveznek. Ez a delejesség Boroszlóban keletkezik, hogy ha az innen Boroszlóig már kifeszített sodrony ott a patkó körül tekerődik, és a föld által egy az itteni frankfurti pályaudvarban felállított galvánoszlop zinklemezével össze van kötve, és pedig ugyanabban a pillanatban, midőn én itt Berlinben az oszlopokon vezetett sodronyt a rézlemezzel összekötöm. Egy a patkó mellett levő horgony tehát ott vonzatik, midőn én itt Berlinben érintek. Ha ez a horgony harangművet tart megakasztva, ez a harang Boroszlóban most már harangozni kezd, és pedig minden őrházban, ha mindegyikben hasonló készülék van, azaz ha az összekötő sodrony mindegyik őrházban egy hasonló patkót jár körül. Ilyenek a thüringiai és sziléziai vasutak harangos jelző készülékei.

Ha a már odavonzott horgony óraművet tart megállítva és az összekötő sodrony egy ágyú torka előtt van kifeszítve: a sodrony keresztüllövésekor a horgony elszabadul és az óramű mozogni kezd. És ha a célba ütődő golyó egy második, előtte kifeszített sodronyt kettészakít, mely az órához visszatér, és ott egy második, az óraműben levő patkó körül tekerődik: annak megszabaduló horgonya az órát ismét megállítani fogja. A mutató által a számlapon megtett út a röptélés időtartama. Egy ilyen készülék, melyet az itt jelenlevők egyike tervezett, és ugyanitt Leonard órás készített, a helybeli tüzérség gyakorló terén van felállítva.

Elegendő lesz sok egyéb közül e két példát fölhozni azon elv alkalmazására, mely elvet legelőször Wheatstone az elektromagnetikus távirók szerkesztésénél érvényesített határozott sikerrel. Közelebbi berendezése most már minden nehézség nélkül belátható.

Sodorintsunk egy tengely körül zsinórt, melyen súly függ. Ez lejár és a tengelyen levő mutatót gyors körülforogásba hozza. Óramű ez inga nélkül. A lengő ingának azonban felül két körzshöz hasonló karja van, melynek szárjai végükön befelé vannak hajlítva. Ezek a behajlitott végek az inga lengésekor egy a tengelyen ülő kerék fogaiba kapaszkodnak, egyszer a bal, aztán a jobb oldalon. A kerék csak akkor szabad, midőn a lengő inga épen a függőlegesen akar átmenni; ez által a mutató folytonos mozgása lüktetővé változik. Az óra ketyegése a karok beleütődése a kerék fogaiba. Képzeljék már most, hogy a kerék fogaiba kapaszkodó kettős kar egy inga nélküli óramű belsejében levő elektromágnes horgonya; akkor, valahányszor én itt a galván oszlopot zárom, az óramű mutatója — mely egy távoli, de sodronyvezetés által velünk összekötött állomáson legyen fölállítva — egy jeggyel tovább ugrik; mert az egyik oldalon fölemelt kar fölszabadítja, melyet azonban a súly csak egy pillanatig forgathat, minthogy a másik oldalon megkapaszkodó kar azonnal megragadja. Legyen a keréknek 24 foga és legyen a mutató számlapján az ábéce 24 betűje följegyezve: úgy nekem itt négyszer kell zárni, azaz a sodrony fémi összeköttetését a galván oszloppal helyreállítani, hogy *D*-t mondjak, mert az *A* előtt álló mutató aztán az *A B C*-én keresztül *D*-re ugrik. Tehát csak az a teendő, hogy annyiszor eszközöltessék a zárás, a hányszor a betű ábéce-i helyzete kívánja. De ennél semmi sem könnyebb.

Fakorongon van egy fémgyűrű, melyen egyenlő közőkben a 24 betű be van vésvé. Mindegyik betűn egy kiemelkedő fémgombocska van. Magának a gyűrűnek van tehát 24 — egy síkban fekvő fémi kiemelkedése, és a telep zinklemezével van összekötve. A fakorong a köralakú fémgyűrű középpontjában át van fúrva, és ezen az átfürt közepén sodrony vezet a rézlemezhez. Kössük össze ezt a sodronyt a fémgyűrűvel, úgy az oszlop zárva van; szakítsuk meg az

összeköttetést, úgy az nyitva van. Hogy ezt könnyen eszközölhessük, a fakorongon valamivel fölülemelkedő sodrony egy vízszintes mutatót hord, mely kézzel könnyen körülforogatható, és ekkor a kiemelkedő gombocskákat súrolja; valamig két gombocska közt a középen áll, a fémgyűrűt nem érinti. Ha most itt a mutatót *A*-tól *M*-ig forgatom, az 12 gombot érintett, tehát az oszlop 12-szer záródott, azaz a másik állomáson a patkó 12-szer delejeztetett, tehát az ottani táviró mutatója *M*-re ugrott.

Ott tehát a távirón a mutatót azon betű előtt látjuk folytonosan állni, melyen itt a jeladó mutatóját megállítom. Mindegyik betűnél megállunk, és aztán hirtelen a közelebbire tovább forgatjuk. Különben magától értetődik, hogy a betűkön kívül még bizonyos jegyek vannak a táviró számlapján, és a jeladó fémgyűrűjére, mint számok és jegyek, melyek pl. a sürgöny végét, kérdést s i. t. jelentenek, és — hogy a két egymással közlekedő állomás mindegyikén egy jeladó és egy táviró van. A villanyáram mindig átmegy ezen a két távirón és jeladón; a gerjesztő galván-telep pedig fel lehet állítva vagy az egyik állomáson, vagy kétfelé osztva mindkettőn. Az egész zárlatkör tehát például Berlin és Frankfurt közt a következő: a berlini telep zinklemezétől a berlini jeladón és távirón át egy rövid sodrony vezet a Frankfurtra oszlopokon vezetett sodronyhoz. Ezen összekötő sodrony vége aztán Frankfurtban átmegy az ott felállított távirón és jeladón egy a földben elásott fémlemezhez. Most az összekötés a föld közvetítésével folytatódik visszafelé Frankfurt és Berlin közt. Itt szintén egy nagy fémlemez van elásva, erre sodrony forrasztva, mely a galván-telep rezéhez vezet és a sodronyt zárja. Ha valamely Berlinből Frankfurtba menő vonat jeladót visz magával, valahol pl. a legközelebbi őrházban, ezt a jeladót, ha szerencsétlenség történt, az összekötő sodronyba iktathatja s így segélyt hívhat. Ha a sodrony nincs oszlopokon vezetve, hanem szigetelő bevonattal, például gutta-peresával ellátottan a

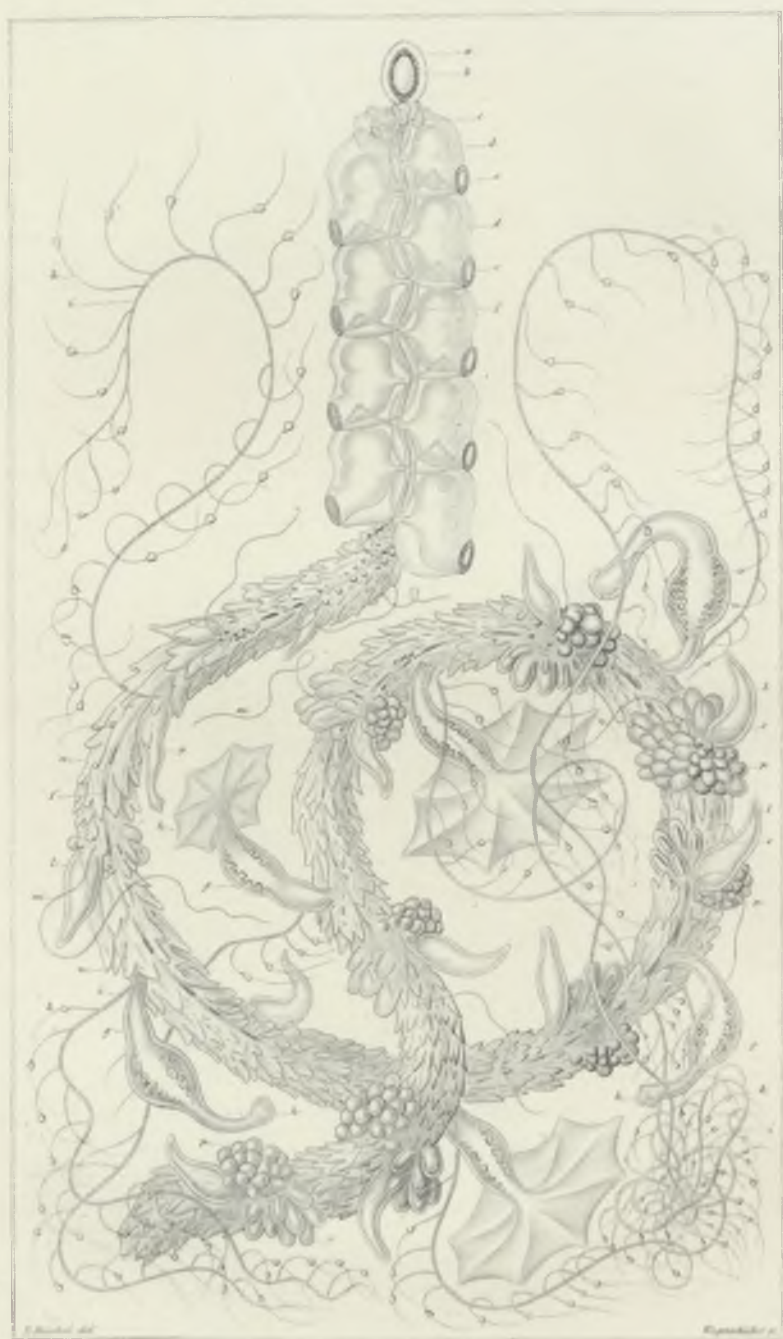
földbe van elásva, bizonyos helyeken hozzáférhetőnek kell lennie, vagy óvatosan száraz czölöpön átvezetve a föld színe fölé kell kiemelkednie. Képzelnék egy nagy város közepén emelkedő örtoronyból ilyennemű, pl. a gázcsövek mellé lerakott földalatti, elszigetelt összekötéseket ama helyek felé vezetve, hol a tűzoltó intézetek vannak elhelyezve; s ezeken a helyeken harangműveket és távirókat: a segélyt azonnal mindegyik tűzörség részéről a fenyegetett hely felé irányíthatják.

Az eddig leirt táviró ellen azt az ellenvetést lehet tenni, hogy még egy figyelőre van szükség, ki a jegyeket fölírja. Inkább szeretnők magával a táviróval nyomatni a tudósítást. A mutató helyett, mely a táviró számlapján körülforog, erősítsük a számlapot magára a tengelyre. Ez tehát most forog a rajta levő betűkkel együtt, melyek azonban mint nyomdabetűk a korong magas élén állnak, és ennek forgásakor egy nyomdafestékes hengerhez surlódnak. Most a betű egy bizonyos helyen nyugton áll, melyre én itt beállítottam. Egy második elektromágnes segélyével hirtelen hozzányomok egy papirossal bevont hengert, mely visszahúzódásakor egy helylyel tovább fordul. A táviró tehát az én szedőm, kinek én itt a jeladó által a betűket elibe mondom.

Számlapunkon az előbbi távirónál, melynél a mutató ugrik, legyenek most a betűk helyett valóságos számok és a mutató 60 ugrással egy körüljárást végezzen. Jeladó helyett veszek egy inga-órát, mely másodperceket üt. Az inga fenn — mint rendesen — elasztikus rugóra van függesztve, de a mely itt a telep zink-lemezével fémileg össze van kötve, és alul — midőn épen függélyesen áll — egy szög higanyedénybe merül, mely az összekötő sodrony által a telep rézlemezével van összekötve. Az inga leng és minden lengéskor a galvánoszlopot zárja. A záró sodronyba most már tetszőleges számú, elektromágnes által mozgatandó számlap van beiktatva. Ezen elektromagnetikus órák mutatói tehát a t e m p o ugranak a valódi inga-óra lengéseire. V-ik

Károly problémája tehát, hogy tetszőleges számú óra együtt járattassék, meg van oldva.

Kellene még szólanom az új hatalmas villanyforrásokról, melyek a galvanismus után a természet kimerithetetlen kebeléből előtörtek: a hővillanyosságról, melyet a berlini akadémikus Seebeck fedezett föl, mi által a hőszíneknek eddig elrejtett titkai lepleztettek le; Faraday fölfedezéséről, hogy valamint mozgó villanyosság delejességet létesít: úgy mozgó delejesség villanyosságot; a diamagnetismus csodáiról, melyek most épen általa merülnek föl; végre a lokomotivra kellene gondolnom, mely maga hatalmas villanygéppé lett. De az idő eltelt, s azért itt félbe kell szakitnom. A physikában mindig félbe kell szakítani, mert a természet-tudományban épen úgy van, mint magában a természetben. Valamint itt az utazó előtt minden lépéssel új látókör nyílik: úgy itt is. Minél mélyebbre hatolunk, annál gazdagabban fejlődik az ki szeméink előtt.



HAECKEL

HAECKEL (Ernst Heinrich), kitünő zoolog, az új irány reformátorainak egyike; főtörekvése oda irányúl, hogy Darwin korszakot alkotó eszméit tovább fejtsé és kiépitse. Született 1834. február 16-ikán Potsdamban; 18 éves koráig Merseburgban nevelkedett. Eleinte a növénytanra és mellesleg az orvosi pályára szánta magát (Würzburg 1852—53), később azonban Johannes Müller hatalmas előadásai (Berlin, 1854) az összehasonlító boncztanhoz hódították, s Würzburgba visszatérve Virchow assistense lett. 1856-ban Kölliker és H. Müller társaságában a Földközi tengerre utazott, s ott tett tanulmányainak eredménye a „Gewebe des Flusskrebses“, 1857. Ezután félételt Bécsben töltött orvosi és élettani tanulmányokkal, 1858-ban letette az orvosi államvizsgát s egy évig gyakorló orvos volt Berlinben. 1859—60 egy részét Olaszországban, nagyobbrészt Messinában töltötte s ezalatt egészen zoologgá lett. Itt kezdte meg kitünő munkáját „Die Radiolarien“, mely 1862-ben jelent meg. Visszatérve, Jénában habilitálta magát Gegenbaur mellett s 1862-ben az állattan rendkívüli, 1865-ben rendes tanárává nevezték ki a jénai egyetemen. Nagy elismerésre tett szert a „Generelle Morphologie der Organismen“ (Berlin, 1866) két kötetes műve, „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ cz. népszerű munkája 1868-tól 1874-ig 5 kiadást ért. Más kisebb dolgozatokon kívül megemlítendőek még: „Monographie der Geryoniden“, 1865; „Monographie der Moneren“, 1867; „Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren“, 1869. Legutóbb megjelent nagy munkája „Die Kalkschwämme“, Berlin, 1872. Élénk figyelmet ébresztett „Gastraea-elmélete“ (Die Gastraea-Theorie, etc. 1874), melyben az ősszes állatok monophyletikus származását igyekezik kimutatni. Népszerű munkáihoz 1874-ben az „Anthropogenie, Entwicklungsgeschichte des Menschen“ csatlakozott. Haeckel jelenleg mint zoolog és összehasonlító anatom Gegenbaur után a legelsőek egyike Németországban. — E gyűjteménybe felvett népszerű előadását a munkafelosztásról (Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menschenleben) a berlini iparosok egyeületében tartotta 1868. december 17-ikén.

P. Gy.

MUNKAFELOSZTÁS

A TERMÉSZETBEN ÉS AZ EMBER ÉLETÉBEN.

TALÁN KÜLÖNÖSNEK fog látszani, hogy a munkafelosztást választom természettudományi előadásom tárgyául, avagy feleslegesnek is tetszhetik, miután mindenki azt hiszi, hogy ezen fontos viszony lényegével s hatásával a mindennapi élet útján is eléggé meg lehet ismerkedni. Hiszen csak egy pillantást kell vetnünk az emberi egyedek társadalmi összeköttetésére a mi művelt államainkban, s bár hol felismerhetjük a munka-felosztást, a közös célra egyesült egyének működését, mint a művelődés egyik leghatalmasabb tényezőjét. Valóban ezen viszony képezi azon szükségképeni talajt, melyen nyugszik az egész társadalom léte, s hatása.

Bármely műhelyben, minden gyárban s földbirtokon a különféle dolgok különböző munkások közt felosztása képezi az első feltételt azok biztos fejlődésére, sőt még az egyetemes emberi művelődés fejlődésére nézve is oly lényeges hatása ezen munka-felosztás, hogy annak fejlettségi fokát az emberek fejlettségi fokának mérveül lehet használni. A műveletlen népeknél, melyek még korunkban is a fejlődés legalsóbb fokán állanak, hiányzik a műveltség, de hiányzik a munka-felosztás is, vagy legfelebb, mint a legtöbb állatnál, csak a két nem különböző foglalkozására szorítkozik. Másrészt azon óriási haladásnak, melyet műveltségünk az utolsó fél század alatt tett, egyik főokát kétségkívül a mo-

derm munka-felosztás magas fokában találhatjuk, mely különösen a természettudományok s azok gyakorlati alkalmazásában észlelhető. A modern tudomány nagyító üvegeivel, s más eszközeivel, a modern közlekedés vasutaival s táviróival, a modern háború hátultöltő puskáival s robbanó lövegeivel, mindez csak korunk tökéletes munka-felosztása által lett lehetséges, csak úgy létesülhetett, hogy minden eszköz, minden gép, minden fegyver több száz emberi kezet foglalkoztat a legkülönbözőbb módon. Mennyi új munka-nem s iparág támadt ez által a legújabb korban, mily átalakítólag hatott ez, mind a modern munka termékeire, mind a munkások és iparosok jellemére!

A munka-felosztás ezen általában ismert viszonyain kívül azonban úgy a természet, mint az emberiség világában több hasonló viszony létezik, mely ép oly fontos, melyet mégis rendesen egészen figyelmen kívül szoktak hagyni. Sőt bármily különösnek látszassék is, tény az, hogy a munka-felosztás legfontosabb, s leghatározottabb tüneteményeit a legtöbb ember jelenleg sem ismeri, s részben csak az utóbbi években fedezték fel a természetvizsgálók. Ide tartoznak különösen a munka-felosztás azon nemei, melyeket a természetvizsgálók mint szét-különülést vagy differentiálódást, mint részletezést, vagy speciálizatiót, mint az egyedek polymorphismusát, és mint a jelleg divergentiáját különböztetnek meg egymástól (1). Ezen kevésbé ismert tünetemények egynémelyike iránt óhajtanám az általános figyelmet felkölteni, miután azok ismerete az emberi élet megismerésére nézve oly annyira szükséges.

Legczélyszerűbb lesz ezen viszonyokat azon állati viszonyokkal egybehasonlítva magyarázni meg, melyek az emberi munka-felosztással legközelebbi rokonságban állanak. Mert ezen, mint sok más esetben is könnyen felismeri a természetvizsgáló elfogulatlan tekintete, hogy az emberi társadalmi viszonyok az állatok életében ismétlődnek, s hogy az utóbbiak egyszerűbb alakjai legjobb utasítást adnak az emberi összetett viszonyok tiszta megértésére. Fájdalom ugyan, hogy

még most is nagyon el van terjedve azon előítélet, hogy az emberi élet tüneményeiben egészen különös, a természeti dolgoktól teljesen elütő valami van, s hogy ezen viszonyokat a rokon állati tüneményekkel egyáltalában nem lehet összehasonlítani. Mindamellet azon hatalmasan terjedő új tudat, hogy minden tünemény, az ember világát is ide értve, egységes törvény alatt áll, s egységes alappal bir, naponként több-több mesterséges korlátot rombol szét, s az elfogulatlanul összehasonlító szemlélő előtt mindinkább világosabbá lesz, hogy az ember, habár igen tökéletes, s a leginkább kifejlett szerves lény, de mégis csak szervezet, melynek alkotása és összetétele, életműködése és eredete, a többi szerves lényekkel teljesen egyenlő. Ugyanazon örök s változatlan természeti törvények, melyek az állatok s növények életében uralkodnak, uralkodnak az összes embervilág egyetemes fejlődésében. Mert mint a költő mondja: „Mindnyájunknak örök, vas törvények szerint kell életünk folyamát átélni.“

Épen a munka-felosztás tüneménye a legalkalmasabb eszköz arra, hogy ezen nézet megerősödjék. Mert mint az embernél, úgy az állatoknál is főkép a munka-felosztás tökéletességétől függ a tökéletesség magasabb foka. Igen sok állatfajnál a társaságban élő egyedek munkafelosztása, hasonlóan a durva vad népek életéhez, csak a legegyszerűbb társas alakra, a két nem különböző foglalkozására s különböző alakulására, a családi életre szorítkozik (2). Azonban vannak oly állatfajok is, melyeknél a társaságban élő egyedek munkafelosztása sokkal tökéletesebb, sőt még azon fensőbb fokú társadalmi intézményekre is emelkedik, melyeket mi rendesen az államok nevével jelölünk (3).

Ezen állati államok közt leginkább ismeretes a méhek állama. Ezen állam élén áll a királynő, mely a szó szoros értelmében az egész nép anyja. Ezen nép 15,000 – 20,000 munkás méhből, s 600–800 heréből vagy himnemű méhből áll. A szorgalmas munkás méhek feladata minden munka

s fáradság a köpüben: a virág-por gyűjtése, a méz és viasz készítése, a sejtek építése, a kicsinyek ápolása, stb. A rest herék, melyek a királynő udvarát képezik, a királynőhöz hasonlóan, csak a készből élnek, s egyedüli feladatuk a faj fentartása.

A méhek államának szervezete, s legnevezetesebb társadalmi viszonyai oly általánosan ismeretesek, hogy annak részletezésével nem szükséges időnket vesztegetni. Kevésbé ismeretes, azonban még érdekesebb más rovarfajok, különösen a hangyák és termiták, vagy az úgynevezett „fehér hangyák“ állama. Ezen rovaroknál egy és ugyanazon államban mindenkor három, gyakran azonban négy, sőt öt különféle egyedet találunk, melyek rendes munka-felosztás folytán alakultak. A hangyák államában rendszeren létező három kaszt a következő: 1) a szárnyas hímek, 2) a szárnyas nőstények, 3) a szárny nélküli munkások, mely utóbbiak számra nézve nagyon felülmulják a két előbbi kaszt tagjait. Ha négy kaszt képződött ki, a szárny nélküli munkások ismét két társadalmi kaszttá különülnek, a tulajdonképeni munkásokra s katonákra, melyek mindegyikének különböző testi szervezete van.

Miként a méheknél, úgy a hangyáknál s termitáknál is az élet terhe és fáradsága egészen a szorgalmas munkások feladata. A többi három osztály nagyrészt csak a készből él. A szárnyas hímek és nőstények, melyek feladata egyedül a faj fentartása, a szép időben kizárólag a napfényen sétaröpkedésekkel s tánczolásokkal foglalkoznak. A katonák, melyeknek feladata az államot védelmezni, e multságokban ugyan nem vehetnek részt, mivel nekik, mint a munkásoknak nincs szárnyuk, azonban annál inkább részesülnek a finom eledelokban, melyekkel a munkások a hangya államot mindenkor bőségesen ellátják.

A hangyák eledele tudvalevőleg minden lehető állati s növényi anyagból áll. Kedvencz ételök azonban az édes nedvek, s ezek közt is mint kiválóan nemzeti eledel, azon

mézizű nedv tekinthető, melyet a levelészek készítenek. Ezen kis rovarok hátán ugyanis két cső van, melyből a hangyák ezen kedvencz eledele folyik. Ezen utóbbiak épen úgy szopják ki ama csövekből az édes levelész mézet, mint a hogy mi a tehenektől kifejjük a tejet. A csápokkal simogatva idézik elő, hogy a levelészek méze kiömlik. A legszorgalmasabb parasztgazda nem ápolhatja jobban teheneit, mint ezen hangyák az ő fejű teheneiket. Ha azon lomb, melyen a levelészek laknak, elszárad, a hangyák szorgalmasan s nagy gondal szállítják át az ott ülő levelészeket más zöld ágra. A hangyabolytól a zöld lombig ezen kívül mesterséges fedett folyosókat építenek, sőt magokat a levelészeket beviszik a hangyabolyba, s itt külön istállókat építenek számukra, hogy a becses fejű marha mindig kéznél legyen.

S míg így a munkások egy része a hangyabolyban marhatenyésztéssel foglalkozik, vagy más készlettel látja el a bolyt, egy más rész azon óriási lakás fentartásával, tisztításával s kiépítésével foglalkozik, melyben a hangya-állam összes népe lakozik. Mily kicsinyek a legnagyobb paloták, kaszárnyák, kolostorok, vendégfogadók ezen épületekhez képest, melyekben annyi sok ezer egyed lakik békésen egymás mellett! Kivülről természetesen igen durván, s izléstelenül néznek ki a legtöbb hangyabolyok. Azonban bent több száz tekervényes menet, folyosó s lépcső látható, melyek a több ezer kamarát s szobát kényelmesen kapcsolják egybe. Ez utóbbiak közt több gyermekszoba is van, melyekben az ifjú nemzedék neveltetik.

Ezen ifjú nemzedék, s különösen a bebábozott álczák nevelése, mely utóbbiakat különösen hangyatojásoknak szokták nevezni, a munkások egy más osztályának feladata. Ezen gyermekdajkák, melyek ápoltjaikat a leggyöngédebben szeretik, a bábokat szép napfényes időben a szabad levegőre vonszolják, s mihelyt estve hűvösebb lesz, ismét vissza viszik a hajlék melegebb bensejébe. A katonák, habár na-

gyobbak s erősebbek, ezen nehéz munkában nem vesznek részt (4).

Különben vannak oly hangyafajok is, melyeknél minden munkás katona lesz, s melyek ennél fogva a legújabb kor emberi művelődési eszményét, a modern honvéd-államot képviselik. Ezen honvéd-államok azután vagy arra vannak kényszerítve, hogy a házi munkákat rabszolgák által végeztessék, vagy rablás s lopásból kell élniök. Ezen utóbbi életmódot folytatják pl. a hirhedt dél-amerikai rablóhangyák, az eciton-nem fajjai. Itt is minden fajnál négy különböző alakot találunk, a szárnyas himet s nőstényt, a két külön alakú s nagyságú munkásokat. A kisebb munkások, melyek az egész eciton-állam főtömegét képezik, mindannyian mint közkatonának szolgálnak. A nagyobb munkások ellenben, melyek különösen nagy fejük, s óriási csápjai s rágószerveik által tűnnek ki, mint tisztek vezénylik a hadsereget. Egy tisztre rendszeren mintegy harmincz közhonvéd esik. Marsok alkalmával a tisztek a hosszú hadoszlopok két oldalára vannak megosztva, s ezek gyakran magasabb halmokra másznak fel, hogy a csapatok vonulását innen vigyázzák és vezessék. A parancsok s rendeletek, mint általában minden szellemi közlés, a mennyire tudjuk, úgy ezen, mint a többi hangyáknál is nem hang által, hanem intések s érintések segítségével történik. Különösen a csápok intő mozgása szolgál táviróként a távolba, s közvetlen megérintés által a vágyak, érzelmek s gondolatoknak a közellévőkkel közlésére.

Ezen rablóhangyák vándor-csoportja, a népvándorlás korában élt vandalok s hunnok csoportjaihoz hasonlóan, az egész vidéket elpusztítja, a merre átvonul s a brasíliai indiánok ezért rendkívül félnék tőlük. A talált élő lényeket könyörület nélkül megtámadják és megölik. A pókok s rovarok, különösen az álezák és bábok, de meg az apró, fészkekben lévő madarak, s kisebb emlős állatok sem kerülhetik el támadásukat. Az ember, ha szerencsétlenségére ily no-

mád csapattal találkozik, rögtön körül lesz véve sötét fekete csapatok által, melyek hihetetlen dühvel s gyorsasággal futnak fel ezer számra lábszárain, s éles rágószerveik egészen a húsig behatolnak. Egyedül csak az által lehet ekkor megmenekülni, ha a lehető gyorsan a sereg végére fut, s legalább a maró harczosok potrohát leszakítja; a fej s rákonyok még ez esetben is legtöbbször a sebbeu maradnak, s gyakran veszélyes daganatokat is okoznak.

A minő rettenetes s vérengző vándor-csoportnak látszanak ezen hangyák hadjárataikban, oly vidámak s kedélyesek táboraikban, midőn jóllakva, s vidáman, a napfényes erdei téreken nyugalomra térnek. Legelőbb is csápjaikat tisztítják meg előlábaikkal. Hátsó lábaikat egymásnak kölcsönösen lenyaldossák. E mellett mindenféle tréfa s játék látható, s a felvidult katonák között nem ritkán veszekedés is támad.

Sokkal nevezetesebbek még ezen brasíliai eciton hangyafajok katona államainál is a rabszolgá államok, vagy az úgynevezett „amazon-államok“, melyeket még a nálunk létező hangyafajoknál is találhatni, s különösen a vérvörös s szőke hangyánál (*Formica rufa* és *F. rufescens*). Ezen hangyák közt három osztály van, ugyanis a szárnyas hím s nőstény, s a szárnyatlan munkás osztály. Ezek azonban magok nem dolgoznak, hanem más (leginkább kisebb fekete) hangyafajok bábjait rabolják el, melyeknek azután felnőve, az idegen bolyban előforduló munkákat kell, mint rabszolgáknak, teljesíteniök. A rabszolgák rablását ezen amazon hangyák rendszeren úgy eszközlik, hogy a szőkék egy része a feketék összes haderejét kicsalja a szabad mezőre nyílt háborúra, s ez alatt a szőke rablók egy kis csapata betör a fekete államba, melynek a védők által elhagyott bolyból a bábokat elragadják. Az elkeseredett harc látása igen érdekes; a megsebesülteket, sőt a megölt harczosok holttesteit is elviszik társaik s barátaik, mint egykor a trójai háboruban a véres csata zajából, s a csatatéren kívül biztos-

ságba helyezik. Legnevezetesebb azonban, hogy a rablott bábokból felnőtt fekete rabszolgák nem csak teljesítik a hangyabolyban szükséges minden munkát, az építészetet, az eledel-gyűjtést, uraik, kisdedeik ápolását s nevelését, hanem később még rablókalandjaikban is segítenek nekik, s saját törzsük elrablott kisdedeit ők maguk oktatják a rabszolgák szolgálattételeiben (5).

A rabszolgák állapota tehát épen úgy meg van az európai hangyák amazon-államaiban, mint a hogy meg volt az a legutolsó háború előtt Észak-Amerika államaiban. Az állati élet ezen és hasonló viszonyait, melyek az embert saját viszonyaival tagadhatlan hasonlatosságuk folytán méltán esodálkozásba ejtik, rendszeren az úgynevezett „ösztön“ eredményeinek tartják, s azt hiszik, hogy ezt így teljesen megmagyarázták. Azonban a fontos tünetmények megmagyarázását alig zavarta oly annyira össze valaha egy szó, mint az, hogy „ösztön“. Többnyire azt szokták ez alatt gondolni, hogy a teremtő a teremtés alkalmával minden állat-fajnak bizonyos ösztönöket és tehetségeket jelölt ki, s a mellett még bizonyos életrendet, (mintegy szolgálati szabályzatot), melyet ezen állatfajnak ezentúl kivétel nélkül és változatlanul követnie kell. Semmi sem lehet tévesebb és a természet igazi viszonyának ellentmondóbb, mint ez a képzelet. Miként az egyes állatfajok nem teremtettek külön fajok gyanánt, ép oly kevéssé lettek azok már eredetileg különös ösztönökkel és szellemi sajátságokkal felruházva. Sőt inkább a különböző állatfajok közös szervezetükkel összefüggésben épen a központi idegrendszer munkafelosztása által fejlődtek ki a közös törzsből (6). Igen helyesen mondja egy kitünő természetvizsgáló, hogy az, ki az ösztön s az értelem, vagy ész között határt akar vonni, már az által teljesen kimutatja, hogy az állatok, s különösen a rovarok életét és szokásait elfogulatlanul és gondosan soha sem vizsgálta.

Ha valaki a hangyák és méhek fentebb rajzolt állami szervezetét, mint általában az állatok életmódját, szokásait s

különböző viszonyait, mindenek felett pedig a munkafelosztást, mint a „vak ösztön“ eredményét akarja tekinteni: ez esetben hasonló joggal „vak ösztön“-nek kellene mondania, hogy az eszkimók sátraikat iramszarvasbőrből, az északamerikai indiánok bivalybőrből, a braziliai rézbőrűek ellenben pálmaágakból és pizangfa levelekből építik. Épen így vak ösztönnek kellene neveznünk, hogy a legtöbb délszigeti lakos csaknem tisztán halakkal táplálkozik, hogy a sinaiak csaknem tisztán rizst, a gauchok a délamerikai fensíkokon csaknem tisztán húst esznek. Hasonlóképp vak ösztönnek kellene neveznünk, hogy Európa népei csekély kivétellel, az egyeduralmi államformát fogadták el, s más részt Amerika népei ismét, csekély kivétellel, a hangyákhoz hasonlóan, a köztársasági államformát kegyelik.

Ezen tények valódi magyarázata abban áll, hogy úgy az ember, mint az állat életmódját és társadalmi viszonyait a szokás, s általában a körülöttük lévő életfeltételekhez alkalmazkodás határozzák, és hogy ezen életmód a hosszas gyakorlat és megszokás következtében megerősödvé, végre második természetté lesz. Ezen életmód a fajban annál inkább meggyökerezik, minél nagyobb azon nemzedékek száma, a melyek öröklötték. Az alkalmazkodás és öröklés kölesönös állandó egymásra hatásukban, azaz: a természetszerű kiválás a létért való küzdelem folytán, ezek azon örök művelődési tényezők és átalakító erők, melyek az állati szervezetben és életmódban, s így az állatok szellemi életében is, az úgynevezett ösztönben bárminő végtelen különféleséget, tisztán mechanikai törvények segítségével létesítenek (7).

Az állatok fejlődési törvényében jártas természetvizsgáló meg van győződve arról, hogy mind azon különféle hangyafajok, különféle munkafelosztásaikkal együtt, rég kihalt közös őstől származnak, melyeknél még ezen munkafelosztás nem létezett. Ezen durva őshangyák, melyek több évezreddel ezelőtt, talán már a kréta korszakban éltek,

a különböző modern hangya-államok előrehaladt munkafelosztásáról ép úgy nem birtak semminemű sejtelemmel sem, mint a mi őseink a kőkorszakban a 19-ik század fejlődött műveltségi viszonyairól. Ezek, mint amazok, egyaránt lassanként és fokozatosan haladtak előre a fejlődés nehéz útján. Sőt még most is van néhány hangyafaj, mely egyáltalában nem ismeri a művelt hangya-államok amaz igen kifejlődött munkafelosztását, s a mely éppen oly viszonyban áll ezekhez, mint Ausztrália és Afrika vad népei a jelenkor művelt népeihez.

Ha az emberiség szellemi fejlődését futólag áttekintjük azon őskortól kezdve, midőn a mai művelt népek ősei még nem haladták túl a legdurvább vadnépek, az austral néger, papuák, buschmanok stb. állati művelődésfokát; ha látjuk, mily lassan s fokonként szerezte meg az ember saját jellemét a létért való küzdelemben: tisztán láthatjuk, miszerint az emberek lelki élete ép azon durva alapból fejlődött ki, mint ez állatoké, s hogy az úgynevezett állati „ösztön“ az emberi „ész“-től csak quantitative, s nem qualitative, azaz csak a mennyiségre, de nem minőségre nézve különbözik. Ugyanez áll az érzések- s akaratok-, úgyszintén a gondolkozás-, ítélet- s következtetésnek nevezett szellemi működésről is. Hogy azonban a munkafelosztás előbb rajzolt tünetnépei úgy az ember- mint állatvilágban az egyszerű alkalmazkodási feltételek következtében lényegileg egyenmőleg fejlődött ki, ezt még jobban megérthetjük, ha a munkafelosztásnak még ezután tárgyalandó tünetnépeit az előbbiekkal összehasonlítjuk.

Térjünk vissza gondolatunkban Brasilia meleg-égövi erdőiből, hol a rablóhangyák és sahubok tanyáznak, a keleti tenger hidegebb partjaira, hol éppen most valamely hideg éjszaki szél egész sereg bomlaszt (az állattanban medusának hívják) vetett ki a homokpartra. Ki figyelemmel sétált valaha a keleti vagy éjszaki tenger partjain, bizonyosan észrevette már ezen különös kocsonyaszerű állatokat,

melyekből a habok gyakran több ezeret vetnek ki. Ha így csomóban látjuk őket, az egész alakatlan kocsonyatömegnek látszik s fogalmunk sem lehet azon csodálatos szépségről, mely a tengerben úszó medusákat jellemzi. Ha azonban azon vízzel együtt, melyben mozognak, nagy üvegedénybe teszszük, csodálkozni fogunk élénk mozgásaik kelleme, csillogó színök finomsága, s virágalakú külsejök kedvessége felett.

A keleti tengerben élő nagyobb medusafajok között legközönségesebb az *Aurelia aurita* (1-ső ábra). Ezen *Aurelia* kocsonyanemű,

üvegszerűen átlátszó teste egészben vélepos üvegharanghoz hasonlít. Az alsó lap közepe táján van a száj, mely körül négy hosszú s igen mozgékony kar vagy bambó létezik (e). Számos finomabb fogószál (d) csüng a harangforma borító (a) szélein. A száj gyomorba vezet, melyből ismét igen sok elágazó táplálósó (b) vezet a



1-ső ábra.

borító széléhez, hol egy gyűrűs csatornában egyesülnek. A gyomor körül keresztben állítva négy zacskó (c) van, melyekben a medusa petéi fejlődnek.

Aurelia aurita, a keleti tenger közönséges medusája. a kocsonyaharang; b elágazó tápláló edények, annak alsó oldalán; c a négy petefészkek; d fogószálak a harang szélén; e a négy szájnyílás.

Azon állatosztályt, melyhez az *Aurelia*, s a vele rokon medusák tartoznak, *hydro-medusák*-nak nevezik. Ugyanczen osztályhoz tartoznak az úgynevezett *hydroid-poly-pok* is, melyek azonban a szabadon uszkaló bomlaszoktól külsőleg igen különböznek s rendesen a tenger fenekéhez vagy valamely tengeri növényhez vannak növe.

Ezen csoportból egy kis állatka a mi tavaink s mocsarainkban igen el van terjedve, ez a kis édesvizi polyp vagy hydra. Ezen esinos kis állatka rendszeren a békalencse vagy más vizi növény alsó lapjához tapadva található. Ha összehuzódik, úgy néz ki, mint egy gombostüfej nagyságú zöld vagy sárgáspiros csomó, kinyújtózkodva pedig, mint egy hüvelyk hosszú, vékony fonal. Az egyik végén a test szorosán oda van tapadva. Más végén van a száj, melyet 4—8 finom bambó vesz körül, s mely igen egyszerű gyomorba vezet. A mi édesvizi polypunk a legegyszerűbb módon szaporodik, a mennyiben vagy peték útján vagy sarjadzás által magához hasonlót hoz létre. A tengerben azonban igen sok hydroid-polyp létezik, melyeket ettől alig lehet megkülönböztetni, s mégis a legkülönbözőbb s legsajátságosabb módon szaporodnak, t. i. az előbb leirt medusákkal összefüggésben (2-ik ábra).



2-ik ábra.

Az Aurelia petéjéből eredett hydroid-polyp (*Scyphistoma tuba*), mely sarjadzás által később ismét Aureliát nemz. *a* a polyp odaerősített szálalakú része; *b* kehelyalakú test, mely a gyomrot körülveszi; *c* bambókból álló koszorú, a száj körül.

régebben, mielőtt összefüggéseket sejtették, két teljesen különböző állatosztálynak tekintették, ugyanis medusáknak és polypoknak.

A medusák petéiből ugyanis nem medusák állanak elő, hanem a hydrához hasonló polypok, s ezen hydroidpolypok sarjadzás útján nem polypokat, hanem ismét medusákat nemzenek. Így ezen hydromedusáknál a leány nem az anyához, hanem a nagymamához hasonlít. Az első nemzedék a harmadikhoz s ötödikhez, a második a negyedikhez és hatodikhoz. A két nemzödési alak azonban midegyik fajnál oly különböző (1-ső és 2-ik ábra), hogy

A különböző nemzedékeknek hasonló váltakozó sorozata az alsóbbrendű állatoknál igen el van terjedve, s nemzedék váltakozásnak nevezik. Ezen váltakozást azonban ismét úgy lehet tekintenünk, mint a munka-felosztás eredményét, s pedig a kifejlődésben mutatkozó munka-felosztását (8). A két egészen különböző állatalak, a medusák, melyeknek petéiből eredtek a polypok, s a polypok, melyek bimbóiból állottak elő a medusák, egy és ugyanazon faj két különböző alakja, mely a munkafelosztás segítségével úgy állott elő a közös törzsalakból, mint a különböző hangyaalakok a hangyák államában.

A medusák és polypok rendszeres nemzedéki váltakozására igen élénk világot vetnek amaz igen esodálatos uszkáló hydromedusa-törzsek, melyeket az állattanban Siphonophoráknak neveznek, s melyek a déli tengerek legesodálatosabb alakjai közé tartoznak. A földközi tengerben, különösen a messinai tengerszorosban ezen állatok bizonyos időkbén nagy csoportokban jelennek meg. Átalában véve gyönyörű tarka virágok s gyümölcsökkel telt uszkáló virágbokrokhoz lehet őket hasonlítani, melynek minden része átlátszó kristály-üvegből látszik alkotva, s mely a mellett az állat életét, önkényes mozgását, érzését és öntudatát kétségbevonhatlanul mutatja. Nézzük meg közelebbről ezen csudálatos állattörzsek egyikének összetett szerkezetét! (lásd a czímképet, s annak a szöveg után következő magyarázatát). (9).

Egy közös törzsön, mely igen ruganyos s gyakran több láb hosszú, köröskörül több száz, sőt ezer medusa és polyp ül, me-



3-ik ábra.

A czímképen ábrázolt siphonophora (*Anthemodes canariensis*) törzsének felső része. *a* a törzs üre; *b* a test falának belső bőre (entoderm); *c* ugyanannak külső bőre (ektoderm); *d* a törzs csúcsába zárt léghólyag (uszóhólyag).

lyek a munkafelosztás folytán igen különböző alakot és alakotást nyertek. A köz é p t ö r z s csakis egy igen meghosz-



4-ik ábra.

Egy mozdony vagy az Anthemodes-nek egy úszó harangja *a* azon hely, melyen a mozdony a törzsszel összefügg; *b* a belső ür, melyből a tenger vize az uszás alkalmával a harang nyílásán (*d*) kiszorittatik; *c* az uszóharang kocsonyaállománya; *e* izomgyűrű, mely a harang nyílását megszükiti.

szabított egyszerű polypstest, alul zárt, felül léggel telt úszó hólyag g á kitágulva, melynek következtében az egész állat-állam a tenger felületén uszkálhat. (3-ik ábra.) Ezen léghólyag alatt két sor harang-alakú medusa ül, melyeknek egészen önkényes, közös mozgása által vitetik a társaság a tengerben, s miért is őket mozdonyoknak nevezik. Ezen mozdonyok (4-ik ábra) mindegyike egyszerű medusa, de bambók, táplálkozási és szaporodási szervek nélkül. Miután ezen állat magát kizárólag az uszásra képpezte ki, a medusák többi képességeit elvesztette. A továbbmozdulás az uszás közben a harang nyílásából (4-ik ábra *d*) ren-

des időközökben kilövellő tengervíz visszalökése által történik.

Az úszó harangok két soros oszlopa alatt most különböző állatok vegyes társasága következik, melyek az egész alsó törzsrészt befedik. Legelőbb tünik föl egy levél vagy pikkely alakú darabokból álló sűrű tömeg, melyek a tengely körül a fenyő-toboz pikkelyeihez hasonlóan csoportosulnak, s a melyek alá fenyegető veszély esetében a többi egyedek menekülhetnek. Ezen úgynevezett fedőlemezek vissza fejlődött medusák, melyek kizárólag a passiv védőszervek, a paizshordók szerepét vállalták magokra. (5-ik ábra.) Ezek csaknem kizárólag porczszerű kocsonya anyagból állanak, melyen keresztül tápláló csatorna vonul. Alattuk

elrejtözve körtve alakú testek vannak, melyeknek szabad csücsán falákon kapkodó szájnnyílás s belsejökben emésztő mirigyek, vagy májak léteznek. A nyolezszögletű száj-szegélyvel, mely rendkívülileg szétterjedhet, igen erősen hozzátapadhatnak valamihez. (6-ik ábra *f.*) Ezen állatoknak, mint faló polypoknak, azon rendeltetésök van, hogy a táplálékot az egész állatállam számára megszerezzék és meg is emészték. Minden falópolyp alapszerve egy igen hosszú s rendkívül mozgékony fogószál. (6-ik ábra *h.*) Ez ismét számos finomabb másodrangú fogószállal (*i*) van megrakva, melyeknek minde-nike sajátos mesterkéltén alakult batériával, úgynevezett „csalán szervek“-kel van ellátva (*l*).

A csalánszervek, melyekből minden ily telepen több száz van, mikroszkopiai finom, horgokkal ellátott mérges fonalak, melyek méreghólyaggal állanak összeköttetésben. Az emberi testre oly égető hatást gyakorolnak, mint a csalán. Ezen rettenetes nyilakkal felfegyverkezve csapong folytonosan zsákmányra készen a vízben a hosszú fogószál, s minden pillanatban kész, hogy a gondatlanul közelgő állatot körülölelje, s ezer meg ezer halálos mérges nyillal keresztülszúrja. A czimképen rajzolt Siphonophorán (Anthemodes) a csalánszervekkel gazdagon ellátott csalántelepnek alakja, csiga-szerűleg feltekert szalaghoz (7-ik ábra *l*) hasonlít, mely felül félig egy kis harang által (7-ik ábra *k*) van elfedve, s alul finom végfonálban (*m*) végződik.

Ezen rettenetes ragadozó állatok közt szétszórva rendszert számos ártatlan polyp ül, melyek a Siphonophora-



5-ik ábra.

Háromszegű levélalakú fedődarab az Anthemodesről. *a* a törzshöz tapadás helye; *b* a táplálkozási csatorna; *c* a fedődarab emelkedő hát-éle vagy középbordája.

állam értelmiségét képviselik, s mint érzék-szervek azon feladattal bírnak, hogy annak belső és külső állapotát meg-



6-ik Ábra.

Faló polyp, fogószálakkal az *Anthemodesa*-ból. *a* a polyp tapadási helye a törzshez; *b* a polyp test-falazata; *c* gyomorür; *d* májmirigyei; *e* ormánya; *f* szájnyílás nyolczszegletű korong alakjában kiszélesítve s odatapadva; *g* a fogószál falazata; *h* ugyanannak ürege; *i* mellék-fogószálak; *k* a csalántelep (!) harangalakú bori-téka; *m* az előbbi végfonala.

vizsgálják és megítélik. Ezek éreznek, akarnak és gondolkodnak a föbbi állampolgárok helyett, kiknél ezen szellemi képességek gyengébben, vagy épen nem fejlődtek ki. Ezen



7-ik ábra.

A 6-ik ábra egy mellék-fogószála (*i*) igen megnagyitva. *a* tapadó helye a főfogószálhoz; *l* csalántelep szalag alakjában esigyszerűleg feltekerve; *k* felső részének harangalakú köpenye; *m* a csalán-telep végfonala.



8-ik ábra.

Érző polyp, érző fonállal. *a* tapadó helye a törzshöz; *b* a polyp testfalazata; *c* ugyanannak belső testürege; *d* a tapintó fonál falazata; *e* ugyanannak ürege.

érző polypok vagy tapogató polypok (8-ik ábra *b*) a faló polypokhoz hasonlóak, de szájnnyílásuk nincs, s a felfegyvert rabló fogószál helyett egy hosszú és finom, s igen nagy érzékenység által kitűnő tapogató érző fonállal vannak ellátva. (8. ábr. *e*.) Végre mindezen különböző alakok közt a törzsön eloszolva, és pedig rendszeren az érző polypok közelében, fűrt alakú csoportokban megerősítve találjuk a két

ivari állatokat, melyeknek feladata, hogy az egész törzs szaporodásáról gondoskodjanak. A hímek és nőtények igen különböző alakúak ugyan, mindamellett az úszó mozdonyokkal együtt a harangalakú medusák típusára könnyen visszavezethetők. A hímek (9. ábra) közönségesen hosszasak, a nőtények (10. ábra) inkább kerekdedek.



9-ik ábra.

Hím medusa az *Anthemodes*-ből. *a* tapadóhely a törzshöz; *b* a test falzatának belső bőre (entoderm); *c* ugyanannak külső bőre (ektoderm); *d* tápláló csatorna; *e* sperma (termékenyítő ondó).

Bármily különbözők is a siphonophora állam különböző egyedei alak s működés tekintében, egymással mégis oly szoros összeköttetésben állanak, hogy a régibb vizsgálók az egész törzset, mint egy egyedet tekintették, s annak tulajdonképi egyedeit, a medusákat és polypokat szerveknek tartották. Mindenegyed belül üres, s az ür a közös főpolyp törzs-üregével nyílt összeköttetésben van. A tápláló nedv, melyet a faló polypok készítenek, a törzs-polypba megy, s

innét, mint valami központi levesosztó intézetből, szétosztatik az állam egyedei közt. Ezen spártai levesből mindenki annyit kap, mennyit belseje, azaz testének ürege elbir. Az egyes egyedek szoros állami köteléke még abban is nyilatkozik, hogy az egész törzset egy akarat lelkesíti. Ha egy egyed erőszakosan meg lesz sértve, a fájdalmat a többi is megérzi, s a hatás az egész úszó állat-államot összehuzódásra, vagy gyors futásra kényszeríti. Az állampolgárok önkényes mozdulatai ezenkívül határozottan egyetértve történnek. Az állami összakarat mellett azonban minden egyes kifejldött állampolgárnak bizonyos fokig saját akarata is van, s ha

esetleg vagy önkényesen megválnak a községtől, egyideig még önmaga is fenttarthatja életét.

A különböző siphonophora-egyedeknek feltűnőleg különböző alakja, s életmunkássága kizárólag a ritka, szépen kifejlődött munka-felosztás eredménye. Mind ezen különböző alakokat először két alap-alakra lehet visszavezetni; egy polyp-alakra, mely a hydrához hasonlít, s egy medusa-félére, minő az Aurelia. A hydra-féle polyp-alakból munka-felosztás folytán eredtek a következők: 1) a közös törzs, vagy a középpolyp az uszóhólyaggal (3-ik ábra); 2) a faló polypok fogó-szálaikkal (6-ik ábra) és 3) az úszó polypok érző szálaikkal (8-ik ábra). Az Aureliához hasonló



10-ik ábra.

Nőstény medusa az anthemodesből. *a*, *b*, *c*, *d* mint a 9-ik ábrában; *e* az egyetlen gömb-alakú petének szikanyagja, mely a medusában fejlődik; *f* a pete csira hólyagja (sejtmag).

medusa-alakból a munka-felosztás folytán eredtek a következők: 1) az uszó-harangok vagy mozdonyok (4-ik ábra); 2) a fedő lemezek (5-ik ábra), 3) a hímmedusák (9-ik ábra) és 4) a nőstény medusák (10-ik ábra). Ezen kétféle alapalak, a medusa és hydroidpolyp, azonban ismét csak a munka-felosztás folytán eredt az eredeti legegyszerűbb ős polyp-alakból.

Hogy az őskorban, több millió évvel ez előtt, a hydro-medusák egész osztályából csak néhány egyszerű polyp létezett, s csak későbbben fejlődtek ki belőlük a legegyszerűbb medusa-alakok, s csak ezután az összetett siphonophora törzsek, s pedig a lassanként haladó munka-felosztás következtében, ez nemcsak az összehasonlító boncztanból, hanem a hydromedusák egyedi fejlődésmenetéből is világosan kiderül. Mert az ontogenia, azaz minden szerves lény egyedi fejlődés menete, (vagyis azon alakok

sorozata, melyeken ez a petétől kezdve teljes alakjáig áthalad), nagy általános vonásokban igen röviden ismétli phylogeniáját, vagy saját törzsének történetét, vagy az őskori fejlődés történetét, (azaz más szavakkal, azon alakok sorozatát, melyet ezen szerveslény ősei a szerves lények teremtésétől kezdve a haladó munka-felosztás folytán átfutottak). (10.)

Ha tehát az ontogenia és phylogenia, az egyes egyed s ősei sorozata fejlődésének ezen fontos összefüggésére vonatkozólag a siphonophorák egyedi fejlődésére egy tekintetet vetünk, láthatjuk, hogy a siphonophora-törzs megtermékenyített petéjéből csakis egyszerű polyp keletkezik. Ez lassanként az egész törzs közösalakjává nyúlik ki, s bimbózás által képezi a többi egyedeket, a polypokat és medusákat. Kezdetben, az ifjú bimbó állapotban, mindezek teljesen egyenlők, s egyáltalában nem különböztethetők meg, csak később nyer az egyed növése alkalmával a munka-felosztás által határozottabb alakot. A munka-felosztás, miként az a pete-fejlődés folyamában már néhány hó alatt mutatkozik, örök- és által száll át az őskortól, azonban a siphonophora-állam ezen örök munka-felosztása világosan tanúsítja az előbbi hydromedusák eredeti elsajátított munka-felosztását, mely alkalmazkodás, gyakorlat és megszokás folytán történetileg fejlődött ki a hosszú évezredek alatt.

A siphonophorák csodálatos munkafelosztása, a különfélekép alakult egyedeknek oly állammá egyesülése, melynek polgárai nemcsak szellemileg, hanem testileg is összefüggnek, eleinte kétségkívül rendkívüli s idegenszerű természeti titneménynek látszik. Azonban az ilyenmű munka-felosztás igen el van terjedve, sőt minden tökéletesebb növény hasonló példát mutat. Mert minden elágazó virág, minden virágzó fa lényegileg a siphonophora törzshöz hasonlóan van összetéve. Azon növény-egyed, mely az egyes polypoknak vagy egyes medusáknak felel meg, a hajtás, azaz minden ág, minden önálló, levelekkel ellátott tengely. A hány ága s

galya, a mennyi önálló tengelye van egy virágnak, tulajdonképp épen annyi egyedből van összetéve. Ezen egyedek némelyikének csak zöld levele van, s a törzs táplálásáról gondoskodnak, hasonlóan a faló polypokhoz; másokon tarka virágok vannak himszálakkal s magesákkal, s ezek épen úgy gondoskodnak a szaporodásról, mint a siphonophora-törzsféle ivari medusái. A kétféle egyed, a tápláló levélrügyek, s a tenyésztő virágrügyek különbsége itt a virágzó növényeknél sem eredeti, hanem munkafelosztás folytán jött létre. (11.)

A munka-felosztás nagy tere azonban itt még egyáltalában nincs berekesztve. Ellenkezőleg, az összehasonlító boncztan s fejlődés-történelem épen arra tanít bennünket, hogy hatásköre még sokkal nagyobb. Minden állati s növényi egyed, ha magánosan él is, mint az el nem ágazó növények, s a legtöbb állat, avagy ha társaival törzsekbe egyesül is, mint a siphonophorák, s a legtöbb növény, minden egyén ismét számos hasonló s különböző részből van összetéve. Ezen részek, a szervek vagy eszközök, nagyszerű munka-felosztások által, a szerves lény összetett működését hozzák létre, melyet mi egyszóval „élet“-nek nevezünk. Az élet egyáltalában nem valamely titokszerű életerő csodálatos eredménye, hanem gépiesen létre jött eredménye azon különböző, a munka-felosztás által elkülönített szerveknek. A szorosabb értelemben vett egyed, vagy a személy tulajdonképpeni szervezete, épen úgy ezen szervek kölcsönhatása s munkafelosztása folytán áll elő, mint a törzs, vagy állam magasabb egysége a személyek összehatása vagy munkafelosztása folytán. (12.)

Így a növényeknél a tápláló levélrügyek s tenyésztő virágrügyek mindennemű alakja két egyszerű alapszervből, a levélből s szárból (vagy tengelyből) eredt, s ezen két szerv ismét csak a munka-felosztás folytán jött létre, egy eredeti közös alaptörzsből, a thalloból vagy telepéből. Hasonló eset van az izállatoknál, a rovaroknál, ezerlábuak-

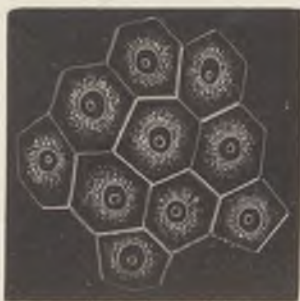
nál, pankányoknál, rákoknál, hol a test különböző izelt vég-részei, a csáp, rákony, állak, rákonylábak és valódi lábak, az egyszerű láb egy és ugyanazon eredeti alakjából, egy őslábból fejlődtek ki a munka-felosztás által.

Honnan eredtek azonban ezen ős- vagy alapszervek, melyek a haladó munka-felosztás segélyével mindazon különböző szerveket, s ezek összehasonlítása által a személy összetett szervezetét is létrehozzák? Még ezen legegyszerűbb alapszervek is csak a sok kis szerves lény munka-felosztásának, s állami összeköttetésének összetett eredményei. Azon elemi egyedek, melyeket rendszeren csak a nagyító üveg segélyével lehet megkülönböztetni, rendszeren sejteknek neveztetnek. Minden szerves lény alakja, szervezete s működése, az azt képező sejtek alakja, összeköttetése, s munka-felosztása által feltételeztetik. Minden szerves lény, az állatok s növények, (a legegyszerűbbeket kivéve, mint a monerek, s azok, melyek alakja is csak egy sejtre mutat), sok sejtből vannak összetéve. A sok sejtből álló szerves lények látszólagos életegysége, hasonlóan az emberi állam politikai egységéhez, csak ezen kis állampolgárok összeköttetésének s munka-felosztásának összitett eredménye. A sejtek a valódi elemi szerves lények, s az elsőrendű egyedek. (13.)

A szerves sejt a külvilág életfeltételeihez alkalmazkodás által a legkülönbözőbb alakokat veheti fel. Az eredeti sejtalak azonban, melyből a többiek csak munka-felosztás folytán eredtek, egy kis nyáltömeg, egy fehérnye tartalmú kemény-folyó anyagból a protoplasmából (ösképle) alakult kis golyó. Ezen golyócskakat gyakran, habár nem mindig kultakaró, a sejt hártja borítja, s bensejében egy kis szilárd, szintén fehérnye tartalmu test létezik, a sejt mag vagy nucleus. A sejt ezen két leglényegesebb alkatrésze, a külső protoplasma s a bensej sejt-mag, sincsenek még elkülönítve a szerves lények legegyszerűbb s legeredetibb alakjainál, a monereknél, s más protistáknál, s csak ké-

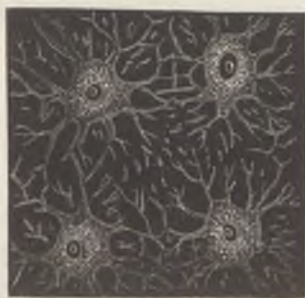
sőbb alakultak az utóbbiak, igen egyszerű s egynemű nyálkatestből, a láthatatlanul parányi fehérnyerészek, a plasma-moleculák munka-felosztása által.

Minden sejtnak, úgy az állat mint a növény testében, bizonyos fokig önálló élete van. Magoktól növekednek s táplálkoznak: sőt szaporodásuk is önmaguk által történik leginkább osztlás által. A sejtek protoplasmájának megvan még azon képessége is, hogy mozoghat, de ez gyakran van



11-ik ábra.

Kis darab felbőr, vagy külhám, lapos, szegletes hám-sejtekből alkotva. Minden sejtben egy-egy kerek mag van. (Erősen nagyítva.)



12-ik ábra.

Kis darab csont, négy csillagalakú csontsejttel, melyek elágazó fonalok által függenek össze, s a csontkemény alapanyagban szilárdan nyugosznak. (Erősen nagyítva.)

az által korlátolva, hogy a sejt önmaga által alkotott fog-ságba, a merev burokba, vagy sejthártyába van bezárva. Minden sejtnak ezenkívül bizonyos inger- s érzés-képessége van, mely a sejtek legtökéletesebbjénél, az emberi agynál, öntudattá emelkedik. (14.)

A sejtek munka-felosztása, vagy az úgynevezett „sejt metamorphosis“, mely a szerves lények végtelen külön-féleségének első s legfontosabb oka, az állatvilágban sokkal különfélébb, mint a növényeknél. Ha egy tökéletesebb állat, pl. a kutyának testét a nagyító üveg segítségével elemi alkatrészére bontjuk fel, a különböző szervekben rendkívül

sokféle különböző sejtfajt találunk. A kutya szőre, bőre, karmai igen különböző elszarusodott sejtekből vannak össze-
tétve, melyek egy közös epidermis (felbőr v. külhám) sejtfajból
eredtek munka-felosztás folytán. (11-ik ábra.) Azon csontváz,



13-ik ábra.

Kis darab egy izomrostból, mely a ha-
ránt csikos izomsejt hengeralakját s
összetételét mutatja. A haránt csikos
anyag bensejében három sejtmag lát-
ható. (Erősen nagyítva.)



14-ik ábra.

Nagy csillagalakú idegsejt az agyból
elágazó fonalakkal, melyek idegros-
tokká lesznek. A sejanyag (proto-
plasma) bensejében nagy világos göm-
bolyú mag van sötét magtestecskével.
(Erősen nagyítva.)

az állat gondolkozását s öntudatát, egy szóval az úgyneve-
zett szellemi tehetségeket létesíti, nagy csillagalakú sejtekből
van összetéve, melynek elágazó végei az idegrostokkal, igen

mely csontjai-, porczai-,
szálagaival a kutya egész
testének szilárd vázát
képezi, ismét több csont-
sejt, porczsejt, s kötszö-
vet-sejtből áll, melyek
mindannyian egy közös
eredeti kötszövet-sejtfaj-
ból munka-felosztás foly-
tán jöttek létre. (12-ik
ábra.) A piros hús vagy
az izmok, melyek a csont-
vázat beborítják, s az ön-
kényes mozgásokat léte-
sítik, hosszan elnyúló,
harántcsikos sejtekből
vannak összetéve. (13-ik
ábra.) A halványsárga
hús azonban, mely a gyom-
or falát képezi, s ezen
szerv önkénytelen moz-
gásának előidézésére szol-
gál, sima, nem haránt-
csikos, orsóalakú sejtekből
áll. Végre az idegrendszer,
az állati test ezen leg-
magasabb szervrendszere,
mely az érzést, akaratot,

finom sejtekből alakult fehérnyefonalakkal állanak összekötésben. (14-ik ábra.)

Bármily különfélék legyenek is azonban az említett sejtfajok, melyeket az állati test nagyító üveggel szétbontása esetében egymással összeszővődve látunk, mindezek munkafelosztás következtében csak egy ősi sejtalakból származtak, ugyanis azon egynemű igen egyszerű sejtekből, melyek az állati fejlődés kezdetén petéből cretek. Minden állat egyedi léte kezdetén egyszerű pete (15-ik ábra). Ezen pete ismét csak egy egyszerű sejt, s ugyanazon alkatrészei vannak, mint a többi sejteknek, úgy mint a nyálkás protoplasma (melyet itt pete-sziknek neveznek, 15. ábra c), s az általa bezárt sejt-mag (mely a peténél csirahólyagnak neveztetik, 15-ik ábra b). Az állati petesejtet néha egy különös boríték szikhártya (15-ik ábra d) zárja be, néha nem.



15-ik ábra.

Egy emlős állat petéje, egyszerű gömbölyű sejt, melynek sejt anyaga (protoplasmája), szike c, a sejthártyával (szikhártya) d van körülvéve; egy gömbölyű sejt-magot (vagy csirahólyagot) b zár magába a magtestecsken (vagy csirafolton) d kívül. (Százszorososan nagyítva.)

Midőn a kutya vagy bármely más emlős állat petéje új egyedé kezd alakulni, legelőbb két egyenlő részre oszlik meg (16-ik ábra), még pedig előbb a mag (a csirahólyag) oszlik meg, s azután a mag körül lévő protoplasma (tojás-szik). Az így alakult két leánysejt mindegyike csakhamar ezután ismét két sejtre oszlik (17-ik ábra). Ezen négy sejtől folytatódólagos megosztás folytán csakhamar nyolczra, nyolczból tizenhat, a tizenhatból harminczkét stb. sejt lesz. S így az eredetitől egy egyszerű petesejtből számos kis sejt gömbölyű halmaza lesz, mely úgy néz ki, mint valami málna vagy szeder (18-ik ábra).

Ezen sok sejt alakja s nagysága kezdetben teljesen egyenlő. Csakhamar megkezdődik azonban az állami alakulás. Úgy tesznek, mint valamely gyarmatos csoport, mely



16-ik ábra.

Az emlős állat pete-fejlődésének kezdete (az úgynevezett barázdolás). A pete egyszerű sejt, megoszlás folytán két sejté oszlott.



17-ik ábra.

Az emlős állat petéje két első sejtjéből további megoszlás folytán négy sejt (vagy barázdolási golyócska) alakult.

jól rendezett államot akar alkotni, s ezért minden munkát megosztanak maguk közt. Egyik sejtcsoport az állati szervezet megvédését vállalja ma-

gára, s a bőrt, hajakat, körmöket s karmokat állítják össze (11-ik ábra). Egy más csoport a test szilárd vázát képezi, a csont, porcz s kötszövet sejteivé alakulván (12-ik ábra). A harmadik sejtcsoport (harántcsikos) rostokká növi ki magát, melyekből lesznek a hús vagy az izmok, s melyek különös összehuzódási képességök folytán a testrészek mozgásait közvetítik (13-ik ábra). A sejtek negyedik csoportja végül, a legkitünőbbek, legkiválóbbak, az idegrendszert képezik, s

ez által az állati test legfontosabb teendőit, az akaratot,



18-ik ábra.

A barázdolási sejtek sokszorosán ismétlődött megoszlása folytán, az egyszerű pete-sejtből málnaalakú golyótömeg lesz kis sejtekből, melyekből képződnek ezentúl munkafelosztás folytán a test különböző szervei.

érzést és gondolkozást vállalják magukra (14-ik ábra). Így alakulnak a sejtek folytatólagos szaporodása, összeköttetése s munkafelosztása által mindazon különböző szervek, melyekből áll az összetett állati test, s ezen szervek munkafelosztása által alakul továbbá azon állati szervezet összetett gépezete, melyet minden egyes állati egyedben fel kell ismernünk.

A sejtek és szervek munka-felosztása, a mint azt minden egyes állat fejlődésénél lépésről lépésre követhetjük, igen természetesen nem az állatnak a külvilág létfeltételeihez alkalmazkodásából eredt, hanem örökség útján szállott át az illető állat szülei- s őseitől. A sejtek és szervek ezen öröklött munka-felosztásáról épen az áll, mit az előbb említettünk a siphonophorák öröklött munka-felosztására. Mindez az ősök eredeti, közvetlen alkalmazkodás által elsajátított munka-felosztására mutat, mely a külső életviszonyok nyomása alatt a létért küzdelemben több millió év alatt lassan fejlődött ki. Mi az egész állat- s növény szerves-világ kifejléséről joggal elmondható, ugyanaz áll azok minden egyes szerve, s sejtje kifejléséről is. Minden egyedi sejt kifejlése (a sejtek ontogeniája) igen gyorsan s a legnagyobb vonásokban ismétli ősei hosszú átalakulását (ezen sejt phylogeniáját). Ennélfogva azon egyszerű tényből, hogy minden állat egyetlenegy egyszerű pete-sejtből származik, s azon módból, a mint ez a sejtek s szervek minden megoszlása által történik, azon igen fontos következtetést vonhatjuk ki, hogy minden állatlegrégebbs közös ősei a legegyszerűbb sejtek voltak, s hogy ezen legegyszerűbb egysejtű állatok utódaiból a sejtek állami összeköttetése, s fokozatos munka-felosztása által származtak a magasabb sok sejtű állatalakok. (15).

S most előadásom végén, mely a munka-felosztás óriási területéből csak egy kis részt érintett, bizonynyal azon vád fog érni, hogy az ígért tárgy két részével igen aránytalanul foglalkoztam, a mennyiben a természetben létező mun-

ka-felosztásról igen sokat beszéltem, de az emberi életben észlelhető munka-felosztást alig érintettem. Azonban be kell vallanom, hogy e tekintetben egy kis tréfát engedtem meg magamnak. Mind az, mit előadásomban, s különösen annak végső részében mondtam, az emberre is illik, habár őt nem neveztem meg. Mert minden, mit az állati testnek, s különösen a kutyának sejtekből összetételéről, valamint a sejtek s szervek működéséről s munka-felosztásáról az állati testben elmondottam, szóról szóra illik az emberi testre nézve is. A mi testünk, mint minden fensőbb állat teste, egy állami szervezet, mely sok millió kis állampolgárból, a sejtekből van összetéve. Ezen állampolgárok bizonyos fokig egészen önálló élettel bírnak. A munka-felosztás által különböző kasztokat és munkás-osztályokat képeznek, s ezek a mi testünk szervrendszerei, az idegrendszer, az izomrendszer stb. Az emberi lény egységes élete, mely külsőleg úgy tűnik fel, mint valamely személyes lélek egyszerű eredménye, közelebbről tekintve mindezen kis állampolgár, a sejtek, s a belőlők munka-felosztás folytán összetett szervek működéséből létrejött igen bonyolódott eredmény. Ha ezen állampolgárok egynémelyike feladatát hanyagon tölti be, vagy egészen képtelen reá, azt betegségnek nevezzük, s ha mindannak, mi az életre szükséges, egyszerű rendszerezett összehatása megszűnik, azt halálnak nevezzük.

De még az is szóról szóra illik az ember fejlődésére, mit az állatok fejlődéséről mondtam, s a kutya példáján megmagyaráztam. Minden ember, mint bármely állat, egyéni léte kezdetén, egy egyszerű sejt, egy pete (15-ik ábra), s ha ezen sejt fejlődni kezd, a leánysejteknek s utódaiknak épen oly feladatok van a munka-felosztásra nézve, mint a minőt a kutya fejlődésénél elbeszéltem. A kutya-petének a 15—18-ik ábrában előadott fejlődési fokai elég világos képzetet nyújtanak azon átalakulásokról is, melyektől közülünk minden egyes egyéni élete kezdetben feltételezve van.

Mint az állatoknál, úgy az embernél is, meglehetősen, vázlatos képet nyerhetünk, ha azon különféle alakváltozásból, melyet a szervezet a petéből egyéni kifejlődése után átvisz, azon alakváltozásra következtetünk, melyet ősei végtelen időfolyamok alatt átéltek. Kézzel fogható bizonyosság van itt, hogy a mi nemünk rokon összeköttetésben áll az alsóbb rendű szerves lényekkel, s pedig, hogy legközvetlenebbül a csontvázias állatoktól eredt, míg a még régibb közös ős, csak egy egyszerű sejt alakjával bírt (16). Azon hatalmas természettörvény azonban, mely szerint az oly egyszerű ősforrásból az állatvilág, s azoknak élén a többieket nagyon túlszárnyalva, a különböző emberfajok oly annyira különböző alakjai fejlődtek, az a munka-felosztás.

A czímkép magyarázata.

A czímkép egyikét azon csodálatos uszó állat-államoknak (hydromedusa törzsek) ábrázolja, melyeket közönségesen siphonophoráknak neveznek, s melyek az államot képező egyedek munkafelosztását leginkább mutatják. Az itt rajzolt új siphonophora faj (*Anthemodes canariensis*) az atlánti tengerben él a kanári szigetek mellett, hol e műszerzője azt fogta s megvizsgálta az 1866—67-ki télen Lanzerota szigetnél. A siphonophora ismert fajai közt legközelebb áll ezen faj a *Stephanomia* nemhez, s ezért *Stephanomia canariensis* névvel is nevezhető. A csinos, igen mozgékony s ostorszerűleg összehajlott törzs, vagy a főpolyp (*f*) felső végén úszóhólyaggá (*a*) szélesedett, mely a benne lévő lóghólyag (*b*) folytán az egész állat-államot képessé teszi arra, hogy a tenger felületén úszhasson. Ezen hólyag alatt két sor úszóharang (*d*) van, melyek nyílásaiból (*e*) kilökik a vizet úszáskor. e úszóharangok sarjai. Az úszóharangok alatt lévő egész törzs mindenütt háromszögű fedőlemezekkel (*n*) van ellátva. Ezek közt szétszórva fekszenek a nagy falópolypok (*g*), melyeknek szájai nagy nyolcszögletű koronggá terjedhetnek ki. Minden falópolypnak van egy igen hosszú, igen mozgékony fogószála (*i*), mely ismét több más finom mellékfogószállal (*k*) van ellátva. A falópolypok közt felváltva ülnek a törzsön nagy számmal a kisebb tapogató polypok (*l*),

mindegyiknek továbbá igen finom érző fonala (*m*) van, s alján fűrtalakú csoportokban ülnek az ivari-állatok, a hosszszas hímek (*o*) s a kerekded nőstények (*p*). Ezen úszó állatgyarmatok szervezetét s jelentőségét az előadásban magyaráztuk meg.

Jegyzetek és idézetek.

(1) Jellegek különülésnek Darwin híres műve a „Fajok eredete“ (ford. Dapsy László) 2-ik kötet negyedik fejezetében a munkafelosztás azon nemét érti, mely az egy és ugyanazon fajnak egy és ugyanazon helyen közösen együtt élő egyedei között jön létre, s mely ezeknek létért küzdelmében válfajok s ezután új fajok alakulására vezet. Az egyedek jellege ezen elkülönítésen mint alaktani (morphologiai) folyam épen oly élettani munkafelosztáson alapszik, mint az úgynevezett „szervek differenciálódása, szétkülönülése“, mely az összehasonlító boncztan főtárgyát képezi. A folyam lényeges része mindkét esetben az „egyenlőtlen alakok képzete az egységes alapból“, mint ezt már „Generelle Morphologie“ czinű munkám tizenkilencedik fejezetében (Berlin, Reimer 1866, második kötet 253. 1.) részletesen kimutattam.

(2) A házasság, a két ivar különböző működése s kifejlése, melyen alapszik az ember s az állatok családi élete, a társas munkafelosztás legősibb s legelterjedtebb alakjai közé tartozik. A legtöbb állatnál ezen munkafelosztás épen mint az embernél is, a két nem lényeges különbségére vezetett úgy a testi alakra, mint a szellemi jellemképzésre nézve. Ezen különbségek azonban még sok alsórendű állatnál egészen hiányzanak, hol a két nemet — eltekintve a szaporodási szervek különböző alakjától — egyáltalában nem lehet egymástól megkülönböztetnünk. Másrészt némely állatoknál már sokkal messzebb haladt az ivari munkafelosztás, a házasság eredeti alapja, mint az embereknél, s a két külön nemnek ennek folytán oly különböző alakja lett, hogy a természettudósok, mielőtt az összefüggést ismerték volna, egy és ugyanazon faj hímét s nőstényét két különböző fajként, sőt nem ritkán mint két egészen különböző osztályba tartozó állatot irták le (így különösen a sok alsóbbrendű élődi rák s más élődi állatok esetében). Azon erkölcsi alap, mely a házasságot a müvelt embereknél oly annyira megnemesíti, teljesen hiányzik a vadnépeknél, az amerikai indianoknál, a legtöbb négertörzsnél, az australianégereknél stb. Ezen baromi embereknél, kik a nőt alig részosztik a

hasznos háziállat irányában tanusított bánásmódban, szó sem lehet a házasság erkölcsi alapjáról, s sokkal inkább a szigorú monogamiában élő állatoknál, minők a galamb, papagáj s több más madár. A nemi munka-felosztáson kívül még a nemi kiválás, vagy a Darwintól úgynevezett „selectio sexualis“ is lényegesen átalakító befolyással bírt a két nemre, melyről a „Generelle Morphologie“ tizenkilencededik fejezetében (II. köt., 244. l.) részletesen van szó.

(3) Az állat-államokról s különösen a méhek s hangyák államairól s azok rokonságáról az emberi államokkal érdemes összehasonlítani Vogt Károly szellemdús művét „Untersuchungen über Thierstaaten“ (Frankfurt 1851).

(4) A munka-felosztás legerősebben van kifejlődve a sahúbaknál, a brasíliai őserdőkben lakó levélhordó hangyáknál (*Oecodoma cephalotes*). Itt a munkások közt nem kevesebb mint három, nagyságra s a test alakjára nézve teljesen különböző osztály létezik, úgy hogy a szárnyas hímek és nőstények ide számításával egy és ugyanazon államban öt különböző hangyafaj él együtt. A nagyobb részt azon kisfejű munkások képezik, melyek a fák lombjait leszedik, annak leveleit kimetszik, elszállítják, s a boly mesterséges lakásait velük kárpitozzák. Ezen munkások közt járkálnak a nagy, sima, fényes fejű nagyobb munkások, melyek a munkára felügyelni s azt vezetni látszanak, de egyúttal valószínűleg a munkások megvédésére is hivatvák. A harmadik munkás alak jelentőségéről, melynél az óriási faj sürü szőrrel van borítva, s a homlok közepén nagy szemök van, még eddig nem tudunk semmit. V. ö. ezen sahúbakról, úgyszintén a rablóhangyákról vagy ecitonokról a Bates Walter kitűnő utiművében („Der Naturforscher am Amazonenstrom“, Leipzig 1865) található érdekes megjegyzéseket.

(5) Az amazonhangyák rabszolga-államait, kétségkívül a legérdekesebb társadalmi viszonyokat a hangyák csodálatos háztartásában, már a múlt században vizsgálódása tárgyává tette a kitűnő genfi entomolog Huber. Ezen vizsgálatokat, melyek eleinte hihetetleneknek látszottak, később Latreille, Hanhart, Vogt Károly stöbb más természettudós is megerősítette. V. ö. Vogt Károly művét („Vorlesungen über nützliche und schädliche, verkannte und verläumdete Thiere“, Leipzig, Keil 1864, 178. l.).

(6) A teremtés fogalma egyáltalában nem tudományos, s ennek helyére a valódi természettudomány mindenütt a fejlődés fogalmát tette. V. ö. „Natürliche Schöpfungsgeschichte. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre im Allgemeinen, und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen, über die Anwendung derselben auf den Ursprung des Menschen

und andere damit zusammenhängende Grundfragen der Naturwissenschaft. Berlin, Reimer, 1868“ című művem első fejezetét (6. l.).

(7) Az öröklés mint benső képző ősztön és az alkalmazkodás mint külső képző ősztön közt fennálló kölcsönhatás képes, mint ható ok tisztán erőm útani uton (azaz a fizikai s vegytani törvények szerint) létrehozni az állat- s növény-szervezet végtelen különböző alakjait. Ezt kimutattam „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ című művem tizenegyedik fejezetében (203. l.), s még részletesebben bebizonyítottam „Allgemeine Entwicklungsgeschichte“-ben (a „Generelle Morphologie“ második kötetében, 223. s következő lapokon).

(8) Azon nézetet, hogy „az állatok nemzedéki változása a fejlődés terén munkafelosztás által van feltételezve“, legjobban fejtegette Leuckart Rudolf következő művében: „Ueber den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinungen der Arbeitheilung in der Natur“ (Gieszen, Ricker 1851). Bármily helyes is ezen nézet sok esetben, általános érvényességre nem tarthat igényt. Sőt inkább több nemzedék-változási eset van, melyeket mint időközti visszaesést vagy atavizmust kell tekinteniünk, s csak a megszokadt vagy lappangó örökség törvénye által lehet megmagyaráznunk („Generelle Morphologie“ II. köt. 181. l. és „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ 161. l.).

(9) Az úszkáló siphonophora-állatok s sajátos munkafelosztásuk részletes előadása megtalálható a (8) alatt idézett Leuckart-féle műben, „az egyedek sokalakúságáról“, s Vogt Károly idézett (3) állat-államaiban (harmadik fejezet: Hólyaghordók 162 l.).

(10) Az ontogenia és phylogenia, azaz minden szerves egyén s a szerves lények eredete óta összes elődeinek fejlődés-menete közt lévő igen fontos benső összeköttetésről (mely összeköttetés az öröklés s alkalmazkodás törvényei kölcsönhatása által mechanikailag van feltételezve) a „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ című művem 12-ik fejezetében (227. l.) s a „Generelle Morphologie“ 23-ik fejezetében (II. köt. 371. l.) részletesen szólottam.

(11) A virágos növények sarjának munkafelosztását különösen szépen írja le Braun Sándor a következő szellemdús művében: „Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur“, (Leipzig, Engelmann 1851).

(12) Hogy tisztába jöjjünk azon végtelen jelentőségről, melylyel a szerves munkafelosztása bir a tökéletesebb s összetettebb állattest, a személy eredetére nézve, szükség volna részletesebben megmagyaráznunk az egész szervezettant, vagy a szerves lények egyéniségének tanát; mivel azonban ezen épen oly érdekes mint nehez tárgy megfajtsa sok időt venne igénybe, utalnom kell „Allgemeine

Anatomie“ című fejezetemnek (a „Generelle Morphologie“ első kötete) harmadik könyvére, melyben úgy az élettani s alaktani egyéniség viszonya, mint az organikus egyéniség hat különböző foka (1. Plastidák, 2. Szervek, 3. Antimerek, 4. Metamerek, 5. Személyek, 6. Törzsek) meg van magyarázva.

(13) Az „első rendű egyedek“ általában véve a képzők vagy plastidák, mivel a tulajdonképeni (azaz magvas) sejteken kívül még a magnélküli cytodák is ide tartoznak. V. ö. a plastida elméletéről a „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ tizenharmadik fejezetét (286. l.) s a „Generelle Morphologie“ kilencedik fejezetét (I. köt. 269. l.).

(14) A sejtek avagy tágabb értelemben a plastidák (azaz a sejtek és cytodák) a tulajdonképen élő egyedek, az elemi életegységek, s a soksejtű szerves lény alakjai s működései, csak az őt alkotó sejtek alakjai összeköttetése s működése összes eredményeii tekintetők. Ezen az élet mechanikus azaz tudományos felfogására nézve igen fontos sejt-elméletet (vagy tágabb értelemben plastida elméletet) senki sem értette meg jobban s nem alkalmazta oly ügyesen, különösen az emberi szervezetre, mint Virchow Rudolf, kinek „Cellular-Pathológiá“-ja a tudományos orvostanban új korszakot alapított meg. V. ö. még az ő kitünő értekezését „Ueber die Einheitsbestrebungen in der wissenschaftlichen Medicin“ (Gesammelte Abhandlungen, Frankfurt, 1856) és „Vier Reden über Leben und Kranksein“, Berlin 1862; s különösen a második beszédet: „Atome und Individuen“.

(15) Mint gondolható az eddigi tapasztalati adatok után, minden különböző állat-alak, s általában minden szerves lény történeti kifejlése közös, igen egyszerű őstől, s pedig előbb a monrektől (magnélküli cytodák), azután egyszerű (magvas) sejtektől, mindezt kifejtettem „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ című művemben, melyben a 15-ik előadásban a protista-ország törzsfaját s történetét, a 16-ikban a növényországot, a 17-ikben a nemzontvázis állatokéit s végre a 18-ikban a csontvázis állatokéit igyekeztem lehetőség s valószínűség szerint felállítani.

(16) Azon állat-alakok hypothesiszerű áttekintését, melyeket az emberi nem ősei magukon hordoztak, „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ című művem kívül még egy kisebb értekezésem is előadja: „Ueber die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts“ (magyarul is megjelent: „Az emberi nem eredete és törzsfája“, fordította György Aladár. Pest, 1872).





A KÖSZÉNKORSZAK NÖVENYZETE.

H E R



WINDSOR PAPER, ENGLAND

HEER

HEER (Oswald), kitinó növény-palaeontolog, a zürichi egyetemen előbb a természetrajz, most a növénytan tanára és a botanikus kert igazgatója. Született Nieder-Utzwylben, St.-Gallen kantonban, 1809 augusztus 31-ikén. Eleinte általánosabb irányban működött. Fröbel társaságában adta ki: Mittheilungen aus dem Gebiet der theoretischen Erdkunde, 4 füzet, Zürich 1834—36. Tegel közreműködésével: Schweizerische Zeitschrift für Land- und Gartenbau, Zürich 1834-től kezdve. Blumerrel: Der Canton Glarus, historisch, geographisch, statistisch, St.-Gallen, 1846. — Önálló dolgozatai: Ueber die obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Schweizer Alpen (Neujahrsblatt der Züricher naturforsch. Gesellsch. 1845). Die Insektenfauna des Tertiärgebirgs von Oeningen. Zürich, 1847. Klima und Vegetationsverhältnisse des Tertiärs. Winterthur 1854. Tertiärflora der Schweiz. Winterthur, 1854. — „Die Urwelt der Schweiz“ czímű remek népszerű munkája, melyet francia és angol nyelvre is lefordítottak, nevét az egész művelt közönség előtt ismeretessé tette (ennek első fejezetét közli e gyűjtemény); meg kell azonban jegyezni, hogy e könyv népszerűsége dacára is számos és becses, soha el nem évülő tudományos adatot tartalmaz, a kitinó szerző bámulatos kutatásainak eredményeit. A leg-hervadhatatlanabb babér azonban a „Flora fossilis arctica“ czím alatt összegyűjtött műveiért illeti meg az agg tudós homlokát, melyekben azon anyagok vannak tudományosan feldolgozva, mikkel a különböző expedíciók néha valósággal elhalmozták. E nevezetes műből eddig két kötet jelent meg, a harmadik most van sajtó alatt (1874); az első kötetben az általános részen kívül északi Grönland, a Melville-szigetek, Banksland, Mackenzie, Island és Spitzberga fossil flórája van leírva (50 táblával); a 2-ik kötetben a Medve-szigetek, Alaskana fossil flórája, Spitzberga flórája és faunája és ismét északi Grönland; a 3-ik kötetben lesznek a sarki öv kőszén-, kréta- és miocæn flórája. De ezeken kívül is több becses művel gazdagította a tudományos irodalmat, megismertette az északi sarkvidéki svéd expedíciók működését, tudományos életrajzot írt Escher von der Linth Arnoldról, leírta a cölöp-építmények növényeit, az ókori lenművelést, és számos adalékkal járult a kréta-, barnaszén- és miocænkori flóra ismertetéséhez. Értekezései (számuk meghaladja az ötvenet) részint a svájcei és a zürichi természet-tudományi társulatok közleményeiben, részint tudományos akademiák kiadványaiban jelentek meg, svéd, angol, francia és német nyelven. A Hofmann Károly által megvizsgált zsily-völgyi barnakőszén fossil-növényeit Heer határozta meg és írta le. Értekezése a m. k. Földtani Intézet Évkönyvében (1872).

P. Gy.

SVÁJ CZ

K Ő S Z É N K O R S Z A K A.

ORSZÁGUNK hegyvilágában a Föld története tükröződik. Az egetérő sziklafalakban és a mély szakadékokban, a csodálatosan összekuszálódott sziklatelepekben és a tarkán egymásba szövődött sziklafajokban, azok a hatalmas forradalmak lépnek szemünk elé, melyek a Földön elvonultak; a számtalan növényben és állatban pedig, melyeknek maradványai e sziklákba beágyazták, a csendes fejlődés kora. Amazok a természetet vad háborgásában tárják fel előttünk, hegyeket tépve és sziklátat zúzva; ezek, a mint csendes tevékenységében a Földet növényekkel felruházta és állati lényekkel megelevenítette. Alpesi világunk ennél fogva nem csupán a maga csendes magasztossága által gyakorol bizonyos kimondhatatlan varázst kedélyünkre, hanem egyszerűsége a természet legnagyobb szerű templomát képezi, melyben, a világ valamennyi időszakából, a legcsodálatosabb képek vannak megőrizve. Meg fogjuk kísérteni, hogy e templomba belépjünk és diszitő képeket megmagyarázzuk; mert ezek a Föld történetének legfontosabb mozzanatait fogják kibontani előttünk. Legalsóbb és legrégebbi szintája Wallisban van, s ezelőtt Svájc legszebb hegykoloszáinak ketteje, a Dent de Morcles és a Dent du Midi van felállítva, rop-

pant pyramisok gyanánt, mintegy a templom előcsarnokát és bejáratát alkotván. Ha a genfi tó felső részéről Wallis felé fordulunk, ezek mindenütt előttünk vannak, s az Alpések felséges koszorújában, mely ott a láthatárt szegélyezi, a két legemelkedettebb alakot képezik, melyek között a fővölgy titokteljesen enyészik el. E hegyek töve országunknak legrégebbsz, szerves maradékokat is tartalmazó, sziklatömegeiből áll. Korukra nézve az őskorszékorszékba tartoznak. E maradékok legnevezetesebb lelhelyeinek egyike Erbignon falu mellett van, és Outre-Rhone-ban a Dent de Moreles déli oldalán. Kemény homokkőben számtalan oly növény maradáka található itt, mely ama távoli időkben élt ezen a helyen. A növények anyaga ugyan már eltűnt, s helyöket fehérsárga, ezüsthényű talkkőzet vékony bevonata foglalja el. Ennélfogva a növények, mintha meg volnának ezüstözve, s alakjuk, sőt részben még ereztök is, olyan jól megmaradt, mintha a szürkés-fekete kőzetre úgy festették volna rá. Ugyanezzel a képlettel találkozunk a Rhonenak szembefekvő balpartján is; esakhogy itt a kőzet finomszemcsés pala, melynek sima, sötét lapjain az ezüsthényű levelek még szebben kiemelkednek. Ily levél-lenyomatokat tartalmazó palák találhatóak Vernayaz mellett a Pissevache szép vizesés közelében is, feun, a magas Col de Balme-on, a Val Orsineben, és tovább dél felé Tour falutól éjszaknyugotnak Posettesben. Ha az Arve folyó-vidékét követjük, még több helyütt találkozunk efféle növények gazdag lelhelyeivel, legközelebb a Mont du Fer-en, a Brevent nyugoti lejtőjén, Servoz mellett, a Dioza balpartján; Moide mellett, e patak jobb partján, továbbá Taninge mellett, a Giffre völgyében, mely Thiez vidékén az Arvebe szakad. Azonban az Isère folyó-vidékében is ismét ráleliünk erre az anthracit-palára ugyanazon növényi maradákokkal, így Colombe en Epulan mellett a Hauteluce völgye hátterében, a Joli-hegy déli ereszkedőjén, Lamure mellett, és Petit Coeur mellett, Moutiers közelében. A kőszéképletnek tehát széles szalaga vonúl Alsó-Wal-

listól délnyugoti irányban Savoyán keresztül, be a Dauphinébe. Nyomait azonban még keletfelé is messzire lehet követni. A Rhone völgyének balfelöli déli oldalát elfoglaló hatalmas hegyvilág, nagyobb részét ehhez tartozik. Jóllehet ezideig még csak az établioni bánya mellett találtak néhány növénylenyomatot, a többi helyeken pedig anthracit-telepeket, így nevezetesen a következő helyeken : Tennenben Turtmann mellett, továbbá Rechy, Grone, Bramois (Sitten mellett), Chandoline, Baar (Aproz és Nendaz között), Aproz, Haute-Nendaz, Iserable, Laos (Entremont), Mont de Planard (Entremont-Ferret), a chaudagnei és commérei bányákban (Liddes) és a Col de Fenêtre-en. Az anthracit nem más, mint megváltozott kőszén, s tüzelésre ép úgy használható. Eddig azonban az említett tájakon csak négy helyütt bányászták : Grone-, Chandoline-, Aproz- és Bramoisban, melyek közül az utóbbit néhány év óta nem művelik. A többi három évenként mintegy 60,000 mázsa anthracitot szolgáltat (Grone 30,000, Chandoline 20—25,000, és Aproz mintegy 10,000 mázsát), melyet részint a vidéken használnak el, részint Waadtlandba és Genf-be szállítanak ki. (Helyben mázsájának 1 frank 1 frank 20 centime az ára.)

Svájcz többi részében csak kevés helyütt lehet a kőszénképződés egyes nyomait kimutatni, nevezetesen a Titlis hegyen, az engelbergi völgyben, és fenn a Tödi éjszaki lejtőjén. Az Alpesek irányában keleten csak Stájerországban, a Stangalpon kerülnek ismét elő ugyanoly anthracitpalák, mint Wallisban, ugyanazokkal a sajátságos növényi maradványokkal.

Svájcz kőszénvidéke e szerint szigeteket képez, mely Wallisnak nyugati és déli részét foglalja el, s onnan kezdve betérjedt a Dauphinébe, míg keletfelé talán egyes kifutó ágakat boesátott az engelbergi völgybe és Glarus kantonba. Hogy Svájcz többi részében fordul-e elő kőszénképződés, mai napig nem mutatható ki; az egész északi, síkabb fekvésű Svájczban igen nagy mélységben kellene lennie, s még a leg-

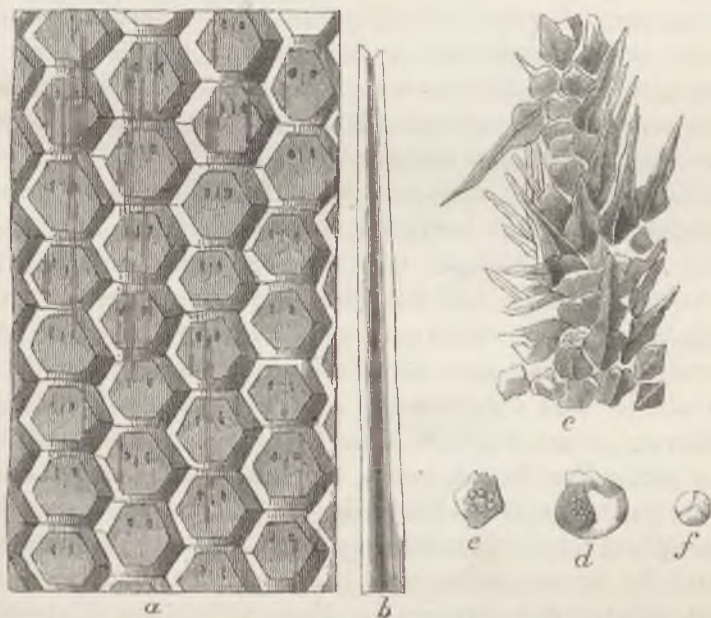
kedvezőbb helyeken is (Rheinfeldentől Bázelig), legfeljebb mintegy 1800 láb mélységben volna köszén várható, — ha e vidékekben egyáltalában elő is fordulna.

Hogy egykoron anthracit-paláink egész területe száraz föld volt, az kétségtelenül kiderül ama szárazföldi növényekből, melyek bennök előfordulnak, valamint a tengeri állatok teljes hiányából is. E szikláknak édes vízben kellett képződniök, mint a westpháliai köszén képződött, melyben számos édesvízi állatot (uniokat, anadontákat, planorbisokat) fedeztek fel. De valószínű továbbá az is, hogy kristályos kőzetekből álló központi Alpescinknek már akkor is egyáltalában egész vidéke száraz föld volt. Ez a sziget e szerint jelentékeny tért foglalt el, s arról tesz tanúságot, hogy az alpesi hegység, mely jelenleg Európa déli részét a középrészétől elválasztja, a Földnek már ebben a korai időszakában is létezett, ámbár kétségtelenül csak alacsony ingovány-föld alakjában.

Ez a sziget az anthracit területén növényekkel volt felruházva, melyek maradékai a sziklába vannak zárva. Ezek szolgáltatják a legfontosabb okiratot, mely megmondja, hogy e sziget növénytakarója ama nevezetes flórának egy tagját képezte, mely a köszénképződés idejében a Föld száraz részén el volt terjedve, s így abban az időkorban kellett élnie.

Wallis és az Arve vidéke ezen anthracit-szikláiból eddig 42 növényfaj került hozzám, melyek közül 33 már ismeretes Európa más kőszeneiből, 24 pedig Észak-Amerikából. Hat faj egészen Svájc tulajdona, három pedig másutt még csak a Tarentaise anthracit vidékén találtatott. Ha az Isère vidékéből ismeretes növényeket a mieinkhez esatoljuk, úgy 60 fajt számlálhatunk, melyekből 46 a tulajdonképeni köszénképződéshez tartozik, míg 14 faj eddig még csak erről a vidékről ismeretes. Így tehát ama szigetek növényzete fajainak nagyobb részében osztozik az európai köszénflórával, s úgy látszik, csak kevés ritka alak különös tulajdona. De

egyetlen egy sem fordul elő oly képletben, mely a kőszén-nél fiatalabb. Nagyobb részt oly fajokból áll, melyek akkor az egész kőszén-területen el voltak terjedve, és 26 faj még Észak-Amerikában is előfordul. Bármily kevésbé bővelkedik is kőszénflóránk fajokban, mégis ama kor növényvilágának legtöbb főtípusát magában foglalja. Még közelebről kell azonban ezeket megtekintenünk, hogy ama szigetek növény-ruhájáról képet alkothassunk magunknak.



1-ső ábra.

a *Sigillaria Dournaisii* Br. a Val Orsine-ből; *b* *Sigillaria* levele Outre-Rhone-ből; *c* *Sigillaria* gyümölcs-kalásza (Goldenberg után); *d*, *e* Spórák a takaró levél (murva) tövében; *f* Spóra erősen nagyítva.

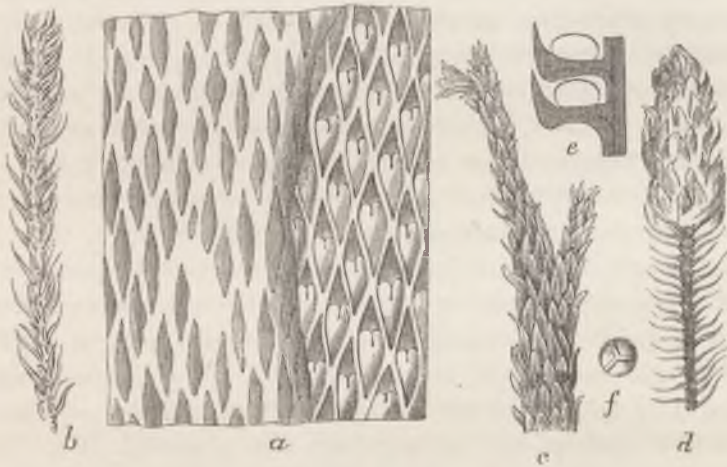
Flóránk 42 fajából 28 a harasztokra (filices), 5 a korpafüfélékre (selagines), 6 a zsurlókra (calamites) és 3 a virágos növényekre esik. Tehát csaknem csupa virágtalan

növények (kryptogamok), melyek göresövi kicsinységű magvakat (úgynevezett spórákat) nemzettek, a mik kis, tokszerű gyümölcsökben voltak. Azok a fa-alakok, melyek jelenleg az erdőket alkotják, teljesen hiányzottak; de azért voltak akkor is fanövények, melyek részint jelentékeny magasra is megnőttek. Hanem azok, a harasztok kivételével, oly családokba tartoznak, melyek jelenleg csak kis, fűféle alakokban fordulnak elő, s ennél fogva alig képesek helyes fogalmat nyújtani a kőszén-erdők minőségéről. Ezek a korpafűfélék és a zsurlók. Az elsőbbiek közül szigetünkön két főalak ötlik szemünkbe: a pecsétes fák (sigillaria) és a pikkelyes fák (lepidodendron). Amazoknak (1-ső ábra) csaknem merőben ágak nélküli volt a törzsökük, melyet hosszában számos barázda szeldelt. Két-két barázda egy-egy bordát fogott közre, melyen a levált levelek szárának nagy sebhelyei sorakoztak rendjében, s oly szabályosan képződve, hogy a törzsek külsejét igen díszessé kellett tenniök. E sebhelyek közepén két félholdalakú vagy párhuzamos szemölcsöskét lehet észrevenni, melyek között még egy kis, harmadik szemölcs van. Ezek azokat a helyeket jelölik, a hol a belső rész edénykötegei a levélbe kinyúltak. A legtöbbnyire ágazatok nélküli törzs kupola alakú csücske sűrűn meg volt rakva hosszú, merev, tüllakú levelekkel (1. ábra b), melyeknek e fákat hasonlókká kellett tenniök a seprőhöz. Tövüknél e törzsökök gyakran négyszegletes alakot vettek fel, s ott azután több nagy gyökérré oszlottak, melyek, villaszerűleg elágazva, gyakran 30 lábnyira is elnyúltak a törzstől. E gyökérágak sűrűn meg voltak rakva hosszú, hengeres rostokkal, melyek, a hol az ágról leváltak, kerek szemölcsöt hagytak maguk után. Ezeket a gyökereket régebben „stigmara“ néven választották külön a sigillariáktól, s a rostokat leveleknek vették, míg a köztük levő kapcsolatosságot fel nem ismerték. Úgy látszik azonban, mintha e sigillariáknak különös sajátságok lett volna, hogy gyakran csak igen rövid, kupolaalakú törzsököt neveltek, s abban

a stigmária-alakban nagy területeket elborítottak. Néha ugyanis egész szentelepek vannak velök megtöltve, a sigillária törzsek nyoma nélkül, miből azt sejtethetjük, hogy bizonyos körülmények között ezek a növények hosszú ideig ellehettek ebben az alakban, a mint hasonló eset a jelenkor némely kryptogám növényein és pálmáin is előfordul. Közel esik azt sejtenuünk, hogy a sigilláriák, míg vízzel voltak körülvéve, efféle kupola alakú törzset neveltek, de azonnal magasra növelték, mihelyest az iszap és korhadék meggyülekezése következtében kedvezőbb viszonyok állottak be. — A sigilláriák gyümölesei, kis tokokat képeznek, melyek a takarólevelek megszálesbedett tövén állanak (az 1. ábra *d* alakja egy ily gyümölesnek töredéke magvastól); sok gyümöles egészen sűrűen egy tengely körül csoportosul és tobtot képez (mint az 1. ábrán *c*). Helyyel-közzel még a rendkívül kis magvak is megmaradtak (1. ábra *f*, erősen nagyítva) s igen számosan vannak e gyümölesökben. — Vidékünkön ezideig két ily sigillária-fajt ismertünk föl. Az egyiket (sigillaria Dournaisii Br. 1. ábra) a Val Orsineból származó vándortömbben találták. Ezen a példányon oly sűrűn sorakozott levélsébhelyek vannak, hogy megérintik egymást; leveleinek tehát rendkívül sűrű csomagot kellett képezniük a törzsökük tövén. A másik fajnak ezideig még csak a gyökereit találták meg (melyeket régebben stigmária ficoides-nek neveztek). Valószínűleg a sigillaria alternans Lindl.-hoz tartoznak, melyet az egymástól messze álló, kettenként közeledő levélsébhelyek jellemeznek. A stigmária-alakban ez a faj az Európában és Amerikában legelterjedtebb köszénnövények egyike, mely a köszénnépzésben leglényegesebb részt vett. A mi vidékünkön azonban ritkának látszik, s ezideig még csak Taninge mellett fedezték fel, és ez talán annak az oka, hogy a mi anthracit-telepeink olyan vékonyak.

Jelenlegi növénytenyészetünkhöz hasonlítva a lepidodendronok is ép oly idegenek, mint a sigilláriák.

Ezeknek a kérge is igen diszes képződésű: mintha sűrűn volnának borítva szabályszerű rhombos, elliptikus vagy hatszögletű pikkelyekkel, a mik gyakran még az ugyancsak vastag törzseken is megtartották alakjukat. Ezek levéldudo-



2-ik ábra.

Lepidodendron Veltheimianum Sternb. *a* törzsdarab Outre-Rhone-ból, balkéz-felőli részén lehámozva; *b* fiatal ág; *c* idősebb ág; *d* toboz; *e* két gyümölcs-tok a paizsalakúlag elszélesedő murvákön ülve, nagyitva; *f* spóra, erősen nagyitva.

roknak tekintendők; a rhombos szemölcs pedig, mely majd közepített, majd fölül foglal helyet (a *sagenaria* csoportban) nem más, mint levél-sebhely. Ezeken a helyeken ugyanis a legtöbbnyire igen hosszú, merev, lilionalakú levelek voltak megerősítve, melyek az ágakon sűrű esomókat képeztek. Az ágak hegyén foglalnak helyet a gyümölcs-kalászok, számos paizs-alakú takarólevélből képződve, melyeknek a gerinczétől vizirányosan kihajló nyeleire (2-ik ábra *e*) a gyümölcsök voltak megerősítve. Belsejökben számos kis magvaeska (2-ik ábra *f*) van. A *lepidodendron*oknak villaalakulag szétágazó törzseik voltak, melyek jelentékeny vastagra

és magasra megnöttek. Ismerünk 12 láb kerületű és 100 lábnál magasabb törzseket.

Hogy ezek a lepidodendronok a mi kőszén-szigetünket is ékesítették, arról néhány törzs és ágdarab tanúskodik, melyeket Outre-Rhoneban (2-ik ábra *a*) és a Col de Balmeon találtak. Ezek a töredékek oly fajhoz tartoznak (lepidodendron Veltheimianum stb.), mely az egész régebbi kőszénterületen el volt terjedve, s mind Amerikában, mind Európában lényeges részt vett a kőszén képzésében. Nagy, szanaszét ágazó törzsöke volt, melynek külső, vékony és hosszú ágait (2-ik ábra *b*) rövid levelek sűrűn borították. Kérgét kicsiny, hosszúkás elliptikus levél-sebhelyek takarták (2-ik ábra *a*); ezek alatt a törzs kúp-alakú szemölcsökkel volt megrakva, s ennek következtében a lehámozott törzsek egészen másforma kinézésűek, és régebben Knorriáknak neveztettek. Gyümölesei kis, tojásdad alakú tobozban (2-ik ábra *d*, Geinitz után) voltak csoportosulva. E faféle korpa-



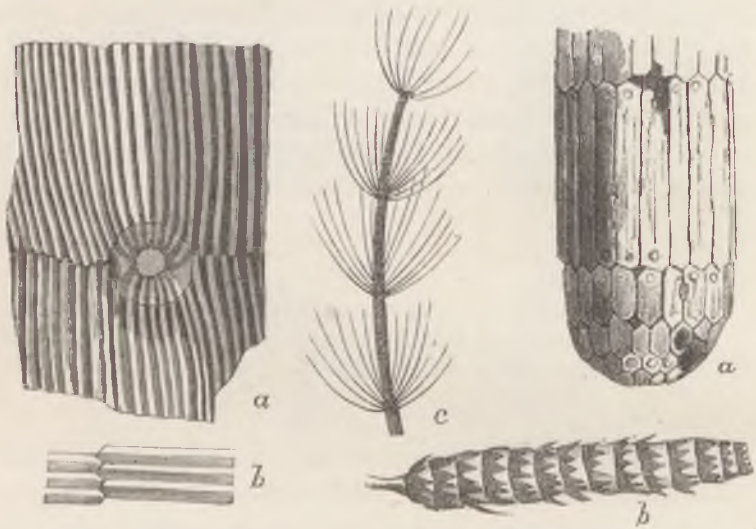
3-ik ábra.

Lycopodites falcifolius Hr. Posettes mellől.

fű-növényeken kívül voltak flóránkban kis, fűféle alakok is. Ilyet találtak Posettes mellett (*Lycopodites falcifolius* Hr. 3-ik ábra). Vékony szárából csaknem derékszög alatt, karszerű ágak nyúlnak ki, a mik sarló alakúlag hajlott levelekkel vannak megrakva, s helyenként villaszerűleg szétágaznak.

Valamint az erdeinkbeli földön eső korpafűfélék a kőszénkorszaki lepidodendronok elnyomorodott utódainak

tekintendők, ép úgy a zsurlók is, (az úgynevezett macskafarkak) eltörpült atyjok fiai az öreg calamiteknek; mert ezek is részint jelentékeny magasságú fák voltak. Tagolt törzsökeik és egymás mellett körben álló ágaik voltak, mint a zsurlóknak; esakhogy a levélhüvely helyett, mely a zsurlókon a szárat szorosán körülveszi, keskeny levelekből álló örves virágzataik voltak, melyek számos koszorúban öveztek a vékony, hosszú ágakat. Gyümölcseik sem a törzs csúcsán, hanem az ágakon nőttek, és pedig hosszú, többnyire vékony kalászokat képezve (5-ik ábra *b*). Ezeknek a fáknek



4-ik ábra.

5-ik ábra.

a *Calamites Cistii* Br. Erbignonból, a természetes nagyság fele; *b* néhány borda természetes nagyságban; *c* leveles ágdarab (*astrophyllites equisetiformis* olim).

a *Calamites Suckowii* Br. a törzs alapja (Brongniart után); *b* gyümölcs-kalász.

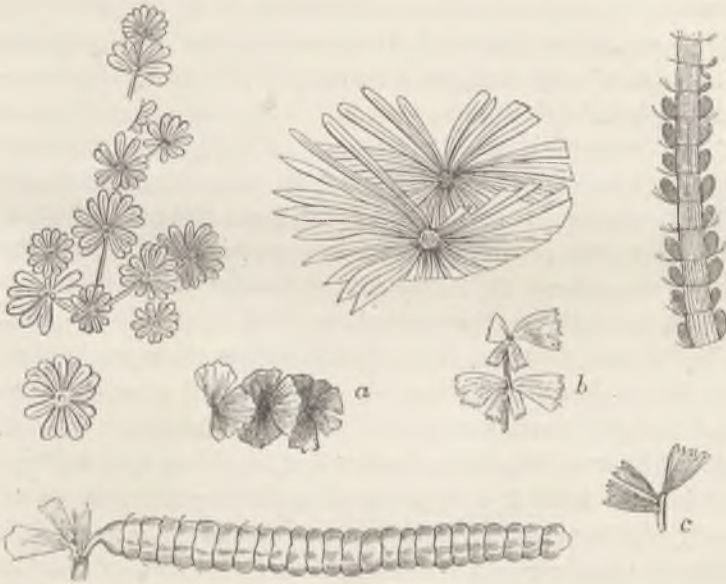
finom hosszszelőkkel átvont törzseik és ágaik tagoltsága, valamint galyaik és leveleik körszerű állása következtében,

igen sajátosságos alakúaknak kellett lenniök. Erbignon-, Éta-blon-, Col de Balme-, Servozból és Tanningéből eddig két faj jutott hozzám: a calamites Suekowi (5-ik ábra) és a calamites Cistii Br. (4-ik ábra). Az erbignoni törzsdarabon igen

6-ik ábra.

7-ik ábra. a.

7-ik ábra. b.



8-ik ábra.

8-ik ábra.

6-ik ábra. *Annularia brevifolia* Br. (Ann. sphenophylloides Zenkr.)
Petit Coenrből.

7-ik ábra. a *Annularia longifolia* Br. Erbignonból; b gyümölcs-
kalász (Germar után).

8-ik ábra. *Sphenophyllum Schlottheimii* Br. a, b, c. Erbignonból;
d gyümölcskalász (Germar után).

jól ki lehet venni ez utóbbi faj különbségét; a törzs bordái keskenyebbek és középpellel vannak átmetszve. A esomón levő sebhely jelzi a helyet, a hova ág volt növe; s csak

ennek az ágazatain foglaltak helyet a vékony, levélörvek borította ágak (4-ik ábra c), a melyeknek, és pedig jelentékeny hosszúak, a Mont du Fer-ből kerültek hozzám. E két calamites faj Európa és Amerika egész kőszenes vidékén el van terjedve, s helyenként tömegesen hevernek együtt. Valószínűleg az ingoványos mélyedésekben tenyésztek. Tanin-gében e gyakori fajokhoz csatlakozik még egy csinos új faj (a calamites Saussurii Hr.), melyet kis levélesomagai és hosszú, vékony kalászhai jellemeznek. (L. az értekezés végén a táblát. 9-ik ábra.)

A calamitek nagy, faféle zsurlók. De ez a növény-typus a kőszénképződés idejében fűféle alakokban is létezett, melyek azonban a mostaniaktól teljesen elütnek és annularia és sphenophyllum néven ismeretesek. Ezeknek is tagozott, de vékony fűféle száruk volt, körben álló levelekkel, melyek az egyiken (sphenophyllum. 8-ik ábra) kifelé ékalkúlag vannak kiszélesedve, és külső szélük többnyire csipkézett; a másikon (annularia 6-ik és 7-ik ábra) ellenben a levelek mindig osztatlanok, és tövükön többnyire gyűrűvé vannak kapcsolódva. A gyümölcsök (7-ik ábra b) hosszú kalászkban a levelek vállán ülnek, s kis kerek tokokból állanak. Minthogy az ágak kétsorosán állanak, s a levelek is valamennyien egy síkban terjeszkednek ki, igen valószínű, hogy ezek a növények vízben éltek és annak felszínén kiterjeszkedtek, és pedig ezt annál is inkább feltehetjük, mert igen hosszú és vékony száraik nem lettek volna képesek a növényt egyenes állásban tartani. A rövid levelű annularia (a. brevifolia Br. 6-ik ábra) az anthracitképlet leggyakoribb növényeire tartozik, s csinos, csillagalakúlag kiterjeszkedő levél-örve jellemzi; de a hosszú levelű annularia (a. longifolia Br. 7-ik ábra) sem ritka, különösen Erbignonban és Tarantaisében. Alkalmasint több láb hosszú, igen elágazott szára volt, és keskeny levelekből álló sugárkoszorúja, melyből a hosszú gyümölcskalász (7-ik ábra b) tört ki. Erbignonban, Outre-Rhoneban és Tarantaisében még egy éklevelű nö-

vény csatlakozott hozzájuk (a sphenophyllum Schlottheimii Br., két válfajjal: sph. saxifragaefolium és sph. dentatum Br.), a mely e helyütt, persze csak kis töredékekben (8-ik ábra) maradt meg, míg Németországban pompás darabokat és gyümölcsös példányokat (8-ik ábra *d*) fedeztek fel belőle. Ezek az annuláriák és sphenophyllumok a szén-flóra legesinosabb növényei közé tartoznak, s a svájezi három fajt németországi és amerikai szenekben is megtalálták.

A kőszén-erdők cseplesz és fűféle növényei igen valószínűleg harasztokból állottak, melyek flóránknak főkontingensét szolgáltatták. Némelyikök fűféle és igen gyöngéd alkotású növény volt, mint például a finomlevelű ékharasztok (sphenopteris tridactylites Br., sph. irregularis Stbg. Tábla. 4-ik áb. sph. acutiloba Stbg. Tab. 5.) és bizonyára több pecopteris-faj is, míg mások, úgy mint az erezett harasztok (neuropteris) és fogas harasztok (odontopteris) nemének legtöbb faja, valószínűleg a faharasztokhoz számítandók. Erbignon, Posettes és a Servoz melletti Mont du Fer leggyakoribb harasztja egy erezett haraszt, a neuropteris flexuosa Stbg., a mely kőszenes vidékünknek egyáltalában a legközönségesebb növénye. Megjegyzésre méltó, hogy ez egyszersmind az amerikai kőszén-flórának is egyik leggyakoribb növénye, s Német- és Angolországban is sok helyütt előfordul. Levelei rendkívül nagyok voltak. Egy hüvelyknél vastagabb gerinczéből, oldalvást hosszú nyelek nyúlnak ki, ezek ismét szétágaznak, s csak ezeken a mellék-gerinczeken vannak a hosszú szárnyas levelek, melyek sűrűn meg vannak rakva levelkékkel. E részek láthatók a 9-ik ábrában bemutatott példányon, melyet Servoz mellett talált igen számos töredékből szerkesztettem s kétharmad természetes nagyságban lerajzoltam. A táblán a 2-ik ábra egy magában álló szárnyas levelet mutat be, természetes nagyságban, Erbignonból. Az oldallevelkéik többnyire sűrűn sorakoznak egymás mellé, és széleiken takarják egymást; szélességök azonban igen változó, valamint a csúcslevélke alakja és nagysága is; de vállukon a levelek

mindig tompán gömbölyödtek, s alsó részükön kissé fül-szerűleg elszélesedtek. A levél vállától (aljától) kiinduló közép-ér csakhamar gyöngéd mellék-erekké ágazik szét. Gyümölcseik, kis szemölcs alakjában a levél visszájára vannak tapadva, s a közép borda mentén két sorban állanak. (Tábla 2. b.) Ezeken kívül az eres-harasztoknak még kilencz



9-ik ábra.

Neuropteris flexuosa Sternbg. $\frac{2}{3}$ term. nagys.

más fajtát találták kőszénzigeftünkön, melyek valamennyien Észak-Amerikában is otthon voltak, tehát az igen elterjedt kőszénkori növényekhez kellett tartozniok. Némelyikök a most említett fajhoz igen közel áll, (így a *neuropteris gigantea* Stbg. és a *neur. Leberti* Hr. 10-ik ábra. *Erbignon-*ból és *M. du Ferböl*), míg a többieket sokkal kisebb, kerek levelkéik jellemzik, a milyen például az igen elterjedt *neuropteris Loshii* Br. és a csinos *neur. microphylla* Br., mely-

ből a tábla 3-ik ábráján csak egy igen szép lomb csücsa látható Erbignonból.

Eres-levelű harasztjainkhoz igen hasonlók a kerek-levelű harasztok (*cyclopteris*), melyeken azonban az erek, mintegy kézalakúlag terjednek el a levélen, s erősebb középeret nem lehet rajtok felismerni. A legtekintélyesebb fajok egyike a fülalakú kerek levelű haraszt, (*cyclopteris*



10-ik ábra.

Neuropteris Leberti Heer.
M. du Fer.



11-ik ábra.

Cyclopteris lacerata Hr.
M. du Fer.

auriculata) kétszer szárnyas levelekkel és tompán lekerekített levelekkel (Táb. 6.), melyek részint körkerekségtiek, (Táb. 6. *b*), részint hosszas tojásdadok és jelentékeny nagyságúak (Táb. 6. *a*). Ebből a fajtól már Th. v. Saussure is gyűjtött Taningeben, s az utóbbi időkben ugyanott bővebb mennyiségben lelték. Gyakori kőszénművény. Mig ellenben a hasított kereklevelű haraszt (*cyclopteris lacerata* Hr. 11-ik ábra), Erbignonból és Servozból, ama kevés fajok egyike, melyek az anthracit képlet sajátjainak látszanak. Beesés egy maradék ez, mert eddig azt hitték, hogy a rojtos levelű *cyclopteris*ek kizárólagosan az amerikai kőszén sajátjai.

Levele vesealaku (11-ik ábra), s számos és sűrűn álló hosszerek szövik át, szélein pedig csinos rojtokkal van ellátva.

Az ereslevelű harasztokhoz igen közel csatlakoznak a foga s levelű harasztok, melyeknek egyik faja, az *odontopteris Brardii* Br., pompás levelekkel ékeskedett, miknek magassága a három lábat is elérte. Hosszú szárnyas leveleik, éles metszésű, számos hosszér átszötte levelkéikkel (Tábla 1.) Outre-Rhone, Col de Balme és Petit Coeur kőlapjain szerfelett szép ezüsthényű rajzokban mutatkoznak. A Col de Balme kőlapjain még egy másik hasonló, csak hogy kisebb faj is (*odontopteris minor* Br.) fordul elő. Harmadik fajából (*od. alpina* Stbg.), melyet legelőször a stájerországi „Stangalp“-on fedeztek fel, Erbignonból és Col de Balmeből lomdarabok jutottak hozzánk; de Petit Coeurben, valamint Szászországban és a pennsylvániai anthracitban is találták.

Az eddig említett harasztok nem hasonlíthatók össze élő alakokkal, és kihalt nemi typosok képét viselik. Kőszén-szigetünk *pecopteris*-fajaiból ellenben több példány igen élénken emlékeztet a *cyatheákra*, a forró égöv vidékein honos faféle harasztokra. Különösen ezekhez sorakoznak a



12-ik ábra.

b.

Pecopteris Lamuriana Hr. Lamurból. — *b* levéldarab, nagyítva a gyümölcsrakáskákkal.

pecopteris cyathea Schlott. és a *pecopt. arborescens* Schl. sp. (Tábla 7. és 8.), melyek a Col de Balmeon gyakoriak, és

a melyek az ó- és új világ összes kőszén-képződéseiben előforduló növényekhez tartoznak. Nyilván tekintélyes törzseket alkottak, melyeknek csúcsán a hosszú, háromszor szárnyas lomboknak csinos koronát kellett képezniök. A tábla 7-ik ábráján egy mellékszárny kis darabja látható két szárnyas levéllel; egy közös gerinczen számos ily levél volt és egy csomó gerincez ezután ismét egy hatalmas lombbá egyesült. Így kellett keletkeznie az oly lombozatnak, melyről ideális tájképünk középterén látható harasztfák igyekeznek fogalmat nyújtani. (L. a czimképet.)

Ezekhez igen hasonló a Lamurban gyakran előforduló pectopteris Lamuriana Hr. (12-ik ábra); különösen szerfelett hosszú, de keskeny és finoman elosztott levelkái jellemzik. Igen csinos és finoman osztott levélszerkezetű a pectopteris dentata Br. is, melynek a 13-ik ábra csak egy nagy lombhoz tartozó kis darabját mutatja. E finom levelű harasztokon kívül kőszén flóránkban széles levelű alakok is fordultak elő, melyek nem egy forró-földövi polypodiumra emlékeztetnek, mint például a pectopteris muricata Br., melynek a 14-ik ábrában egy ágát rajzoltam le.



13-ik ábra.

Pectopteris dentata Br.
Taningeből.

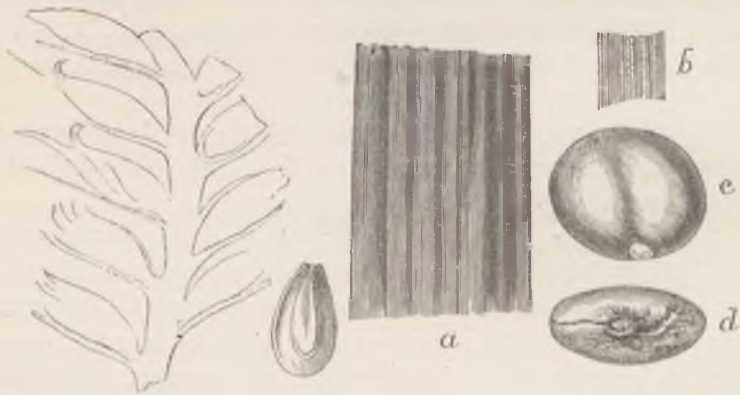
Ezekhez a virágtalan növényekhez csak három oly fajt kell csatolnom, melyek alkalmasint a virágos növényekhez tartoznak, de valamennyi élő növénytypustól annyira elütnek, hogy helyök a rendszerben még határozatlan maradt. A leggyakoribb faj nyilván az úgynevezett szágófákhoz (cycadeák) tartozik, s a Noeggerráthiakkal együtt ezeknek egy külön csoportját képezi, melyekkel a nyitva-termő növények (a gymnospermák) jelentkeznek. Ezt a fajt Corda érdemes természetvizsgáló emlékének szentelték, a ki ezelőtt 24 osztendővel (1850) amerikai felfedező utazásán nyomtalanul eltűnt. E faj (*Cordaites borassifolia* Stbg. sp.)

Erbignonban, Outre-Rhoneban, Servozban, Tanningeben és Tarantaiseben meglehetősen gyakori volt, s a kőzetben finom esikozatú, ezüstfényű szalagokat képez. (16-ik ábra *a.*) Ezek a hosszú levelek hüvelyszerűleg fogták be tövénél a törzset s végkoronává voltak csoportosulva. Termetökre nézve tehát



14-ik ábra.

Pecopteris muricata Br. Tanningéből.

15-ik ábra. *a.*15. *b.*

16-ik ábra.

15-ik ábra. *Antholithes Favrei* Hr. Posettesből; — 15. *b.* *Rhabdocarpos Candollianus* Hr. Tanningéből.

16-ik ábra. *Cordaites borassifolia* Stbg.; *a* levéldarab Tanningéből; — *b* ennek darabja nagyítva; *c* és *d* a *Cordaites principalis* Gr. magja (Geinitz után).

ezek a növények emlékeztetnek a jelenkor sárkányfáira és yucecáira, mint tájképünkön ama széles levelű fácskák ábrázolni igyekeznek. Magvaik gömbölydedek, (a 16-ik ábrán *c* és *d* a közel rokon *Cordaites principalis* Gr. magva), tekintélyes nagyságúak és igen élénken emlékeztetnek a szágófák magvaira. A 15. *b.* fölött látható gyümölcs Taningéből (*rhabdocarpus Candollianus* Hr.) nyilván valamelyik ugyanazon családbeli fának, bizonyára egy *Noeggerrathiának* a termése, míg a 15. *a.* fölötti *Posettesből* való virágzat már magasabb szervezetű, alkalmasint egyszikű (*monocotyledon*) növény maradéka. A virágok kalászokban állanak és a sertealakú murva hónaljában ülnek. Úgy látszik, hogy kelyhek is van, mely elől hátragörbített szirmokká van hasítva. Ez a virágzat tehát, valamint egy másik, az angol kőszében talált (az *antholites Pitcairniae* Lindl. virágzata) is, emlékeztet a forró övi Amerika *pitcairniáira*, melyek ott epiphyták gyanánt élnek a fákön.

Ha a különböző helyek flóráit egymással összehasonlítjuk, észre kell vennünk, hogy az Alsó-Wallistól *Petit Coeurig Moutier* mellett követhető csapáson fekvő helyek növényi ruházatában tetemes a hasonlatosság; így például egyazon vízi és moesári növényfajok (*annuláriák*, *sphenophyllumok* és *calamitek*) fordulnak elő az egész vonalon. Akkoriban talán tó volt e csapás mentén, melynek vizében az *annuláriák* és *sphenophyllumok* kiterjeszkedtek, míg ingoványos partjai *harasztokkal* — és pedig túlnyomólag *eres levelű harasztokkal* és *cyathea-féle pecopterisekkel* — voltak felruházva. *Wallisbau* és *Chamounyban* az *elsőbbiek*, *Tarantaisben* inkább az *utóbbiak* uralkodnak. *Taninge* jelentékenyen elöttőlök. Leggyakoribb fajai az *éklevelű harasztok* (*sphenopteris acutiloba*) egy *pecopteris*, nagy, szélesen kiterjeszkedő szárnyas levelekkel és széles levelkével (*pecopteris muricata* Br. 14-ik ábra), és a *fülalakú eres levelű haraszt*. Ez a flóra mindamellett *kilencz fajával* a *többi anthracitflórával*, *tizennégy fajával* pedig a *többi kőszénfló-*

rával van kapcsolatban, úgy hogy általánosságban véve ez is ugyanabba a korba tartozik.

Ha az országunkban eddig felfedezett kőszénkori növényeket, melyeket fentebb egyenként vizsgáltunk, összes képpé csoportosítjuk, nem lesz nehéz az akkori tájékat arculataról képzetet alkotnunk; s ideális tájképünk igyekszik a képzeletnek segítségére lenni. Megkísérlettem e képben kőszénkori flóránk főalakjait úgy ábrázolni, milyenek a valóságban lehettek.* Csaknem csupa virágtalan fával találkozunk benne, melyeket kéregképződésök sajátos diszszel ruházott föl. Nagyobbak semmi esetre sem voltak, mint mai erdeink fái; de minthogy oly családokba tartoztak, melyeknek a képét mai világunkban csak kis, fűféle növények viselik, ennek a flórának szerfelett sajátos, idegenszerű az arculata. Lombos és tülevelű fák, a mik mai erdeinket alkotják, benne hiányzanak; de a korpafüfélék, a harasztok és zsurlók, melyek manap az erdők sötét árnyékában, törpe epigonjaik gyanánt vannak a földre számkivetve, akkor fákká magaslottak s lombozatukat a légben ringatták. A talaj nedves volt és ingoványos, és helyenként víz borította. A vizek színén az annuláriák és sphenophyllumok teregették szét csinos levélesillagaikat, míg a sigilláriák stigmária-alakja hosszú, szanaszét ágazott és összefonódott gyökérszövevénye nagy, úszó kérgeket képezett, melyek lassanként a calamitek és számos haraszt gyülekező tereivé lőnek és a sigilláriákat is magas törzsekké nevelték.

* CZÍMKÉP: „A KŐSZÉNKORSZAK NÖVÉNYZETE”. — Képünk előterén balkéz felől a harasztokat az odontopteris Brardii ábrázolja, a villaszerűleg szétágazó fa a lepidodendron (sagenaria) Veltheimianum, ép így a háttérben balkéz felől álló fák is; a rövidtörzsűkű, nagy levélkoronás fácskák a Cordaites borassifolia, a középtéren állók a pecopteris cyathea, a jobb sarokbeliek pedig calamitek és sigilláriák csoportja. Vízben úszkálnak az előtérben az annuláriák levélesillagai és egy fiatal sigillaria (stigmária).

Ez a növénytenyészet ugyan buja, de igen egyhangú lehetett. Hiszen csak néhány növényi alakból állott, meg aztán hiányzott belőle a virágok ékessége, a mik most, az alakok legsodálatosabb gazdagságát fejtve ki, a legfelségesebb színekben pompázó szőnyeget terítik elébünk. A kőszénkorszak e képére véghetetlen búskomorság borúl; mert nemcsak jobbadán valamennyi virágos növény, de még jóformán valamennyi magasabb szervezetű állat is hiányzik belőle. Madarak még nem himbálóztak a fák ágain és emlős állatok még nem elevenítették meg az erdők sűreit. Hozzá még a nyomasztó, párakkal terhes levegő, a forró, gőzölgő talaj, a néma csend, melyet élő lények hangja még nem tör meg, csak az eső paskolása és a szél sivása: a sötét, merevlevelű fák sudarit járva át! Földünket akkor még nyilván sűrű felhőburok övezte, minthogy a földtalaj nagy melegségénél fogva, a levegőben sokkal több víznek kellett lenni, mint jelenleg. Ennek következtében a Nap befolyása is csekélyebb lehetett, s az éghajlat eleve a föld magas mérsékletétől függhetett. Erre a feltevésre vezet bennünket az a tény, hogy ugyanazok a növényi alakok akkor a magas északon is el voltak terjedve. Spitzbergán (78° é. sz.) a calamites, sigillaria és lepidodendron nemeket fedezték fel, a Medve Szigeten egy pectopterist, és dr. Kane kőszénkorszakbeli növényeket még az északi szélesség 80-dik fokán túl is talált. Tengeri állatokból a Medve Szigeten és Spitzbergán három fajt találtak (a productusból), melyek a középeurópai kőszénképletből is ismeretesek (sőt egy még Spanyolországból is). Nyolez puhányfajból, melyet Robert E. a spitzbergai Bell-Sound öblében gyűjtött, hét faj (productus horridus Sw., cancrini és leplayi; spirifer alatus, cristatus; pecten Geinitzianus és pleurotomaria Verneulli Gein.) a szászországi, sőt részben még az urali zechkőképlet fajaival is megegyezik. A sarki öv mérsékletének tehát igen sokkal magasabbnak kellett lennie, mint jelenleg, és ugyanazon fajoknak előfordulása az é. sz. 40-ik fokától fel a 80-ik

fokáig, arra a következtetésre nyújt alkalmat, hogy akkor a föld hőviszonyai sokkal egyenletesebbek voltak, mint mai nap. Másrészről meg a kőszénflóra teljes jelleme ingoványos talajra és párakkal terhes levegőre utal; mert a velök legközelebb rokon növényi alakok csak nedves forróövi vidékeken fordulnak elő. Figyelemre méltó körülmény, hogy a jelenkor harasztjai és korpafü-féle növényei többnyire az erdők sötét árnyékában tenyésznek, tehát életükhöz a napfény közvetlen behatására kevésbé van szükségök, mint a virágos növényeknek. Kétségtelenül ugyanily körülmények között léteztek őskori rokonaik is, és minthogy a kőszénflóra főtömegét ezek alkotják, azt mondhatjuk, hogy ez a flóra folyton felhőborította égalj alatt is megélhetett és tenyészhetett. Ezt erősíti az a néhány rovar is, mely a kőszénkorszakból ismeretes; mert nagyobbrészt éjjeli állatok, nevezetesen csótánok (svábok) és természetek. Mindez a mellett szól, hogy akkor a Nap még nem gyakorolt oly túlnyomó hatást a Föld szerves életére, mint a mostani időkben.

A kőszénkorszakbeli növények igen nagy elterjedési területei, igen valószínűleg a földnek ezen éghajlati viszonyaival vannak kapcsolatban. Láttuk a megelőzőkből, hogy a Svájcban ezideig felfedezett fajok, Európának csaknem valamennyi egykorú növény fajával megegyeznek, úgy hogy e kis szenes szigeten egész Európának akkori flórája visszatükröződik, s benne a főalakok legnagyobb része előfordul, legalább egyes fajokban. Ez a flóra tehát, bármily szegény is fajokban, mégis hü képet ad a kőszénvirányról általában. Sőt még többet mondhatunk; mert ha Amerika kőszéntelegeire képzeljük magunkat, ott is ugyancsak ezekkel a növényekkel találkozunk. Jelenleg mintegy 300 faj kőszénkori növényt ismerünk Amerikából, s ezeknek jóformán a fele Európában is előfordul és a jellemző fajok csaknem kivétel nélkül európai alakok másai.

Ezt a feltűnő tényt nem nehéz kimagyarázni. Hiszen a virány mindenütt nagyrészt virágtalan növényekből állott,

melyeknek szerfelett kicsinyek a magvaik. Ezeket a szél igen könnyen szerteröpíti és mindenütt kifejlődnek, a hol alkalmas életföltételekkel találkozunk. Hiszen mindez még most is szakasztott azon a módon történik. A zuzmók és a mohok, de még a harasztok és a zsurlók is rendkívül nagy körben el vannak terjedve; némelyikök, mintha az egész földön szét volna hintve. Ha meggondoljuk, hogy (Ehrenberg kutatásai szerint) az ázalékokat és diatomaceákat a szél forróövi Amerikából képes Németországba áthordani; ha látjuk, hogy a szőlőpenész (*oidium Tuckeri*) és a burgonya-gomba (*perenospora infestans*) magvai egész Európában, sőt az atlanti és görög szigeteken is a légáramlás útján terjedtek el, semmi esetre sem fog előttünk lehetetlennek látszani, hogy a köszénkorszakban a kryptogam növények magvai egész világrészeken szerte szóródtak és ezen a módon ama növényeknek igen nagy elterjedési területeket teremtettek. Az amerikai tűzeglápok kryptogam virányát még mai nap-ság is nagyobb részét ugyanazok a fajok alkotják, melyek az európaikat; de egészen másképp áll a dolog a virágos növényekhez tartozó cserjékkel és fákkal; ezek teljesen különbözök. De minthogy a köszénkorszakban a faféle növények a kryptogamokhoz tartoztak, ennél fogva a két világrész növénytenyészetének ez az egyveretősége, mely jelenleg a legkevesebbé felöltő növényekre szorítkozik, annak a kornak a faféle növényeire is kiterjed; mert azoknak is göresövi kicsinységű, a szél által szerte hordható magvaik voltak; holott a virágos növényeknek kivétel nélkül sokkal nagyobb és súlyosabb magvaik vannak. Ehhez járul még, hogy új növények megtelepedésének annál kevesebb akadály szegi útját, mentől csekélyebb a versenyző növényfajok száma, melyekkel a talajt meg kell osztaniok, és mentől kevesebben vannak az állatok, melyeknek eltartására szolgálnak; és a köszénkorszakbeli viszonyok ebből a tekintetből is igen sokkal kedvezőbbek voltak a mostaniaknál, nagy elterjedési területek képzésére. — A természetnek ez az

egyveretősége azonban létre nem jött volna, ha éghajlati viszonyok lehetővé nem teszik. Ez pedig azt bizonyítja, hogy az éghajlati viszonyok akkor még igen egyenletesek voltak és a jelenlegi éghajlati övek még nem léteztek.* De egyszermind arra is utal, hogy a kőszénkorszaknak igen soká kellett tartania; mert e növényeknek oly nagy elterjedése és a mindenütt oly egyveretű növényi tenyészet mindenesetre hosszú időszak alatt jöhetett létre. Ugyanerre a nézetre vezet bennünket egyébiránt maga a kőszén képződése is, melyet ezeknek a növényeknek köszönhetünk. Ez oly fontos, hogy szükségkép kissé hosszabban kell vele foglalkoznunk, számot adandók arról: mi módon keletkezett és jutott a földre ez a tüzelő anyag, mely oly kibeszélhetetlen nagy fontosságra emelkedett.

Ha megismerjük a Wallisból kikerülő *anthracitot* vagy a kőszénét, melyet jelenleg Saarbrückenből oly nagy mennyiségben szállítanak hozzánk, vagy csak a barnaszénét is, melyet Kämpfnachnál, a Hohe Rhonén, a Schännis

* Ludwig R. az orosz kőszénnek növényfajokban való szegénységéből és a benne előforduló kagylók (uniók) kicsinységéből azt következtette, hogy a kőszénkorszak idején azokon a vidékeken hidegebb klíma uralkodott mint Európában és hogy égővi különbségek már akkor is léteztek. (Geogenische und geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural. 102. l.). Felhozott indokai azonban erre a következtetésre nem elégségesek; mert mily hézagosan vizsgálták még eddig az orosz kőszén növényi maradványait és mily tetemesen különböző a fajokban való gazdagság még Európában is a helyiségek szerint! Ép oly keveset bizonyítanak a kisebb uniók is; mert a jelenleg élőkről tudjuk, hogy a nagyságok a klímával ily viszonyban semmi esetre sem áll. Másrészt meg azok a permi képletből való nagy és számos kőkorálok, miket maga Ludwig hozott az Uralból, egészen a föltett hideg vagy mérsékelt égőv ellen szólnak, és továbbá az a körülmény, hogy az ugyanazon fajbeli *productusok*, *spiriferok* és *pectenek* az Ural nyugoti oldalán, Spitzbergában, Szászországban és Angolországban egyaránt előfordulnak, — az éghajlatnak a mainál sokkal egyenletesebb volta mellett bizonyít. (V. ö. Geinitz művében is: *Dyas*. II. 315. l.).

melletti Rufiban, Paudèze mellett Lausannenál és az ország-
nak még számos más helyén találunk, első pillanatra hajlan-
dók lennénk ezt a képződményt inkább ásványnak tartani.
Úgy látszik, mintha teljesen egynemű, fénylő fekete vagy
barnás fekete tömegeből állanának, és rájuk tekintve, leg-
alább pusztá szemmel, növényi szerkezetöket nem veszszük
észre. Megfogható tehát, hogy régente a szenet ásványi
anyagnak tekintették; de mihelyest szorosabban vizsgáljuk,
tüstént meggyőződünk róla, hogy a növényország terményé-
nek kell lenniök, és bizonyára megfoghatatlan tájékozatlan-
ságra mutat a tudomány vívmányainak ismeretében, ha ki
még ma nap is a mellett bizonyozik, hogy a kőszén kőolaj-
nemű tömeg gyanánt hullott a földre, a mélyebb helyeken
patakokban összefolyt s ott azután rétegenként leülepedett.*
Nemcsak a kőszén közt levő kőzetekben találunk épségben
megmaradt növényeket, de helylyel-közzel még magában a
kőszénben is ki lehetett mutatni a növényi szerkezetet. Ha-
sonló tanúságot tesz chemiai alkotásuk is, megbizonyítván,
hogy növényi halmozódásokból keletkeztek, a mikből idő
jártán, lassanként, az oxygen és hydrogén nagyobbára ki
vált: legtökéletesebben az anthracitból, csekélyebb meny-
nyiségben a barna szénből. A kőszén, a tőzeg (turfa) és a
fa (mellőzve a mechanikai úton beléjök kevert, a hamuban
maradó ásványi alkotó részeket), egyazon három elemből
állanak: szénből (széneny), oxygenből és hydrogénből, me-
lyek következő arányban vannak bennök:

	Szén:	Hydrogén:	Oxygen:
Farostban	52.65	5.25	42.10
Tőzegben, Katzensee mellől . .	56.60	—	—
oxygen. és hydr. összesen: 43.40			
Palaszénben	64.16	—	—
oxygen. és hydr. összesen: 35.84			

* M. G. H. Boutigny: Studien über die Körper in sphäroidalem Zustand; neuer Zweig der Physik. Übersetzt von Arendt.

	Szén:	Hydrogén:	Oxygén:
Barnaszénben:			
Elggből, Zürich kantonban . .	67·00	4·80	28·20
Herdernből, Thurgau kantonban .	66·41	5·46	28·13
(Pettenkofer után)			
Wirtatobelből, Bregenz fölött. .	73·08	5·03	21·89
(Keverék a hat kőszénrétegből a zürichi chemiai laboratorium- ban végrehajtott elemzés sze- rint.)			
Kőszénben, Corbeyreből . .	90·50	5·05	4·40
Anthracitban, Swaneából			
(Wales hercezségből) . . .	94·04	3·38	2·58

Régebben rendszeren azt hitték, hogy a kő- és barnaszén a víz által összehordott fatömegekből képződött. E vélemény szerint a tómedrekben és a tengerekben, terjedelmes erdős vidékeket keresztül szelő nagy folyók beszakadása helyén, roppant fatömegek halmozódtak volna össze, s a fenékre süllyedvén, iszappal lassanként elborítottak. A folyton-folyvást növekedő tömegek nyomása által összesajtoltatva, aztán évezredek jártán barna- és kőszénre alakultak volna át. Ezt állítván, utalnak a Mississippii deltaképződésére a mexikói öbölben, a hol időnként oly nagy tömegek halmozódnak össze fatörzsekből, hogy néhány ölnyi vastagságban több négyszögmérföld nagyságú terimét elborítanak. Azonban tavakban és nagy folyók melléköbleiben is igen nagy tömegekben halmozódnak néha össze gyökerestől kitépott és kimosott fatörzsek. Nem lehet tagadni, hogy ezek a fenékre süllyedő fatömegek, ha gyarapodásuk évszázadról évszázadra tart, a lesüllyedt tömeget egy-egy kevésse minden esztendő megpótolván, barnaszén keletkezésére csakugyan adhatnak alkalmat. Igen tanulságosak ebben a tekintetben déli Angolország lignit-telepei a devonshirei Bovey-Traceyben, melyeket 1861 őszen vizsgáltam meg. Legalsóbb rétegek csaknem kizárólag fatörzsekből állanak, melyeknek nagyobb részén nemesak a faszervezetet, de az évgyűrűket is meg lehet ismerni, és csak helyenként változnak át fényes-

fekete barnaszéné. Hogy e lignittelep képződéséhez mocsári és lápi növények járultak volna, arra semmi jel sem utal bennünket. Barna- és kőszéntelepek azonban ily módon csak ritkán keletkeztek, és magában Svájcban egyet sem ismerek, melynek a képződését ilyeténképen lehetne kimagyarázni. Gyakran találkozunk ugyan vékony szénszalagokkal, melyek kétségtelenül elszenesedett és iszapba sülyedt fatörzsekből származtak — mint például Bäch és Bolligen homokköveiben, a schambeleni liasmárgákban, a Bazel kantoni keuperben és i. t., — de ezek sehol sem alkotnak szénanyagból álló, valami jelentékenyebb halmozódásokat. Barnaszén- és anthracittelepeinknek, valamint általában a vastagabb és terjedelmesebb kőszéntelepeknek kivétel nélkül más úton-módon kellett keletkezniök. E mellett szól némely kőszéntelepnek már maga a tetemes vastagsága és terjedelme is. Unger számításai szerint az egy méter vastag széntelep már 876 méter vastag faréteget tételez fel; de ismerünk 30 méter vastagságú széntelepeket is, a melyeknek tehát 263 méter magasságú faréteg, tehát egy valóságos fatorlaszhegy felelne meg. Kisebb terjedelmű halmozódásokat még csak ki lehetne magyarázni, hiszen Szibériában csakugyan vannak olyan fahalmazok, melyeket, nem helytelenül, fahegyeknek neveztek; de már vastag és egész országokat elfoglaló kőszénlerakódásokat illetőleg ugyancsak nem egy könnyen lehet belátni: honnan hordathattak volna össze oly roppant fatömegek? De a legsattanósabban szól e föltevés ellen maga a kőszén és környező közeteiben előforduló növények minősége. E növények arról tanúskodnak, hogy minden időbeli kőszéntömegek képződése színhelye a t ő z e g-l á p o k voltak. Belőlük merithetjük a legfontosabb felvilágosításokat a kőszén képződésének történetére nézve, s ennél fogva még behatóbban kell velök foglalkoznunk, hogy belepillanthassunk az oly egyszerű és hatásában mégis oly nagyszerű folyamatba, melynek útján a természet ily mérhetetlen szénkészleteket rakott le a föld gyomrába.

Minden szerves élet véghetetlen kicsiny, csak fegyverzett szemmel észrevehető képződményekkel kezdődik, melyek számtalan számban szakadatlanul támadnak. A száraz-földön a zuzmok azok, melyek legelőször a sziklákon és fatörzseken megjelennek, színes foltokkal és szalagokkal borítván el azokat. Utánok következnek a mohok, melyek a kemény kőzeteket magasabb rendű növények jövődöbéli talajának előkészítik. A vizekben azonban a szerves élet az algákkal pezdül meg; és pedig a látszólag teljesen tiszta vízben is megindul, mihelyest a levegő és napfény hatásának kiteszszük; mert még a tiszta víz is hemzseg parányi növények és állatok csiráitól, a miknek a szaporodási képességek oly végtelen nagy, hogy rövid idő alatt az egyének millióinak seregeit képesek létrehozni. Ily módon még az eleinte tiszta vizű tavakban és árkokban is: a parányi szerves lényeknek egész világa támad, melyekből évente számtalan elhal és a vizek fenekén szerves anyagból álló réteget alkot. Folyóvizekben ez az anyag, az igaz, hogy szakadatlanul tovahordatik, valamint a vizet átbocsátó fenekű tengerekben és tavakban is, és a folyton megújuló víz megakadályozza lerakódásukat. Nem így azonban, ahol a fenéken záródás keletkezett és a víz megáll. E záródás képzése apró cserepes héjú puhányok (Mollusca Testacea) műve, melyek nagy tömegben telepednek le a vizekben. E parányi vízi csigák és kagylók héjai az állatok elhalása után széthullanak s a víz ásványos lecsapódásaival lassanként szilárd, mésztartalmú anyagot alkotnak, a fenéken szürkés-fehér kérget képezvén, melyet Zug kantonban „tavi kréta“ (Neuchatelben „blanc fond“) igen ráillő névre kereszteltek, a mit mi is alkalmazásba vehetünk. Az álló vizekben tehát a szerves tömegek háborítatlan leülepedése csak akkor indulhat meg, mikor ezek a cserepes héjú puhányok a vizhathatatlan kérget már megkésztették és a feneket ily módon mintegy elzementezték. Ez a lerakódás új és magasabb rendű szervezetek anyjává lesz. Az algákat úszó mohok követik, melyek nagy pázsi-

tok gyanánt vontúlnak el a vizeken, s egyetlen egy gyümölestokban több millió magvat képesek nemzeni és ennélfogva szintén gyorsan szaporódnak, s kicsinységök daczára is nagy tömeg szerves anyagot képesek létrehozni. Itt is a virágos növények életföltételeit készítik elő, melyek nem soká váratnak magukra. Megjelennek a tömlő virágok (urticuláriák) takaros, vizet tartalmazó kelyheikkel. Virágnýtás idején e kelyhek levegővel telnek meg, a növények fölemelkednek a fenékről a víz színére, s csinos virágaik oda künn feslenek szét napsugárban, levegőben. Miheleyst elviritottak, a kelyhek ismét vízzel telnek meg, s a növény alámerül, gyümöleseit és magvait a fenéken érlelendő. Az úszányfű-félék (potamogeton) és a tóborosta-félék (myriophyllum), melyek nagy számban csatlakoznak hozzájuk, gyökereiket a fenékbe eresztik, száraikat pedig a víz színéig hajtják, hogy virágaik a vízből kiemelkedhessenek; de a megtermékenyülés után ismét lebuknak; míg a tavi rózsák (nymphaea) leveleiket teregetik szét a víz színén, s a vízi lencsével zöld takarót képeznek fölötté. A part felől a vízi nád (phragmites) nyomul be a vízbe, s a sok sás és zsurló, káka és szittyó, gyapjűfű és molinia tömör gyökérfonadékot alkot, mely lassanként az egész vízmedret ellepi és berekeszti. Igen nevezetes, hogy mily szertelen nagy gyökérágazatokat képesek mind e növények a lágy iszap- és láptalajban növelni. A vízi nád hosszú, oldalt elágazó fattyakat ereszt, melyeknek csomóiból egész pamat gyökerek törnek ki. Lassanként hatalmas szövedéket képeznek, melynek gyökerei sűrű tömegekben borítják a víz fenekét, a mint láthatni is a nádbenötte patak- és folyópartokon, melyeknek falait a víz kimosta, így például a Thiele partjain a bieli és neuchateli tó között. De a gyapjűfű, a sások és moliniák is szertelen nagy, szorosan összefonódott gyökérszövedéket képeznek, ily módon a lágy, pépszerű tömegen kemény pázsittá alakulván. Így tehát az előbb úszó lepel helyére szilárdabb padolat kerül, melyen a csinos tőzeg-növények

egész serege út tanyát. Ekkor már nem lehet látni a vizet; a medrek szerves anyagokkal vannak megtömve. Az igaz, hogy a szövedék-takaró gyakran oly vékony, hogy emberek és nagyobb állatok, ha rálépni merészkednek, beleszakadnak és a fekete korhadék-iszapba süllyednek; vagy ha a réteg megbirja is az ilyen terhet, mindamellett nagy darabon hullámszik, s a víz keresztül bugyog rajta. Helylyel-közzel az ily szövedék-padlatok el is szakadnak a parttól, s akkor úszó szigeteket képeznek. Ilyen sziget látható a kis neunformi tavon (Zürich és Thurgau határán). Szilárdságra úgy megtermett, hogy a füvet lekaszállhatják és összegyűjthetik rajta, s ebből a tekintetből, úgy kicsinyben, Mexiko és Thibet úszó szigeteire emlékeztet. A pépszerű korhadék-tömegben, mely a szövedékpadlat alatt van, a tőzeg-képződés szakadatlanul tart, a mennyiben mindig új meg új elhalt növényi részek, a levegő befolyásától megoltalmazva, senyednek el benne lassanként, és az eleinte pépszerű tömeget idők jártán mind keményebb tőzeggé alakítják át. De a padolat fölfelé is untalan gyarapszik: a nagy csoportokban felverődő vagy a nagyobb növények gyökérfonadékát belepő tőzeg-mohák (sphagnum) ebben a munkában legfontosabb szolgálatokat tesznek; a vizet spongiászerűleg felszívják a mélységből, s a talajnak harmat- és esőadta nedvességét még inkább, folytonosan táplálják. Puha, nyirkos párnáik közé a vidrafű fészkelte be magát és onnan nyújtogatja felénk fehérrojtos virágfürteit; mellé szegődött a foltos áfonya (*vaccinium oxycoccos*) és az androméda is, melyeknek rózsapiros virágaik édes-nyájasan kaecingatnak ki a kékeszöld mohák közül; de nem hiányzik a harmatfű (*drosera*) sem, s szemünket a pirosasbarna levélszöveinek hegyét koronázó, tündöklő vizesepekk csodálatos színjátékával gyönyörködteti. Ha a meder már megtelt és szilárd szövedék-padlat képződött fölötte, akkor elé áll a fatenyészet is, mely a hanga (*erica vulgaris*) és a terjedő fűzfában (*salix repens*) már előbb elentkezett. Legelőbb üti fel magát a nyirfa, azután az er-

dei fenyő és nagyobb cserjék gyanánt a fekete égerfa és a varjútövis meg a bűdös cseresznye (*rhamnus frangula* és *rhamnus catharticus*). Itt-ott a veres fenyő is be meri tenni lábát az ingoványba, de soha sem tartós benne az élete. Azonban maguk a fenyvek sem képesek soha igazi magas erdei fákká növekedni. Mihelyest a fák valamelyes nagyságra megnöttek és ezzel megsúlyosodtak, leszakad alattuk a szövevény, belesüllyednek az ingoványba, kidőlnek és eltözegecsednek mint a fűféle növényzet; de a szél is könnyű szerrel kidönti őket, s ennél fogva a tőzeg felsőbb rétegeiben gyakran hevernek nyír- és fenyőtörzsek is, melyek a fűtő erejét fokozzák. Magasabb fekvésű helyeken (mint például Einsiedeln mellett és a rothenthurmi nagy lápokban) a hegyi fenyő (*pinus montana uliginosa*) növi be a láptalajt, s helyenként csaknem áthathatatlan torlaszfedővel vonja be.

Ennél fogva a tőzeg részint mohokból, részint a mocsári és vízi növények gyökérfonadékaiból és hulladékaiból, a mocsárhúr- és sás-félékből, részint azonban faféle növényekből is keletkezik. E növények szilárdabb részei megmaradnak és még az igen idős tőzegben is rájuk találunk, míg a lágyabb, fűnemű részeik pépszerű tömeggé alakulnak, mely az elsőbbieket körülveszi. Amazok képezik a szilárd, emezek a könnyű, gyorsabban elégő és csekélyebb fűtőerejű tőzeget.

Míg a lápok szövedék padlata nem valami koros, addig egy sikot képez, de ha idők jártán jól meggyarapszik, akkor a közepe lassanként fölemelkedik; így támad a domború lap, mely néha jelentékeny magasságra felduzzad. Vizzel már csak az eső és harmat táplálja, de azt spongiászerűleg magába szívja és sokáig megtartja, többnyire csak pára gyanánt bocsátván el magától. Ez az oka, hogy a lápot páraszerű légkör veszi körül, mely a tőzegnövényzet tenyészését lényegesen előmozdítja. A vízszintes síkban elterülő lápok, melyeket süppedő vagy gyepek és réti lápoknak neveztek el, az esőn és harmaton kívül még egyebűn is

vesznek fel vizet. Az effélék ennél fogva gyakran keletkeznek a lassan folydogáló vizek környékén, mint például a Glatt folyóvidékén, valamint tavak partjain is. A Katzensee-nek, melyet Zürichből oly sűrűn látogatnak, süppedő lápokból áll a környezete; ép így a Pfäffikoni tó is, a hol ki lehet mutatni, hogy a tőzeg növekedése mi módon szorította lassanként mind szűkebbre a tó partját. Az Aa-patak kitérésénél a tóból (Robenhausennél) most több hold nagyságú süppedő láp terül el. Pedig, hogy ezt a helyet valamikor a tó foglalta el, arról tanúságot tesz a fenekének megvizsgálása. A tőzeg tudniillik a főntebb leirt kréta-rétegen fekszik, melyben a tavi kagylók és csigák (unio pictorum, anadonta anatina és limnaeus) számtalan maradékai fordulnak elő. És ezen krétaréteg fölött számtalan maradékai találhatók a régente itt élő népeknek, az úgynevezett czölöpépítmények lakóinak, a kik ott a vízben gyarmatot alapítottak. A kulturréteget (művelődésbeli réteg), melyben a maradékok előfordulnak, 5—7 láb vastag tőzeg-telep borítja, mely tehát később képződött és később szorította a tükrét szűkebb keretbe. Ha a közelfekvő Wetzikonban felfedezett palaszenet és a szomszédos Aa-völgyben kibukkanó homokkővet is tekintetbe vesszük, úgy erre a vidékre nézve a következő ideális réteg-átmetszet adódik ki, mely a Messikomer J. úr végrehajtotta számos furás és furólyukak eredményeiből van összeállítva:

- | | | |
|------------------|---|--|
| Post-diluviális. | } | 1. Televényföld, körülbelül másfél láb vastag. |
| | | 2. Tőzeg, 5—7 láb vastag; egy helyen agyagszik fut rajta keresztül. |
| | | 3. Agyag, $\frac{1}{2}$ —1 láb. |
| | | 4. Művelődésbeli réteg, k. b. egy láb vastag, benne fészkenként elszenesedett almák, gabonamagvak, szövetek és fonadékok, készületek és fegyverek stb. |
| | | 5. Iszapkréta, benne kagylók és tavi csigák maradékai. |
| Diluviális. | } | 6. Diluviális görgeteg, 10—12 láb vastag. |
| | | 7. Palaszén, 1—5 láb vastag. |
| | | 8. Iszapkréta, $\frac{1}{2}$ láb. |
| | | 9. Görgeteg lerakódás. |

- Miocén. {
- 10. Homokkő, 4 láb v.
 - 11. Barnaszén és márga, 4 hüvelyk v.
 - 12. Homokkő, 4 láb vastag.

A czölöpök, melyek egykor a fapadozatot s a ráépített kunyhókat tartották, keresztül vannak verve a krétarétegen, és minthogy elszenesedett gyümölcsök, művelésbeli növények magvai, valamint az ősnép házi állatainak csontjai, közvetlenül a krétarétegen hevernek, — mind e hulladékoknak még akkor kellett a fenékre potyogniok, mielőtt a tőzegképződés megindult. Azonban a tőzegképződés még abban az időben megkezdődött, mikor az a gyarmat még megvolt; mert magában a tőzegben is találtak az emberi művelődés efféle nyomaira, legalább az alsó rétegeiben, s úgy látszik, hogy a czölöpházak lakóinak ez a tőzegképződés alkalmatlanságukra szolgált, a mennyiben egy helyütt a tőzeg közepében kavicsréteget lehet látni, melyet alkalmasint abból a szándékból hánytak oda, hogy a tőzeg tovább képződését megakadályozzák. Időnként a vízáradások is megakasztották a tőzeg képződését, minthogy a láp keleti részén a tőzeg közepét agyagréteg szeli keresztül, a mely egyébként nem képződhetett, mint úgy, hogy egy ideig az egész lápot víz borította. Domború láp itt nem képződött, ámbár biztosan ki lehet mondani, hogy annak a tőzeglápuak a képződése már több mint 2000 év előtt megindult, mert a robenhausení czölöp-építmények az úgynevezett kőkorszakba tartoznak. Az odig ott talált fegyverek és készülétek, mind egy szálíg kőből szaruból, csontból és fából készítvék. Az a körülmény, hogy nemcsak mindezek a tárgyak maradtak meg teljesen jó állapotban, hanem rajtok kívül a többi ott lelt maradékok is, ú. m. az el nem szenesedett gyümölcsök, mint a sujom, a fenyvek tobzai, a málna és a szamóca magvai stb; továbbá a len és a hársfa hancs-szájai, sőt a bükk és a gyöngéd mohok leveli is. Mindez szembeszökő módon tanúskodik arról, hogy a tőzeglápokban nagy az eltartó képesség. Ennek legfőbb feltétele az ulmin-sav jelenléte, melyet az elsenyvedő növé-

nyi részek folytonosan készítenek, s az álló vízben el nem illanván, az eltözegesedés munkájában háborítatlanul működhetik.

A Pfäffikoni tavon, valamint a Katzensee-n és Svájeznak megannyi más kis tavain a tőzegképződés viz alatt kezdődött és csak évszázadok, sőt évezredek jártán jutott annyira, hogy utolsó tagja gyanánt az erdei vegetáció is feléphetett rajta. De van reá eset megfordítva is, hogy t. i. az erdő a tőzegképződést megelőzte: ha valami véletlen az erdőbeli vizek lefolyását megakasztatja vagy legalább lényegesen meguehezíti, akkor az erdő mélyedéseiben gyülemlemlenek össze. Ekkor a vízi növénytenyészet is tüstént megkezdődik, s kis vártatva rá a tőzegképződés; mert a természet mindenütt munkás, hogy a ronda pocsolyákat a tőzeg műhelyeivé alakítsa és széndús anyagokat rakjon a földbe. Így képződnek az erdei lápok. A körülöttök álló fák növése ez által akadályt szenved; lassanként kihalnak, vagy, ha a szél kidönti őket, új sarjadék nem ütközik a régiék helyén. Így alakul át lassanként a régi erdőtalaj tőzegtalajjává, melyben a fák alkotják a tőzeg első alaprétegét s közremunkálnak a képződésében. Legnagyobb részt azonban akkor is a mohok, a nádfélék és mocsári növények azok, melyek lényeges szerepet játszanak. Ha a tőzeg bizonyos magasságot már elért, nyir- és fenyőfák is megtelepszenek rajta, ép úgy, mint az imént említett lápokon. Ez az oka, hogy némely tőzegláp fenekén fenyvek, bükk- és cserfák vastag törzsökei vannak beágyazva, a mint sok tőzeges vidék példájából ismeretes. A pfäffikoni tó környéke erre is szép példával szolgál. A robenhauseni ezülpépületes láptól csak egy negyed órányira fekszik az alsó wetzikoni láp, melyet néhány évvel ezelőtt, vasútépítés alkalmával, keresztülmet-szettek. A kilencz láb vastag tőzegtalaj fenekén sok, összevissza heverő fatörzset találtak; némelyikök 80, sőt 100 lábnyi hosszú is volt; mellettök épségben megmaradt fenyőtobzok és mogyorók heverték, s ennél fogva nem lehet benne kétség, hogy itt régi erdőtalaj a fenék. Abban az időben,

mikor a tó felső részén a ezölőpfalu még megvolt, Wetzi-konnál nyilván fenyves erdő díszlett. Az Aa vagy a rohanó patak vizének megáradása okozhatta elmoesárosodás következtében, az erdő helyén tőzegláp keletkezett.

Mindezekből az derül ki, hogy a tőzegképződés a következő főfeltételektől függ:

Első feltétele az állóvíz, mely a levegőt elzárja, minek folytán az elkorhadás igen lassan és oly módon megy végbe, hogy a szén nagyrészt a talajban marad. Igen fontos e mellett az előbb említett kréta, mely a vizek fenekét vizet át nem bocsátó kéreggel vonja be, és így a szerves anyagok háborítatlan lecsapódását lényegesen elősegíti. Ez az agyagréteg ennél fogva valamennyi tőzeglápban előfordul, nálunk ép úgy mint Amerikában *, és mindenütt apró vízi állatok és diatomaceák azok, melyek ezt az agyagréteget alkotják.

Másod sorban igen fontosak a savak, melyek az elsenyvedő növényekből keletkeznek és az álló vízben megmaradnak, az úgynevezett humus-savak. A vízben tehát nem szabad sok ásványos résznek jelen lenni, mert ezek a savakat neutralizálnák és hatástalanokká tennék. Minthogy a domború lápok csak eső és harmat táplálja, tiszta víz van bennök; a süppedő lápoknál pedig a vízi nád, valamint más moesári és sásféle növények sűrű gyökérszővedéke mintegy szűrőt képez, úgy hogy a közeli tavakból, források-

* Lesquereux: „The palcontoligical report of Kentucky“ című munkája 508-ik lapján ezt a krétát „the white clay of the botom“-nek (a fenék fehér iszapjának) nevezi és kimutatja, hogy a rettenetes nagyságú „Dismal Swamp“ (förtelmes moesár) és tőzegetavainak fenekét ugyan az a krétakéreg borítja. Véleménye szerint édesvízi puhányok, infusoriák, characcák és confervák alkotják. Ezek cserepeikben vagy szöveteikben lekötik a szénsavas meszet vagy kova-földet, mi a vízben bő mennyiségben volna feloldva, és széthullásuk alkalmával ezek az anyagok a víz fenekére finom iszapként rakódnak le.

ból és folyókból beléjük ömlő vizeknek előbb ezen a szűrő rétegen kell áthatolniok, mielőtt a láp gyomrába jutnak. Alább rendelt jelentőségűek a gyantanemű anyagok, melyek azonban mégis nagyobb mennyiségben működnek közre, a hol nyir- és fenyőfák tőzegesednek el.

Harmadik feltétele pedig: a tőzegképződésre alkalmas növények létezése; mert hiszen ezek a főszereplők, melyek ezt az egész folyamatot, mihelyest a kedvező feltételek előállanak, azonnal megindítják és továbbfejlesztik: a levegőből a különböző gázokat felszívják és megsűritik, és leveleikben, száraikban és gyökereikben a szénat lerakják, mely a tőzegnek az égő képességét megadja.

A tőzeg-képződésnek ezek a feltételei mindig léteztek, és ennél fogva efféle tőzeglápok képződtek is kivétel nélkül minden világrészben, valamint még most is szakadatlanul képződnek. Csakhogy azokban a régi lápokban nagy változások mentek azóta végbe, és ennek következtében a tőzeg minősége is teljesen megváltozott. Wetzikonban, a czölöpfalvas láptól alig egy negyedóránnyira, 10—12 láb vastagságú görgeteg- és agyagréteget és alatta régi tőzegtelepet találunk, melynek a vastagsága egy helyütt 5 lábra rüg. Dürntenben, Wetzikontól egy óránnyira, mintegy 30 láb vastag görgeteg- és agyagréteg alatt, szintén hasonló, helyenként 12 láb vastag telep van; Utnachban pedig egy még ennél is nagyobb telepet már évtizedek óta bányásznak. A tőzegnek ez a fajtája minálunk *pala szén* néven ismeretes, és, mint tüzelő anyag, igen nagy jelentőségre vergődött. Biztosan ki lehet mutatni róla, hogy tőzegeből keletkezett. Ha a dürnteni széntelepet vizsgáljuk, nyomban meggyőződünk róla, hogy korántsem egynemű anyagból való. Feneke fehéres-szürke agyag, s benne számos puhány (az *anadonta*, *valvata obtusa*, *valv. depressa* és *pisidium obliquum*) csercipes héjait lehet megismerni; ez a rétege tehát kétségkívül a tőzeglápok alsó krétarétegének felel meg. Legvastagabb

részén azonban magát a széntelepét is hat, földes, de szintén sötétszínű anyagból álló szalag szeldeli keresztül, mely a levegőn sűrűkévé változik, (a munkások „ezüst“ elnevezésére nyilván ez adott okot) és tüzelő anyagnak nem alkalmas. Tüzelő anyagul csak magát a szalagok közötti tömeget lehet használni. Ebben azonban ismét világosan ki lehet venni különböző részeket. Legalsó rétegében sok fa és fenyőtoboz fordul elő, és pedig mind Dürntenben, mind Utnachban csakis a legalsó rétegben, feljebb soha. Felsőbb rétegeiben a mohok egész telepeire ismerünk, melyeknek tömören összeszővődött anyagán nádak és gyökérfonadékok hatnak át meg át. Ezek eleve a réteg alsó részét képezik, fölöttük pedig összevissza heverő fatörzsek következnek. Ritkán valami jelentősebb vastagságú fák, és úgy el vannak lapítva, hogy a fekvő törzsek harántmetszete szél-tiben négy-szer, sőt nyolecszor akkora mint a vastagságuk magasságban (17-ik ábra).

A szenvedett nyomás következtében néha sajátosságosan össze-vissza vannak görbedezve vagy össze is torlódva. Ezeket a törzseket itt is, mint a tőzegben, fekete-barna anyag veszi körül, mely kétségkívül az elsenyvedt



17-ik ábra.

Palaszéndarab keresztmetszete, Dürntenből. (Igen kicsinyítve.)

fű-féle növényrészekből keletkezett és friss állapotában nyilván pépszerű volt. Ez az alakulat az agyagszalag elválasztotta minden rétegben ismétlődik, csak hogy a legfelsőbbekben a fatörzsek ritkábbak, a moha- és nádtömegek pedig túlnyomóbbak.

Ezek a viszonyok a tőzegképződéssel teljesen összevágának. De még jobban megvilágosodik előttünk a dolog, ha a palaszénnek a növényeit is közelebbről meg-

vizsgáljuk. Azt látjuk, hogy a mohok, a szénképződésnek jelentékeny részesei, a tőzeg-mohokhoz tartoznak; azonképen a kákafélék és nádak is mocsáros talajra utalnak, és pedig gyöktörzseik hosszú esomóközei azt tanúsítják, hogy az a talaj lágy és laza, a vidrafü számos magvai pedig, melyek a szénben vannak ellintve, hogy egyszersmind lágminőségű volt. Fákban vannak benne fenyvek és nyírek; elsőbbiek azonban, mint fennebb említők, csak a legalsó rétegben; a két főfa tehát az erdei fenyő és a nyír. Elsőbbieknek ismerjük a tobozait, magvaival és törzsökét; ritkábbak a tüleveles ágak; a nyírnek ismerjük törzsét, melynek fehér héja olyan jól megmaradt, hogy fris állapotban még le lehet fejteni. Ugyanaz a két fa fordul tehát a palaszénben is elő, a melyekkel már a tőzeglápokban megismerkedtünk, és a melyeknek képződésében oly lényeges osztályrészök van. — Állatokból a palaszénben vagy a benne lévő agyagszalagokban részint olyan állatok maradékai találhatóak, a melyek az egykori tőzeglápban éltek, részint pedig a melyek benne érték vesztöket. Elsőbbiekhez tartoznak a kagylók és a vízi csigák, melyeknek maradékai a fenék-krétában hevernek, továbbá a mocsári rovarok (donaciák), melyek helyenként magában a szénben oly gyakoriak, hogy kék- és ércszínű szárnypaizsaik néha nagy lapokat beborítanak. Nyilvánvaló hogy ezek a rovarok a vízi növényeken éltek, ép úgy mint a jelenkori donaciák. Más állatok ellenben véletlenül jutottak a lápba és fultak bele, nevezetesen a nagy emlősállatok*.

Így tehát itt is szakasztott azok a jelenségek fordulnak elő, mint a tőzeglápokban: a fenéken a krétaréteg, a rajta fekvő fekete, barna tömegben egész rétegek tőzeg-mohákból, nád- és kákaféle növényekből, belesüllyedt fatör-

* Az őselefánt (*elephas antiquus*), az orrszarvú (*rhinoceros*), az ősbivaly és ősböhlény (*bos primigenius*), a szarvas (*cervus elaphus*), a barlangi medve (*ursus spelaeus*) és a mókus.

zsek, körülvéve ama csaknem teljesen egynemű (homogén), a fűféle növények elsenyvedéséből keletkezett tőzeganyaggal; továbbá állatok maradványai, részint olyanoké, a melyek úgy hullottak az iszapba és belevesztek, részint pedig a melyek egykor magában a lápban éltek, — tehát az élő lényeknek egész csoportja, ép úgy, mint a még most is napról napra képződő tőzeges részekben. A szén között agyagszalagok vannak, a milyenek a tőzeglápokban is képződnek, ha időnként vizek alá kerülnek. A vízből leülepszik az iszap és elborítja a láp felszínét, ez által a tőzegképződést mindaddig megakasztván, míg az agyagrétegen új növénytenyészet támadhat. Az egyetlen, de mindenesetre igen fontos különbség az, hogy a palaszénben a tőzeg össze van sajtolva és kiszáradva. A tőzecsajtót azok a rettenetes nagyságú görgeteg tömegek képezték, melyek elborították és belsejében különféle változásokra adtak okot. Abban az időben, mikor az elborítás megkezdődött, a fatörzsek és a burkoló tőzeganyag még kétségkívül lágy állapotban voltak, s ennél fogva összenyomathattak és az ismeretes módon ellapultak. Hasonlóképen a nádakat is annyira összesajtolta a nagy teher, hogy most papírvékonyaságú szalagoknak látszanak, a mohok pedig csaknem tömör szövedék-tömegeket alkotnak. A palaszén tehát nem egyéb, mint összesajtolt, kiszáradt tőzeg és ennél fogva nem is vízösszehordta fatörzsekből keletkezett.

A palaszén Svájcban mindig a görgeteg-rétegek alatt, de a homokkő fölött fekszik. A barna szén azonban a homokkő között fordul elő, tehát még mélyebben fekszik, mint a palaszén, és ennél fogva régiebb időkorba tartozik. A fentebb közölt wetzikoni réteg-átmetszetben (a 146-ik lapon) közvetlenül a görgeteg-lerakódás alatt a lágy homokkő (az úgynevezett molasz) következik, a mint az Aa völgye halmait alkotja. Ebben egy vékony réteg barnaszén fordul elő; ép így a Horgen melletti küpfnach, a hohe rhoneni, a rufi-i, a pauldzei stb. barnaszén is a homokkő-

képletben fekszik. Ezekben a szenekben a bennöket alkotó növényeket helylyel-közzel még ki lehet mutatni; így például a nieder-utzweli feketeszínű barnaszénben (St. Gallen kantonban) olyan jól megmaradt fatörzsöket találtak, hogy még az évgyűrűiket is meg lehetett számlálni; Käpfnachban pedig nem ritkán találnak egy pálmafának törzsdarabjaira. Az igaz, hogy a barnaszénben a változás rendesen már oly tetemes, hogy mintegy egynemű, fényes tömegnek látszik és a tulajdonképeni kőszénhez már igen hasonlít. Gyakran annak is nevezik. Hogy azonban ez is, ép úgy mint a barnaszén, tőzegtelepekből keletkezett, az kitűnik azokból a növényi maradékokból, melyek a szén között és fölött fekvő márgarétegekben előfordulnak és rendesen számos mocsári növényt tartalmaznak. Nem hiányzik a krétaréteg sem; gyakran világosszínű márgaréteg gyanánt jelenik meg, némely helyütt (mint Käpfnachban) még a cserepes héjú puhányok (unio, planorbis, limnaeus) maradékaival.

A tulajdonképeni kőszén még véghetetlenül régiebb időből való; tehát még nagyobb változásokon ment keresztül mint a fönnebb említettek; még erősebben össze van sajtolva és a növényi szerkezet még jobban elenyészett és fölismerhetetlenné vált benne; az oxgyén és hydrogén még inkább kitakarodott belőle, és ennek kapcsán a tiszta szén aránylag még túlnyomóbb benne és még inkább neveli a fűtő crejét. A kőszénnek azt a fajtáját, melyből az oxgyén és hydrogén teljesen kipusztult, anthracit néven különböztetjük meg. A kőszénképződés hosszú sorozatának ez a legvégső tagja. A tőzeg még teljesen hasonló kémiai alkotású, mint a fa; az anthracit pedig leginkább elüt tőle; és e két legszélső tag között az áthidaló fokozatoknak egész serege fordul elő, melyek legfőbbjeit kőszén, barnaszén és palaszén néven különböztetjük meg.

A rajtuk észrevehető különbségek oka legfőképen különböző korokban rejlik, tehát az idők jártán szenvedett, többé vagy kevésbé előhaladt átváltozásokban. Minőségökre

azonban befolyást gyakorolhattak az anyagukat alkotó, merőben különböző növényfajok, valamint a képződésök idejében fennálló más külső viszonyok is. Palaszénünk keletkezése idején az ország éghajlati és növényzeti viszonyai olyanok voltak, mint most; ennél fogva a palaszén ebben a tekintetben legközelebb is sorakozik a tőzeghez. Éghajlat és növénytenyészet azonban már igen elütött a mostanitól a barnaszén képződése korában és még inkább a kőszénkorban. A szén tehát akkor merőben más növényfajokból került ki, és más külső viszonyok között rakódott le a földbe. Láttuk fentebb, hogy a kőszénflóra merőben elüt a jelenkoritól; de hogy összjellemeiből nedves, forró éghajlatra következtethetünk a múltba. Az igaz, hogy a forró égőv alatt tulajdonképeni tőzegképződést mai napság nem találunk s létezését a hideg és mérsékelt égővön kívül eső országoktól egyáltalában el is vitatták, — azonban joggal. Déli Virginiában és északi Carolinában, a Tunis- és Algirnak megfelelő szélességi fokok alatt, iszonyú kiterjedésű pocsolyák fordulnak elő, melyekben a tulajdonképeni tőzegképződés folyton-folyvást tart.

Az Egyesült-Államok déli részének tőzeglápjairól Lesquerieux érdekes felvilágosításokat bocsátott közre, melyekből kiderül, hogy azok is szakasztott azon a módon keletkeztek, mint a mi országunkbeliek, és hogy ama déli vidékek enyhe telének daczára is 15 láb vastagságú tőzeglápjákat alkotnak. Hogy a tulajdonképeni forróövi, úgynevezett tropikus országokban tőzeglápok ninesenek, annak az oka nyilván csak az, hogy az időnként uralkodó roppant aszály, a pocsolyákat teljesen kiszáritván, a tőzegképződést megakadályozza. Szakadatlanul nyirkos és forró éghajlat alatt azonban, a melyet a kőszénflóra kíván, megvoltak a tőzegképződésre megkívántató feltételek is. Úgy látszik, hogy ebben a sigillariák (stigma-riák) főszerepet játszottak. Hosszú, szanaszét ágazó és hosszú rostokkal sűrűn megrakott gyökereiket alkalmasint nagy darabon eltereget-

ték a víz és a lágy iszap fölött, s rajtuk hasonló szüvedéket és úszó szigeteket alkottak, mint a milyenekkel a mérsékelt és a forró égöv némely tavaiban még most is találkozunk. Hozzájuk csatlakoznak még a calamitek, melyeknek jelenkori törpe öcseseik, a zsurlók, sekély vizárokban és mély iszapban oly gyakran megtelepszenek. Réájuk következtek a pikkelyes fák és fanemű harasztok; azonban alkalmasint csak akkor, mikor már szilárdabb alaptalaj képződött. Ezt abból a jelenségből következtetjük, hogy a sigillariák gyökerei (a stigmariák) mind Európa, mind Amerika kőszéntelepeiben közönségesen a telep alsó rétegében vannak és gyakran igen terjedelmes telepeket képeznek bennök. Ezek tehát a kőszénkorszak tengereiben és tavaiban hasonló szerepet játszottak, mint a tőzeg-mohák (a sphagnumok) a jelenkoriakban. De minthogy az őskori elődök igen sokkal nagyobb növények voltak, és gyökérágazataik is nagy terimére elterjeszkedhettek, szükségképen sokkal nagyobb mennyiségű tiszta szenet is kellett termelniök. Ennélfogva tehát, mint tőzeg- és szénképzők, amazoknál még sokkal nagyobb jelentőségűek. Nincs benne kétség, hogy ebből a tekintetből csakugyan az első helyet foglalják el, és a későbbi időszakoknak egyikében sem létezett többé oly növény, a melyben ez a tulajdonság ily szerfelett nagy fokban meg lett volna. Ennek következtében tehát abban az időben a legtöbb szén-anyag rakódott le a földre, a mely anyagot a növény a levegőből szén-sav alakjában vette fel, de sőt ez a mennyiség oly tetemes, hogy földünk jelenlegi légkörében aligha van csak tizedrész annyi szén-sav, mint a mennyi a mostanáig ismeretes kőszéntelepekben le van rakva. A kőszénkorszakban tehát valószínűleg több szén-sav volt a levegőben, miut mai nap*, a minek a növényekre nézve igen előnyösnek, a szárazföldi állatokra azonban

* Légköriünk szén-savtartalma jelenleg 0.0006 %; a kőszénkorszak előtt azonban Bischof 0.06 %-ra teszi.

kártékonynak kellett lennie. A köszénkorszakbeli növény-tenyészet tehát a levegőt megtisztította és a magasabb rendű állati élet fejlődhetésére előkészítette, de egyszerűsmind anyagot is rakott le a földre, mely csak évek milliói múlva vált számos népek anyagi művelődésének alapjává. Európa leghatalmasabb köszéntelegei Angolországban vannak. Az eddig ismeretes, több mint 200 négyszögmérföldre terjedő telepekkel, a tett számítások szerint, a mai használat arányában, megéri még több mint ezer esztendeig; pedig évenként 1300 millió mázsa köszenet bányásznak és mintegy 140 millió mázsányit (1859-ben és 1860-ban 13,302.295 tonnát vagyis 266,045.900 mázsát) még ki is visznek az országból. Köszénben a kontinens csakugyan szegényebb; de azért Belgiumnak, rajnai Poroszországnak (Westphalia és Saarbrück vidéke), Sziléziának, Szászországnak, Csehországnak, valamint St. Etienne-nek Lyon mellett * oly terjedelmes és részint oly vastag köszéntelegeik vannak, a mik még évezredekre fedezni fogják a szükségletet. Köszénben még Európánál is gazdagabb Észak-Amerika, melynek köszéntelegei 200,000 angol négyszögmérföldre rúgnak és széntartalmukat 480 billió mázsára becsülik. Ezek az adatok

* Svájc a köszenet főképen a Saarbrück és St.-Etienne köszénmedenczéiből kapja, egy keveset a Vogesekből (Ronchampból), csak hogy ebben sok a salak és nagyobb a kéntartalom, és Westpháliából is (Ruhrgebiet). Hogy mily tetemesen nőtt a fogyasztás az utóbbi években, megmutatja a következő áttekintés, mely az ország két bejáró kapuján Genf- és Basel-en át importált szénmennyiséget veszi számba :

	Genf :	Basel :	Összesen :
1850 : . . .	70.080 . . .	145.350 . . .	215.430 mázsa
1852 : . . .	87.675 . . .	237.435 . . .	325.110 "
1854 : . . .	110.350 . . .	220.975 . . .	431.325 "
1856 : . . .	148.050 . . .	409.830 . . .	557.880 "
1858 : . . .	388.470 . . .	702.480 . . .	1.090.950 "
1860 : . . .	750.000 . . .	1.520.310 . . .	2.270.970 "

A legutóbb említett évben tehát a köszénbehozatal a tíz év előttit több mint két millió mázsával múlja felül.

nem hagynak bennünket kétségben arra nézve, hogy már a kőszénképződés idejében is igen sok szárazföld volt Földünkön, mert szenet csak a szárazföld képes termelni, a tenger ellenben soha.

Sajnos, hogy a mi országunk ez oly végtelenül fontos természeti kincs kiosztása alkalmával, csaknem üres kézzel maradt. Wallis anthracitja kétségtelenül ebbe a korba tartozik, mert azt is ugyanazok a növényfajok alkották; csak-hogy biz' ez nagyon sovány kárpótlás azzal a gazdagsággal szemben, mely más országoknak osztályrésztül jutott. De legalább tanúságot tesznek arról, hogy Földünknek már azon ifjú korában is volt szárazföld központi Alpeseink irányában és növényzettel is fel volt ruházva. A maradékaikat magukban foglaló sziklákat azonban, melyek országunk leg-hatalmasabb hegyeinek jelenlegi alkotó részeivé lőnek, a föld alakzatát ismételve és teljesen átidomító nagy forradalmak több izromban megváltoztatták. Némely helyen úgy beszorítottak a később képződött, tehát fiatalabb sziklatömegek közé, hogy még híres geológok is csalódtak bennük, és fiatalabbnak tartották őket, mint a milyen kor ez ősrégi képződményeket valójában megilleti.

Ez az átalakulás azonban csak nagy későn következett be; mert bármily vastagok is a kőszénképlet lerakódásai, maguk között még sem látatnak valami mélyreható rétegháborításokat, a melyek erőszakos, abban a korban végbement földforradalmakra engednének visszakövetkeztetni. A kőszénképződés időszaka kétségtelenül a nyugodt fejlődés kora volt. Csak így magyarázható ki, hogy a növényvilág a szénnek ezt az órjási tömegét a levegőből átsajátíthatta és szabályos rétegekben a földbe lerakhatta. Az igaz, hogy ennek az időszaknak a felmérésére nincsen biztos mértékünk. Az évenkénti faszaporításra nézve tett számítások alapján: egy hold erdő évenként körülbelül 10 mázsa tiszta szenet termelne, a mi, az egész területre elosztva, ugyancsak vékony réteget adna. A tőzeglápok gyarapodása

azonban tetemesebb; hanem a reájok vonatkozó adatok oly ingatagok, hogy, fájdalom, nehéz dolog lenne róluk pontosan számot adni. De ha a viszonyok nem igen kedvezők, akkor száz év alatt egy láb vastagságú tőzegréteg képződhetik, vagyis egy év alatt 1·44 párisi vonalnyi réteg, melynek széntartalma holdanként 15 mázsára rüg. Ez a réteg kőszén alakjában nem volna vastagabb mint 0·33 vonal. Hogy tehát egy 44 láb vastag kőszéntelep létre jöjjön, a milyenek Angolországban csakugyan előfordulnak, arra mintegy 20,000 év lett volna szükséges. Tegyük fel azonban, hogy a gyarapodás kétszer annyi volt, tehát évenként 3 vonal: a 44 láb vastag kőszéntelep képződésére ekkor 10,000 év; ha megnégyszerezünk, tehát évenként 6 vonalnyira teszszük, 5000 év lett volna szükséges. Ebben az esetben 100 évi érott tőzegtermésnek 4 láb vastag növekedés felelne meg. De ezek a számadatok a jelenleg fennálló viszonyokra vannak alapítva. Megmutattuk azonban az előzőkben, hogy a kőszénkorszakban alkalmasint sokkal kedvezőbbek voltak a viszonyok a tőzégképződésre nézve, már csak azért is, mert akkor a tőzégképző növények sokkal nagyobbak voltak, mint mai nap, a mihez hozzájárulnak még a kedvezőbb külső körülmények, nevezetesen a levegő szénsav-gazdagsága. Igen valószínű tehát, hogy akkor a gyarapodás sokkal gyorsabb volt, mint a mai tőzeglápokban, és e szerint még az utóbb említett számítások is nagyon fel vannak csapva. Csakhogy másrésről meg ügyet kell vetnünk arra is, hogy a kőszén, bármily vastag is némely helyütt, egymagában csak hitvány része az akkori kor képződményeinek. Nálánál még sokkal többre rúgnak azok a sziklatömegek (homokkövek, márga és mész), melyek körülveszik. Vastagságukat némely helyen 3000 lábra becsülik; sőt a svájci Alpesebben az anthracitpalak vastagsága néhol 6000, de sőt 7000 láb. Nyilvánvaló dolog, hogy ily iszonyú sziklatömegek képződésének időtlen időket kellett igénybe vennie.

Földünk életének az a szakasza tehát, melyet a kőszén korszakának azért neveznek, mert a kőszénből ennek a tartama alatt képződtek a leghatalmasabb lerakódások, a háborítatlan fejlődés korát zárja magába, melynek mindenesetre sok ezer évig kellett tartania. Reá nagy földforradalmak kora következik, mely a Föld felszínének alakzatát, legalább helyenként teljesen megváltoztatta. Kevésbé mélyre hatók voltak azonban a szerves világ változásai: a növényi ruházat nagyrészt csakugyan elpusztult, de azért ennek a kornak reánk maradt növényei még jobbadán megegyeznek a kőszénbeliekkel; a hozzájuk csatlakozó új alakok pedig még ugyanazon jelleműek. Svájcban azonban nem maradtak meg ilyen növények, ámbár néhány magas hegye alkalmasint tanúja volt azon időknak. Valószínű tudniillik, hogy a sernf-völgyi kőzet * (az úgynevezett sermfít), abban a korban képződött. Ez a kőzet Svájcban, vörös színe után, „*rother Ackerstein*“ néven ismeretes. Tulajdonképen homokkő, de minthogy kvarcz, gneisz, agyagpala, porphyr s több efféle záródások fordulnak benne elő, és minthogy a Sernf-völgyben (Glarus kantonban) erősen ki van fejlődve, sernf-konglomerát és sernf-pala néven is nevezik. Ez a kőzet lényeges részt vesz az Alpések alkotásában a Sernf-völgy és a Wallenstadti tó és Setz-völgy között, s ott a legmagasabb hegytömbök néhányát alkotja; ilyenek a Kärpf (8613 párisi láb a tenger színe fölött) és a Hansstock (9715 p. l. a tenger sz. f.), de Davosban és a nyugati Svájc némely vidékén is kibukkan. Ez a sernf-kőzet igen hasonlít egy vörös sziklafajhoz, mely Szászországban és Thüringiában el van terjedve, s a melyet ott „*rothliegend*“ vagy „*totdliegend*“-nek neveznek. E helyeken közeli kapcsolatban van egy sötét színezetű, palaszerkezetű, vörösréz tartalmú homokkővel (a rézpalával) és márga meg

* Ezideig még nem találtak benne kővilleteket, s ennőlfogva a korát sem lehet biztosan meghatározni.

mész (zechkő) telepekkel, és velök együtt egy képletet alkot, mely $permi$ vagy $dya s$ néven ismeretes. Ezüsttartalmú rézérczek a sermf-kőzetben is vannak. A Mürtsehenalpon, Glarus kantonban, ezeket az érczeket már 1680-ban is aknázták és 1854-től 1861-ig nagyobb szerűen bányászták, de azóta ismét parlagon maradtak, mert az ércztermelés nem hajtott elég hasznót a vájás költségeinek fedezésére az elhagyatott alpesi vidéken. * A föld-adta réznek legnagyobb része ebből a képletből való, Európában (keleti Oroszországban, valamint Szászországban és Thüringiában) és Észak-Amerikában egyaránt, a melynek északi részén, nevezetesen

* A rézérczek az úgynevezet sermf-kőzet felső határán, az alpesi mész felé, telérekben fordulnak elő, melyek sötétzöld vagy szürke talk és kvarczkőzetekkel és dolomitos mészpáttal vannak kitöltve. A benne levő ércz: ezüsttartamú tarka-rézércz, mind a mészkőben, mind a szürke kőzetben otthonos. Itt többnyire aczélkék vagy feketés-kék és a bányagondnokság adatai szerint egy mázsa ércz $5\frac{1}{2}$, sőt $7\frac{1}{2}$ font rezet és $\frac{3}{4}$ — $1\frac{3}{4}$ lat ezüstöt foglal magában. A tschermonneni fő telér — 5400 láb m. a tenger színe fölött és mintegy 600 láb magasságban a Mürtsehenalp völgy fenekétől — körülbelől egy láb középvastagságú. Egy másik telér, az úgynevezett „érczágy“ kissé távolabb fekszik nyugotra; de a Hochmetli és a Silberspitze (k. b. 7000 l. a teng. sz. f.) oldalában is fedeztek fel egy rézertartalmú telepet, melynek ércze mázsánként 15 font rezet és 2 lat ezüstöt foglalt magában. E vidék néhány más helyén, mint a Murg-völgyben és a Schild keleti oldalán találtak rézérczeket a sermfkőzet és az alpesi mész között fekvő mésztartalmú kvarczban. Főtelérét az új vállalkozók 1857-ig 100 lábnyira hajtották a hegy gyomrába, és, mint mondják, a $1\frac{1}{2}$ láb vastag réteg négyszög bánya-ötenként 80—120 mázsa érczet szolgáltatott.

Miután Dr. H. Simon a bánya művelését 1854-ben ismét megindította és 1857-ben egy millió frank tőkével (miből 512,000 frank a vételarra esett, de ezt nem készpénzzel, hanem 512 részvényt nyel fizették ki) részvénytársaságot alapított, több éven át derék technikai vezetés mellett folytatták a bányaművelést, de a nélkül, hogy a táplált remények beteljesedtek volna. Így országunknak egy nagy reményekkel kapcsolatos bányáját ismét parlagon kellett hagyni, miután már nagy összegeket emésztett meg.

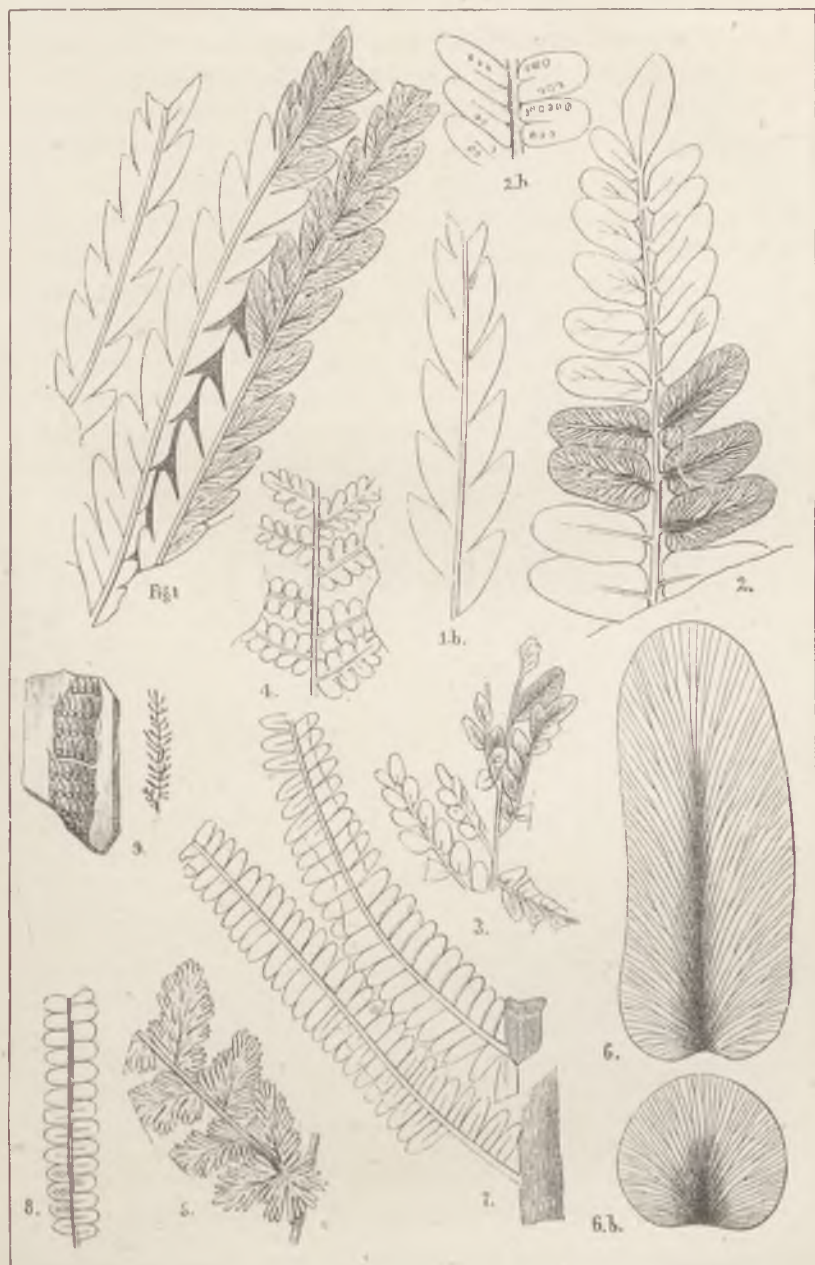
a Felső Tavak (Lake Superiors) vidékén, a legnagyobb ismeretes réztömegek vannak összehalmozva.

A permi korszakban tehát a réz kifejlődésére és lerakódására igen kedvezőknek kellett lenniök a viszonyoknak; történt légyen bár úgy, hogy réztartalmú gőzök szállottak fel a föld gyomrából és e fontos érczet a kőzetbe lerakták, vagy talán, hogy a vizekben feloldott réz-sók kiváltak és századok jártán összegyülemlettek; de ez az utóbbi magyarázat nem oldja meg azt a talányt, hogy miért épen ebben a korban rakódott le a legtöbb réz a földbe?

Ez a permi képlet tehát a nagy kőszénkorszaknak utolsó felvonása volt. Viharos idői, melyek tartama alatt éjszaki Németországban nagy és terjedelmes porphyrtömegek nyomultak fel a föld gyomrából, és ennek következtében egész nagy országvidékek felszine átalakult, a dolgoknak új rendjét készítették a nyomukba lépő új korszak számára.

A TÁBLA MAGYARÁZATA :

1. *Odontopteris Brardii*. — 2. *Neuropteris flexuosa*. — 3. *Neuropteris microphylla*. — 4. *Spenopteris irregularis*. — 5. *Sphenopteris acutiloba*. — 6. *Cyclopteris auriculata*. — 7. *Pecopteris cyathea*. — 8. *Pecopteris arborescens*. — 9. *Calamites Saussurii*.
-



MOELLI G.

HERSCHEL

HERSCHEL (Sir John Frederick William), apjához méltó híres csillagász. Született 1792. márczius 7-én Sloughban, Windsor mellett. Kiképzését Cambridgeben nyerte, s 1816 óta James South társaságában a kettős csillagok megfigyelését tűzte céljájúl; ebbeli működésének eredményét az angol tudományos akademiában 1823-, 1827- és 1828-ik években közölte is, 380, majd 295 s későbbben 384 ilyen megfigyelt csillagnak katalogusával együtt. E mellett a physikai tanulmányokat is felkarolta. Így tette közzé az „Encyclopaedia-metropolitana“-ban, 1830-ban „Treatise on Sound“, 1831-ben „On the Theory of Light“ és ugyanazon évben „A preliminary discourse on the study of Natural Philosophy“ czimű munkáitait; 1834-ben ugyanott: „A treatise on Astronomy“ és 1849-ben az „Outlines of Astronomy“ czimű műveit. 1834-ik évi februártól 1838-ik évi májusig a Jöreménységfokán időzött, a déli égnak tüzetes vizsgálásával foglalkozva. E működésének eredményei — melyeknek költségét egészen saját vagyonából fedezte — 1847-ben jelentek meg a „Results of astronomical observations made at the Cape of Good Hope“ czimű munkájában. Számos értekezésén kívül a physika, matematika és csillagtan köréből megemiltendők: természettani földrajza, valamint meteorológiája az Encyclopaedia britannicából (Edinb. 1861). A jelen gyűjteménybe felveit értekezése a „Familiar Lectures“ (London, 1868) czimű munkájából van véve, melyben népszerű előadásait adta ki. — Herschel munkáinak jelentőségét a Jöreménység fokáról visszatérése után általában elismerték; Viktoria királynő koronáztatása alkalmával 1838-ban baronet rangra emeltetett s 1842-ben az aberdeeni egyetem lord-rektorává választatott. — Optikai vizsgálatokkal is foglalkozott, s 1850-től 1855-ig a királyi pénzverde igazgatója volt; e hivatalt egykor Newton is viselte. Az angol tud. akademiának 1813 óta tagja volt. Tagja volt még az Astron. Society-nek, a francia s több külföldi akademiának, köztük a m. tud. akademiának is. Elhunyt 1871-ben május 11-én Collingwodban Hawkhurst mellett. Hamvai az angol Pantheonban, a westminsteri apátság templomában nyugszanak. A fekete márványlapon, sirja fölött ez áll:

JOHANNES HERSCHEL
GULIELMI HERSCHEL
NATU OPERE FAMA
FILII UNICUS
„COELIS EXPLORATIS“
HIC PROPE NEWTONUM
REQUIESCIT.

(Herschel János, Herschel Vilmosnak névre, tette, hirre egyetlen fia „az egeket átkutatván“ itt nyugszik Newton közelében.)

(Term. tud. Közlöny. V-ik kötet.)

AZ IDŐJÁRÁS ÉS IDŐJÓSOK.

„*Variam et mutabile semper.*“

HARAGOS ARCZOT öltött az ég magára, szél van keletkezőben és Fitzroy viharjelzőit tegnap este felvonták s még most is fenn vannak. Aligha viharunk nem lesz. Tartok tőle, hogy mai csónakázásunk végkép elmarad“ — mondá nejjének a minap A — barátom; „hiszen valami nagy baj nem lenne belőle, de mégis nagyon restelhetnök a dolgot, ha bőrig ázva kellene haza jönnünk akkor, mikor előre figyelmeztetve voltunk.“

(2.) És a nő valóban okosan is tette, hogy hallgatott a figyelmeztetésre. Utoljára is csak kéjkirándulás akart lenni az egész. De a halászkok, kiknek habár csak egy nap elvesztése is már nem csekély dolog, elvitorláztak. Nem azért, mintha tán az intőjelt mibe sem vették volna: hanem mivel hitték, hogy legalább a 24-edikek törvénye nem fogja őket cserben hagyni; de rosszul számítottak s meg kellett lakolniuk. Az egyik csónak darabokban ért a partra, míg a többiek szintén több vagy kevesebb kárt szenvedtek s a halászkok mindnyájan megegyeztek abban, hogy bölesebb dolog lett volna ez egyszer otthon maradniuk.

(3.) Ehhez hasonló eset fordult elő pár nappal ezelőtt egyik déli tengeri fürdőnk mellett, nem messzire innen; és az a szélvész, mely azután következett, ama sokkal félelmesebb vihar egyik előfutára volt, mely (látszólag) csak

nem régen dühöngte ki magát,* s mely kétségtelenül ama nagy időszaki tűnemény egy része vagy részecskéje vala, melynek koronként való visszatérését „novemberi légköri hullámozás“ név alatt a mi európai időjárásunk képének egyik fővonásául s egy nagy terjedelmű és meglehetősen élesen megszabott zavaródás gyanánt kezdik fölismerni; mely, miként látszik, egészen a földgömb eme részének sajátja, noha — miként nem sokára okunk leend hinni — a túlsó félgömbön keletkezik; s végre a melynek a „Royal Charter“ szélvésze (1859. október 25-én), a szerencsétlen emlékü krimiai roppant orkán (1855. november 14-én) s az 1703. december 8-iki még iszonyúbb vihar (északról dél felé), a legnagyobbszerű, mely e szigetet (Nagy-Britanniát) valaha végig söpörte, oly részeiként tekinthetők, mint a melyek annak kezdetét közepét és a végét jelezték.

(4.) Azonban a tulajdonképeni barometrikus hullámozás, melyet eme névvel Birt ruházott föl, ki először hívta föl a közfigyelmet annak egyik legjellemzőbb vonására, sokkal szűkebb időhatárok közé van szorítva és a levegőnek egyetlen óriási hullámára, vagyis, hogy úgy mondjuk, hegszerű föltorlódására vonatkozik, mely novemberben az egész északi atlanti oceánon és Európa száraz földén északnyugotról délkelet felé végig söpör; megelőzve és követve hirtelen támadó és heves másodrendű ingadozások által, melyek egész terjedelmökben s különböző évek alatt a fentebb említett hosszabb periodust magukba ölelik.**

(5.) Az időjárástan annyiban, a mi az időjárásnak előre való megjóslását illeti (a mit sokan bár igen tévesen, egyet-

* E fölolvásás 1863. november 2-án iratott egy irtóztató viharos éj utáni reggelen.

** Ez a hullám előhaladási iránya. A szél pedig ama viharok alatt, melyek azt kísérni szokták, ez iránynyal derék-szöveget képez, vagyis délnyugotról északkelet felé halad; hasonlóan (?) az éter-részecskék harántos forgásához a körben polarizált fénysugár haladásában.

len gyakorlati céljának szeretnének tartani) oly tudomány-
nak tekinthető, mely még mindig csecsemőkorát éli; de ha
valóban így áll a dolog, följegyzéseinek vastkos terjedelmű
köteteiből s a róla irt könyvek nagy mennyiségéből ítélve,
érett kora, ha ugyan elérheti valaha, előre is óriásinak igér-
keznek, ha nem úgy tapasztalnók mindig, hogy valamennyi
reális tudomány inkább a tömörségre és szabatoságra tö-
rekszik, s legfőbb célját abban keresi, hogy az egyes esetek
végtelen részleteit könnyen az emlékezetbe véshető s bár-
mikor könnyű szerrel alkalmazható általános törvényekkel
helyettesíthesse. Az „időjósoknak“ — Aratustól egészen Fos-
terig — jövendölései még eddigelé nem igen voltak egyebek,
mint a mit — hogy Mill ur szavaival éljünk — legtalálób-
ban egyszerű „együttes följegyzéseknek“ nevezhetnénk. A
kondor fönt kering a levegőben: a n n á l f o g v a az oroslán
egy lovat fal föl. A juhok farkaikat délnyugot felé csavar-
gatják: a n n á l f o g v a ez irányból szélvész várhatunk. A
„reggeli szivárvány“ stb. „Piros est és szürke reggel“ stb.
Minden efféle együttes följegyzések csupán a természeti té-
nyek okainak és módozatainak teljes nem ismeréséből me-
rithették érvényüket: holott csakis e z e k n e k tanulmányo-
zása által juthatunk el oda, hogy mi jegyzendő egytűvé. És
tagadhatatlan, hogy azóta, az időjárás naponkénti, sőt órán-
kénti följegyzésére fordított, roppant tömegű és kitartó
munka által, sikerült bepillantást (még pedig nem is épen
jelentéktelen bepillantást) szereznünk az időjárást sz a b á -
l y o z ó o k o k k ö z é s a m a tünemények sorozatába, melyek
azokat működésükben tüntetik föl; az egytűvé jegyzésnek
oly módjai kezdettek meg a közelgő roszt idő táviratilag
törtető jelzésének alakjában, melynek már is pozitív értékű
és érdekű eredményeket köszönhetünk. Alig találhatnánk
erre jobb bizonyítékot, mint ama tény, hogy azt a jó pél-
dát, melyet a mi tengerészeti hatáságunk a parti időjárasi
jelzések rendszerének fölállítására által mutatott, bizonyos
terjedelemben már is követte Hollandia s követni szándé-

kozik Franciaország is. A nemzetek talán nem sietnek túlságosan szomszédaik előhaladását követni; hanem annyi tagadhatatlan, hogy feltűnően lassúak egymásnak gyakorlati baklövéseit elfogadni.

(6.) A bekövetkező időjárás azon előjeleit, melyek a tapasztalás tanúsága szerint valamennyire megbízhatók, Fitzroy tengernagy az utasításoknak, vagyis „elővigyázatok“-nak — hogy úgy mondjuk — egy codexébe szedte össze, s azokat az ő dicséretreméltó buzgalma által, melyet a rendelkezésére álló hatalmas eszközök is nagyban elősegítettek, oly széles körben elterjesztette, hogy elősorolásukat itt nem tartjuk szükségesnek. Főleg a barométer és thermométer jelzésein alapulnak, párosítva a szél irányának és erejének, úgyszintén közvetlenül azelőtti fuvásának ugyanegy helyen és időben való megfigyelésével, mindez egyes részletek nem külön magukban, hanem egymással kapcsolatban vétetvén tekintetbe; és így jelentésök nem is lehet abszolút, hanem csakis viszonylagos: úgy hogy például a barométer emelkedése, ha egy esetben a thermométer emelkedésével, más esetben annak süllyedésével esik össze, a szélnek bizonyos, vagy miként szintén megtörténhetik, különböző állapota mellett, a közelgő időjárás jellemében igen különböző, vagy éppen ellentétes arczulatot is jelenthet. Azonban gondosan szem előtt kell tartanunk, hogy mind e jóslatokat csupán csak igen rövid időszakokra lehet (annyira a mennyire) érvényeseknek elfogadnunk és az az „időjós,“ ki jövődöléseit nagyobb arányokra meri kiterjeszteni, egyáltalában érdemetlen a hitelre. Hiszen a szerencsés véletlen itt sem lehetetlen; sőt az is megeshetik, hogy egy egész „idény-sorozat“ jövődölésének eltalálását megközelíthetjük nagyjában; de nincsen józan eszű ember, ki föltett szándékainak tervét hat hónappal előre megváltoztassa még legjelentéktelebb részleteiben is csupán azért, mert valaki neki meleg vagy hideg, nedves vagy száraz, oszónes vagy viharos nyarat vagy telet jövődölt. A jövődölésnek valamennyi

kisebbszerű vagyis egyszerűen együvé jegyző előjelei közül (ide nem értve azokat, melyek az okokról szerzett ismereteinkkel állnak kapcsolatban) az egyetlen, a melybe némi csekély megbízhatóságot helyezhetünk, az, hogy az „üllőalakú felhők“ megjelenését többnyire mindig heves szélviharok szokták követni.

(7.) A Holdra gyakran hivatkoznak úgy, mint egyik hatalmas időjósra, s főleg annak változásait összeköttetésbe szokták hozni a szélnek vagy égnek bizonyos meglévő állapotával. Mint vonzó testnek, a mely „levegőbeli árapályt“ idéz elő, természetesen van is valami hatása, de az mint meteorologiai ok szerfölött jelentéktelen; és egyetlen hatása, mely határozottan a Naphoz való állásától van föltételezve, és a melyre a megbízhatóság bizonyos mérvét alkalmazhatjuk, abbéli törekvésében mutatkozik, mely szerint az eget a felhőktől megtisztítja és nemesak derült, hanem egyszersmind esőndes éjeket idéz elő, ha oly közel van holdtöltehez, hogy szemünk már kereknek látja — oly törekvés, melyről hosszantartó, folytonos és jegyzékbe vett vizsgálódás folytán győződöttünk meg. Azonban ez már több, mint „egyszerű együvé jegyzés“. Ugyanis a szóban levő hatás, legalább a mennyiben az ég megtisztítására vonatkozik, nyomról nyomra követhető egy határozott természetani okig, t. i. ama melegségig, melyet a jelentékenyen megmelegített felülete kisugároz; de hogy ez a hatás miért nem tart holdtölte után is még néhány éjen át, ma még talány.

(8.) A Holdra fektetett időjóslatok különböző fejezetek alá osztályozhatók, — t. i. 1-ször a holddudvarok, koronák, hold-szivárványok és a „nedves“ Holdra alapított együvé jegyzések, mint a mely előjelek nedves időjárást jelentenek. Kétségtelen, hogy azok a vizgöz jelenlétét jelzik, a mely a lég magasabb tájain felhővé fog válni (s a szivárvány tünneményekor az eső csakugyan nem is lehet távol) és így azokat egy sorba helyezhetjük amaz előjelekkel, a melyeket

olykor-olykor a madarak magaviseletéből jegyzünk meg magunknak, főleg azokéból, melyek magasan repülnek és hosszabb kirándulásokat tesznek és a melyek némi bepillantást engednek nekünk gondolatainkba a bekövetkező időjárást illetőleg; a mely gondolatok talán sokkal helyesebbek is lehetnek, mint a mieink, minthogy az észlelődésnek szélesebb területén alapulnak. 2-szor tisztán önkényesen fölállított törvények vagy szabályok, melyek a napnak vagy éjnek amaz óráin alapulnak, melyekben a Hold változásai végbe mentek. Alig van (legalább néhány évvel ezelőtt alig volt, mert hiszszük, hogy ez a faj már kihalt félben van) kisbirtokos vagy földmives, ki félig-meddig ne hitt volna a „Farmers Almanac“ (Földművesek naptára) időjárás-táblázatának, melyet (talán mondanunk sem szükséges, hogy tévesen) a boldogult Sir W. Herschelnek tulajdonítottak, s a mely szintén ezen az elven alapult. Mások ismét az apogaeum és perigaeum nagy és homályos jelentésű szavak szolgálatába szegődtek és szentül hitték, hogy a Holdváltozások jelleme ama közelségtől függ, melyre a Hold újhold vagy holdtölte alkalmával pályájának e titkoszerű pontjaihoz jut. Mindkét szabály teljesen megsemmisül, ha a sokáig folytatott és jegyzékbe vett tapasztalás bizonyosságaival állítjuk szembe. Megint mások az első negyed alatt észlelt időjárás jellegéből az egész hónap időjárását meg akarják jósolni. Mint mondják, a néhai Bugeaud marsal is ennek a szabálynak volt titkos hive, valahányszor oly katonai expedítiót tervezett, a melynek jó kimenetele bármi részben az időjárástól függött:

„Primus, secundus, tertius, nullus,
 Quartus aliquis,
 Quintus, sextus, qualis;
 Tota Luna talis.“

(9.) 3-szor. A Hold segélyével való időjóslásnak még követelőbb alakja volt az, melyet a néhai Howard Lukács

kitűnő meteorologus (mert ezt az egy furcsa ötletét leszámítva valóban az is volt) állított föl, ki a Hold elhajlásáról, mint olyanról, mely az esőzés átlagára és a barométer magas állására jelentékeny befolyást gyakorol, igen sokat tartott. Ennél is többet követelt magának tizenkilencz évet, mint a holdpálya csomóinak körforgási korszakát magában foglaló időjárási cyklusa, a melynek folyamában az északi elhajlás abszolút maximuma akkor áll be, mikor a főlzálló csomó a tavaszi éjnapenyenlőséggel összeesik és a Hold 90 fokkal előzte meg pályáján a csomót; ugyanez áll a déli elhajlásról is az előbbiekkal ellenkező körülmények közt — a csomó közbeneső helyzetei mindegyiknek abszolút minimumai-val esvén össze. Ezeknek a helyzeteknek az elhajlási elmélet értelmében az esőzések és barométer-állások magasságainak átlagában bizonyos időszakonkénti növekedést vagy pedig apadást kell megelőzniök. Azonban, ha a följegyzett események nagyobb arányával vetjük össze, valamint a többiek, úgy ez sem képes valamely pozitív következtetés megállapíthatását eredményezni.

(10.) A hőmérsék átlagának csekély mérvű havi esése, a mely az égneke holdtölte körül észlelhető felhőtelen állapotából származó éjjeli kisngárázásnak tulajdonítandó, e tünceménynek majdnem szükségszerű következményeül tekinthető.

(11.) Amaz okok, melyek az általunk „szeszélyes és változékony dolognak“ nevezett időjárást előidézik, magukban véve elég kevesek és egyszerűek; de a működéseiket szabályozó és igazgató természeti törvények számosak és bonyolultak, s ennek következtében eredményeik is egymással clannyra össze vannak kuszálva s működésök pillanatnyi föltételei annyira függővé vannak téve a dolgok amaz állásától, melyet korábbi működésökkel idéztek elő, miszerint nem esoda, ha majdnem lehetetlennek látszik minden egyes és különleges okot az egész mult időn át egészen mostani hatásáig nyomról nyomra követni. Hanem épen ez

a bonyolultság eredményezi a szabályos esetlegességnek azt a nemét — azt a látszólag történetes, de mindamellett is korlátolt kitérést és kirándulást az egyhangú középpít mindkét oldalán — az éghajlatnak azt a véghetetlen változatoságát, mely földgömbünket az össze nem egyeztethető élet oly megszámlálhatlan eltérései számára alkalmas lakhelylyé teszi — s azt az általános egyensúlyt mindenikben, a mely minden fajnak és azok minden egyes egyedének biztosítja illető részét a melegség, nedvesség és egészséges levegő elosztásánál: — mind oly észleletek, a melyek nincsenek elveszve azokra nézve, a kik azt hiszik, hogy a természetben az indok és szándék működését a dolgok természetéből s az úgynevezett eleven erőnek megmaradásából folyó szükségszerűségtől tisztán elkülönítve nyomozhatják.

(12.) Vegyük földgömbünket úgy, a hogy van, t. i. hogy tengelye körül huszonnégy órában fordul meg egyszer, és hogy a Napot egyenlítőjéhez némileg ferdén eső pályában egy év alatt kerüli meg, a mely pálya egyik éjnap egyenlőségtől a másikig két nem egészen egyenlő félre (ha szabad e kifejezést használnunk) van felosztva kissé tojásdad körúton haladó egyenlőtlen szögsebességű mozgása által; ennél fogva a két féltekén egyenlőtlen tartamú nyarakat és teleket idézván elő; továbbá, hogy felülete nagyon egyenlőtlenül van megosztva a száraz és tenger között, a száraz különösen az egyik felén lévén fülhalmazódva és ez a félrész főleg az északi félgömbre esvén; a föl-osztás azonkívül olyan lévén, hogy a tengernek minden szabad körforgását a Nap körüli forgás irányában (vagyis az egyenlítő körül) megakadályozza és esakis avval derékszögű irányban (tehát a sarkok felé) enged meg némi korlátolt mozgást: ez által minden létező keringést oda kényszerítve, hogy három nagy medenczében vagyis felényire szárazzal körülzárolt területen és egy roppant terjedelmű déli területdarabon menjen végbe, a melybe a többi három nyílik; és a melyek körül mindegyikben külön keringési

rendszeret tart fenn a szelek működése: e körforgásoknak útját részint a partok öblözetei, részint a tengerfenék egyenlőtlenségei, részint végre magának a földnek forgása határozzán meg.

(13.) Azonkívül nem szabad felednünk, hogy földgömbünk egészen és magasan körül van burkolva egyes gázokból álló légkör által, mely nagy mértékben rugalmas, a meleg által igen kitérhető s a mellett szerfölött mozgékony; rugalmasságánál fogva messzire kiterjed a világtérben, legmagasabb hegyeink csúcsainál is jóval távolabbra; de összenyomhatóságánál fogva alsóbb rétegeiben (aránylag) annyira tömör, hogy egész megmérlegelhető tömegének egy harmada csupán egy mérföldnyi tért foglal el közvetlenül a tenger színétől számítva — majdnem fele csak két, majdnem kétharmada pedig csak öt mérföldnyire terül el a tenger színe fölött, mely utóbbi határig az egész elferne, ha mindenütt olyan sűrű lenne, mint a föld felületén, úgy hogy az egész tömegnek csak egy harmada kószálhat szabadon, a Himálaya legnagyobb csúcsaitól sem gátoltatva és nem sokkal több mint csupán két ötödrésze száguldhathat el az Andok heglánczai felett, anélkül hogy hátulról nyomást ne szenvedne. Ennek következtében ha mint szél eme vagy más heglánczok fölött keresztül száguld, óriási gomolyok vagy hullámok alakjában lódítatják fel, s ettől fogva aztán megméretlen szárazföld- és tengerterületekre terjed szét, s kétségtelenül ebből ered a barométer amaz esetleges hullámzásainak legnagyobb része, a melyek a meteorologoknak oly nagy fejtörést okoznak.

(14.) Ez a légóceán nem mindenütt egyforma hőmérsékű, még ugyanazon égalj alatt és ugyanazon földdarabon sem. Mindenütt melegebb a föld közelében és hidegebb a magasban; és igen nagy magasságokban mindig kemény hideg uralkodik, keményebb mint a mi legszigorubb teleinké. Ezért borítja hó a magas hegyek csúcsait még a legforróbb égaljak alatt is. Ezt a viszonyt a fent és alant létező lég-

mérsékletek közt nem forgatja fel a rétegek kölcsönös összevegyülésének bármily nagy mérve sem, a melyet a benső mozgalmak vagy fölszálló légáramlatok előidézhetnek. Sőt ellenkezőleg, bármily különösnek tűnjék is fel állításunk, az ily fölszálló légmozgások legfőbb okai a dolgok illetén állásának; még pedig a levegőnek ama szokása következtében, mely szerint tekintettel a hőségre majd kitágul, majd meg összenyomul egy oly természeti működés módozatai értelmében, a mely a meteorologok előtt annyira ismeretes, hogy nem tartjuk szükségesnek azt itt bővebben magyaráztatni, mert az olvasó maga is könnyen megértheti azt a következőkből.

(15.) Minthogy a levegő fent hidegebb mint alant, ennél fogva egyszersmind szárazabb is. Mindenki fölteszi magáról, miszerint tudja, hogy mi a különbség a nyirkos és száraz levegő közt; de már azt nem mindenki tudja, hogy minden levegő tartalmaz némi kevés nedvességet átlátszó láthatatlan gőz alakjában; vagy hogy nyáron és télen két oly nap közül, melyet a közönséges szólásmód szerint száraznak nevezünk, a nyári napon több mint kétszer annyi nedvesség foglaltatik ugyanazon légmennyiségben, mint a téli napon. A víz eme láthatatlan gőz alakjában, melyet mindekor fölvenni szokott (minthogy a levegőnek kitett felületéről ebben az alakban szokott fölszállni, még pedig annál nagyobb mennyiségben, minél melegebb van) rendesen a levegő annak elfogadója és szétosztója. A mechanismus, a mely azt ennek oly nagy mérvben való véghezvitelére képessé teszi, szerfölött különös. Megkísértjük megmagyarázni azt, nem annyira azzal a szándékkal, hogy az egész légtönménytán fölött általános áttekintést nyujtsunk, mint inkább csak oly célból, hogy némileg érthetőbbé tegyük, mint a milyennek jelenleg látszik lenni, a novemberi viharok ama nagy tüneményét, a melynek fölemlítésével e fölolvastást megkezdetünk, minthogy az még sohasem volt kielégítőleg megmagyarázva.

(16.) Úgy tekintve földgömbünket, mint a mely a Napnak melegítő befolyása alatt kering, a melynek sugarai délben az egyenlítői tájakon csak csekély ferdeségű irányban lövellnek rá, míg beesésök a sarkok közelében fekvő vidékekre mindig nagyon rézsütös és minden év egyik felében épen semmi; könnyen felfogható, hogy a föld fölülete nagyon egyenlőtlenül van melegítve. A szakács, hogy egészen egyszerű példát hozzunk föl, igen jól tudja, hogy bármilyen jó tüze van is, a sülő czombnak két vége még mindig sületlen lesz, mikor már a közepe szépen meg van barnulva, hacsak a nyársra egy pár homoru tükröt nem alkalmaz az oldalaslagos hőség visszaterelése végett. Ezt, mint meglevő tényt nem szükség senkinek magyarázgatnunk, hogy valóban úgy van, és azt sem, hogy földgömbünknek a napterítő vonalak között eső vidékei nagyon melegek, sarki tájai pedig rendesen igen hidegek. Az átlagos évi hőmérsék az egyenlítőnél körülbelül 28 C. fok, míg az északi sark körül fekvő tájakon — 5 C. fokra, vagyis a fagypont alatt 5 fokra ereszkedik alá. Ez a különbség sokkal nagyobb lenne, ha tengerek nem léteznének, vagy még inkább, ha az egész föld felülete eleitől fogva nedves talaj lett volna. Bármily nagy lett volna ez a kezdettől fogva létező nedvesség, a melegebb részekről csakhamar fölszáradt volna, hogy aztán a hidegebb vidékeken hó vagy dér alakjában települjön le; minek következtében a száraz földövek egyre forróbbakká lettek volna. Mindenki tudja, mily nagy hűtő erővel van a vizek elpárolgása összekötve. A meddig a nedvességnek bármi csekély nyoma létezik, a földnek hőmérséke — alacsonyabb lehet, de — soha semmi esetre sem haladhatja meg a forró vizét: de ha egyszer teljesen kiszáradt, akkor többé semmiféle határ nem lenne a hőmérsék lehető emelkedése számára, mert akkor hiányoznék a nedvességnek körforgása és visszatérése a már egyszer fölszáradt területekre. Hogy ez a körforgás a jelenleg fennálló természeti viszonyok közt miként tartatik fenn, ezt szándékozzuk most megma-

gyarázni: mindenek előtt pedig azt, hogy miként eshetik meg, hogy ezen átpárolgatási folyamat által idők folytával az egész oceán a téritők alól a sarkokhoz nem vitétt át, az előbbieket szárazon hagyván, s az utóbbiakat a jégnek hegyszerű feltorlódásaival halmozván el. Ha földgömbünk sarkvidékeit tenger helyett szárazföld foglalná el, teljes okunk lenne hinni, hogy ez az eset állt volna be. De így, a hogy a dolog jelenleg áll, épen az ellenkező eset érvényesült, s a sarkvidéki hó eme tengerekbe vagy pedig azoknak megfagyott felületére hull, és úszó jégtömegeket képez, melyek részint széttöredeznek és a hullámok által tovasodortatnak, részint pedig ott helyben olvadnak el ama vízáramlatok hatásától, melyek vagy feléjük vagy alattok szüntelenül oda özönlenek a melegebb vidékekről, s így a világoczeánnak ismét visszaadatnak.

(17.) De hát mi hozza létre, — kérdezhetné valaki, — ezeket a meleg áramlatokat? És az a víz, melyből a hó áll s mind az a sok eső, mely aláhull és a folyókat táplálja, melyek aztán azt ismét a tengerbe viszik vissza, miként szállt föl a légkörbe, miként árad szét a világ fölött s hogyan hull ismét alá megkülönböztetés nélkül annak egész felületére? A józan ész úgy tanítja, hogy az esőnek stb. mely az égből aláhull, okvetetlenül a tengerből kellett származnia (és hacsak a dolgok jelen állapota továbbra is megmarad) ismét oda kell visszakerülnie. De hogyan történik ez? S mindenek előtt hol kell keresnünk a mozgató erőt? Erre a felelet önként kínálkozik. A Nap hevében. A nap melegének az a meunysége, a mely tényleg földgömbünk felületére jut, elégséges lenne arra, hogy egy oly felületen, a mely hatásának függélyesen ki van téve, két óra és tizenhárom percz alatt, egy hüvelyknyi vastagságú jeget fölolvasszon; * és nem nagy nehézségbe kerül ebből

* V. ö. Tyndall, „A hó mint a mozgás egyik neme“ 452. lapon.
Ford.

kiszámítani a földgömb egész felületére nézve, szárazt és tengert egyaránt ide értve, a víznek azt az évenkénti mélységét, melynek gőzzé változtatására e hőmennyiség elegendő lenne, ha csupán erre a munkára volna fordítva. És úgy találjuk, hogy ez, megközelítőleg számítva, kilencz lábnyira menne. * A meteorológok az „csözések“-ről vezetett följegyzéseket a föld kerekiségének minden vidékéről összegyűjtván, s azokat összehasonlítván s jelenseikből számítást készítvén, ama következtetésre jutottak, hogy összevetve egyik vidéket a másikkal, a levegőből eső, jégeső, hó és harmat alakjában évenként lehulló vízmennyiség elégséges lenne arra, miszerint a föld egész felületét öt lábnyi mélyre beborítsa. Marad egyenértékül négy lábnyi, mely a talaj melegítésére fordítatik, mely aztán részben szétsugárzik, részben pedig a levegővel közlódik, ez által igyekezvén fenn tartani az átlagos hőmérséket, annak éghajlatok szerinti szétszólása arányában. És ha a Nap melegét úgy vesszük, mintha csupán az imént említett működésre lenne fordítva, a Nap összes kisugárzásának teljes egyharmadrészét, vagy a már említettnek felét kell olybá tekintenünk, mint a melyet a levegő, vagyis inkább az abban levő nedvesség elnyel, még mielőtt a földre juthatna. E két résznek egyesült hatása, miként láttuk, arra szolgál, hogy a levegőt a föld egyenlítői tájain minden évszakban és órában átlagosan mintegy 45 C. foknyival tartsa melegebben, mint a sarkoknál.

* Csináljuk meg e számítást ide lent. Egy hüvelyknyi vastag jég, mely a földgömbnek „legnagyobb körén“, a Napnak függélyesen kitéve, 2 óra és 13 percz alatt olvad el, a föld egész felületét véve föl, (a mely annyi mint négy nagy kör) ugyanazon idő alatt egy negyed hüvelyknyi vastagságának felel meg, vagyis évenként $987\frac{3}{4}$ hüvelyknek; ez a melegség kilencztizedrész-annyi vagyis 890 hüvelyk viz hőmérsékét 75 C. fokkal emeli; vagy végre (ha az elpárolgó viz kezdetleges hőmérsékét átlagosan 15 C. fokra tesszük) 108 hüvelyknyi azaz 9 lábnyi vizet párologtat el.

(18.) A meleg levegő, ugyanazon barometrikus nyomás alatt, könnyebb, mint a hideg. Így tehát a légkör egyenlítői része, a sarkival összehasonlítva, fölfelé terjed szét, mint azon egyetlen irány felé, a melyben az általa szenvedett oldalnyomás terjeszkednie megengedi. Ez okból a légkörnek s főleg valamennyi felsőbb rétegének külalakja, a helyett, hogy a földgömbnek, a melyen nyugszik, gömbalakjával * kifogástalan párhuzamot képezne, miként ezt az egyensúly törvényei megkövetelnék, az egyenlítőnél túlságosan fölemelkedik és tojásdad alakúvá dudorodik, ezáltal a dolgoknak oly állapotát idézvé elő, mely a nyugvás törvényeivel sehogya sem egyezik meg. A kiálló rész mindkét felől lejtőn nyugszik s oldalról nem lévén támogatva, mindkét oldalon aláfolly — azaz : az egyenlítőtől a sarkok felé. Azonban, midőn ezt teszi, egyszersmind helyét is elhagyja, s megszűnik súlyával közreműködni az egyenlítői tájakra nehezédő egész nyomásban, míg ugyanakkor a sarkvidékekre fekvő súlyt kezdi szaporítani. Így tehát a nyomás hydrostatikus egyensúlya fölforgattatik, s a levegő alatt a sarkoktól az egyenlítő felé nyomatik, hogy aztán fent annál könnyebben folyhasson az visszafelé. Ily módon az alsó légáramlások által mindkét félgömbön körforgás idéztetik elő, mely mindkét oldalon az egyenlítőnek tart, míg a felső légáramlatok kifelé igyekeznek a földgömb körül, az egyenlítőtől a sarkok irányában. Ha Földünk nyugton állana, mindkét áramlat egészen a délvonalok irányát követné, de a Földnek saját tengelye körüli forgása és a forgási gyorsaságnak az egyenlítőtől a sarkok felé fokozatosan mutatkozó kevesbedése következtében, azok aránylag rézsútirányú folyamokká változnak át. A felső vagy külső áramlatok épen megfordított irányt követnek az alsókkal vagyis belsőekkel, s mindegyre alább süllyednek, míg végre, a mint a sarkok közelébe

* Figyelmen kívül hagyjuk a földnek spheroid alakját, melyet a meteorológiában soha sem érdemes tekintetbe venni.

jutnak, egészen a tenger színéig ereszkednek alá, hogy kitöltsék azt az űrt, mely máskülönben az alatt fekvő lég elvonulása folytán ott maradt volna. * Ily módon földszinti szelekké válnak, melyek a téritőkön túl mintegy 30 szélességi foknyira mindkét oldalon fekvő vidékeken túlnyomók.

(19.) A „passat“ és „antipassat“ elnevezések alatt ismert szelek nagy és állandó rendszeréről ily módon vázolt képben azonnal föl fog tűnni, miszerint nagy gondunk volt arra, hogy azokat olybá tekintsük, mint a melyek nem annyira a Napnak közvetlen (és naponként meg-megszünő) működéséből, mint inkább az éghajlatok szerinti hőmérsék bizonyos megállapított fokozatából származnak; ez utóbbinak eredménye az egész föld felületén az egymást követő korszakokon keresztül folytonosan fennmaradván. Ha a Nap kialudnék is, a passzát-szelek rendszere még mindig fennállana, noha egyre kisebbedő hatálylyal, mindaddig, a meddig az egyenlítő tája bármilyen fokozattal is melegebb lenne, mint a sarkoké.

(20.) A passzát-szelek hatása, — melyek a téritők közt eső s kissé talán még az ezeken túl is terjedő vidékeket tartják elfoglalva, s melyek, noha észak és déltől kissé eltérnek, általán véve mégis megtartják keleti jellegüket, — az egyenlítő alatti tenger felületét nyugot felé hajtja s egyenesen a két nagy gát (Ázsia és Amerika nyugoti partjai) ellen irányozza s észak és dél felé külön folyamokra vagy áramlatokra osztja kétfelé, melyek útjukban, miután a forróövi tájakból kiértek, a földnek körforgása következté-

* Azokat az olvasóinkat, kik még nem ismerősök ez átalakulás természetével és a kik azzal közelebbről szeretnének megismerkedni, e részben (valamint hasonló esetben bárminő más apróbb részleteket illetőleg is, melyekre kiterjeszkedniünk terünk nem enged), utaljuk a „Meteorologia“ című czikkre az „Encyclopaedia Britannica“-ban, vagy pedig ugyanazon czikknek az említett mű szerkesztői által kiadott külön lenyomatára.

ben oly irányt vesznek, a mely az antipasszát szelek irányának teljesen megfelel. Ezek is ugyanazon szélességi fokok körül kezdvén a tenger színe felé aláereszkedni, s az oceán felületét érinteni, segítik azokat további útjukban és őket, vagy legalább egy részöket észak és dél felé messzire a sarki tengerekbe viszik, hogy itt a jégolvasztásnak fentebb nekik tulajdonított munkáját végezzék, s így a világ-oceán vizének szokott mennyiségét fenntarthatassák; s azonkívül a magas szélességi fokú vidékek partjain, a hová csak eljutnak, nagy területeken a hideg szigorát is enyhítik, a mire igen ismeretes például hozhatjuk föl a híres Golf-áram melegítő befolyását.

(21.) Az a folytonos és kiegyenlítő működés, mely az állandó szeleknek és tengeráramlatoknak imént ismertetett nagy rendszerét fűntartja, feltűnő ellentétet képez a Napnak heves, sőt miként az összehasonlítás kedvéért majdnem bátran mondhatnók, impulsusokban működő tevékenysége a földgömb ama pontján és annak közvetlen környékén, a mely fölött épen akkor függélyesen áll, és a mely teljesen megfelel a Nap által kifejtett erély ama részének, a mely közvetlenül az elpárolgás előidézésére van fordítva. Most már ez utóbbi folyamat természetét kell megmagyaráznunk.

(22.) Mikor a víz láthatatlan gőzzé változott át, korábbi térfogatánál 1600—1700-szorta nagyobb tért foglal el s könnyebbé válik még a levegőnél is, — oly könnyűvé, mint az a közönséges széngáz, melylyel a léggömböket szokták megtölteni, úgy, hogy ha hasonló burokba lenne zárva, mint a léggömb, a magasba emelkednék. Minthogy azonban teljesen szabad, összevegyül a levegővel, még pedig nem csak olyan egyszerű összevissza elegyedés folytán, hanem egy egészen sajátos, önmagától kiterjeszkedő erély által, mely a benne levő rugalmasságtól származik, melynél fogva minden egyes külön gáz- vagy gőzem részecskéi erőszakosan vivják ki, úgyszólván ékelik keresztül útjokat a másneműekéi között. Ez utóbbiak nem állíthatnak

szembe velök rugalmas nyomást, hanem csupán azt az egyszerű ellenállást, melyet bárminő másnemű tehetetlen tömeg állíthatna — melyet például a tollak állíthatnának szembe a levegővel, a mely közzéjük hatolt és ott szétterjeszkedni törekszik. A küzdelemben utoljára is ők fognak kiszoríttatni helyökből, mind oldalvást, mind függélyes irányban, és így azon egész vidék fölött, melyben a vízgöz alakuló félben van, légnyomás keletkezik mind kifelé, mind fölfelé. Mindazáltal az előbbi nem képes a levegőt, mint testet vízszintesen valami nagy távolságra tovamozdítani, azon egyszerű okból, mivel, hogy ezt tehesse, az egész körülte elterülő légkört félre kellene tolnia, s a távolabb fekvő rétegekre halmoznia össze, mig ellenben fölfelé függélyes irányban bármily határtalan terjedelmű továbbtolásra elég hely létezik, s a fölfelé nyomást a fölfelé törekvő vízgöz könnyüése is nagyban elősegíti, minek következtében a vízgöz csakugyan gyorsan föl is emelkedik — de magával egyszersmind nagy mennyiségű levegőt is ragad föl a magasba. Ennek következménye pedig az, hogy közvetlenül a nap alatt, földgömbünknek bárminő része fölött álljon is épen akkor függélyesen, s a hol elégséges mennyiségű nedvesség találtatik, körülte még jókora terület számára is, a fölfelé toluló rengeteg lég- és gőzuroknak egy nemét hozza létre, mely nagy rohammal lövell fölfelé, keresztül törvén s kiszorítván a közvetlenül fölötte fekvő légrétegeket, természetes helyzetöknél jóval magasabba; s ugyanakkor nagy mennyiségű vízgözt szállítván föl a levegőbe, s egyszersmind az alsóbb légkörből is, közvetlen átvitel útján, jelentékeny mennyiségű levegőt vonván el, a melynek aztán a légnek a föld felületéről való elvonása által kellend helyreépíttatnia.

(23.) A most leírt folyamat, természetének nagy részében, igen hasonlít ama kisebb mérvühez, a melyet korábban ismertettünk; s minthogy az a térítők közt eső vidék egyik vagy másik helyén szüntelenül végbemenő félben van: a

lég körforgását és a szelek létrehozását illetőleg, az eredményt összesíti és helyenként aránytalanul fokozza. A mi a vizgőzt illeti, ennek jó nagy része csakhamar megfosztatik rugalmasságától s fölfelé törekvő erejétől, s látható felhő állapotába helyeztetik, mely aztán eső alakjában tömörül össze s hull a földre. Ez részben annak a következménye, hogy hidegebb tájra érkezett, főleg azonban ama tulajdonságának, mely minden más gőzben és gázban szintén megvan, hogy t. i. a mikor térfogata kiterjed, nagy mennyiségű meleget vesz magába és tesz lappangóvá, miáltal, ipso facto, hidegebbé válik. Mind a levegő, mind a vizgöz kiterjed, a mint fölfelé száll, mert a rájuk ható nyomás egyre kisebbedik. A levegő maga megtartja rugalmas állapotát, mint levegő, bármilyen hideggé lesz is és új állapotában, mint nagyon hideg lég, megtartja előbbi helyét, a főlzállásra irányuló minden további hajlandóság nélkül. De a kihült vizgöz elveszti gőzállapotát, s a fentebb leirt módon összébb tömörül, csupán annyit hagyván tömörületlenül, a mennyi az illető hőmérsék és nyomás alatt gőzállapotban megmaradhat. Ez az eredete ama folytonos és heves forróövi esőzéseknél, melyek a nap függélyes állását s az ezt közvetlenül megelőzőt és követőt mindenkor kísérni szokták, s melyeknek hatását, habár csak kisebb mérvben, magunk is gyakran megérezzük nedves juliussainkban. A vizgöz ilyformán megállítatván fölfelé haladtában, az általunk imént ismerttetett egész elpárolgási folyamat, bárminő rohamos lett légyen is kezdetben, csupán a légkörnek aránylag alsóbbakul tekinthető rétegeire van korlátozva. Hanem ezek aztán ily módon egészen megtelnek nedvességgel, s mikor az általános légkeringésbe bevonatnak, nedvességekét részint felhő, részint láthatatlan gőz alakjában a föld legtávolabb eső tájaira is elszállítják.

(24.) A Nap közvetlen működése által előidézett elpárolgáson kívül, nagy mennyiségű nedvesség szivatik fel a levegő által közvetlenül a tengerből és a szárazföldről is,

a melyek fölött az az egyenlítő felé haladtában, mint passzát-szél átvonul. Hidegebb tájakról melegebbekre jöven s előhaladtában meleget vévén magába, abbéli képessége hogy a nedvességet láthatatlan állapotában befogadja és visszatartsa, folytonosan növekedik, és így még a Nap távolléte alatt az éjjeli órákban is folytonosan szedi magába a nedvességet, a melyet aztán magával visz és mint saját gyűjtésének eredményét az általános fölszálló tömegnek szolgáltatja át, hogy a visszatérő felső légáramlattal együtt az is belevonassék a körforgásba. Innen magyarázható ki, hogy a földnek ama vidékei, melyeket a passzát-szelek rendszeren járni szoktak, miért bővelkednek annyira homoksivatagokban és terjedelmes pusztaságokban. Mindamellet, ha a körforgás folyamatában ez a szél ismét a földre száll és földszinti szellé változik, az „anti-passzát“ jellegét öltve magára, teljesen megfordított körülmények közt fogja magát találni. Most már melegebb vidékről hidegebbe utazik. A melegebb vidéken nedvességgel telvén meg s lassanként megválna attól a melegtől, mely őt annak visszatartására képessé tette, gőze megsűrűdik; a már képződött felhők mind tömörebbekké válnak, s eső alakban lehullanak, de szüntelenül újabbak képződnek, hogy útjának további előhaladásában mint hó hulljanak le, míg végre ily módon lassanként minden fölösleges nedvesség kifogy belőle, s midőn új körútjára indul, teljesen készen áll arra, hogy a száraz szél jellegét felöltse.

(25.) Itt van a mi két, leginkább uralkodó szelünk — a délnyugoti és északkeleti közt általánosan észlelt jellegkülönbség eredete. Az előbbi a mi „anti-passzátunk“, az, melyet földrajzi helyzetünknel fogva, leginkább jogosítva vagyunk megvárni és a mely valóban leggyakrabban fordul is elő mindannyia között. Főjellemtvonásai: melegség, nedvesség, felhő és eső, úgyszintén tartósság és hevesség. E jellemtvonások elsejében hatalmasan támogatja őt az a körülmény, hogy az atlanti oceánon a Golf-áramot átkíséri,

melyet részben ő sodor nyugoti partjainkra (t. i. Anglia partjaira) s mely nagymennyiségű egyenlitői meleget tartván meg magában, egész útjának hosszában jelentékeny vízgőzmennyiséget bocsát ki magából, szaporításául annak, melylyel a felső légréteg már anélkül is meg van terhelve, és ez az, mely a mi nyugoti partjainkat s főleg Irland partjait nedves és esős égálgával ellátja, — minthogy az az esőmennyiség, mely a teljes befolyásának kitett partokon évenként aláhull, kétszerte, sőt még annál is nagyobb, mint az, mely a keleti partokon leesik, melyeket már csak akkor ér el, mikor fölösleges nedvességéből kifogyott.

(26.) A mi északkeleti szeleink, (mert a közönséges szólásmóddal keletieknek nevezett szelek majd mindig északkeletiek) jellemvonásai ez utóbbiakéival minden apróbb részletekben ellentétet képeznek. Hidegek, szárazak s épen ezért igen gyakran metszőknek is neveztetnek, minthogy a bőrt fölcseresítik, és, a mi egyébaránt természetes is, többnyire derült éggel járnak. Ritkán tartanak sokáig és inkább szabálytalan, véletlenül jött szeleknek tekinthetők, kivéve tavasszal, mikor a napnak az egyenlítőtől észak felé vivő útja tevékenységre kezdi fölszólítani az északról jövő légáramlatot — s kezdi észak felé visszaszorítani az északkeleti passzátok hatását, s betörése által kimozdítja helyéből a szélövek közt levő határvonalat, melyet a legszélsőbb déli szélességek alatt a téli naptéritőközelében való huzamosabb mulatása állított föl és tartott meg ama legdélibb helyzetében. A jellegek emez ellentétességéhez oda toldhatjuk még, hogy a délnyugoti szelet többnyire alacsonyabb, míg az északkeletit a szokottnál magasabb barometernyomás szokta követni, mely viszonyt részben, ámbár nem egészen, a meleg és nedves légnak a hideghez és szárazhoz képest mutatkozó könnyűségének lehet tulajdonítanunk, s a melyből egyszersmind azok az időjóslatok is származnak (szép, állandóan szép idő, eső, sok eső stb.) melyeket a mi

közönséges barométereinken a hűvelyek szerinti fokfelosztások mellé följegyezve láthatunk. Mikor az északkeleti szél havat hoz, a mi gyakran megtörténik, az nem saját nedveségének lecsapódása, hanem onnan származik, hogy az mint hidegebb szél, nedvességgel terhelt melegebb légkörbe hatolván, ez utóbbi azonnal kész nedvtartalmát akárminő hűsítő befolyás alatt lehullatni.

(27.) Amaz épen most említett tüneménynek kiegészítésül, mely szerint az északkeleti szél tavasszal igen hajlandó a rendszeres délnyugoti légáramlatot megállítani vagy legalább időnként félbeszakítani és azt ellenkező irányúval helyettesíteni, megemlíthetjük még belterjességének ama növekedését, mely az őszi éjnap egyenlőség után szokott bekövetkezni, melyet azonban több különböző ok összeműködése, a melyet mindjárt megmagyarázunk, még inkább erősbit, s az évszakba messzire, t. i. egész novemberig előtolhat.

(28.) A mint a nap évenkénti pályafutásában a föld-pálya északi és déli pályakörén áthalad, egyik félgömbön nyarat s ugyanakkor a másikon telet idéz elő, s a lég kiterjedésének s a víz elpárolgásának mérlege fölváltva hol az egyik, hol a másik javára hajlik. Ennek szükségképeni következménye gyanánt nagy mennyiségű levegő és levegőt magával vivő vizgöz hajtatik kölcsönösen az egyik félgömb-ről a másikra. Az egyetlen út, melyet az ily módon ide és tova tolt elemek követnek, a légkör magasabb tájain ama középvonalon vezet keresztül, a hol a két felső, kifelé törekvő légáramlat az illető sarkok felé vivő pályájokon egymástól különválnak — más szavakkal ha egyesülnek az anti-passzát légáramlattal — ennek crejét egyszersmind nevelve is — az egyenlítőnek azon a felén, a mely felé ama légáramlat hajtatik. Azonban ez az erőnövekedés mindaddig nem kezd érezhetővé válni, a míg a nap átlépven a nap-éj egyenlőségi vonalat, jelentékenyen elő nem haladott a másik naptérítő felé. Az északi anti-passzát esetében a kér-

déses hatás még érezhetőbbé válik a tengernek a déli félgömbön az északihoz képest mutatkozó túlsulya és a vizgőznek ama sokkal nagyobb mennyisége miatt, mely az egyenlítőnek emez oldalán fölszivatik. S mindezek mellett azt sem szabad felednünk, hogy mind az a levegő, a mely a mi északi nyarunk tartama alatt az átvitt gőzzel együtt az egyenlítőn keresztül a déli félgömbre vonatott és ott úgy szólván fogva tartatott, ekkor ismét fölszabadul, s szükségképen ugyanazon az uton visszatér, hogy az északi anti-passzát erejét szintén gyarapítsa.

(29.) Van még ezeken kívül egy egészen különleges ok is, mely Nagy-Britanniának és északnyugoti Európának földrajzi fekvéséből származik, ha ezt Dél-Amerika szárazföldjéhez viszonyítjuk, s mely valószínűleg szintén bir némi befolyással e zavar előidézésére vagy növelésére. Ha egy földabroszon ama szél utját, mely szigetünkre délnyugot felől érkezik, nyomról-nyomra követjük, úgy fogjuk találni, hogy az Guinea partjain keletkezik, a nyugoti hosszúság 15. és 16. fokai közt. Ez tehát majdnem ama pont körül történik, a hol az északi és déli passzátok közt levő közép-vonal, átlagosan vett helyzetében, a dél-amerikai partot átmettzi. Itt a dél-amerikai szárazföld aránylag keskeny, de attól délre hosszúságában ismét kiterjed, s a déli szélesség 5. és 15. fokai közt már 30—40 foknyi átlagos szélessége van.

(30.) A passzát-szelek előállításáról felállított nézetünkben a Napnak közvetlen függélyessége zavaró erő gyanánt szerepel. Egyik naptéritőtől a másikig vezető útjában, e közép-vonalnak és a szélövek északi és déli határának évenkénti ide s tova hullámzását vagy ingadozását okozza, mely ott, a hol e határok az oceánt keresztül metszik csak esekély mérvű, mert a forró övi tengerek közép hőmérséke az évszakok szerint csak keveset változik. De a hol terjedelmesebb szárazfölddarabokat vágnak keresztül, ide s tova ingadozásuk jelentékenyvé válik, mi ama magas hőmér-

séknék tulajdonítandó, melyet a szárazföld képes föltüntetni. Ez utóbbi esetben, mihelyest az őszi napéjegyenlőség elmúlt, a függélyes nap e nagy szárazfölddarabot egész terjedelmében átfogja sugaraival, s hatalmas gőz- és szerfölött átmelegített léghullámokat zudit rá, az utóbbi jóval túlhaladván azt, a mennyi egy hasonló terjedelmű tengerrészen képződhetnék, míg ugyanazon idő alatt a napnak ekkor igen gyors elhajlási mozgása következtében a szélövek határai délfelé vonulnak vissza és szabályosságuk megzavartatik és megtörtetik, a mi természetesen magokban a szelekben is csak igen nagy időleges zavart és rendetlenséget idézhet elő. A mi ama „légköri hullámot“ illeti, mely ebben az évszakban koronként vissza szokott kerülni, ezt igen valószínűleg a fentebb említett általánosabb okok működése idézi elő, mely által nagy mennyiségű idegen levegő és gőz hajtatik a csendes tenger északi részébe, mely aztán ez oceán délnyugoti szelét arra kényszeríti, hogy tetemesen gyarapodott erővel söpörjön végig azon magas hegység ropant lánczolatának nyugoti lejtőjén, mely Észak-Amerika kontinensét szegélyezi, s széles torlódásban e hegylánc egész hosszán végigrohanjon, s mint valami hatalmas hullám Amerikán s az északi atlanti oceánon keresztül Európába tovább terjedjen. Sem csupán helyi működés, sem a körülmények esetleges összehatása nem tekinthető képesnek és alkalmasnak ily nagy terjedelmű és oly rendszeresen visszazatéró hatás létrehozására. Amaz érdekes összeállításnak, melyet Fitzroy tengernagy szokott készíteni a barométer állásáról stb. stb., ama területre vonatkozólag, melyet a mi szigetünk és a szomszéd szárazföldi partok elfoglalnak, egyszerű átpillantására is, a hogy ez a „Times“-ben mindennap föl van jegyezve, már elégséges arra, hogy bárkit is annak a korábbi években tapasztalt előfordulását illetőleg kielégíthessen és feltüntesse, hogy annak természete (már legalább mostanig, 1864. novemb. 21-éig) változatlanul megmaradt.

(31.) Ha valamikor némi lényeges előmenetelt fogunk tenni az időjárás megjövendölésében a pár órára, vagy netalán egy egész napra vonatkozó „hozzávetések“ körén túl is, erre csupán az időjárás olyan mozzanatainak folytonos tanulmányozása által fogunk eljutni, melyek időszakonként rendszeresen visszatérnek, vagy pedig valamely t i n e m é n y n e k az időktől és évszakoktól teljesen független i d ő s z a k o n k é n t v a l ó v i s s z a t é r é s é r ő l tesznek tanubizonyosságot, s még pedig ama szándékkal fogjuk tanulmányozni azokat, hogy előidéző természeti okaikkal összeköthessük. Ez utóbbi esetre s annak a tudományos okoskodás birodalma számára történt eredménydús meghódítására igen kitűnő példánk van a szelek körforgásának törvényében. Hogy a szelek változásaik alkalmával nagyjában „a napot követik“, azaz megvan bennük az a hajlandóság, hogy az iránytű mutató lapján a napnak az égen mutatkozó látszólagos útjával ugyanegy irányban haladjanak (keletről délnek, nyugotnak és északnak kerülve az északi félgömbre s onnan megfordított irányban ismét a délire), folytonos egymásutánban a kiindulási ponthoz vissza — ezt már ősidőktől fogva sejtették, de a legutóbbi időkig inkább csak holmi alkalmoszerű észrevevés tárgyát képezte, a mely nagyjában ugyanazon közös benyomást tette az esetleges észlelőkre, hogysem általános alkalmazhatóságú meteorologiai törvénynek ismerték volna föl. De ma már mint olyan foglalt helyet a bizonyosaknak vehető tények között, s igazolva lön a szélmutató följegyzett mozdulatai által minden oly állomáson, melyeken folytonos észleletek tétetnek és Dove vizsgálódásai által összeköttetésbe hozatott ama nagy ténynyel, a mely annyi más t i n e m é n y n e k képezi alapját — a földnek saját tengelye körüli forgásával. * Mi sem lehet szeszélyesebb, mint a szél-

* Az emez összeköttetést magyarázó fejtegetéseket és ama módot illetőleg, a mely szerint valamely légtömegnek bárminő esetleges előnyomulása vagy visszavonulása egy terjedelmes, de mégis megha-

kakas változásai és keringései egy viharos napon, s bárkire nézve is, a ki néhány óráig annak ide s tova ugrámozását figyelemmel kísérte, a legnagyobb meglepetés leendő, midőn olyasmit hall, hogy annak mozgása, minden látszólagos rendtelensége daczára is, túlnyomólag egy bizonyos meghatározott irány felé fog hajlani, ha nem is egy vagy két hét letelte alatt, de a legtöbb esetben minden bizonynyal még az illető hónap lefolyása előtt.

Így például ama naplóból, melyet a greenwichi észleldeben vezetnek, hol a szelek minden változásának iránya egy ezeruzával egy asztra jegeztetik fel egy oly készülék által, mely a szélmutatóval összeköttetésbe van hozva, kitűnik, hogy az 1849. kezdetétől 1861 végéig letelt tizenhárom év alatt a szélkakas 166 teljes fordulással tett többet a fentebb jelzett, mint az ellenkező irányban, összehasonlítva bárminő irányú szögmozgásainak összegeivel — vagyis átlagosan évenként majdnem tizenhárom fordulatot tett. Ebben az egész időközben, csupán két év, 1853 és 1860, mutatott ellenkező eredményt, sőt az is összesen csak két-két olyan fordulatot, melyek nem az igazi uton mentek végbe.

E két év közül az 1860-ik különben is sok más tekintetben szabálytalan volt a viharos időjárást illetőleg. Semmi sem nyújthatna kellőbb fogalmat ama csalódásról, melynek az időjárásra vonatkozó jövendölések, még azok is, melyek helyes elveken alapultak, s melyeket sokoldalú bizonyítékok támogatnak, ki vannak téve, mint ez utóbbi példa. Hanem azért még mindig fennmarad a valószínűségnek egy határozott értéke arra nézve, hogy a szél változása minden egyes alkalommal inkább eme, mint az ellenkező irányban fog mutatkozni. Folytonos keringés

tározott földdarab fölött, ez oknál fogva körforgássá alakul át, az olvasót ama munkákra utalom, melyeket egy korábbi jegyzetben már idéztem.

a láthatár körül az ellenkező irányban bizonyára nagy mértékben valószínűtlen lenne.

(32.) Másfelől meg egy tisztán időszakonkénti oknak, (minthogy minden látszat oda mutat, miszerint teljes joga van arra, hogy a priori oknak tekintsük) abbeli hiányosságára van példánk a napfelület foltos állapotának ama különös visszatérésében, a mely minden tizenegy évben szokott előfordulni, mely szerint az a különböző évszakokon semminemű felismerhető időszaki okozat vagyis hatás által el nem árulja. Ugy tekintvén a Napot, mint az összes meteorológiai tünnemények nagy forrását, teljes okkal és joggal megvárhatjuk, hogy bármilyen tevékenységnek, a mely épen fénykörében — fényének és hőségének valósággal látható műhelyében megy végbe — olyatén nyilvánulásai mindkettőnek (t. i. a fénynek és a melegségnek) készletében valamely különbségnek fog megfelelni, melyről, miután koronként meghatározott időközökben fordul elő, azt hihetnők, hogy időjárásunkban és églajainkban egy vagy más hatás által m u l h a t a t l a n u l nyilvánulnia kell. Azonban még eddig úgy látszik, hogy az nem úgy történik. Legtermészetesebb következményének a m e l e g é s h i d e g évek időszakonkénti visszatérése látszanék, mit azonban az egymásután következő éveknek különböző helyeken följegyzett átlagos hőmérséke nem igazolt. De utoljára is nem lehetetlen, hogy a meteorológok téves ösvényen jártak és hogy a hőség gyarapodó kilövellése a Naptól nem annyira az évi hőmérsék átlagának lényeges növekedése, mint inkább a vizgőznek a tengeren történő nagyobb mérvű előállításával teszi magát érezhetővé a földgömb egyenlítői vidékein sokkal bőségesebb és közvetlenebb esőzéseken, s annak a Föld egész felületén tapasztalható gyarapodásában, főleg pedig az összes légkörnek sokkal felhősebb állapotában, mi annak a következménye, hogy nagyobb vizgőzmennyiség vitetett közéje, s végül a légköri zavargások és barométer hullámzások iránt mutatkozó nagyobb mérvű hajlandóságban. Az előtt, ki derült napfényvel kezdődő csendes reggelen

csalódással szemlélte a felhők gyors feltorlódását, mely a kilátást egy kellemes nyári napra teljesen tönkre tette, s ki ugyan e változást tapasztalta később is napról napra, sőt néha heteken át egymás után, okvetetlenül feltűnt ama fátyolnak a Nap és a Föld felülete közé való önkényes tolakodása, mely a nap sugarainak túlságos hevét szelidítette, s azokat az állati és növényi élet követelményeihez képest mérsékelte. A növekedett hőség vagy legalább is annak legnagyobb része, hihetőleg éppen a felhő felső felületének újbóli elpárolgatására és ennek folytán a vizgőzzel telt légkör határainak kiterjesztésére s a lég felsőbb tájainak fokozódott nedvesség állapotában való megtartására fordított. És ez az a mód, melyen, fölfogásunk szerint, lehetséges, hogy a Venus és Merkur bolygók a felületi hőmérsék oly magas fokán tarthatók, mely az életnek és tenyészetnek még földi alakjaival sem látszik összeférhetetlennek.

(33.) Hatalmunkban áll-e valamennyire az időjárást megváltoztatni? különös egy kérdésnek tűnhetik föl az első tekintetre — pedig hát korántsem oly képtelen az, mint a milyennek látszik. Az évenkénti esőzésnek teljes összege valamely vidéken, e vidék időjárásának és égaljának egyik főfontosságú eleme; s ha végigtekintünk az esőzések ama följegyzésein, melyeket most Angolország és más művelt államok majd minden részében nagy gonddal vezetnek, lehetetlenség el nem esodálkoznunk annak igen nagy helyi különbségein, még az egymással szomszédos helyeken is, a melyeknek helyszíni általános hasonlósága, a szelek járását és a fölület alakzatát illetőleg, kizárni látszanék minden lényeges különbséget az általuk kapott esőzések évi átlagában, ha ezeknek csakugyan közönys volna a választás, hogy hova essenek. Látni való ebből, hogy mégis lenni kell valaminek, határozottan függetlenül a csupa helyi fekvéstől, a mi az éghajlatnak ezt az elemét szabályozza, s e valamit az illető vidékek felületének természetében s a meleghez és nedvességhez való viszonyában kell keresnünk

— mind oly körülmények, a melyeket az embernek műveletei magán az illető vidék talaján s ama növényfajnak, melynek azt rendesen fölruháznia kell, általa történt önkényes kiválasztása nagy mértékben az ő hatalmától tesz függökké. Főképen a fanemű növényzet kiirtása vagy ápolása és nagy terjedelmű vidékek talajának földmívelési czélok-ból történő kiszáritása teszi észrevehetővé az embernek eme viszonyok előidézésére gyakorolt befolyását. Az átlagos esőzés és (a mi az időjárást és égaljatot illetőleg talán még nagyobb fontosságú) a záporok gyakorisága valamely nagy terjedelmű, erdődús vagy erdővel benőtt területen, az esőhullást szabályozó okokra vonatkozólag föllállított valamennyi elméleti nézet szerint, sokkal nagyobb, mint egy más, ugyanoly terjedelmű vidéken, a mely azonban fatenyészetétől teljesen meg van fosztva. A fák lombozata megvédi a talajt maga alatt és körül a Nap közvetlen sugaraitól, s azoknak hevét a levegőbe oszlatja szét, hogy aztán a szelek által tova vitessenek és így nem engedi, hogy a föld nyáron át nagyon fölmelegedjék; míg másfelől a fölhevített földfelület kisugárzása által jelentékenyen visszahat a felette elvonuló felhőkre és az üdítő záport gyakran megakadályozza, mely máskülönben aláhullana, sőt azt néha teljesen el is oszlatja. Így van ez a mesterséges kiszáritással is: — az által, hogy a felület vizét hirtelen a patakokba (csatornákba) s ez uton a tengerbe bocsátjuk, nem csak hogy a helyi elpárolgás legnagyobb részét semmisítjük meg, a mi pedig az esőzés mennyiségének lényeges elemét képezi, hanem ily módon a felületnek a Nap befolyása alatt gyorsabban történő kiszáradását idézván elő, ez egyszersmind annak jelentékenyebb mérvű fölhevülését segíti elő, s így a fák kipusztulásának következményeivel egyesülten gátolja meg az esőzést. A példák nem hiányoznak ez, a priori helyesnek tartható nézet megerősítésére. Mint mondják, az esőzés Észak-Amerika jókora terjedelmű vidékein fokozatosan kevesbedik s az égalj a roppant mérvű erdőpusztítások következtében

máskülönben is folytonosan változik; ellenben másfelől Egyptom földén a pálmafa tetemesen gyarapodó tenyésztésének áldásos befolyása következtében, az eső minden évben mind gyakoriabbá kezd lenni. Tavakat említenek e hajdani Spanyol-Amerikából, melyeknek vízkészlete (természetesen légköri forrásokból táplálkozván) a tartománynak a spanyol uralkodás alatt véghez vitt lekoppasztása következtében oly jelentékenyen megapadt, hogy területek egészen összehuzódott és partjaikból nagy darabok szárazon maradtak, melyek most, midőn a növénytenyészet ismét lábra kapott, megint el vannak lepve a tavak vizétől. De sőt a mi saját déli grófságainkból is egyre hangosabbakká kezdenek lenni a panaszok a vízkészlet apadása miatt, mely mint mondják, részint az esőzéseknek, az épületek általános irtása következtében beállt, fokozatos kevesbedéséből származik, részint s főleg pedig ama körülménynek tulajdonítandó, hogy a források vizét öntözési célokra fordítják — mi kétségtelesen igen jótékony művelet a földművelésre nézve*, ha óvatosan és kellő mérséklettel használják, de a melynek következményeit, ha túlságba mennek vele, hosszas időközön át megkeserülhetik az emberek, minthogy általanyáron át nagy területek válnak lakhatatlanokká, csupán a víznek hiánya miatt.

* Másfelől pedig az erdők a leveleik által végbemenő nagy mérvű elpárolgás következtében, a melyhez a szükséges vízmennyiség az alant fekvő talajból szivatik föl, egyenesen oda működnek, hogy talajukat fölszársítsák s annak nedvességét a levegőbe juttassák. Ezt igen jól bebizonyította és erősen vitatta Vaillant marshall a „Les Mondes“-ban, 8-ik k. 674. lap. Különben a mint látszik, meglehetősen biztos ténynek bizonyult be a Symonds által sok fáradsággal összehalmozott adatgyűjteményből, hogy az esőzésnek évi átlaga folytonosan apadó félben van a brit szigetek egész területén, főleg pedig a csaknem délnyugoti irányból északkelet felé Cornwalltól a Washig tartó egyenes vonal hosszában. (Symond's Report of British Association, 1865.)

(34.) De térjünk vissza időjóslati előjeleinkhez. Erősen ajánlhatjuk bármelyik olvasónknak, kinek foglalkozása megengedi, hogy „az idők jeleit“ kellő figyelemmel kísérhesse, s a ki valamely, bizonyos időjárásra vonatkozó példabeszédet többször hall említett, s úgy találván, hogy azt néhány feltűnő példa csakugyan igazolta is, kezd annak hitelt adni, kezdjen inkább egy kis jegyzőkönyvet vezetni, és jegyezze föl abban minden részrehajlás nélkül mindazon példákat, melyek a már tapasztalt előzmények után előfordultak, valamint a várt következmények előfordulását és kimaradását is, nem hagyván ki abból azokat az eseteket sem, a melyekben a kérdés eldöntetlenül maradt, s miután ily módon a példáknak, illetőleg adatoknak tekintélyes (legalább százra menő) számát gyűjtötte össze, igyekezzék következtetést vonni a kedvező, kedvezőtlen és eldöntetlenül maradt esetek lelkiismeretes összehasonlításából: sohasem feledvén, hogy a többség hiánya magában véve valószínű ütlenség, s hogy e többségnek, hogy némi sulya legyen, igen kétségtelennek kellend lennie, még pedig nem csupán magában véve, hanem a semleges (az eldöntetlen) példakkal szemben is. Valamely jóslatnak beteljesedése már mintegy önkénytelenül is mindnyájunkra sokkal több hatást gyakorol, mint annak be nem teljesedése és e részrehajlást teljesen csak úgy vetkőzhetjük le, ha magunkat a tényekkel és tapasztalatokkal ily módon színről színre szembe állítjuk. Például bárki, a kinek e lapok szemei elé kerülnek, és a ki kedvet érez magában arra, hogy azon állításunkat, melyet az égne a tele hold befolyása alatt (természetesen korántsem száz holdtöltét, hanem csupán az 1864-iket értve) mutatkozó derűltségét illetőleg kimondottunk, az imént ismertetett kísérlet alá vegye, annak az ég felhős vagy felhőtlen állapotát pontosan fel kell jegyeznie minden holdtölttekor három egymás után következő éjen át — t. i. azon, melyen a holdtölte végbe megy és azon, mely azt közvetlenül megelőzi és követi, a hold feljötte előtt egy

órával kezdve s azután óráról órára egész éjen át mindaddig folytatva, a meddig rendes szokásai megengedik, — megfigyelve a szél erejét és irányát, s följegyzéseit minden egyes példánál ama napnak és órának megjelölésével is el látva, melyen az azokra vonatkozó észlelés megtétett.

HUMBOLDT

HUMBOLDT (Friedrich Heinrich Alexander, báró.) Hires természetvizsgáló és utazó. Született Berlinben 1769. szept. 14-ikén; 1792-től 1797-ig főbányamester volt a frank hercezségekben, 1799—1804-ben bentazta Bonpland társaságában, saját költségén, Dél-Amerikát, Mexikót és Cubát; 1829-ben Rose Gustávval és Ehrenberggel az Uralt, Altájt, Dsungariát és a Kaspi tengert járta meg; azóta Berlinben élt, a hol 1859. május 6-án hunyt el, mint királyi kamarás és valóságos belső titkos tanácsos. 1800 óta tagja volt a berlini és 1810 óta a párisi tudományos akademiának. — Igen nagy érdemeket szerzett, különösen a földrajzi tudományban. Ő használta legelőször a chronométert geographiai hosszúságok meghatározására a kontinensek belsejében; a barométer segítségével az első magassági oldal metszetet (profil) készítette (Spanyolországon keresztül); kigondolta a stereometrikus geognosiát (a szárazföldek közép magasságának meghatározását számítás útján); felfedezte a delejes erők intenzitásának csökkenését a sarkoktól az egyenlítő felé; ő vont legelőször isotherm-vonalakat; megteremtette a növényi földrajzot és kikutatta Belső-Ázsia hegységeinek párhuzamos láncokban való elrendeződését. Sokoldalú működésében, lépten-nyomon új irányokat jelölt a tudománynak, s alig volt szak, melyben azt egy-két adalékkal maga is ne gyarapította volna, oly irodalmi működést fejtve ki, mely életéről fényes tükröt ad, s a melyről méltán elmondhatta a nagy tudós: „Életemet keressétek műveimben“. Roppant tevékenységének, sokoldalú tudományos érdemeinek fényes hódolattal adózott a párisi tudós akadémia, midőn a Humboldt halálára veretett nagy emlékérem előlapjára, mellképe köré írta: „emléknévvel: az új Aristoteles“, visszájára pedig: „Századának legnagyobb tudósa“ és „A Föld általános fizikájának megalapítója“. — Művei közül legyen elég csak néhányat említeni: Nagy utazási munkája 1807-től 1829-ig jelent meg 29 kötetben 1425 rézm. táblával: „Voyages aux régions équinoxiales du Nouv. Continent, fait en 1799—1804 avec A. Bonpland“; elbeszélő része németül, 1859, 2. köt.; „Reise in die Aequinoktialgegenden 1859—60, 4 köt.; „Asie Central“ 1843, 3 köt., németül 1843—44, 2. köt.; „Fragments de géologie és climatologie asiatique“ 1831, 2. köt., (németül 1832); „De distributione geogr. plantarum“ 1817 (németül 1831); „Vue des Cordillères“, 1810; „Examen critique de la géogr. du Nouveau Continent“, 1835—38, 5 köt. (németül 1852, 2 köt.). Ezekhez járult a roppant népszerűvé vált: „Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung“, 1845—62, 5 köt.; „Ansichten der Natur“, 2 köt.; kisebb dolgozatok gyűjteménye, 1849. (Ebből van véve az itt következő értekezés.)

P. Gy.

A PUSZTÁKRÓL ÉS SIVATAGOKRÓL.

A NNAK A MAGAS gránit-gerinceznek a tövénél, mely bolygónk ifju korában, az Antillák tengeröblének képződésekor, a víz betörésének ellent állott, nagy terjedelmű beláthatatlan síkság kezdődik. Ha Caracas hegyvölgyeit és a szigetekben bővelkedő Tacarigua-tavat, melyben a közel pizang-törzsek tükröződnek; ha továbbá azokat a mezőket, melyek a tahiti-i ezukornád gyöngéd, világos zöldjével diszelegnek, vagy a kakao-bokrok sötét árnyékát elhagyjuk: tekintetünk dél felé pusztákon pihen meg, a melyek látszólag emelkedve, elenyésző messziségben zárják be a láthatárt.

A szerves élet buja teljéből a vándor megütközve ér ki egy fátlan, növényekben szükölködő sivatag kopár szélére. Egyetlen halom, egyetlen sziklaestics sem emelkedik ki szigetszerűleg a mérhetetlen területen. Csak itt-ott hevernek kétszáz négyszög mérföldnyi területű összetöredezett konglomerát teleprétegek, észrevehetőleg magasabban mint a velök határos lapályrészek. A bennszülöttek zátonyoknak nevezik e jelenséget, ez elnevezéssel mintegy sejtelemszerűleg jelölván meg a dolgok egykori állapotát, mikor még ama kiemelkedések egy nagy beltengernek sekélyeit, maguk a puszták pedig annak fenekét képezték.

Éji esalódás még ma is gyakran visszaidézi az ősidők eme képeit. Mikor a vezéresillagzatok hirtelen feltünésök és lealdozásuk alkalmával a síkság peremét bevilágítják; vagy

mikor a hullámzó gőzök alsóbb rétegeiben reszketve kettőztetik meg képöket: a szikla nélküli óceánt képzeljük magunk előtt. Valamint az óceán, ép úgy a pusztaság is a végtelenség érzetével, és ez érzet által mintegy kibontakozván a térnek érzéki benyomásai közül, valami felsőbb rendű szellemi ihletéssel árasztja el kedélyünket. De míg a tenger tiszta tükrének látványa, midőn rajta a mozgékony, szeliden fölhabzó hullám gyűrűzik, egyszersmind barátságos is, addig a pusztaság kihaltan és mereven nyújtózik tova előttünk, mint egy sivataggá lett bolygó meztelen sziklakérge.

A természet e nagy síkságok tüneményét minden égalj alatt egyaránt elénkbe tárja; mindegyik földvön megvan a sajátlagos jellemök, arczulatuk, melyet talajuk különbözősége, égaljuk és a tenger színe fölött való magasságuk határoz meg.

Északi Európában a lapályokat, melyek, egyetlen, minden mást elnyomó növényfajjal borítva, Jütland csuesaitól a Schelde torkolataig terjednek, valóságos pusztáknak tekinthetjük, de csak csekély terjedelmű és magas dombokkal megszakgatott pusztáknak Dél-Amerika Llanóihoz és Pampai-hoz vagy éppen a Missouri és Réz-folyó mellékén elterülő fülepte rétségekhez képest, a mely utóbbiakon a bozontos bölények és apró pézsmáállatok barangolnak.

Nagyobbszerű, de komorabb látványt nyújtanak belső Afrika síkságai. Mint a Csöndes Óceán roppant felszínét, azokat is csak újabb időben kísérelték meg átkutatni; egy homoktenger részei azok, mely keletfelé termékeny vidékeket választ el egymástól, mint például a Haruds nevű bazalt-hegység lábainál elterülő pusztaság, hol Sivah nevű datolyadús gyepszigeten Ammon templomának romjai egy korábbi műveltség tiszteletre méltó székhelyéről tanúskodnak. Harmat és eső nem üditi föl e kopár téreket és nem fejleszti ki a növényélet csiráját a föld izzó kebelén. Mert mindenfelé forró légoszlopok szállnak föl, elosztatván a párákat és elriasztván a towarepülő felhőket.

A hol a pusztaság az Atlanti oceánhoz közeledik, mint a Vadi-Nun és a Fehér-fok között, ott a nedves tengeri levegő beözönlik, hogy betöltse azt az ürt, mely ama függőleges irányú szelek nyomán támad. A hajós még akkor is, a midőn réthez hasonlóan hinárral borított tengerrészen át evez a Gambia torkolatához, mihelyt a tropikus keleti szél hirtelen elhagyja őt, azonnal megsejti a roppant terjedelmű, meleget sugárzó homok közellétét.

A megmérhetetlen tért gazellák és gyors lábú struczok nyájai kalandozzák be. Ha leszámítjuk a forrásdús szigeteknek a homoktengerben újabban felfedezett csoportjait, melyeknek partjain a nomád Tibbó-k és Tuaryk-ok (Tuareg) tanúznak, az afrikai pusztaság többi része az emberek által teljesen lakatlannak tekinthető. A szomszéd művelt népek is csak időnként merik azt fölkeresni. Oly utakon, melyeket a kereskedelmi forgalom évezredek óta változatlanul kimutatott, halad ilyenkor Tafilettől Tombuktuig vagy Murzuktól Bornuig a hosszú menet: merész vállalatok, melyeknek lehetősége a tevének, vagy, miként a keleti világ ösregéi nevezik, a sivatag hajójának létezésén alapszik.

Ezek az afrikai síkságok akkora területet foglalnak el, mely a közel Földközi tengerét háromszorosan felülmulja. Részint a térítő vonalak alatt, részint pedig azok közelében fekszenek és ezen a földrajzi fekvésen alapul egyéni jellemük. Az ó-világ keleti felében ellenben ez a földismei tünemény inkább a mérsékelt földöv sajátja.

A közép-ázsiai hegyháton, az Altáj- vagy Aranyhegység és a Kuen-Lün között, a chinai faltól az Ég- (Himalaya-) hegyen túlig és az Aral-tó felé, több ezer mérföldnyi hosszúságban, a világ legnagyobb, bár nem a legmagasabban fekvő, pusztái terülnek el. Azoknak egy részét, a kalmük- és kirghiz-pusztaságokat a Don, a Volga, a Kaspi tenger és a kínai Dsaisang-tó között, tehát valami 700 földrajzi mérföldnyi terjedelemben, nekem is volt alkalmam látni, délamerikai utazásom után teljes 30 év múlva. Az ázsiai,

helyenként dombos és fenyvesek meg-megszakgatta puszták növényzete itt-ott sokkal változatosabb, mint Caracas és Buenos-Aires Llanóié és Pampáié. E lapályok szebb, ázsiai pásztornépektől lakott részét buja fehérvirágú rózsafajok alacsony bokrai, császárkoronák (Fritilláriák), tulipánok és cypripediák diszítik. Valamint a forró földöv nagyban és egészben az által tűnik ki, hogy ott minden növényféle fanagyságúvá törekszik nőni, épen úgy az ázsiai mérsékelt földöv néhány pusztáját is az a esodálatos magasság jellemzi, melyre ott a virágzó fűnövények Saussureák és más synanthereák, hüvelyes növények s különösen az Astragalus-fajoknak egy egész serege fölemelkedik. Ha törpe tatárszekeréken e fűborította puszták úttalan részeiben bolyongunk, csak fölállva tájékozhatjuk magunkat és az erdőszerüleg sűrűn tenyésző fűnövényeket meghajolni látjuk a kerekek alatt. Ez ázsiai puszták közül némelyek fülepte lapályok; mások nedvdús, örökzöld, tagozott szikes növényekkel vannak borítva; sok meg már messziről csillog a zuzmószerűleg kiizzadó sótól, mely itt-ott nem rég esett hó gyanánt lepi el az agyagos talajt.

Ezek a mongol és tatár pusztaságok, melyeket különböző hegylánczok barázdálnak keresztül-kasul, választják el Tibet és Hindostan ősrégi és ősidőktől óta művelt emberiségét az észak-ázsiai durva népektől. Létezésök egyszersmind különféle befolyásokat gyakorolt az emberi nem folytonosan váltakozó sorsára. A népesedést inkább délen szorították össze és sokkal inkább meggátolták a nemzetek közlekedését, mint a Himálaya s Sirinagur és Gorka havas, tetői és Ázsia északi részén elmozdithatatlan határt vetettek a szelidebb erkölcsök és a teremtő műhajlam továbbterjedésének.

Azonban a történelem Közép-Ázsia sikságát nem tekintheti csakis gátat vető határfalnak. Sokszor árasztott az veszedelmet és pusztulást az egész föld kerekségére. E sivatag pásztornépei, a mongolok, géták, alánok és úzok meg-

rázkódtatták a világot. Ha századok folyamában a kora szellemi műveltség, mint az üdítő napvilág, keletről áradott nyugot felé, úgy később a vadság és erkölcsi durvaság ugyan-ezen irányból fenyegetőzött Európát ködszerűleg elborítani. A magas fekvésű Gobi-pusztát borsátrakban egy (tukini, azaz török eredetű) barna pásztortörzs, a Hiongnu, lakta. Huzamosb idő óta rettegésben tartván a khinai birodalmat, e törzsnek egy része délfelé, Belső-Ázsiába nyomatott vissza. A népeknek adott eme lökés föltartóztathatlanul terjedett mind tovább-tovább egészen az Ural mellett elterülő régi Finnorszáig. Onnan hunok, avarok, kazárok, s az ázsiai népfajok különféle zagyvalékai zudultak elő. Hun hadseregek jelentek meg először a Volga mellett, azután Pannoniában, később a Marne mellett és a Pó partjain; elpusztítván a gyönyörűen művelt mezőket, hol Antenor idejétől kezdve az alkotó emberiség emléket emlékre halmozott össze. Eként a mongol pusztaságokról oly pestises légáramlat fujdogált, mely az Alpokon inneni földön a művészet gyöngéd, hosszasan ápolt virágait elhervasztotta.

Ázsia sós pusztáitól, Európa síkmezős országaiból, melyek nyaranta mézdús pirosló virágokkal díszlenek, és Afrika növénytelen pusztaságaitól, térjünk vissza Dél-Amerika síkjaihoz, melyeknek képét durva vonásokban már megkezdettém vázolni.

Az érdek azonban, melyet egy ily kép a szemlélőnek nyújthat, nem más, mint csak tisztán természeti érdek. Nincsen itt egyetlen oáz, a mely korábbi lakókra, egyetlen faragott kő, egyetlen elvadult gyümölcsfa, mely rég letűnt nemzedékek szorgalmára emlékeztethetne. Mintegy az emberiség sorsával mit sem törődve, s csupán a jelenkorhoz láncozva: terül el ott e földzug, a szabad állati és növényi tenyészet vad színhelye.

A pusztá Caracas partláncolatától Guyana erdőségeiig terjed; Merida hóhegyeitől, a melyeknek oldalán az Urao nevű sziklás tó, a benszülöttek vallásos babonáságának

tárgya, egészen ama nagy deltáig, melyet az Orinoco folyam képez torkolatánál. Délnyugoti irányban tengerkarhoz hasonlóan húzódik az, tul a Meta és Vichada torkolatán, a Guaviare ismeretlen forrásáig, s azon magános hegytömbig, melyet a spanyol hadfiak, élénk képzelmök játékában, *Paramo de la Suma Paz*-nak, mintegy az örök béke szép lakhelyének neveztek el.

Ez a pusztaság 16.000 négyszögmérföldnyi területet foglal el. Földrajzi tudatlanságból azonban gyakran úgy irták le, mint a mely hasonló szélességben félbeszakítás nélkül egészen a Magellan-tengerszorosig terjed: feledve az Amazon folyam erdőkoszoruzta síkságait, melyeknek határait északon és délen az Apure és La-Plata folyamok fülepte pusztái képezik. A cochabambai Andok hegyláncza és a brasíliai hegyesoport Chiquitos tartomány és a villa-bellai földszoros között egyes kiszökellő bérczeket bocsátnak szembe egymással. Keskeny síkság kapcsolja össze az Amazon folyam erdővidékét Buenos-Ayres Pampáival. Ez utóbbiak terjedelemben háromszorosan mulják fölül Venezuela Llanóit. Sőt kiterjedésök oly bámulatos nagy, hogy északi szélökön pálmabokrok szegélyezik, délen pedig majdnem örökösen tartó hóval vannak borítva. A kazuárhoz hasonló tuyu (*Struthio Rhea*) egészen a Pampák sajátja, valamint amaz elvadult kutyák csapatjai is, melyek társaságosan földalatti barlangokban laknak, de vért szomjazva nem ritkán az embert is megtámadják, kinek védelmére törzsatyjaik egykor harcza szállottak.

Mint a Zahara-sivatag legnagyobb része, úgy a Llanók is, vagyis Dél-Amérika északi síkságai, a forró földövön fekszenek. De azért az év mindkét felében különböző alakban tűnnek fel: most kiaszva, mint a libyai homoktenger, majd meg virányos mezőképen, mint Közép-Ázsia számtalan pusztaságai.

Az általános földismének jutalmazó, bár terhes foglalozást nyújt távol fekvő tájak természeti minőségének egy-

mással való összehasonlítása, és ez összehasonlítás eredményeinek néhány vonásban való összeállítás. Sokféle, részben még ki nem magyarázott okok kevesbitik az új világ-rész szárazságát és melegségét.

A sokszorosan bevagdalt szárazföld keskenysége az északi forró övi tájakon, a hol a légkör folyékony alapfelülete csak kevésbé meleg fűlszálló légáramlatot képezhet; messze kiterjedése mindkét jeges sark irányában; nyílt óceán, mely fölött a forró övi hűvösebb tengeri szelek átvonulhatnak; a keleti partok lapossága; a délsarki tájakról jövő hideg tengeri áramlatok, melyek, eleinte délnyugotról északkelet felé irányulva, a déli szélesség 35-ik foku párhuzamos vonala alatt Chili partjaihoz csapódnak és Peru partjainál észak felé egészen a Parina-fokig előnyomulnak és onnan hirtelen nyugot felé fordulnak; a forrásdús hegylanczok nagy száma, melyeknek hófedte csúcsai valamennyi felhőrétegen jóval túlemelkednek és lejtőiken aláereszkedő légáramlatokat idéznek elő; a roppant szélességű folyók nagy mennyisége, melyek hosszas kanyargások után mindig a legtávolabb eső partokat keresik fel; homoktalan s ezért kevésbé átmelegedhető pusztaságok; áthatolhatatlan erdőségek, melyek a talajt a nap sugarai ellen védve vagy leveleik feszinével a meleget visszasugározza, az egyenlítő melletti, folyamokban dús lapályokat egészen elborítják, s a földrész belsejében, honnan a hegysek és az óceán a legtávolabbra esnek, roppant mennyiségű, részint beszívott, részint önmaguk által előállított vizet párologtatnak el: — mind e viszonyok együttesen Amerika lapályos részének oly égaljat teremtenek, a mely az afrikaival nedvessége és hűvössége által csodálatos ellentétet képez. Csupán e viszonyokban keresendő ama buja, nedvtől duzzadó növénytenyészet, ama lombgazdagság oka, mely az új világ-résznek oly sajátosság jelleme.

Ha tehát bolygónk egyik felét nedvesebb levegőjűnek mondtuk, mint a másikat, a dolgok jelenlegi állapotának szem-

ügyre vétele elegendő arra, hogy ez egyenlőtlenség kérdését megfejtse. A physikusnak nincs szüksége arra, hogy ily természeti tünetények magyarázatait földtani regék mezébe burkolja. Nincs szükség arra a föltevésre, mintha az ősrégi földtest keleti és nyugoti félgömbjén az elemek romboló harcza nem ugyanegy időben csillapult volna le: vagy hogy Amerika mocsárdús, krokodilok és kigyók által lakott szigete, a többi földrészeknél később emelkedett volna ki a kaosz-szerű vízlepelből.

Tagadhatatlan, hogy Dél-Amerika, körrajzának alakját és partjainak irányát tekintve, feltűnő hasonlóságot mutat az óvilág délnyugoti félszigetéhez. De a talaj belalkata és a szomszédos földtömegekhez viszonyos fekvése Afrikában ama csodálatos szárazságot idézik elő, mely megmérhetetlen területeken akadályozza meg a szerves élet kifejlődhetését. Dél-Amerika négy-ötöd része az egyenlítőn túl fekszik, tehát oly félgömbön, mely a nagyobb vízmennyiség s más egyéb okok miatt hűvösebb és nedvesebb, mint a mi északi félgömbünk. Ellenben Afrika jelentékenyebb része az utóbihoz tartozik.

A dél-amerikai puszták, a Llanok, keletről nyugot felé mérve, háromszorta esekélyebb terjedelműek, mint Afrika pusztaságai. Amazokon a forró földöv tengeri szelei a túlnyomók; ezek Arábiával s Perzsia déli részével ugyanazon szélességi kör alatt fekvődvén, oly légrétegek által érintetnek, melyek forró, meleget sugárzó földrészek fölött vonulnak el. Már Herodot is, a történetírás tiszteletreméltó, de sokáig félreismert atyja, egy nagy természeti nézet jól felfogott értelmében, északi Afrikának, Yemen, Kerman és Mekran (a görögök Gedrosiája) minden sivatagát, sőt egészen Multanig, Elő-Indiában, egyetlen összefüggő homoktengerként írta le.

A forró szárazföldi szelek hatásához járul még Afrikában, a mennyire azt ismerjük, a nagy folyók, a vizgőzt lehellő, hideget előidéző erdők és magas hegységek

hiánya is. Örökös jéggel csupán az Atlas nyugoti része van borítva, melynek keskeny hegygerince, oldalvást tekintve, a régi parthajósok előtt magánosan álló magas égtámasztónak tünt fel. A hegység kelet felé, Dakul tájékaig huzódik el, hol — jelenleg romokba dőlve — az egykor tengereken uralkodó Carthago feküdt. Mint hosszúra nyuló parti hegy-láncz, mint gactuliai előfal, visszatartja a hűvös északi szeleket, s azokkal együtt a Földközi tengerből felszálló gőzöket is.

Az alsó hóvonalon felül emelkedettnek tartották egykor a Djebel al Komr, Hold-hegyeket, melyekről azt mesélték, hogy az afrikai Quito, Habes magas síksága és a Senegal forrásai között hegypárhuzamot képez. Maga a Lupata-hegyláncz is, mely Mozambique és Monomotapa keleti partján húzódik végig, mint az Andes-láncz Peru keleti partján, az aranydús Machinga és Mocanga pontoknál örökös jéggel van borítva. Azonban e bő vízi hegységek jó messzire fekszenek attól a roppant nagy pusztaságtól, mely az Atlas déli lejtőjétől a keletre folyó Nigerig terjed.

Meglehet, hogy a szárazságnak és melegnek mind e fölszámlált okai nem volnának elégségesek arra, hogy az afrikai síkságok oly jelentékeny részeit egy borzasztó fővénytengerré változtassák, ha valami természeti forradalom, például az óceán betörése, e lapályos vidéket növénymezétől és tápláló televényföldjétől egykor meg nem fosztotta volna. Hogy ez az esemény mikor ment végbe, s minő erő hozta létre a betörést, a legrégebb ősidők homályába van burkolva. Lehet, hogy annak a nagy örvénynek volt következménye, a mely most a mexikói öböl melegebb vizét az új-foundlandi zátonyon keresztül az ó-világhoz hajtja, s mely által nyugot-indiai kókusz-diók és más forróövi gyümölcsök sodortatnak Irland és Norvégia partjaihoz. Ennek a tengeráramlatnak legalább egyik karja, az Azóroknál kezdődve, még most is délkelet felé irányul, s a hajóra vészthozólag Afrika nyugoti sekélyes partjaihoz ütközik. Valamennyi tengerpart is eléggé tanusítja (emlékezetbe hozom a perui partokat Amotape és

Coquimbo között), hogy századok, sőt talán évezredek is tova tűnnek addig, a míg a forró, esőben szegény tájakon, hol a leideák és más zuzmók csíráznak, a futó homok a fűvek gyökereinek biztos talajt képes nyújtani.

Ez észlelődések elegendők lesznek annak bebizonyítására, hogy Afrika és Dél-Amerika, alakzatuk külső hasonlósága mellett is, miért tüntetnek föl egymástól annyira eltérő égalji viszonyokat és oly különböző növényzeti jelleget? De bár a dél-amerikai pusztá vékony termékeny talajréteggel van bevonva, s időnként nagy esőzések öntözik meg, a mikor aztán buján fölsarjadzó növénytenyésztettel van diszitve, még sem volt képes a körülte lakó néptörzseket arra édesgetni, hogy Caracas gyönyörű hegyvölgyeit, a tengerpartot és az Orinoco folyamvilágát odahagyva, e fában és forrásokban szegény pusztaságon tűnjenek el. Ez okból az európai és afrikai települők megérkezésökkor e pusztaságot majdnem teljesen lakatlannak találták.

A Llanok a baromtenyésztésre csakugyan alkalmazhatósak; de a tejelő állatok tenyésztése az új-világ őslakói előtt majdnem teljesen ismeretlen volt. Alig tudá egyetlen egy az amerikai néptörzsek közül amaz előnyöket kizsákmányolni, melyeket ott a természet ebben a tekintetben is nyújthatott volna számukra. Az amerikai emberfaj (mely az északi szélesség 65-ik fokától a déli szélesség 55-ik fokáig, talán az eszkimók kivételével, egy és ugyanaz) a vadászéletből a pásztorélet fokozatán keresztül még nem jutott el a földművelésig. Az odavaló szarvasmarhának kétféle faja legelész nyugoti Canada, Quivira fülepte téerein, valamint az aztekvár óriási romjai körül is, mely utóbbi (egy amerikai palmyra gyanánt) elhagyatva emelkedik a Gila-folyó mellett elterülő pusztaságon. Egy hosszúszarvú vadjuh, mely a juhnak úgynevezett törzsatyjához hasonlít, kóborol California száraz és meztelen mészsziklái között. A déli félszigeten a vikunák, huanakok, alpakák és lámák otthonosak. Azonban e hasznos állatok közül csak az elsőbbieket őrizték meg

két évezreden át természetes szabadságukat. A tejnek és sajtnek élvezete, valamint a lisztdús növénynek birtoka és művelése, az ó-világ nemzeteinek jellemző megkülönböztető jelét képezik.

Ha tehát ezek közül néhány törzs északi Ázsián keresztül Amerika nyugoti partjára települt át, s a hideget kedelve az Andok magas hegylánczát dél felé követte, úgy ennek a vándorlásnak oly úton kellett végbemennie, a melyen sem nyájak, sem pedig gabonafajok nem kísérhették az új jövevényeket. Avagy talán mikor a Hiongnu régóta megingatott birodalma összeomlott, e hatalmas törzs tova-hullámozása Khina északkeleti részében és Koreában is oly népvándorlásokat idézett elő, melyek alkalmával művelt ázsiaiak költöztek át az új szárazföldre? Mert ha e jövevények oly sivatagok lakói lettek volna, melyeken földmivelés nem folytattatik, akkor ez a merész s a nyelvek összehasonlítása által még eddigéig nem igen támogatott föltevés legalább a tulajdonképeni gabonafajok feltűnő hiányát Amerikában megmagyarázhatná. Talán Új-California partjain, viharoktól üzetve, amaz ázsiai papi gyarmatok egyike kötött ki, melyeket a mystikus ábrándozások távol tengeri utazásokra készítettek és a melyekről Japán benépesedésének története a Csincsi-huang-ti idejében oly nevezetes példát szolgáltat.

Ha tehát e szerint a pásztorélet, ez a jótékony közép-fokozat, mely a nomád vadászesordákat a fügazdag tájakhoz lánczolja, s mintegy a földmivelésre előkészíti, Amerika ősnépei előtt ismeretlen maradt, úgy épen magában ez ismeretlenül maradásban fekszik a délamerikai pusztaságok nép telenségének oka. Annál szabadabban fejlődtek ki ott a természeti erők változtatás állati alakokban: szabadon s esupán önmagok által korlátozva, mint a növényi élet az Orinoco melletti erdőségekben, hol a hymenaeát és az óriás törzsű babérfát az ember pusztító keze soha sem, hanem csak a folyondár-növények buja tenyészte fenye-

geti. Agutik, tarka-pettyes apró szarvasok, pánczélos armadillok, melyek a nyulat földalatti barlangjokból patkány módjára fölriasztják; tunya chiguírok csapatjai, szépen esikozott viverrák (petyemegek), melyek a levegőt megrottják; a nagy sörénytelen oroszlán; tarka-pettyes jaguárok (melyeket többnyire tigriseknek neveznek), melyek az általok elejtett fiatal bikát a dombra is föl tudják czipelni: — ezek és több másféle állatok barangolnak a fátlan síkságokon.

Majdnem csak ezek által lévén lakhatók, e síkságok bizonyára egyetlen nomád népesordát sem lettek volna képesek magukhoz lánczolni, főleg miután azok (az ázsiai indusok módjára) különben is jobban szeretik a növényi táplálékot, ha itt-ott szétszórtan a legyező-pálma (*Mauritia*) nem volna található. Meszsze földön híresek e jótékony életfa előnyei. Egyedül csak az táplálja az Orinoco torkolata mellett, a Sierra de Imatacatól északra, a guaraunok meghódítatlan néptörszét. Mikor még számosabban voltak és tömöttebben laktak itt, nemesak hogy kunyhóikat építették levágott pálmatorzszekre, melyek padozatul vízszintes deszkakészítményt tartottak, hanem (mint a rege állítja) a *mauritia* levélszáraiból szőtt függő gyékényeket is feszítettek ki művészi ügyességgel egyik törzstől a másikig, hogy az csős évszakban, mikor a *delta* (a torkolat vidéke) víz alá merül, majmok módjára fákon élhessenek. Ezek a lebegő kunyhók részben agyaggal voltak befedve. A nedves alzaton a nők házi szükségletre tüzeket raktak. A ki éjjel a folyón elhajózott, a tüzeket szép sorjában látta fellobogni, fönt a levegőben, a földtől egészen elkülönítve. A guaraunok természeti s talán erkölcsi szabadságuk megtartását is még most is annak a laza, félig folyékony ingovány talajnak köszönhetik, mely fölött ők könnyű lábbal illannak tova, s egyszerűs mind a fákon való tartózkodásuknak is: e magas szabad helyen, a hová vallásos rajongás bizonyára egyetlen amerikai stílit sem fog elvezetni.

De nem csak biztos lakást, hanem sokféle táplálékot is nyújt a mauritia. Mielőtt a himpálmán a finom virágbu-rok kihatadna, és a növény-átalakulásnak csakis eme kor-szakában, a törzs belső része szágóhoz hasonló lisztet tar-talmaz, melyet, mint a *Jatropha*-gyökér lisztjét, vékony, kenyérszelethez hasonló táblákban kiszáritanak. A fának megerjedt nedve a guaraunok édes, részegítő pálmaborát szolgáltatja. Sűrű pikkelyü gyümölcsei, melyek vöröses fenyő-tobozhoz hasonlítanak, mint a pizang és a forróövi tájak majd minden gyümölcse, különféle élelmi szereket szolgáltatnak: a szerint, a mint azokat ezukortartalmuk teljes kifejlődése után vagy pedig előbb, lisztdús állapotukban élvezik. Ime az emberi szellem kifejlődésének legalsóbb fokozatán (ama bogárhoz hasonlóan, mely csak egyes virágrészekre van korlátozva) egy egész néptörzs életfenntartását majdnem csak egyetlen egy fához találjuk lánczolva.

Az új-világ fölfedezése óta e sikságok (Llanok) az emberre nézve is lakhatókká lettek. Hogy a forgalmat a part és Guyana (az Orinoco-vidék) közt megkönnyíthessék, a pusztaság folyói mellett itt-ott városokat építettek. A ba-romtenyésztés a megmérhetetlen területen mindenütt megkez-dődött. Napi járó földekre egymástól egyes magános, mar-habőrrel fedett s nádból és szíjjakból font kunyhók emel-kednek. Elvadult bikák, lovak és öszvérek számtalan csor-dái (számukat még az én ottani utazásom békés idejében is másfél millióra tették) barangolnak a pusztaságon ide s tova. Az ó-világ ez állatjainak roppant nagy elszaporodása annál csodálatraméltóbb, minél többfélék ama veszélyek, a melyekkel a föld eme tájain meg kell küzdeniök.

Mikor a mindig felhőtelen nap függőleges sugarai alatt az elszenesedett fülepel porrá omlott, a megkeményedett föld meghasadozik, mintha hatalmas földrengések rázkódtatták volna meg. Ha ilyenkor aztán ellenkező irányból jövő légáram-latok érintik azt, melyeknek harsza egymással, keringő moz-gásban egyenlítődik ki, olyankor a sikság különös egy lát-

ványt nyujt. Mint valami tölcéséralakú felhőtömeg, a melynek hegyes vége a földszinén rohan tova, úgy emelkedik föl a homok gözszerűleg a forgószélnek légüres, villanynyal telt közepében: zuhogó vízforgataghoz hasonlóan, melytől a tapasztalt hajós annyira irtózik. Borongó, majdnem szalmaszinü félhomályt vet a most látszólag alacsonyabb égboltozat az elpusztult mezőre. A láthatár hirtelen közelebb nyomul. Összébb szoritja a sivatagot, valamint a vándor kedélyét is. Az izzó, porlepte föld, mely ködszerűleg elfátyolozott gözkörben lebeg, növeli a lég fojtó melegét. A keleti szél, üdítés helyett újabb hőséget hoz magával, mikor a régóta fölhevített vidék felett elvonul.

Lassanként a tócsák is eltűnedeznek, a melyeket eddig a megsárgult legyező pálma az elpárolgástól megvédelmezett. Valamint a jeges északon az állatok a fagytól megmerevülnek, ép úgy szunnyad itt a krokodil és a boa-kigyó mozdulatlanul a száraz agyagban, mélyen eltemetve. Az aszály mindenfelé halált hirdet, és a szomjazót, a megtört fénysugarak játékában mégis mindenütt a hullámzó víztükör csalóka képe kíséri. A távol pálmaligetet keskeny légszalag választja el a föld színétől. Az egyenlőtlenül fölmelegedett és ennél fogva egyenlőtlen sűrűségű légrétegek érintkezése folytán előálló légtükrözés emelte azt föl a levegőbe. Sötét porfelhőbe burkoltan, éhségtől és égető szomjuságtól gyötörve barangolnak a lovak és szarvasmarhák ide s tova: emezek tompa bögéssel, amazok pedig előre nyújtott nyakkal a szél ellenében szaglálódva hogy a légáramlat nedvessége által valamely még egészen el nem párolgott tócsát fedezhessenek föl.

Az ovatosabb és ravaszabb öszvér más úton igyekszik szomját enyhíteni. Egy gömbalakú s azonkívül sok bordájú növény, a dinnye-kaktusz, tövises burka alatt nedvdús belet tartalmaz. Az öszvér első lábaival szétveri a töviseket s csak azután mer ajkaival hozzá közelodni nagy óvatosan, hogy a tüskés növény enyhítő nedvét kiszüresölje.

Azonban a merités ez élő növényi forrásból nem mindig veszélytelen; gyakran lehet látni oly állatokat, melyeket a kaktusz-tövissek sántává szurkáltak.

És ha már a nappal égető hevére az itt örökké egyenlő hosszú éj hűvössége következett, a szarvasmarhák és lovak még akkor sem élvezhetik a nyugalmat. Roppant nagy denevérek szivják ki véroket vampyrok módjára, míg alusznak; vagy pedig hátukba csimbajkóznak, hol gennyedő sebeket idéznek elő, a melyekben aztán moszkítók, hippoboskusok s más szuró bogarak sergei ütik fel tanyájokat. Így tehát ez állatoknak igazán szenvedésteljes életök van, mikor a nap heve a vizet a föld színéről elenyészteti.

Ha végre hosszas szárazság után a jótékony esős évszak bekövetkezik, a pusztaság arczata is egyszerre átváltozik. Az addig folytonosan derült égboltozat kékje mind világosabbá kezd lenni. Éjjel alig lehet fölismerni a déli Kereszt csillagképében lévő fekete foltot. A magelláni felhők szelid, villószerű csillogása kialszik. Sőt még a sas és kígyóhordozó függélyesen álló csillagai is csak reszkető, kevésbé bolygószerű fénynyel világitanak. Egyes felhők tűneznek föl délen, távol fekvő hegységek gyanánt, függélyesen szállva föl a láthatáron. A megszaporodott gőzök apránként ködszerűleg terjengenek szét a láthatár tetőpontjából. Az éltethozó esőt távoli mennydörgés jelenti be.

Alig nedvesült meg a föld felülete, az illatozó pusztaságot kyllingiák, ágbogas paspalumok s más különböző fűfélék lepik el. A fénytől izgatva, fűnemű érzőkék (mimózák) emelik föl szunnyadásra bocsátott leveleiket és üdvözlík a felkelő napot, mint a madarak hajnali zenéje s a vízi növények nyiladozó virágai. A lovak és barmok az élet vidám élvezetében legelésznek most. A magasan felsarjadzott fű a szépen pettyezett jaguárt rejtegeti. Biztos rejtekében kémlelődvé, és ugrásának távolságát ovatosan kimérve, mint az ázsiai tigris, macska módjára ragadja meg a mellette elmenő állatokat.

A mocsárok partjain (beszélük a benszülöttek) gyakran lehet látni, hogy a megnedvesült agyag lassan és görön-gyönként fölemelkedik. A föltürt föld, mint az apró iszap-vulkánok kitörésénél, erős robajjal dobatik magasra föl a levegőbe. A ki ezzel a látványnyal ismerős, kerüli ezt a jelenséget, mert az üregből óriási vizikigyó vagy krokodil emelkedik ki, melyeket az első zápor tetszhalálukból fel-ébresztett.

Ha már most azok a folyók, melyek a pusztaságot dél felől határolják, mint az Arauca, Apure és Payara, lassan-ként földagadnak, ilyenkor a természet ugyanazon állatokat, melyek az év első felében a vitzelen, poros talajon a szom-juság miatt majd elpusztultak, hullók módjára kényszeri-riti élni. A puszta egy része most mint megmérhetetlen beltenger tűnik föl. A kanczák csikóikkal a magasabb zátonyokra vonulnak, melyek a víz felületéből megannyi szigetek gyanánt emelkednek ki. A száraz terület minden nap öszszébb szorul. A legelőhelyek hiánya folytán az öszszecsoportosult állatok néha órákig eluszkálanak ide s tova, s csupán ama virágos növényyszálakból tengetik életüket, a melyek a mocskos színű, tajtékszó vizből kiemelkednek. Számtalan csikó a vízbe ful; sokat krokodilok kapkodnak el; rovátkos farkukkal szétzuzzák s azután elnyelik azokat. Nem ritkán lehet látni lovakat és barmokat, melyek e vérszomjas, óriási gyík torkából kimenekülve, hegyes fogainak nyomait ott viselik a czombjukon.

Egy ily látvány a komoly szemlélőt akaratlanul is azon alkalmazkodhatóságra emlékezteti, melylyel a mindent elsajátító természet némely állatokat és növényeket fölru-házott. Miként Ceres liszttartalmu gyümölcsei, úgy a szarvasmarha és a ló is követték az embert az egész föld ke-rekségén mindenhová: a Gangestől a La Plata folyóig, az afrikai tengerparttól az Antisana fennsíkjáig, mely maga-sabban fekszik Teneriffa kúphegyénél. Itt az északi nyirfa, ott meg a datolya-pálma védelmezi a kifáradt tulkot a déli

nap sugarai ellen. Ugyanazt az állatfajt, mely keleti Európában medvékkel és farkasokkal viaskodik, egy másik égöv alatt tigrisek és krokodilok fenyegetik megtámadásaikkal!

De nem csupán a krokodilok és a jaguár leskelődnek a délamerikai lovakra; még a halak közt is akadt egy veszélyes ellenségök. Bera és Rastro mocsáros vizei számtalan villanyos angolnától hemzsegnek, melyeknek nyálkás, sárgafoltos teste minden részéből kénye-kedve szerint lövellheti szét a megrázkodtató villanyerőt. Ezek a gymnóták (sajgató angolnák) 5—6 lábnyi hosszúak. Képesek a legnagyobb állatokat is megölni, ha idegdús szerveiket egyszerre és kedvező irányban üríthetik ki. Az uritucui pusztai utat egykor csupán azért kellett megváltoztatni, mert e sajgatók egy kis patakban elannyira elszaporodtak, hogy az elkábulás folytán minden évben számtalan ló veszett a vízbe. A többi halak is ugyanesak kerülnek e borzasztó angolnák közelségét. Sőt még a magas parton horgászót is megrémítik, ha a nedves zsinór a távolból a villanyos rázkodtatást hozzá vezeti. Itt tehát a víz kebeléből tör elő a villanyos tűz.

Festői látványt nyújt a sajgatók halászása. Őszvéreket és lovakat terelnek össze egy mocsárba, melyet az indiánok sűrűn körülállnak, míg nem a szokatlan zaj a bátor halakat támadásra ingerli. Kigyó módjára uszkálnak ilyenkor a víz felületén és nagy ravaszul a lovak hasa alá lopózkodnak. Ez utóbbiak közül sokan leroskadnak a láthatatlan csapások ereje alatt. Felborzolt sörénnyel, horkolva, villogó szemekben vad rémülettel száguldanak el a többiek a tomboló zivatar elől. De a hosszú bambuszbotokkal fölfegyverkezett indiánok visszaűzik őket a posvány közepébe.

Az egyenlőtlen küzdelem dühe lassanként csillapodni kezd. A kifáradt halak kiürült felhők gyanánt oszladoznak szét. Hosszú pihenésre és bő táplálékra van szükségök, hogy az elpazarolt villanyos erőt ismét visszaszerezhessék. Csapásaik most már mind gyengébb rázkódást okoznak. A tomboló paripák zajától megrémülten, félénken közelednek

a parthoz, a hol aztán szigonynyal megsebesíttetnek és száraz, rosz villanyvezető fák segélyével a pusztára kivonszoltatnak.

Íme, ilyen a lovak és halak csodálatos harcza. A mi láthatatlanul e vizlakók élő fegyveréül szolgál; a mi a nedves és egyenlőtlen részek érintkezése következtében ébresztette, az állatok és növények minden szervében föltalálható; a mi a végtelen égboltozatot dörögve lángra gyullasztja, s mi a vasat a vashoz köti és a delejtű csöndes, visszatérő mozgását kormányozza: mindaz, mint a megoszlott fénysugár színei, egyetlen forrásból ered; mindaz egy örök, mindenütt elterjedt erőben összpontosul.

Itt be is fejezhetném abbeli merész kísérletemet, hogy a pusztaság természetének képét akarjam vázolni. De valaminthogy az oceánon örömet foglalokzik a képzelem a távol partok képeivel, — mi is, mielőtt a nagy síkság végkép eltűnnék szemeink elől, vessünk egy futó pillantást ama tájakra, melyek a pusztaság határait képezik.

Afrika északi sivataga két oly emberfajt választ el egymástól, melyek eredetileg ugyanegy világrészhez tartoznak, s melyeknek ki nem békíthető ellenségeskedése oly réginek látszik, mint az Osirisről és Typhonról szóló rege. Az Atlastól északra sima- és hosszúfürtű, sárgaszínű és kaukázusi arczképződésű népesaládok laknak. Ellenben a Szenegáltól délre, Szudán felé néger-csordák élnek, melyek a polgárosultság legkülönbözőbb fokozatain állanak. Közép-Ázsiában a mongol pusztaság a szibériai műveletlenséget választja el a hindosztani félszigeten létező ősrégi műveltségtől.

A dél-amerikai síkságok is az európai félműveltség területének szolgálnak határul. Északon, a venezuelai hegylánc és az Antillák tengere között, iparűző városok fekszenek, csinos falvak és gondosan művelt térségek terülnek el sűrűen egymás mellett. Sőt a műzlés, tudományos kép-

zetség s a polgári szabadság nemes szeretete is már régen felébredt ott.

Dél felé borzasztó vadonság veszi körül a sivatagot. Ezeréves rengetegek és áthatolhatatlan sűrűség lepik el az Orinoco és Amazon közt elterülő nedves vidéket. Hatalmas, ónszinű gránittömegek szoritják össze a tajtékozó folyamok medrét. Hegyek és erdők vízhangoznak az aláomló zuhatagok dörgésétől, a tigrisfajta jaguár ordításától s a szakállas majom mély, esőhirdető bögésétől.

A hol a sekélyes folyam homokzátonyt képez, ott kitátott szájjal, szikladarabok gyanánt mozdulatlanul elterülve s néha madaraktól egészen ellepve, a krokodilok esetlen alakjai heverésznek. Farkát egy faághoz csavarintva és magát összegurítva, leskelődik a sakktábla módjára foltozott óriás kigyó a parton, bizonyos zsákmányára. Gyorsan kiegyenesedve és előre nyúlva, ragadja meg a gázlónál a fiatal bikát vagy a gyengébb vadakat, s nyállal bevonva, kinosan erőszakolja le ragadmányát földuzzadó torkán.

E nagy és vadon természet közepette, különböző emberi nemzetségek élnek. Egymástól a nyelveknek csodálatos különfélesége által elválasztva; néhány közülök nomád életet folytat, földmivelést nem ismer, hangyával, mézgával, sőt még földdel is él, — valóságos sőpredékei az emberiségnek (mint az otomakok és jarurok); mások le vannak települve, saját természetmennyű gyümölcsökkel élnek, értelmesek és szelid erkölestiek (mint a makiritarok és makok). A Cassiquiare és az Atabapo között nagy területeken emberek nem, hanem csakis tapirok és társaságosan élő majmok laknak. Sziklákba vésett képek arról tanuskodnak, hogy valamikor e pusztaság is magasabb műveltségnek volt székhelye. A népek viszontagságteljes végzetének tanubizonyságai azok; valamint az egyenlőtlenül kifejlődött, hajlékony nyelvek is, melyek az emberiség legrégebb és legmaradandóbb történelmi emlékei közé tartoznak.

De valamint hogy a sivatagon a tigrisek és krokodilok a lovakkal és barmokkal viaskodnak, úgy annak erdőlepte széléin, Guyana ösvadonjaiban meg az embert látjuk szemben az emberrel, örökös harcra készülten. Természetellenes vágygyal iszzák itt egyes néptörzsek ellenségeiknek kiszívott vérét; mások meg látszólag fegyvertelenül s mégis orgyilkossághoz készülten, mérgezett hüvelykkörmökkel öldökölnek. A gyöngébb esordák, mikor a homokos parton járnak, félénk lépteik nyomát kezeikkel egyenetlik el nagy óvatosan.

Íme, az ember az állatias durvaság legalsóbb lépcsőjén, valamint magasabb műveltségének tetszfényében, így készít magának mindenkor csak fáradságteljes életet. Így követi a vándort mindenütt a föld nagy kerekiségén, tengeren úgy, mint szárazon, valamint a történetbuvárt is a századokon keresztül, a meghasonlott emberi nem egyhangú, vigasztalan képe.

Ezért hát, a ki a népek soha ki nem békülő harcában lelki nyugalomra törekszik, örömet merül tekintetével a növények csendes életébe és a szent természeti erő titkos működésébe; vagy pedig átengedve magát vele született ösztönének, mely évezredek óta hevíti az ember kebelét, mélyen sejtőleg tekint fel a magas csillagokra, melyek zavartalan összhangban végezik ősrégi, örök pályafutásukat.

KIRCHHOFF

KIRCHHOFF (Gustav Robert), kitünő physikus, mint bűvár és tanár egyaránt híres. Tudományos dolgozatai szigorú következetesség, előadásai csaknem páratlan szabatosság által tűnnek ki. Tanári működése Németország határain messze túlterjed — előadásait Heidelbergben a legtávolabb nemzetek fiai hallgatják. A fiatalabb magyar physikusok nagy része ugyancsak az ő iskolájából került ki. Született 1824. márczius 12-ikén Königsbergben, (Poroszországban); ugyanott a híres F. Neumann tanítványa volt, s már tanuló korában feltűnést okozott első dolgozatával, melyben az elektrikus folyamok elágazására vonatkozó tételeket szigorúan megállapította. (Poggendorff's Annalen, 1845.) Tanulmányainak befejezése s a tudori cím elnyerése után magántanár lett Berlinben, később pedig (1850-ben) egyetemi rendkívüli tanár Boroszlóban. Itt fűződött közte s Bunsen, a híres vegyész között ama baráti kötelék, mely később a tudományra nézve oly gyümölcsöző lett. Bunsen 1852-ben a heidelbergi egyetemen mint rendes tanár foglalt helyet, ugyane minőségben követte őt Kirchhoff 1854-ben, s azóta e két kitünő férfi vállvetve dolgozik a tudományok előmozdításán és terjesztésén. Ez együttes munkálkodás legfőbb eredménye a színképi elemzés módszerének megállapítása volt (Chemische Analyse durch Spectralbetobachtungen; von R. Bunsen und G. Kirchhoff. Poggendorff's Annalen, 1860). E dolgozat és a napnak vegyelemzése a Fraunhofer-féle vonalak helyes megmagyarázása által (Untersuchungen über das Sonnenspectrum) K. nevét még nem szakértő körökben is híressé tette. Többi tudományos dolgozatai bár nem ismeretesek oly tág körben, mégis nem kevésbbé fontosak. Hely szüke miatt nem sorolhatjuk fel nagyszámú értekezéseit, melyek a ruganyosság elméletére, a mechanikai hőelméletre, s különösen az elektrikus folyamok elméletére vonatkoznak. Csaknem mindezen értekezések a „Poggendorff's Annalen“ és a „Crelle's Journal“ czimű folyóiratokban jelentek meg. Jelenleg K. az elméleti physika tankönyvén dolgozik (Vorlesungen über mathematische Physik. Leipzig, Teubner Heft 1 u. 2). Az itt magyar fordításban közlött előadás „A természettudományok czéljáról“, melyet Kirchhoff 1865-ben mint a heidelbergi egyetem rektora az elhunyt Károly Frigyes nagyherczeg születése napjának évfordulóján tartott, tudunkra e tudósnak egyetlen népszerű modorban írt műve.

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK CZÉLJÁRÓL.

HA VÉGIGTEKINTÜNK a külvilág által érzékeinkre gyakorolt benyomások tömérdek sokféleségén, már eleve úgy látszik, hogy alig lehetséges közös hasonlatosságot találni a l a m e n n y i természeti jelenség között. Mindamellett találtak ilyent, s ezt kell fejtegetésim kiinduló pontjául választanom. Kezdjük egy oly kísérlet taglalásán, mely a leg egyszerűbbek közül való; gondoljunk magunknak egy testet, melyet az alátámasztástól megfosztanak, s ennek következtében lecsik. A mi magát illeti, a test e közben semmit sem változik meg, csak elmegy a tér egyik helyéről egy másikra. Tömérdek sok oly jelenség van, melyek ezzel a n n y i b a n közösek, hogy szintén mozgásokból állanak, maga a mozgó változatlanul megmaradván. Az ily jelenségek különben szerfelett bonyolodottak és rendkívül sokfélék lehetnek, mihelyest a testek, melyeken mutatkoznak, vagy a testek részei különféleképen mozognak, s így egymáshoz képest más meg más helyzetbe jutnak. Vannak azonban oly jelenségek is, melyek — úgy látszik — nem efféle mozgásokból állanak. Ha a víz megfagy vagy elpárolog, ha a só vízben elolvad, ha a szén elég, úgy látszik, hogy ilyenkor a testek legkisebb részecskéi minőségükben szenvednek változást; sőt a látszat e példák egyikénél másikánál könnyen arra a következtetésre is vezethetne, mintha a test teljes megsemmisülése menne végbe. De a víz, ha elpárolog, nem

semmistül meg; átalakul egy gázzá, a vizgőzzé, mely a légkörben elterjed láthatatlanul. Ép ily kevéssé semmistül meg a szén, midőn elég; a levegő oxigénjével egy szintén láthatatlan gázzá, szénsavvá egyesül. A vegyészek arra a meggyőződésre jutottak, hogy a különféle testek chemiai egyesülésekor a legkisebb részecskék soha sem pusztulnak el, minőségükben nem is változnak meg, csupán új helyezkedésbe kerülnek. Minden chemiai folyamat is csak mozgásból áll, változatlanul maradó részek mozgásából. Mintegy 80 éve mondta ki először Lavoisier e tételt szabatosan és határozottan. Ez a chemia alapelve. És ennek nem csupán a chemiára, hanem az összes természettudományokra nézve is szerfelett nagy fontossága lett; erre támaszkodva, bátorságot vehettek azon állítás kimondására, hogy a természetben minden folyamat mozgásokból áll, a változatlan anyag mozgásaiból; és minden haladás, melyet a természet megismerésében tettek, s mely ezen elv megvizsgálására szolgálhatott, újra meg újra igazolta azt.

Van egy tudomány, a mechanika, melynek feladata a testek mozgását meghatározni, midőn az indító okok ismeretesek. A mechanika a természettudományokkal a legszorosabb viszonyban áll. E viszonyt szeretném közelebbről megmagyarázni; s e czélból legelőször is azt fogom fejtegetni, mennyire és mi módon oldotta meg a mechanika az ő feladatát.

A mechanika a geometriával közel rokon; mind a két tudomány a tiszta mathesis alkalmazása; tételeik, a mi a biztosságot illeti, tökéletesen egyenlő fokon állanak; ép azon joggal, melylyel a geometriai tételeknek absolut bizonyosságot tulajdonítunk, tulajdoníthatunk a mechanikaiaknak is.

A geometriát a régi görögök már magas álláspontra emelték. Az alapfogalmakat, melyekből e tudomány deduktív módon egészen kifejthető, t. i. a távolság és a szöglet fogalmát már tökéletes tisztán átértették. Hisz „Euklides

elemeit“ sok iskolában a geometriai oktatás alapjául használják maiglan is. Ilyesmi a mechanikáról nem mondható; alapfogalmainak java részét az ókor még csak nem is sejtette. Igaz, hogy egy-két tételét Archimedes megtalálta; tudott valamit az emelő egyensúlyáról, és ismerte az úszó test egyensúlyáról szóló tételt; melyet ma is Archimedes elvének nevezünk. De ezek és a velök hasonlatos ismeretek elszigetelten állottak, miből aztán felfogható, hogy majd két évezredig, t. i. Galilei idejéig, nemcsak hogy nem gyarapodtak, de még csak méltatva sem voltak. Az ókor legnagyobb gondolkozója, Aristoteles sokat okoskodott a testek mozgásáról, de fáradozásai: megtalálni azon fogalmakat, melyekre a mozgások tudományos tárgyalása fektethető, tökéletesen el voltak hibázva. Eféle fogalmakat: tökéletes és tökéletlen, jobb és rosszabb, természetes és erőszakos, tehát fogalmakat, melyek mozgásoknál szóba sem jöhetnek, akart reájok alkalmazni, és ennek következtében oly tételekre jutott, melyeknek semmiféle értelmök sincs. De az igazság ritkán adja meg magát, úgy az egyesnek valamint az emberi nemnek, az első próbára; s ezért a a tiszteleten, melylyel az ókor nagy szellemei iránt viseltünk, csorbát nem ejthet az, hogy törekvéseik, megalapítani a tudományos mechanikát, balul ütöttek ki. Csak azután, midőn a középkor sötét századai elvonultak, éledt fel újra e törekvés, most már jobb sikerrel. Különösen Galilei volt az, ki az erő fogalmát, a mechanika e sarkpontját tisztába hozta.

Az erő szónak a közéletben igen sokféle értelme van, s a tudomány nyelvén is különböző fogalmakat jelölnek vele; itt az anyagi pont mozgása változásának okát kell alatta érteni. E definitióból következik, hogy a pont, melyre erő nem működik, megmarad abban a mozgásban, a melyben épen van, azaz változatlan irányban s egyforma sebességgel halad tova. Ha a pontra mozgása irányában erő működik, úgy a sebessége gyarapszik, gyorsulást nyer — így

nevezik a sebességnek az idő egységében végbemenő gyarapodását; s ha az erő a mozgás ellenében működik, úgy a pont lassúdást szenved; s ha végre az erő a mozgásától különböző irányban hat a pontra, úgy ez az egyenes pályából kitér és görbe vonalon kénytelen futni. Az erő mindig a maga irányában hoz létre gyorsulást. A gyorsulásnak és a pont tömegének, vagyis a benne foglalt anyag mennyiségének szorzománya szolgál az erő nagyságának mértékül.

A mechanika alapfogalmának, az erő fogalmának föllelését lényegesen megkönnyítette az a szerencsés körülmény, hogy a nehézségtől származó erők igen egyszerű törvénynek hódolnak, t. i. annak, hogy a test súlya ugyanaz marad, ha nyugszik is, vagy ha bármiképp mozog is. Ebből az következik, hogy egy kis súlyos test, melyet szabadon leejtenek vagy eldobnak, mozgásában jóformán megvalósítja azt a legegyszerűbb esetet, mely a mechanikában magát előadhatja. Csakugyan e mozgás tanulmányozása volt az, a mi Galileit ama fogalomra reávezette.

A feladat: egyetlen anyagi pont mozgását meghatározni, midőn a működő erő meg van adva, aránylag igen egyszerű. Minthogy az erő megszabja a gyorsulást, melyet a pont minden pillanatban kap, meg lehet minden időpontra nézve mondani sebességét és helyét is, mihelyt egyetlen egy időpontra nézve sebességét és helyét ismerjük. De hogyan mozognak a pontok adott erők hatása alatt akkor, ha e pontok egymással össze vannak kapcsolva? például: szilárdan összekapcsolva mint a merev test részei, vagy úgy, hogy még némiképen, de már korlátozva mozoghasanak egymáshoz képest: mint a folyadék, vagy a rügős szilárd test részei. E kérdés jóval bajosabb, s teljes és általános megoldása sokkal később is sikerült. Hogy a megoldás sorát és rendjét megjelölhessem, egyetmást előre kell bocsátanom.

Előadhatja magát az az eset, hogy egy pontra vagy a pontok rendszerére oly erők működnek, melyek egymás hatását lerontják, úgy hogy a pontok akkép mozognak, mintha erő nem is hatna reájok. Ily esetben azt mondjuk: az erők egyensúlyban vannak. Az egyensúlynak egy-két egyszerű esete, a hogy az erő fogalmának szabatos felfogása nélkül lehetett, már Galileinél előbb is ismeretes volt; Archimedes p. az egyenes emelőn működő két párhuzamos erő egyensúlyának föltételét helyesen kifejezte; Leonardo da Vinci, híres mint festész, szobrász és építész, megtette ugyanezt nem párhuzamos erőkre is. Stevinus megtalálta a lejtőn levő súlyos test egyensúlyának föltételét. Mostanság a mechanika egy oly elvnek van birtokában, mely az anyagi pontoknak bármely rendszerére, bárhogyan legyenek is azok összekapcsolva, megmondja az egyensúly föltételét; a virtuális sebességek elvének neveztetik; Galilei találta föl, nem ugyan a maga teljes általánosságában; és Bernoulli János mutatta meg először igazi becsét. Nehány szóba össze lehet azt foglalni, mihelyt meg van magyarázva, hogy a mechanikában erő munkája alatt mit értenek. Képzeljünk magunknak egy anyagi pontot, melyre egy erő működik; gondolatban toljuk el valamerre a pontot egy végtelen keveset, és csináljuk meg a szorozmányt az erő nagyságából és az iránya szerint mért eltolódásból; e szorozmány az erő munkájának ezen eltolódás közben, vagy ama munkának neveztetik, melyet az erő ezen eltolódás közben végez. E munka, nyilvánvaló, pozitív vagy negatív lehet, minthogy az eltolódás, a milyen az iránya, az erő iránya szerint mérve pozitív vagy negatív eredményt adhat. A virtuális sebességek elve azt mondja, hogy az anyagi pontok bármely rendszere akkor van, és csakis akkor van egyensúlyban, ha a rendszernek minden oly végtelen kis eltolódására, melyet a pontok kapcsolata megtűr, valamennyi erő munkájának összege egyenlő a semmivel.

Lehetetlen félreismerni ezen, annyira általános tételnek jelentőségét a mechanikára nézve, de minthogy nem mond egyebet, mint azt, hogy az erők rendszerének mily feltétel alatt nincs hatása, úgy látszik, még igen hosszú az út ama kérdés megoldásaig, hogy mi a hatása az erők tetszőleges rendszerének? Mégis, ez az út csak egy lépés, persze igen jelentékeny lépés, melyet, Huyghens által előkészítve, d'Alembert tett meg a mult század közepén. Gondoljunk magunknak egy rendszert anyagi pontokból, melyek valami-képen össze legyenek egymással kapcsolva, s melyekre adott erők működjenek: mindenik pont, ha maga lenne, azt a gyorsulást venné föl, mely a pont tömegétől és a reá működő erőtől a föntebb kifejtett egyszerű módon függ: a valóságban máskép fog mozogni, mert a kapcsolat, mely a többi pontokhoz fűzi, befolyással lesz reája; nevezzük az erőt, melyet a pontra működőhöz hozzá kellene csatolni, hogy a pont, a többitől elkülönítve, úgy mozogjon, mint a valóságban mozog, nyert erőnek; ekkor a d'Alembert elve azt mondja, hogy valamennyi nyert erő egyensúlyban van egymással. Ezzel a mechanika legáltalánosabb feladata egyensúlytani feladatra van vezetve, tehát oly tanéra, mely, mint mondva volt, a hozzá intézett kérdésre soha sem marad a felelettel adós. A d'Alembert elvével és a virtualis sebességek elvével, föltéve hogy a tiszta matematikai nehézségek legyőzhetőek, meg lehet határozni minden tetszőleges tömegrendszer mozgását, mihe-lyest a működő erők és a rendszer állapota, t. i. minden részének helye és sebessége egy pillanatban meg vannak adva.

Ha a természet minden erejét ismernők, és ha tudnók, hogy milyen az anyag állapota egy bizonyos pillanatban, úgy a mechanikával meg lehetne határozni az anyag állapotát minden későbbi pillanatra, és le lehetne vezetni: hogy a különféle természeti jelenségek miként követik és kísérik egymást. A legvégső cél, melyre a természettudomá-

nyoknak törekedniök kell: az imént mondott föltevést megvalósítani, vagyis a természetben előforduló erőket meghatározni és meghatározni az anyag állapotát egy bizonyos pillanatra, szóval minden természeti jelenséget a mechanikára vezetni vissza.

Lássuk, mennyire közeledtünk e célhoz mostanáig, és pillantsuk át először is az erőket, melyeket a természetben ekkoraig kiismertünk, vagy legalább hiszszük, hogy kiismertünk. A meglevő erők keresése egyjelentésű az anyag tulajdonságainak keresésével; mert az anyagnak nincs egyéb ismertető jele, mint az erők, melyeket részei egymásra gyakorolnak, és egyéb erő nincs mint olyan, melyet az anyag részei gyakorolnak egymásra. A különféle erők elsorolása, melyekről hiszszük, hogy kiismervék, megköveteli tehát azon különféle anyagnemek elsorolását is, melyeknek létezését föltételezzük.

A földön minden test nehéz, alapjára mindenik gyakorol nyomást és leesik, ha az alapot eltávolítják; a Hold a Föld körül mozog; a Föld és a bolygók a Nap körül járnak. E tények igen különfélék, s mégis mindannyian egy és ugyanazon októl függenek, ugyanazon erő következményei. Hogy ez be van bizonyítva, Newton halhatatlan érdeme; Newton mutatta meg, hogy bármely két test vonzó erőt gyakorol egymásra, mely távolságuk négyzetével visszás arányban van; s hogy a vonzás, melylyel az égi testek e törvény értelmében egymásra hatnak, szabja meg mozgásukat; valamint hogy e vonzás a Föld és valamely földi test között ez utóbbinak nehézségét adja meg. A Newton által fölfedezett vonzás, az úgynevezett gravitatio, az első általános természeti erő, melyet kiismertek. De ez nem az egyedüli erő, melyet az anyag részei egymásra gyakorolnak. Ha rugalmas tollat meghajlítani, légtömeget vagy folyadékot összenyomni akarunk, erőfeszítésünkbe kerül, mely annál nagyobb, minél nagyobb a szándékolt alakváltoztatás. A test részei között erőknek kell tehát működniök, melyek

az ily alakváltoztatásnak ellene szegülnek. Ezek az erők a különböző testeknél igen különbözők; tőlük függ, vajjon a test szilárd-e, folyékony-e, vagy pedig légnemű. Testek, melyek szorosán összeérintkeznek, sokszor igen nagy erővel egymáshoz tapadnak; ezen alapszik a ragasztás, enyvezés, forrasztás. Üvegpálcán, melyet vízbe mártunk s aztán kihúzzunk, vízcsepp függ; szűk helyekre, p. az itatós papír lika-csaiba a víz beszivódik. Czukor elolvad a vízben, ezink elolvad higitott savban. Mind ezen jelenségekben erők szerepelnek, melyeket a testek részei gyakorolnak egymásra. Ezeket az erőket mind egy néven: molekuláris erőknek nevezzük. Hatásaik közül sokat ismerünk, de törvényeik közül, melyek szerint működnek, alig tudunk egyebet, mint azt, hogy csak oly távolságoknál válnak érezhetőkké, melyeket kiesinységük miatt észre nem vehetünk, t. i. a testek érintkezésekor. Az anyag ugyanazon részei, melyek nagyobb távolságokból csak gravitálva hatnak egymásra, elegendő közelségből a molekuláris erőket működtetik, azon erőket, melyek proteusszerűleg majd a rugalmasság, majd az összetartás és tapadás, majd a chemiai rokonság erejeként jelentkeznek. A chemiai folyamatok egyszersmind arra a fölvételre kényszerítenek, hogy azon anyag, mely a gravitatio törvényének hódol, annyi külön fajta a hány chemiai elem van.

De nem minden anyag van alávetve a gravitatio törvényének, nem minden anyag nehéz vagyis súlyamérhető. A végtelen világtért és e testek súlyamérhető részecskéi közti tért, úgy gondoljuk, egy súlyamérhetetlen anyag tölti be, melyet éternek vagy fényéternek nevezünk. A fény kényszerít erre a föltevésre. A hang rezgésekből, a levegő hullámaiból áll, melyek a hangzó testből indulnak ki, s melyek a víz felületén, kő rádobásakor keletkező és szerte gyűrűző hullámokhoz hasonlíthatók. A fény hasonló hullámokból áll mint a hang, csakhogy nem a levegő hányja őket. A csillagoktól a fény elérkezik szemünkhöz; kell tehát valaminek lenni, a mi az ég mérhetetlen térségeit megtölti, s a mi

rezgéseket végezhet — s épen ezt a valamit nevezzük éternek. A mit felőle tudunk, a fény tulajdonságaiból van következtetve. Ezekből az tűnik ki, hogy az úgynevezett üres térben, vagyis az oly térben, melyben súlyamérhető anyag nincs, az éter olyformán viseli magát, mint a rugalmas szilárd test. A fényrezgések t. i. harántrezgések, vagyis olyanok, melyeknél a részecskék rezgése a haladás irányára mindig merőlegesen történik; harántrezgések pedig folyékony és légnemű testeken nem fordulnak elő, csupán a szilárdakon. Különösnek tetszik, midőn azt halljuk, hogy az éter, mely minden ismert súlyamérhető anyagnál bizonyosan töméntelenszer finomabb, a fénymozgást illetőleg szilárd test gyanánt, nem pedig gáz gyanánt viseli magát. Valamivel jobban érthetővé válik e tény, ha meggondoljuk, mily bámulatos gyorsasággal mennek végbe a fényrezgések. Vannak különböző színű fénysugarak, s ezek, a mi mozgásukat illeti, csak a rezgések tartamában különböznek egymástól; a vörös fényben az éterrészecskék lassabban rezegnek mint bár mely másban, s egy rezgés ideje még itt is csak valami 500 milliomad része az egy milliomad másodpercnek. Ha képesek lennénk ily végtelen parányi időközöket érzékeinkkel közvetlenül fölfogni, úgy alattok valószínűleg nem vennénk észre különbségeket a szilárd, folyékony és légnemű testek között; s a folyadékok és gázok is oly tulajdonságokkal lépnének föl, melyeket most csak a szilárd testeken ismertünk.

Ha a fény az üres térből valamely testhez ér, úgy egyik része visszaverődik, a másik része pedig behatol a test belsőjébe s irányát változtatva halad benne; megtörik és a test természetéhez képest, többé-kevésbé meg is gyöngül az elnyelődés miatt. A fénysugarak visszaveréséből következik, hogy az éter a testeken belül más állapotban van, mint kívül. A változás, melyet az éter a testekben szenved, s a fény elnyelése erőkre utalnak, melyeket a súlyamérhető anyag

az éterre gyakorol. Ezen erők törvényeit ma még csak oly hiányosan ismerjük, mint a molekuláris erőket.

A súlymérhetetlen anyagnak az éteren kívül még egy más fajtáját is kénytelenek vagyunk elfogadni, t. i. az úgynevezett elektrikus folyadékokat, melyek a tudomány mai álláspontján a különféle elektrikus és magnetikus jelenségek oka gyanánt tekintendők.

Gyánta, üveg, peccétviasz és sok egyéb test oly tulajdonságú, hogy ha megdörzsölik, könnyű testeeskéket, péld. hamut, szalmaszálat, papirdarabkát magához vonz, azután meg eltaszít. A hogy elkezdtek e jelenségeket komolyan vizsgálgatni, csakhamar kifejlődött a múlt században, az a nézet, hogy ezek két oly anyagtól származnak, melyek a testekben a súlymérhető részecskék között vannak és oly tulajdonságúak, hogy az egy anyagbeli részecskék taszítják; a különbözők pedig vonzzák egymást. Positiv és negativ elektricitásnak nevezték őket. Föltették, hogy az elektrizálatlan testekben egyenlő mennyiségben, egyformán elkeveredve vannak jelen; két test összedörzsölése által azonban külön választhatók. E képzetet C o u l o m b hozta egészen tisztába, midőn 1785-ben, kísérletei alapján, megtalálta a törvényt, mely szerint e vonzó és taszító erőknek működniök kell, hogy a megfigyelt jelenségeket létrehozassák. Törvénye nagyon hasonlít a Newton-féle gravitatio-törvényhez; az elektrikus erők is visszás arányban vannak az egymásra ható részecskék távolságának négyzetével.

A C o u l o m b-féle törvény — látszik a leszármaztatásból — egyelőre csakis nyugvó elektricitásra vonatkozik. A jelenségek, melyeket ez hoz létre, sohasem valami nagyon szembeszökők, s legtöbbször csak mesterségesen idéz tetnek elő a physikusok műhelyeiben. Sokkal különbek s a figyelmet jobban megragadják a mozgó, az áramló elektricitás hatásai. Nagyszerű látványokat hoz ez létre, midőn a zivataros felleg cikázó villámokban tör ki; és sok különféle munkát hajt végre az ember szolgálatában. A telegraph-

sodronyokon gondolat-gyorsasággal viszi a szót száz és száz mérföldre, az elektrikus lámpából a Napéval vetekedő fényt lövell, a galvanoplastikus gyárakban emlékpénzeket, szobrokat és egyéb tárgyakat aranyoz, ezüstöz és oly hűséggel másol rézbe, minőt semmiféle művészi kéz soha sem érhet el. Az áramló elektricitás jelenségei a Coulomb által kiismert erőkből meg nem magyarázhatók; sőt inkább az következik belőlök, hogy az erő, melylyel két elektrikus részecske egymásra hat, más, mikor mozognak, mint mikor nyugszanak. Mintegy 20 éve, hogy Wilhelm Weber-nek sikerült az erő és a részecskék mozgása közti kapcsolatot megtalálni s ezzel magyarázatot adni az elektrikus áramoknak távolságra történő hatásairól. A hatások azonban, melyeket ez áramok az általuk átjárt testekben előidéznek, a velök föllépő megmelegedés és chemiai bomlások oly erőkre utalnak, melyek az elektrikus részecskék és a súlyamérhető anyag részecskéi között működnek, oly erőkre, melyek a molekuláris erőkhöz némileg hasonlítanak és szintoly kevéssé vannak kiismerve, mint ezek.

Némely testekben azelőtt a két elektricitáson kívül még más két anyagot is föltételeztek, mely egészen hasonló tulajdonságuk lennének, mint az elektrikus anyagok, t. i. föltételezték a magnetikus folyadékokat, melyekkel a magnetikus jelenségeket, tehát a mágnesek által egymásra gyakorolt erőket iparkodtak megmagyarázni. A m p è r e azonban megmutatta, hogy ugyanazokat a hatásokat, melyeket a magnetikus folyadékok — ha vannak — létrehoznak, ugyanezen hatásokat elektrikus áramok is, a mágnesek legkisebb részecskéi körül keringvén, szintén előidézik; ez áramok segédelmével levezette továbbá a mágnesek és az elektrikus áramok közti cseréhatás törvényeit, azon hatásét, mely tényleg létezik s mely előbb egészen titokszerű vala. Ez által a magnetikus folyadékok föltevése örökre kiszorult a tudományból s a magnetismus tana az elektricitás tanába olvadt be.

Az újabb időben egy ehhez hasonló, de még nagyobb fontosságú sikert vívtak ki; még húsz évvel ezelőtt, hogy számot adjanak a hő jelenségeiről, egy sajátságos súlyamérhetetlen anyag volt általánosan elfogadva, az úgynevezett hőanyag. Most már ez is számüzve van a tudományból, mint mindjárt bővebben ki fogom fejteni. Mindamellett az a képzet, melyet magunknak a testek szerkezetéről jelenleg alkotunk, még igen bonyolódott; a testekben, a mai felfogás szerint, a súlyamérhető anyag oly sokféle, chemiaillag különböző fajtáin kívül még fényéter s két elektrikus folyadék is van. Remélhető, hogy sikerülni fog, e képzetet még jobban egyszerűsíteni; már is történtek próbák, hogy az elektricitás jelenségeit az elektrikus folyadékok föltevése nélkül megmagyarázzák — de persze még ki nem elégitő sikerrel.

Hogy a természettudományok teljesen a mechanikára legyenek visszavezetve, a meglevő erők ismeretén kívül még szükséges az anyag állapotát is valamely pillanatban ismerni; tudni kell, hogy az anyag miként van eloszolva a világon, s minden részecskéjének mekkora a sebessége. Ha a tudományunk a természeti erőket illetőleg hézagos és nagy részt bizonytalan, úgy az anyag állapotát illetőleg még nagyobb mértékben az.

Annyit tudunk, hogy a súlyamérhető anyag égi testekbe van felhalmozva, melyeket aránylag óriási közök választanak el egymástól. A Napról és nagyobb bolygókról tudjuk tömegük nagyságát, távolságukat és viszonyos mozgásaikat. A Napra nézve ki lehetett továbbá puhatolni egykettőt a rajta levő chemiai elemek közül is; ugyanez sikerült több álló csillagnál és ködfoltnál is. De aztán ez is ám jóformán az egész, amit a csillagok anyagáról tudunk. És nem is kell gondolatainkat a csillagos égre emelnünk, hogy belássuk, mily keveset tudunk még az anyag eloszlottságáról. A Föld belsejéből csak azok a testek eshetnek részletesebb megvizsgálás alá, melyekhez a bányász leér; és mily ki-

csiny a mélység, melyre ez juthat, a föld méreteihez képest? A föld színén és a kérgében levő testekről sokfélét tudunk; az összes készség, mit az úgynevezett leiró természettudományok szolgáltatnak, ezekre vonatkozik; hogy azonban az anyag mind e testekben miként van elrendezve, erre nézve ismereteink még igen tökéletlenek. Vegyünk p. valamely testet, melyet tetszésünk szerint szétapríthatunk s optikai segédeszközainkkal kényelmesen megtekinthetünk; mit tudunk a benne levő súlyamérhető anyag elrendezéséről, mit arról, hogy az éter és az elektrikus folyadékok — ha ugyan léteznek — miként vannak benne elhelyezve? Valószínű, de nem bizonyos, hogy minden anyag igen parányi részecskékből, úgynevezett molekulákból áll, melyeket aránylag igen nagy közök választanak el, oly közök azonban, melyek szemünknek még akkor is észrevehetetlen kicsinyek, ha ezt az optikai művészet leghathatósabb eszközeivel erősítjük is. Föltéve, hogy e felfogás helyes lenne, feltéve továbbá — ami korán sincs így — hogy az anyag legkisebb részecskéinek alakját és nagyságát ismernők és azt is tudnók, hogy a részecskék valamely pillanatban miként vannak elhelyezkedve, még akkor is mindig fentmaradna a kérdés, hogy minő a mozgásuk ebben a pillanatban? Az ily mozgás minden testben jelen van, még akkor is, midőn szemünk észre nem veszi; a melegség tünetényei t. i. ily mozgáson alapulnak. Szabadjon ez állítás indokolásába mélyebben bebocsátkoznom; oly állítás ez, mely csak rövid idő óta van igaznak elismerve, s a melynek — önként belátható — igen nagy jelentősége van az anyag állapota felől szerzett ismereteinkre nézve.

Mi a melegség? E kérdésre a felelet már csak azért is igen nagy fontosságú, mivel ez a ható majd minden jelenségnél közreműködik. A testeknek majd minden tulajdonsága módosul a melegség által; a merev testeket megpuhítja és megolvasztja, a folyékonyakat gázzá változtatja, a chemiaialag vegyületeket alkotórészekre bontja, vagy az

egyszerűeket egyesíti; melegséggel világosságot csinálhatunk és elektrikus áramokat gerjeszthetünk. Viszont melegséget a legkülönbélebb módokon fejleszthetünk; azt a melegséget, melyet a közéleti és ipari czélokra mesterségesen állítanak elő, a szén szolgáltatja, midőn a légkör oxgyénjével egyesül; a napfény a testet, ha rásüt, megmelegíti; az elektrikus áram minden testben, melyet átjár, meleget gerjeszt. Alig van természeti jelenség, melynek megvizsgálása arra a kérdésre ne vezetne, mi a melegség?

A hőmérsék fogalma a születésünkkel kezdődő tapasztalás által ép oly ismeretessé válik előttünk, mint akár a tér vagy az idő fogalma; s ez okból már eleve is ép oly fundamentális, ép oly kevésbé értelmezhető fogalom az, mint ezek. Midőn az elv, mely szerint minden természeti jelenség változatlan anyag mozgásaiból áll, meg lőn állapítva, szükségképen előkerült az a feladat is: a melegség hatásait mozgásokból magyarázni meg és a hőmérsék fogalmát mechanikai fogalmakra vezetni. E végből azt gondolták ki, hogy egy sajátságos hőanyag létezik, egy súlyamérhetetlen anyag, mely a testekben majd nagyobb, majd kisebb mennyiségben van jelen, s mennyisége által hőmérséküket szabja meg. Ha melegebb test hidegebbel kerül össze, úgy amaz hül, ez pedig melegszik, mivel — így mondták — a hőanyagból valamelyes átfoly amabból emebbe. De vannak oly esetek is, midőn egy test megmelegszik, anélkül hogy a másik hülne, vagy viszont; tehát oly esetek, melyekben úgy látszik, melegség újonnan keletkezik vagy pedig elvesz. Az első, például, az égésnél adja elő magát; a második pedig, midőn viz elpárolog és ennek következtében meghül. Hogy hőanyag újból keletkezheessen vagy megsemmisülhessen, azt anyagról nem teheték föl; azzal a hypothesisissal segítettek magukon, hogy a hőanyag a súlyamérhető anyaggal vegyületekre léphet, melyek a különmemű testek chemiai vegyületeivel volnának összehasonlíthatók. Valamint a sav jellemző tulajdonságait elveszti, mihelyt aljjal sóvá egyesül, ép úgy —

ez volt a következtetés — a hőanyag is elveszti hőmérsék-fokozó képességét, mihelyt vízzel vizsgálózzé egyesül; elégéskor ismét visszanyeri ezt a képességet, mivel e közben eddigi vegyületéből, melyben hatástalan volt, kiválasztódik. Ép úgy beszéltek szabad és kötött melegről a testben, a miként szabad és kötött savról beszélnek a különmemű chemiai anyagok keverékében. Megmagyarázandó, hogy a meleg és hideg test összekerülésekor a hőmérsék kiegyenlődése miért megy végbe, a hőanyagot még azzal a tulajdonsággal ruházták föl, hogy részei egymást taszítják, a súlyamérhető anyag részei azonban vonzzák őket. Ezzel úgy vélték, egyszersmind számot adtak a tényről, hogy a legtöbb test, midőn melegszik, ki is tágul.

A melegség lényegéről ez a nézet uralkodott még alig egy-két évtizede is; noha itt-ott már jóval előbb is pengették tarthatatlanságát. Valóban feltűnő, hogy e nézet oly soká fenn tarthatta magát, hisz egy jelenség, mely a műveltség legalacsonyabb fokán álló emberek előtt is ismeretes, világosan bizonyítja hamis voltát; értem a hőerjesztést dörzsölés által. Dörzsölés által két testet igen meg lehet melegíteni, anélkül hogy rajtuk bármi egyéb változás történnék; a melegség, mely itt teremni látszik, valóban teremtve van; tehát a melegség nem lehet anyag, melynek a világon levő mennyisége változatlan.

A melegség lényege felől helyes belátást csupán azon elv nyújtott, melyet valami 20 éve fődöztek fel, s a mely az összes természeti tudományokra nézve fundamentális jelentőségű; és a mely elv általánossága, következményeinek gazdagsága miatt, a természettől szerzett ismereteink sorában mindjárt az anyag változatlanságáról szóló elv tőszomszédságában foglal helyet. Hogy kimondhassam az elvet, vissza kell térnem egy fogalomra, melyet már előbb is kellett értelmeznem, t. i. az erő munkájának fogalmára. Ha az erő támadó pontja végtelen kevéssé eltolódik, úgy az erő nagyságából és az irányra szerint mért eltolódásból képezett

szorozmányt az erő e közben végzett munkájának nevezzük. Ha a pontnak, egyenes vagy görbe pályán, véges nagyságú eltolódása történt, úgy a munka azon munkák összege lesz, melyek az egész eltolódást alkotó végtelen kis eltolódásoknak felelnek meg; ha pedig különböző anyagi pontokra ható erők egész rendszerével van dolgunk, úgy a pontok tetszőleges eltolódása közben, az egyes erők által végzett munkák összegét a rendszer munkájának nevezzük. A munka eme fogalma előfordul abban a tételben, mely a mindjárt előterjesztendő következtetések láncolatában lényeges tag, t. i. az úgynevezett eleven erőről szóló tételben. E tétel közvetlen következménye ama D'Alembert-féle elvnek, mely a legáltalánosabb mechanikai feladat megoldását foglalja magában. A mozgó tömeg eleven erejével, e nem épen szerencsésen választott névvel, a tömeg nagyságának és sebessége négyzetének félszer vett szorozmányát jelölik; a tömegek valamely rendszerének eleven ereje alatt pedig a részek eleven erőinek összegét értik. Az eleven erőről szóló tétel azt fejezi ki, hogy a tömegek bármely rendszerénél, mely tetszőleges erők hatása alatt mozog, az eleven erő bizonyos idő alatt épen annyival gyorsapszik, a mennyi a működő erők munkája ezen idő alatt. A súlyos testek esésére alkalmazva, e tétel megmondja azt a törvényt, miként növekszik a sebesség, ha a bejárt út növekszik: a sebességnek itt növekedni kell; minthogy a nehézség iránya szerint mozgó test súlya pozitív munkát végez. A fölfelé lödintott testnél, mely a nehézséggel ellenkező irányban halad a súly negatív munkát végez, a sebességnek itt csökkenni kell; ugyanez a törvény mondja meg, hogy ez mily mértékben történik. Tételünk minden gépre alkalmazható. Akármilyen legyen is a gép, a feladat mindig ez: erőt legyőzni; vagy testnek sebességet kölcsönözni. Az eleven erő tételénél fogva, e ezél csak úgy érhető el, ha egy másik erővel munkát végeztetünk, vagy egy más test sebességét csökkentjük. A vízi keréknél, mely pl. malmot hajt, víz esik le, vagy pedig valamely vízfolyam sebessége csökken. Az óránál a sü-

lyedő súly az ellenállást győzi le, melyre a mű részei mozgásuk közben bukkannak. Ha az óra lejárt, újra föl kell húzni; a súlyt emberi erő munkájával újra föl kell emelni.

Nem lehetne-e az órát úgy szerkeszteni, hogy a mint lejár, maga-magát újra felhuzza? vagy pedig a vízi kereket úgy szerkeszteni, hogy a vizet, melynek esése mozgásra indította, megint az eredeti magasságra emelje és a mellett még a malmot is hajtsa? Ha ez sikerülne, úgy meg volna szerkesztve az a gép, melyet sokan kerestek, de senki sem talált fel, t. i. az úgynevezett perpetuum mobile. Hogy efféle gépet csupán a nehézségi erő vagy más ily erők használata mellett, lehetetlen előállítani, az már régóta tudva van. Régóta ismeretes már, hogy sok természeti erőnek, s köztük a nehézségtől származóknak is, meg van az a tulajdonságuk, hogy munkájok, amit az alatt végeznek, míg a tömegek, melyekre működnek, bizonyos kezdeti állapotukból bizonyos végső állapotukba eljutnak, csupán e két állapottól függ, de nem függ az eljutás rendjétől és módjától. Ha a kezdeti és végső állapot összeesik, úgy az ilyen erők munkája semmi; mert ez esetben az eljutás úgy is eszközölhető lenne, hogy a rendszer egyáltalában ki sem mozdulna. Valahányszor a gép részei, melyre efféle erők működnek, eredeti állásukba visszatérnek, ezen erők munkája mindig egyenlő a semmivel. Ha valamely súly magába visszatérő görbe vonalon mozog, úgy munkát nem végez, mert a mennyit pályája egyik részén emelkedik, éppen annyira süllyed a másik részen; és így nem is lehet vele semmiféle ellenállást legyőzni, vagy pedig testnek sebességet kölcsönözni, ha csak saját sebessége rovasára nem.

De úgy látszott, hogy a természetnek nem minden ereje osztozik e tulajdonságban; egy-két évtizeddel ezelőtt még nyílt kérdés volt, vajjon a perpetuum mobile nem lenne-e lehetséges, ha melegséget, fényt, elektricitást és chemiai folyamatokat is szerepeltetnénk benne. Most már meg van e kérdésre a felelet: a perpetuum mobile mindenféleképen

lehetetlen; minden természeti erő követi a törvényt, hogy a munka, a mit az alatt végez, míg támadó pontja egy bizonyos kezdeti állapotából bizonyos végső állapotába eljut, csupán e két állapottól függ és nem függ az eljutás módjától; más szóval: minden természeti erő munkája egyenlő a semmivel, mihelyt a mozgás közben a támadó pont az eredeti állásba tér vissza.

E törvény megismerése kétségtelenül a legfontosabb mindazon ismeretek között, melyeket e században a természettudományok körében szereztek. A föltalálás és hasznosítás dicsősége kiválóképen Mayert, Coldingot, Joulet, Helmholtzot, Clausiust és Thomsont illeti. Különösen a melegség okozta jelenségek bonczolgatása vezetett eme tétel föltalálására, melyet a „munka állandósága“ tételének nevezhetünk; és viszont ez rántotta le a leplet a melegség lényegéről. A következő példa, úgy vélem, a legalkalmasabb annak megmutatására, hogy mi módon lehetett e tétel segítségével megfelelni a kérdésre: mi legyen a melegség?

Gondoljunk magunknak egy kereket, mely, mint a kocsikerék, tengelye körül foroghat. Ha a kerék forog s e közben tengelye mozdulatlanul meg van erősítve, úgy a kerékre netán ható erők munkája, tételünk értelmében, minden egész fordulatnál egyenlő a semmivel, mert egy-egy fordulat után minden rész megint eredeti helyzetébe jut. Az eleven erő tételénél fogva, — mely szerint az eleven erő szaporodása mindig egyenlő a végzett munkával, — egy-egy fordulat után az eleven erőnek is változatlanoknak kell lennie. A kerék azonban a tengelyén surlódást szenved; e surlódás következtében a kerék forgó sebessége mindinkább csökken, tehát a forgás eleven ereje is minden fordulat után valamivel csökken. Kell tehát a forgáson kívül még valami más láthatatlan mozgásnak is jelen lenni, melynek eleven ereje épen annyival gyarapodott, a mennyivel a forgásé csökkent. De a surlódásnak, a forgó sebesség csökkentésén kívül, csak

egyetlen egy hatása van, t. i.: a melegség gerjesztése. Ebből következtethető, hogy a melegség láthatatlan mozgásból áll.

Tudván azt, hogy a melegség mozgás, könnyen fölfogható a melegség támadása és eltűnése. Minden munkatévő erő melegséget támaszt, ha t. i. más egyéb hatást nem szül, vagyis más egyéb mozgást elő nem idéz és más idegen erőt le nem győz. A meleg mennyiségét azon vízmennyiséggel mérik, a mennyit bizonyos hőfokra, p. 0° -ról 1° -ra képes hevíteni. Az így mért melegmennyiség, ha bizonyos munka hozta létre, arányos tartozik lenni a munkával, bárminő természetűek legyenek is a munkatévő erők. Joule mérései szerint azt a melegmennyiséget, mely 1 font víznek szükséges, hogy a százrészű skála 0° -áról 1° -ra hevüljön, annyi munka hozza létre, a mennyit 1 font végez, midőn 423.5 méternyi magasságról aláesik. E munkát a hőegység mechanikai egyenértékének nevezték el. Segedelmével egy egyszerű arányból meg lehet tudni, hogy egy bizonyos melegmennyiséggel mennyi munka, és hogy egy bizonyos munkával mennyi melegség egyenértékű. Ha súlyos test vízben a fenékre esik, úgy a víz heves mozgásra kerekedik; de a látható mozgás gyöngébb és gyöngébb lesz, a surlódás lassanként megsemmisíti; de ez meleget támaszt, s a víz, ha nyugalomra tért, melegebb mint előbb volt; melegmennyiség támadt benne, mely egyenértékű azzal a munkával, melyet estében a test súlya végzett. Itt a melegség munkából támadását a surlódás eszközölte; de ez nem mindig így van. Midőn szén oxgénnel elég, vagy sav aljjal sóvá egyesül, a szövetkező részecskék azon vonzó erőknek engedelmesskednek, melyeket egymásra gyakorolnak; e vonzó erők tehát munkát végeznek, s a támasztott melegmennyiség e munkával egyenértékű. Midőn zivatarkor a felhő pozitív elektricitása a földbeli negatívval a villámban egyesül, az erők, melyekkel az ellentétes elektricitások egymást vonzzák, munkát végeznek, ez pedig meleget szül, s ennek következtében a villám gyújt. Viszont a melegmennyiség, mely eltűnik, véghezvitt

munkával egyenértékű. A dolgozó gőzgépben melegség megsemmitül; a gőz, mely a kazánból a hengerbe tódul, onnan több meleget szed fel, mint a mennyt átad a condensatornak, melybe, miután a hengerben dolgát végezte, beömlik. A gép munkasikere egyenértékű az eltűnő melegmennyiséggel.

Miután meggyőződtek, hogy a melegség mozgás, könnyen felfogható lett az is, miért iparkodik a melegség mindinkább szétterjedni. Ha egy testet valamely részén megrendítünk, a megrendülés e helytől mindenfelé szerte származik; és ha a test más testekkel érintkezik, a mozgás egy része ezekre is átháramlik. Ugyancsak így a melegségféle mozgás is, mely a test valamelyik helyén gerjedt, szerteszt fog vezetődni mindenfelé, s egyrészt át is fog vándorolni az érintkező testekre. De a melegebb test a hidegebbnek akkor is ad meleget, ha nem érintkezik vele; a Nap — mint mondani szokás — melegséget sugároz a Földre; a melegség tehát a világtéren is áthaladhat. Ez is fölfogható. Hisz a világtér nem tökéletes üres, meg van töltve éterrel; a melegségféle mozgást egyik testtől a másikhoz az éter is átszállíthatja, amattól átvévén s emennek odaadván. A melegség tovaszármazását az éteren át hőszállításnak nevezzük. És nem csupán az üres térben történik ez, a levegőben is világosan mutatkozik, s bizonyos fokig minden testben előfordul, minthogy éter mindenikben van. Valamint a fénysugarak, ép úgy a hőszállításnak is az éter mozgásában kell állniok. Közel fekszik a kérdés, hogy mi viszony van a fény- és hőszállítás között? Az utóbbiak vizsgálása csakhamar qualitativ különbségeket mutatott köztük. T. i. azt találták, hogy sok test némely hőszállítását könnyebben átboesát, mint másokat. A Nap hevét az üveglap csak kevésbé gyöngíti, a zárt ablak mögött is még igen erősen érezhető; ellenben a fűtött kemence hőszállításait az üveglap majdnem tisztára visszatartóztatja. Feltűnt, hogy a hőszállításokban nyilvánuló különfélesége a fénysugarakon

is mutatkozik; a vörös üveglap a vörösszínű fénysugarakból sokat átbocsát, míg a zöldszínűekből keveset vagy semmit. A különböző nemű hősugarakat a különböző nemű fénysugarakkal hasonlították össze és „hőszíneket“ kezdtek emlegetni. E kifejezés jogosultsága, mely csak hasonlatosságra, és pedig — mint eleinte vélték — csupán felszínes és esetleges hasonlatosságra volt alapítva, utóbb fényesen lön igazolva. Mihelyt a hősugarakra figyelmesekké lettek, észre kellett venni, hogy azok gyakran, mint például a Napnál, a fényvel együtt jelennek meg. De ép oly feltűnő volt az is, hogy nélküle is fölléphetnek; minden test, melyet mértékletesen hevítenek, sugároz melegséget, de nem sugároz fényt. Hitték, hogy fény is lenne melegség nélkül; a Hold világát említették bizonyságul, s állították, hogy a napfény is teljesen elveszti melegségét, mihelyt bizonyos átlátszó testeken sűt át. Ebből azt kellett következtetni, hogy a fény- és hősugarak, bár némi tekintetben rokonok, lényegökre nézve mégis különböznek egymástól. Pontosabb kísérletek azonban megmutatták, hogy a melegség teljes eltávolítása a fénysugarakból — mit állítólag létre hoztak volna — esalódáson alapúlt, és hogy nincs fény, mely ne melegítene. A fény- és hősugarak magaviseletében annál több-több hasonlatosságot találtak, mentől jobban kiismerték őket, és mostanság már egész szigorúan meg van állapítva, hogy lényegökre nézve tökéletesen egyenlők, és hogy a fénysugarak a hősugaraknak csupán egy külön osztályát képezik, és a sötétektől csak olyformán különböznek, mint a különböző színű fénysugarak egymástól. A különböző színű fénysugarak, ha keverve vannak, mint például a Nap fényében, prizmaival eszközölt megtörés által szétválaszthatók, mint-hogy egyenlő körülmények között különféleképen törnek meg. A vöröseknak legkisebb törelmük van, aztán jönnek a sárgák, zöldek, kékek és utóljára a viola-színűek. A sötét hősugarak, a minőket a mértékletesen hevített testek bocsátanak ki, a fénysugaraktól abban különböznek, hogy törel-

mük még a vörösekénél is kisebb, vagy a mi egyre megy, hogy rezgésük ideje még a vörösekénél is nagyobb; ezért aztán vörösöntúli sugaraknak neveztetnek. Hogy miért sötétek, miért nem tesznek szemünkre hatást, annak oka a szem egyik sajátosságában gyökerezik.

E tan, mely szerint a melegség mozgásból áll, hatalmasat lendített a természettudományokon. Képzetünket a testek lényegéről egyszerűsítette, a mennyiben általa a hőanyag főlvétele fölslegessé vált; kiderítette, hogy a hősugarak azonosak a fénysugarakkal, a melyek felől legfinomabb érzékünk, a szem közbenjárásával aránylag igen alapos ismereteket szerezhettünk; sok ismert, de előbb meg nem magyarázhatott tényt megmagyarázott, és több addig észrevétlenül maradt jelenség fölfedezésére vezetett. És a mit itt különösen meg kell említeni, e tan vezetett arra a belátásra, hogy a természetben sehol sincs nyugalom; még a legmerevebbnek látszó testek részecskéi is örökösen ideoda mozognak. De minő e mozgás? miben különbözik a különféle testeknél és hőmérsékleteknél? Amit erről tudunk semmivel sem teljesebb és biztosabb az anyag elrendezése felől szerzett ismereteinknél.

Be kell tehát vallanunk, hogy az anyag állapotáról, valamint a részecskéi által egymásra gyakorolt erőkről jelenleg még igen csekély ismereteink vannak, és hogy a természeti jelenségeket, még ha a szerves világba tartoznak is, ekkoráig igen tökéletlenül bírjuk magyarázni. Még nagyobb mértékben áll ez ama bonyolodottabb folyamatokról, melyek a növényi és állati testekben fordulnak elő. Itt úgy, mint ott, az igazi megértés addig el nem lesz érve, míg nem sikerül a visszavezetés a mechanikára. A természettudományok e célja egészen soha sem lesz elérve; de már maga a tény, hogy a célát fölismertük, bizonyos megelégedést okoz és a hozzáközeledésben rejlik a legnagyobb élvezet, mit a természeti jelenségek tanulmányozása nyújthat.

LIEBIG

LIEBIG (Justus, báró). Született 1803-ban, május 12-ikén Darmstadtban; eleinte gyógyszerész volt, később Bonnban és Erlangenban chemiai tanulmányokkal foglalkozott, 1824-ben a vegytan rendkívüli és 1826-ban rendes tanárává lett a giesseni egyetemen. 1852-től fogva a vegytan rendes tanára a müncheni egyetemen. — Vegytani speciális kutatásai átalakítólag hatottak e tudományra, s bizvást el lehet róla mondani, hogy a szerves testek vegytanának újabb megalapítója volt és hogy e tudomány legújabb nagy eredményei jobbadán az ő kezdeményezésének folyományai. Elméleti kutatásain kívül, nagy érdemei vannak a vegytan alkalmazásában az állati és növényi élet jelenségeinek okszerű magyarázására. Ezen a téren is új irányt alapított meg és azelőtt nem sejtett lendületet ébresztett. Az élettant, diäetetikát, de különösen a mezőgazdaságtant oly tudományos kincsekkel gazdagítá, melyek magukban elegendők volnának nevének megörökítésére. Nagyobb önálló művei közül csak a következőket emlíjtük: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“, 1840. (8-ik kiadása 1865); „Die Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie“, 1842, és 1847; „Handb. d. organ. Chemie etc.“, 1843; „Die Grundsätze d. Agriculturchemie etc.“, 1855; „Zur Theorie und Praxis d. Landwirthschaft“, 1856. Legnagyobb elterjedésre tettek szert „Vegytani Levelei“ (Chemische Briefe), 1844 két kötet, melyek 1859-ig négy kiadást értek és csaknem minden művelt európai nyelven megjelentek. E mű valódi mintájául tekinthető a tudomány népszerűsítése módjának; benne a vegytan, élettan és mezőgazdaságtan lényegét szorosan tudományos alapon és népszerű modorban adja elő. Liebig sok kitüntetésben részesült: a müncheni tud. akademiának elnöke volt, s azonkívül majd minden európai akademia, köztük a magyar tud. akademia is, külső tagsággal tisztelte meg. 1845-ben bárói rangra emelték. Elhunyt Münchenben 1873. aprilis 18-án. A jelen gyűjteménybe felvett értekezését 1859-ben írta; megtalálható a „Reden und Abhandlungen“ czimű gyűjteményben, melyet már halála után adtak ki.

(Term. tud. Közlöny. V-ik kötet.)

AZ ÉTELEK TÁPLÁLÓ ÉRTÉKÉRŐL.

M ONDTÁK, HOGY HA az ember levegőből és vízből élhetne, eme fogalmak: úr és szolga, fejedelem és nép, barát és ellenség, gyűlölet és szeretet, erény és bűn, jog és jogtalanság, stb. meg nem állanának, és hogy az állami közügyet, a társadalmi és családéletet, az emberek egymással való érintkezését, keresetmódot, kereskedelmet és ipart, tudományt és művészetet, röviden mindazt, a mi az embert azzá teszi, a mi, az föltételezi, hogy az embernek gyomra van és egy természeti törvénynek van alávetve, mely kényszeríti őt, hogy naponként bizonyos mennyiségű táplálékot vegyen magához. Érdeemes tehát a fáradságra, arra a kérdésre megfelelőnk, hogy tulajdonképen miért eszik és iszik az ember, és melyek azon anyagok, miknek felvételéhez életének folyása évek során át kötve van.

Ha az evésnek nem volna más célja, mint az étvágyat kielégíteni és az éhséget csillapítani, akkor lenne okunk azt hiinni, hogy bizonyos állhatatosság mellett elszokhatnánk tőle; de az éhség az a belső emlékeztető, mely moudogatja, hogy a testben hiányzik valami és hogy a hiányzó pótlásáról gondoskodjunk. Hogy étkezés nélkül megsoványodunk, hogy fázunk és a munkára való erő csökken, míg az étel útján a test súlya és a munkacső fenntartatik és esetleg növekszik, ezek azok a megfigyelések, miket mindenki önmagán megtehet; a mit fel nem fogunk, az, hogy a test

még ezen megújulás daczára sem marad ugyanaz, hanem lassanként elhal.

A mit az életről tudunk, nem segít bennünket felfogni a halált, mely számunkra kifürkészhetetlen titok marad.

Az állati test oly meleg test, mely környezetének folytonosan meleget ad át, és ennek az elveszett melegnek folytonfolyvást ismét pótoltatnia kell. Hasonlít az állati test továbbá a géphez, mely naponként bizonyos munkát végez; a sziv vagy a szivizmok szakadatlanul dolgoznak, hogy a vér keringését, a mellizmok, hogy a lélegzést, a bélizmok, hogy az emésztő-szervek féregszerű mozgását fenntartsák; ezek naponkénti munkálkodások, melyekre akaratunknak nincsen befolyása; míg az ételek megrágása, a tagok mozgása, járás és szaladás alkalmával vagy ha külső munkát végezzük velök, akaratunktól függenek. Az állati testet gyakran hasonlították a vasuti lokomotivhoz, melyben a levegő, víz és tüzelőanyag összeműködése meleget és erőt készít. Levegő és víz csakugyan szükséges föltételei a hő- és erő-fejlesztésnek az állati testben is, és bizonyos értelemben az ételeket is fűtőanyagoknak tekinthetjük, csak hogy ezek még más czélokra is szolgálnak.

Elégé ismeretes, mily gyorsasággal elkopik egy lokomotiv, és hogy jó karban tartására anyag és munka szükséges. A vasat vagy rezet, melyeket meg kell újítani, nem a fűtőanyag szolgáltatja a gépnek, s ennél fogva külső emberi erőnek, számos munkás erejének kell közreműködnie és elhasználtatnia, hogy a gépnek minden része a kellő arányban kiegészítessék.

De az ételek nem csak hő- és erőfejlesztésre szolgálnak, mint a gőzgép fűtőanyaga, hanem egyszersmind arra is, hogy az állati testnek élő részeit építsék és gyarapítsák, elhasznált részeit pedig újra készítsék.

Ha ezeket a különböző czélokat, melyekre az ételek szolgálnak, jól szemügyre vesszük, könnyű lesz az ételek tápértékére nézve határozott fogalomra jutnunk.

Az élettan azt tanítja, hogy valamennyi élő és alakos testrészt a vérből származik, és hogy a fölépítésökhöz való anyagot a vérnek az az alkotó része szolgáltatja, mely melegben megalszik, t. i. az úgynevezett albumin vagy fehérnye.

Az emberek minden ételében, valamint az állatok takarmányában kivétel nélkül vannak oly anyagok, melyek azonosak vagy közel azonosak a vérbeli fehérnyével. Egész csoportja ez azon anyagoknak, melyek a növényeknek részint nedveikben fölöldva, részint magvaikban lerakodva, legnagyobb mennyiségben a gabonaneműek magvaiban fordulnak elő. Ezeket az anyagokat fehérnyeféléknek nevezték el. A táplálkozás folyamata alatt véralbumin keletkezik belőlük; nevezik szervképző tápanyagoknak is, minthogy a formás testrészekhez való anyagot adják; más szerves anyagoktól igen lényegesen különböznek az által, hogy bővelkednek nitrogénben és bizonyos mennyiségűként tartalmazznak. A tejnek sajt anyaga vagyis a kasein, az izmok főalkotó része a syntonin, az állati és növényi nedveknek a melegben megolvó részeik, a tojáshnak fehérje, a gabonaneműek sikkertanyaga, a növényi sajtanyaga borsóban, paszulyban, lencsében (az úgynevezett legumin), — a fehérnyefélék csoportjába tartoznak.

Az ételeknek és az állatok táplálékának nitrogén nélküli alkotó részeik, a zsír, keményítő, cukor, tejcukor, stb. az életfolyamatban főképen, sőt részben kizárólag, hőnemesítésre használatnak; nevök: lélegzési anyagok, hőnemesítő tápanyagok. Virchow ezeket fűtőanyagoknak nevezi.

Az emberek és állatok tápláló anyagaiban van még a tápanyagoknak egy harmadik osztálya is, mely a „tápsók“ néven ismeretes. Azok az anyagok ezek, melyek a tápszerrek elégsége alkalmával hamu alakjában maradnak hátra;

phosphorsav, káli, mész, magnézia, vas, konyhasó a főalkatrészeik.

A fehérnyefélék és fűtőanyagok teljesen képtelenek táplálni és az életet fentartani, ha a tápsók nincsenek mellettök és nem működnek közre; a tápsók nélkül maguk nem táplálók. A tökéletes tápszer fogalma ezt a három föltételt foglalja magába: kell tartalmaznia bizonyos mennyiségű fehérnyeféléket, azután bizonyos arányban fűtőanyagokat és tápsókat. Ennélfogva a húsról, tejről és kenyérről, a melyekben ez a három föfeltétel egyesülve van, beszélhetünk mint tápszerekről; de a fehérnyefélék, a keményítő, a tápsók nem tápszerek, hanem tápanyagok, az élet folyamatára ép oly nélkülözhetetlenek mint a levegő és a víz, de magukban véve külön-külön nem képesek azt föntartani.

Mint hogy a szervezetnek minden folyamatát, valamenyny sokféleségű életnyilvánulását az ételek, levegő és víz közvetítik, világos, hogy a test azon állapotának, melyet egészségesnek nevezünk, e három kivánalomnak helyes aránytól és összeműködésétől kell függenie.

Az evésben és ivásban vagy más dolgokban elkövetett kicsapongások befolyását valamely egyén egészségi állapotára, könnyen felfogjuk, mert mindenki belátja, hogy a szervezet és részei hatóképességének megvannak a maguk határai, és hogy e határok átlépése — a mit kicsapongásnak neveznek — az egyensúlyt az összes szervek összműködésében mulékony időre vagy állandóan megzavarja.

Az állati testben naponként csak bizonyos mennyiségű erő fejlesztetik, melyet a szív, az emésztő és lélegző szervek, a tagok stb., — mindegyikök a maga részét, a maga munkájához — szükségelnek és elhasználnak.

Kicsapongások ezt a rendes állapotot megzavarják, s ha efféle háborítások gyakran ismétlődnek, akkor egyik vagy másik szerv minőségében és ezzel munkaképességében is változás áll be, a test megbetegszik.

Hogy az egyenlőtlen erőfelhasználás befolyását megértsük, csak arra kell emlékeznünk, hogy nagy fáradság idején az étvágy elvesz, és hogy, ha a gyomor teljes működésben van, a tagok erős munkát nem végezhetnek. Elégtelen táplálék és fáradságos munka a növésben levő egyén testi fejlődését hátráltatják.

Igen sokkal nehezebb dolog, még a figyelmes észlelőre nézve is, azt a káros befolyást észrevenni, melyet a rossz levegő, tisztátalan ivóvíz vagy selejtes táplálék gyakorol a népesség egészségi állapotára, minthogy ez apró, alig észrevehető zavarokból rakódik össze. Ha a levegő és a víz bővelkedik az ilyen kártékonyságokban: a levegőben sok a nedvesség, a szénsav és lebegő szerves anyagok mennyisége, a víz pedig bővében van a feloszlásban levő anyagoknak, akkor kártékony hatásuk gyors, és a keletkező betegségi állapot okára nézve csak ritkán csalódunk; de ha a levegő és víz tisztátalanságai igen csekélyek, és a tápláléknak pusztán minősége hitvány, akkor kártékony befolyásukat egyik napról a másikra alig lehet észre venni; de ezeknek a hatásuk nem kevésbé biztos: előbb vagy utóbb beáll a betegségi állapot, melyet egy esomó véletlen háborításnak tulajdonítanak, de csak ritkán találják el az igazi okát.

Az élet, egy bizonyos kortól kezdve, lassú elhalás, változás a szervek anyagának alkotásában, a mely változás következtében a szervek végre képtelenné válnak a szerves munkára. Ezen időpont elkövetkezését lehet siettetni vagy késleltetni: siettetni, ha a táplálkozás silány, késleltetni, ha minden belső rész — a mennyire csak az ember gondosságától telhetik — kellő állapotban tartatik. Tökéletlen pótlás következtében az élet tartamát öt, tíz, sőt több évvel is meg lehet rövidíteni.

Az agg pór kenyerén sinlik el; hiszen ő tökéletes egészséges, úgy véli, s nincsen semmi baja, csak a kenyeret be tudná venni a gyomra.

Az egyén tartós egészségi állapota az ételek minőségének és mennyiségének helyes arányától függ; ez az arány mindenikre nézve más-más; mert első renden belső szerveinek minősége és munkaképessége, azután napi munkája határozza meg, melyet tagjai végeznek.

Gyöngye emésztő-, kiválasztó- vagy lélegző-szervü embereknek különböző mennyiségű és minőségre is különböző ételekre van szükségök; minden életkornak csak néhány helyes keverék felel meg, s a mit a csecsemőre nézve magától értődőnek tekintünk, az szorosán véve valamennyi életkorra érvényes. A baj az, hogy nem minden ember választhatja szabadon ételeit, de annak ismerete, ami szükségleteinek leginkább megfelel, vagy a mi kárára van, már hozzájárulhat ahhoz, hogy életét egy arasznyi idővel meghosszabbítsa.

Az egyén napi munkája arányban van izmai tömegével, és, minthogy ez meg a táplálkozástól függ, arányban egyszersmind táplálékával is. Két — egyenlőtlenül kifejlődött izomtömegű — egyén nem végezheti naponként ugyan azt a munkát; a rosszul táplált egyénnek kevés az izomtömege és kevesebb táplálékra van szüksége mint a jól tápláltnak; ugyanazon mennyiségű táplálék mellett, melylyel a rosszul táplált egyén súlyában megmarad, a jobban táplált, izomban gazdagabbnak súlya csökkennék. Az angol vasúti vállalkozók munkásaiknak munkaképességét az étvágyukból itélik meg. (Dr. L a n k e s t e r.)

A munka lohasztja az izmokat, elhasználódnak s naponként meg kell újítottatniok a táplálék által; tömegöket ismét helyre kell állítani, ha azt akarjuk, hogy a napi munkálkodás ugyanaz maradjon.

Dr. P a r k e s kísérleteiből, miket két teljesen egészséges és erőteljes emberrel tett, az derült ki, hogy két nap alatt végezett 56 1/2 angol mérföldnyi gyalogolás után, légmentes anyagokból (zsir, keményítő stb.) álló teljes táplálkozás mellett, az egyik ember négy fontnyit, a másik másfél

fontnyit veszített súlyából, s hogy négy napi időre és gazdag hústáplálékra volt szükség, mire testök eredeti súlya ismét helyre állott.

Mint hogy mind a két ember túlbőven vett fel fűtőanyagokat (zsírt, keményítőt, cukrot, stb.), és ételökből szándékosan ki voltak zárva mindazon tápanyagok, melyekből izomanyag képződhetett volna, ennél fogva a testsúlybeli veszteséget csak az izomtömeg csökkenése okozhatta. Ha a testsúly csökkenését pusztán elpárolgott és kitakarodott víz okozta volna, akkor néhány pohár víz megivása az eredeti testsúlyt ismét helyre állítja; de a lassú helyreállítás és a tápláléknak szükségképeni közreműködése azt bizonyítja, hogy azok az állományok, melyek a maguk természetes állapotában a kitakarodott vizet visszatartották, többé már nem léteztek.

Az izomtömeg egyenlően maradására, vagy a mi ezzel egyre megy, az egyén munkaerejének fenntartására szükségképen megkívánatik, hogy napi eledelében bizonyos mennyiségű fehérnyeféle anyagokat vegyen fel, elegendőt a kitakarodók fedezésére. A munka tartós fokozását a táplálék emelése nélkül, és különösen a nélkül, hogy a táplálékban a fehérnyefélék szaporittatnának, elérni nem lehet.

A rosszul táplált német munkásnak Angolországban és Észak-Amerikában hónapokig tartó, fehérnyékben bővelkedő életrendre van szüksége, míg képessé válik arra, hogy az angol vagy amerikai munkással versenyt dolgozzék.

Jelentékeny hiba elkövetése nélkül feltehetjük, hogy egy 140 font súlyú munkás embernek kellő táplálkozására 130 gram * fehérnyefélére van szüksége.

A londoni kikötőmunkások (Navvies), kiket a krimi háboruban Balaklavába vittek a vasútak építéséhez és a kik az angol és francia katonákat rendkívüli munkabírásukkal a legnagyobb csodálkozásra ragadták, naponként 150—159

* 500 gram = 1 vámfont.

gram fehérnyeféléket fogyasztottak el. A müncheni serföző gyárakban dolgozó serföző legények átlag 165 gram fehérnyeféléket fogyasztanak el naponként; a bajor és angol hadsereg katonáinak ételében, béke idején, a fehérnyefélék 126 grammal valamivel többre rúgnak. (4 $\frac{1}{5}$ unczia száraz állapotban.)

A munka minőségére nézve nem közönyös, hogy a munkás ember eledelében mily alakban veszi fel a fehérnyeféléket, és ebben a tekintetben azt a rangot, melyet az ember ételei között a hús vagy a hústáplálék elfoglal, a physiologok nem méltányolták kellőleg.

A húsban a húsнемző fehérnyefélék a legkönnyebben oldható alakban vannak jelen; a hús a legrövidebb idő alatt megemésztetik és a vérbe való átmenetelére a legcsekélyebb munkát veszi igénybe, amint a húsevők emésztő csatornája egyszersmind a legegyszerűbb és legrövidebb. A húsevő elnyeli táplálékát a nélkül hogy rágó szerveivel el kellene apróznia. Mentől csekélyebb a növényevők táplálékául szolgáló növényi anyagokban a fehérnyefélék mennyisége, annál összetettebb az emésztő készülék; némelyik állatnak rágásra és kérődzésre van szüksége, hogy a kivonásra megkívántató elaprózást végrehajtsa.

De magától értetődik, amennyiben az ételek hatása függ a vérbe való átmenetelőktől, hogy a hatás időre nézve arányban van ezen átmenetel gyorsaságával.

A tapasztalás azt mutatja, hogy az erélyes munkával, t. i. a legrövidebb idő alatti munkavégzéssel, a tisztán növényi életrend nem fér össze.

A bajor hegységbeli (oberaudorfi) favágó télen át hat hétköznapi alatt 14 vámfont lisztet, 2 vagy 3 font vaját, 1 font kenyeret és $\frac{1}{2}$ quart* pálinkát fogyaszt el. A lisztet úgynevezett morzsóka alakjában élvezi, melynek készítéséhez a vaját használja, s ezzel egyszersmind a rágás munkájának

* $\frac{1}{2}$ quart nem egészen egy itcze. (1 quart = $\frac{9}{10}$ -ed pint.)

nagy részét megtakarítja. A liszt mennyisége több mint harmadfél font kenyérnek felel meg naponként (100 font liszt = 140 font kenyér), a miben, 8 százalékot számítva, 130 gramnyi fehérnyecanyag van. A favágó tehát a maga táplálékában összesen annyit fogyaszt, mint egy jól táplált munkás ember; munkája nehéz, de erély nélküli; minden fejszeesapás után megpihenhet, a míg neki tetszik; a fa előtte hever és nem ösztökéli munkájában. A müncheni serfőző legénynek ellenben más életrendre van szüksége. A serfőzdei munka oly nehéz, hogy ritkítja párját, és csak válogatott erős emberek képesek kiállani; a mütételek szakadatlan sorozatban következnek egymásután, s a munkás erejét szünet nélkül igénybe veszik; munka közben nem marad ideje a pihenésre, a munkálatokat a legrövidebb idő alatt kell végeznie. Az ételfogyasztás hét hónapi átlagából számítva, egy müncheni serfőzde 95 munkása közül egy-egy ember csupán a húsban 120 gram fehérnyecanyagot fogyasztott naponként, mindössze a kenyérrel együtt 160—170 gramot, tehát közel $\frac{3}{4}$ -edét a húsban és $\frac{1}{4}$ -edét a kenyérben s az okát könnyen megértjük.

A serfőző a húsban oly tápanyagot emészt meg, mely a testbe való átmenetelére a belső munkának lehető legesékélyebb mennyiségét (minimumát) veszi igénybe, és a hús fehérnyecanyagaiban alig három óra leforgása alatt testében oly erőkészletet halmoz fel, mely képessé teszi őt a felett tetszése szerint rendelkezni. A bajor hegységi favágónak ellenben 8—10 óra hosszat kell várnia, míg a liszt alkatrészei teljes működésbe kerülnek.

Két munkásnak, ha testök súlya egyenlő, naponként, hogy mindenikök valamely terhet bizonyos számú lábnyira emeljen vagy továbbozditson, egyenlő számú gram fehérnyecfélékre van szüksége táplálékában; azonban a melyiknek sürgős a munkája, tehát a munkát bizonyos időközökben nagyobb gyorsasággal kell elvégeznie, annak húst is kell ennie, míg a másik tisztán növényi eleséggel is beéri.

Béke idején a katonának, hogy jó egészségben maradjon, elegendő 125 gram fehérnyanyag, s ennek $\frac{1}{4}$ -része hús alakjában; hadjárat alkalmával azonban, midőn erőfelesztő marsokat kell tennie, s 60 fontnyi podgyászszal, szerelvénynyel és fegyverekkel van megterhelve, ily életrend mellett leroskasztják a fáradoalmak; ilyenkor legalább is 140—148 gram fehérnyanyagokra, és pedig felében hús ételre, lenne szüksége. Tételképen felvehetjük, hogy az olyan hadsereget, melyben minden egyes katonának a jutaléka 125 gram fehérnyanyagokra van szoritva, miből $\frac{1}{4}$ rész hús alakjában adatik, különben egyenlő viszonyok közt, meg fogja verni az az ellenséges hadsereg, melyben minden egyes ember 145 gram fehérnyeféléket fogyaszt, s ennek is felét hús alakjában; mert a hatás szakasztott olyan, mint ha ez utóbbi hadseregnek jobb fegyverei lennének; — ez a sereg mozgékonyabb és bizonyos adott időben nagyobb erőfeszítésre képes.

Nagyon is gyakran elfelejtik némelyek, hogy a katona étele az emberre nézve szorosán ugyanaz, a mi a löpor a puskájának.

Mindezek igen egyszerű, maguktól értődő dolgok, miket minden kocsistól meg lehet tanulni, mert az állatok munkájára nézve is ugyanazok a törvények állanak.

„A mi lovainkkal zabot, sok zabot kell etetnünk;“ — mondák az angol omnibuszkocsisok Playfair tanárnak — „mikor a farmer kezéből hozzánk kerülnek, gömbölyűek és jól tápláltak, de abban az állapotban mi nem vehetjük hasznukat; izzadnak és a gyors hajtást nem állják ki.“

A mi az embernek a hús, ugyanaz a lónak a zab, vagy, mint Arábiában, az árpa, — a melyekben a fehérnyefélék valamennyi más növényi takarmány között a legtöményebb és legkönnyebben átalakulható állapotban vannak jelen.

A szerves munkára vonatkozólag, mely a fűtőanyagokat képessé teszi arra, hogy melegfejlesztésre szolgáljanak, hasonló viszonyok állanak fenn a keményítő, cukor, dextrin,

zsír és szeszes italok között. A keményítő a legtöbb munkát igényli, több időre és több nedvpótlékra van szüksége, mit a gyomornak kell kiválasztania, hogy a vérbe való átmenetelre alkalmassá tétessék, többre mint a czukornak és a dextrinnek, melyek vízben már magukban véve is feloldhatók. Ebből kimagyarázódik egyszersmind a lisztnek nagyobb becase, melyre a kenyérsütés útján emelkedik. A kenyeret, likacsossága következtében, a gyomornedv könnyebben áthathatja és gyorsabban is fölvétetik, mert a lisztben levő keményítőnek egy része már dextrinné vagy egy más hasonló oldhatóságú testté változott át. A zsír igen lassan vétetik fel a körfolyamba, de hatása azután a legtartósabb. Zsiros eledelek télire alkalmasabbak, a keményítőben és czukorban bővelkedő táplálék pedig nyár idejére; alkoholban bővelkedő italok hőnemzés tekintetében leggyorsabban hatnak.

Az állati testben naponként bizonyos számú hőfoknak és bizonyos mennyiségű (ezt a kifejezést itt szándékosan használok) erőnek kell fejlesztetnie, a külső viszonyokhoz és igényekhez képest egyik napon vagy egyik évszakban többnek, mint a másik napon vagy évszakban; — és a helyes táplálkozás föltételezi, hogy a tápláléknak az erő- és hőnemzésre szolgáló alkatrészei teljesen, vagy közel teljesen abban az arányban legyenek az ételekben jelen, a mely arányban reájok a testnek szüksége van. Hőnemző tápanyagok feleslege nem képes pótolni az erőnemzők hiányát, s a táplálkozásra hatásméltó lenne, és a testet csak terhelné; erőnemző tápanyagok feleslege meg másrésztől bizonyos határon túl nem lenne képes az erőt fokozni, minthogy egyegy egyénben az erőnek csak bizonyos mennyisége egészíthető ki.

Gazdasági tekintetből az erő- és hőnemző alkatrészek helyes arányainak ismerete a mindennapi életben a legnagyobb jelentőségű.

Jóval előbb, mielőtt a tudomány biztos alapot nyújtott az állattenyésztőnek, igyekeztek már a mezei gazdák különböző takarmányaik tápértékét kipuhatolni, s első sorban ennek a törekvésnek és szükségességének, a takarmányok legelőnyösebb értékesítését a hús-, tej- és gyapjú-növelésre megtalálni, tulajdonítandó az, hogy általuk az élettannak legszebb és legfontosabb problémái megoldatásukhoz indultak.

Az állatok és emberek tápszereiben tudniillik a hús- és erő-nemzésre szolgáló fehérnyefélék és a fűtőanyagok (keményítő, cukor, zsír stb.) igen különböző arányokban fordulnak elő.

A gabonaneműek magvaiban, a búzában, rozsban, ár-pában stb., 10 súlyrész fehérnyefélékre 50—55 súlyrész keményítő esik; hasonló arány van a fehérnyefélék és a megemészthető fűtőanyagok között (1 : 5) a jó réti szénában. A burgonyában, rizsben, répában, borsóban stb. ezek az arányok egészen mások; a burgonyában 10 súlyrész fehérnyefűtőanyagra 85, sőt gyakran 90 súlyrész keményítő esik, a répában ugyanannyi fehérnyefélékre 75 súlyrész, a rizsben 120 súlyrész, a borsóban ellenben csak 25 súlyrész és a repcepogácsa-lisztben csak 13—14 súlyrész fűtőanyag esik és fordul elő.

Az állatnak mindenik állapotára a fehérnyeféléknek, fűtőanyagoknak és tápsóknak csak egy helyes aránya van valamennyi szükségleteinek kielégítésére: ez az arány változik és az állattenyésztő kitézte célukhoz kell alkalmaztatnia. Ha például a testsúly növekedését akarja a takarmánnyal elérni, akkor a takarmányban a fehérnyefélék arányát kell növesztenie, és céljaira a legjobb takarmány, természetesen, az, a melyik legkevesebb ráfordítással az állati termények — hús, tej, gyapjú — maximumát adja eredményül.

Világos dolog, hogy ha valamely állatnak, például egy disznónak vagy juhnak a jóllakására szükséges takarmány-

ban 10 lat fehérfélékre, 55 lat fűtőanyagokra van szükség, akkor, hogy a 10 lat fehérféleanyagot a burgonyában csakugyan megkapja, nem kevesebb mint 15 font főtt burgonyát, s ebben 95—100 lat keményítőt kell megennie, tehát fűtőanyagokból 40—45 latnyival többet, mint a menyit elhasználni képes. De ennek a 40 lat keményítőnek tápértéke és magára az állattenyésztőre pénzbeli értéke van, a mi így kereken kárba vesz, mert a keményítő a trágyában ennek a trágyázó értékét (termelő képességét) nem emeli.

Hasonló veszteséget szenvedne az állattenyésztő, ha marháját vagy például disznáját kizárólag babbal vagy borsóval akarná etetni. 50 lat borsóban a sertés 10 lat fehérféleanyagot, de csak $12\frac{1}{2}$ lat keményítőt kapna, tehát $42\frac{1}{2}$ lattal kevesebbet, mint a mennyire szüksége van. Az állat teljes táplálására 100 latnál valamivel több borsóra lenne szükség, s abban 10 latnyival több fehérféleanyagot kellene vele megetetni, a mi a húsnevezésre hatáskülső, mert a hiányzó keményítő helyébe hőfejlesztésre használnák el.

Könnyen meg fogjuk érteni ezek után azt az előnyt, melyet az állattenyésztő a maga takarmányanyagainak helyes keverése által elérhet és tényleg el is ér, mióta a takarmányok vegytani vizsgálata azon anyagok összetételével a legpontosabban megismertette. Megtanítja a választott példában, hogy $7\frac{1}{2}$ font párolt burgonyából és 25 lat borsóból álló keverékkel sertését teljesen elláthatja és az összes keményítőt és a borsóban levő összes fehérféleanyagot a legnagyobb nyereséggel értékesítheti. Ezen a módon most az állattenyésztők a hiányzó szénát a rendelkezésükre álló takarmányszerek keverékével pótolják: répa, burgonya, borsó, rozsszalma, lóhere, repczepogácsa, borsóliszt, úgy számítva, hogy a keveréknek a szénával egyenlő tápértéke legyen; és azáltal, hogy ezen takarmányszerek alkatrészeinek a maguk különböző céljaira alkalmas arányait kifürkészték, az állatnevelésben, hizlalásban, gyapjú- és tej-termelésben a legbámulatra méltóbb sikereket aratták.

A főtápszerben, melyet a természet a növényevő állatoknak nyújt, a fűben vagy szénában, mit a szarvasmarha és a juh eszik, a fehérnyefélék, fütőanyagok és tápsók oly elegyben vannak jelen, hogy együttlétök által az emésztés vagy táplálkozás folyamatában ezen alkatrészek mindenike teljesen elvégzi a reá eső hatást; és ha az állattenyésztő, kinek nincsen szénája, de van más takarmánya, oly keverékeket készít, melyeknek a tápláló képességek a szénát pótolja, ezzel a tápértéket semmiben sem változtatta meg.

Az ember táplálkozásában azonban még egész más körülményeket is tekintetbe kell vennünk. Midőn ételeit sütés, főzés útján megkészíti, a gabonát lisztté őrli, az ember a maga tápszereinek nemcsak állapotát és mineműségét változtatja meg, hanem gyakran még alkotásukat is, és az elkészítés következtében a tápérték sok esetben jelentékenyen esökken. Ezt főképen a bennök természetes állapotban levő tápsók arányának megváltozása okozza. Ámbár az a szerep, melyet a tápsók az emésztésben, a vérképződésben, és a képző folyamatokban játszanak, már több mint 20 éve félre nem érthetően ki volt mutatva, mindamellett, úgy látszik, hogy a gyakorlati életben mégis mintha ismeretlen maradt volna.

A fehérnyefélék és a fütőanyagok jelentősége már elismert dolog, valamint az is, hogy az elsőbbiek emezekkel szemben nagyobb értékűek. A táplálkozás folyamatában a fütő anyagokat: a keményítőt, czukrot, zsírt stb. csakugyan pótolhatjuk fehérnyefélékkel, például hússal, de nem megfordítva, mert a fütőanyagok, összetételüknél fogva, teljesen képtelenek formás testrészek alkotására, s ennél fogva azt mondhatjuk, hogy a fehérnyeféléknek kiválólag van értékük. A tápsókat ellenben, melyeknek közreműködése nélkül se az albuminátok, se a fütőanyagok nem alkalmasak a táplálkozásra, rendszerint alig veszik számításba, és hosszú értekezéseket olvasunk a táplálkozásról, melyekben minden képzelhető dologról van szó, csak a tápsókról nincs, sőt a

melyekben a „tápsók“ neve még elő sem fordul, mintha épepséggel nem is léteznének.

Magától értődő dolognak tekintik, hogy a hol fehérnyefélék vannak, ott a tápsók is feltalálhatók, de ez nincs mindig így, és ételcinkre nézve sem áll.

Igen csattanós példát szolgáltat e tekintetben egy, a természetadta tápszer, a tyúktojás, általában a tojás, melyről az a népszerű nézet van terjedve, hogy legalább is oly tápláló mint a hasonló súlymennyiségű hús. A physiológok azonban már régesrégén döntő kísérletekkel bebizonyították, hogy a tojást a hússal tápszer gyanánt nem lehet összehasonlítani. Hússal képesek vagyunk valamely húsevő állatot, péld. kutyát tökéletesen táplálni, de korántsem tojással; a kutya megeszi ugyan a tojást, de nem emészti meg; főtt tojás fehérjével, tojás sárgájával vagy mindakettővel telt tál előtt éhhalállal múlik ki.

Azzal a ténynyel szemben, hogy a tojás kiköltése esetében alkatrészeiből az egész állat, húsa, vére, edényei, agya, csontja és tolla kifejlődnek, — látszólag teljesen értelmetlen, hogy miért nem szolgálhat a tojás, tápszerként megemésztve, más szervezetben is ugyanazon képződményekre. Nagyon könnyen megmagyarázható ez a tojásban levő tápsók alkatrészeinek, a káli, mész és phosphorsav kedvezőtlen viszonyából. A tojás 100 súlyrész phosphorsavra 38 rész kálit tartalmaz, míg a húsban ugyanannyi savra 140 s. r. káli van, tehát 102 súlyrészszel több; és továbbá a tojásban is van ugyan mész, de korántsem annyi, a mennyi az állati csontváz képzésére elegendő.

A hús tápsóiban a phosphorsav közönbösítve van, a tojáséiban ellenben 30 százalékra rúg a szabad phosphorsav; a tojásból vérnek kellene képződnie, de a vér alkálikus folyadék. A hús a táplálkozás folyamatában alkalikus vérré alakul át, a tojás ellenben csak savas vért adhatna, a mi a szervi folyamatokkal nem fér össze, és mindamellét a szabad phosphorsav mégis szükségképi feltétele a tojás-

ban az állat kifejlődésének. A szabad phosphorsav ugyanis a költés ideje alatt feloldja a tojánhéj szénsavas meszét, minek következtében a héj mindig vékonyabbá válik, míg végre úgy megvékonyodik, mint a finom levélpapíros; ez alatt phosphorsavas mész képződik, a mi anyagot szolgáltat a csontváz képződéséhez, s a mennyiben a szabad savat a mész lassanként közönbösíti és felhasználja, a vér átalakul a megkívántató alkalikus minőségűvé.

Igy tehát a tojásban az állati test felépítéséről a legbőlesebben van gondoskodva: a héj által megnyeri teljes tápértékét az embryo kifejlődésére, s táplálja az embert is, ha oly ételekkel fogyasztja együtt, a melyeknek alkatrészeik a szabad sav telítésére, vagy a hiányzó alkáliák pótlására alkalmasak. Ha a tojást összehasonlítjuk a tejjel, azt tapasztaljuk, hogy a tej oly anyagokból áll, hogy szinte a héjastól való tojás oldataül lehet tekinteni.

E következtetések helyességét a húsról nézve is be lehet bizonyítani. Ha a nyers vagy főtt húst, hideg vagy forróvizben kiáztatjuk, akkor a hús az oldható tápsókkal, (a phosphátokkal) melyeket a víz kivon, elveszti tápláló erejét; a húsmaradékot állat már meg nem eszi; kiéhezett, tapasztalatlan fiatal kutyát, ha a húsmaradékhoz kevés zsír kevertetik, rá lehet talán szedni egyszer, de másodsorra már nem eszi meg; az ilyen módon kilugozott húsból hiányzanak a megemésztésére szükséges feltételek.

A tápsók viszonyát és szükségességét a táplálkozási folyamatokhoz könnyen meg lehet érteni; egyik főalkatrészek, a phosphorsav, alkotó része valamennyi szövetnek, a vérnek és nedveknek, az agynak és idegeknek és ezeknek a képződésére éppen oly fontos, mint éghető alkatrészeik; a káli, nátron, vas és konyhasó túlnyomó alkatrészei a vérnek.

A konyhasó jelentőségéről már sok vita folyt, és elég ha ráutalunk, hogy a természet gondoskodott róla, hogy az életfolyamatra való szükségességét a tojásban is egyensúlyban tartsa; a tojásbeli összes tápsóknak hatodrésze konyhasó.

Hogy a szerves természetben minden czélszerű, úgy a mint van, és mindennek van értelme, még ha az ember nem érti is, a felől bizonyára nem fog kétségkedni, a ki a természetet egy kevéssé ismeri. De a mire az ember a kezét ráteszi, menten megváltozik; néha jóra fordul, de gyakran biz' megrontja az isteni adományokat, és ezt teljes joggal el lehet mondani ételeiről.

Ha valamely kórházban a húslevesnek felét orvosságul használják az üdülő betegek számára, és példaképen felteszszük, hogy a felhasznált húslében a hús tápsóinak fele foglaltatik benne, úgy a megmaradt főtt húsnak csak félsannyi tápláló ereje van mint a sült húsnak, és ebben az esetben szakasztott úgy áll a dolog, mint ha az egész húsdarabot két részre osztjuk, az egyik felét megsütjük, a másikat vízzel kilugozzuk, és ezt a kilugozott húst a sült hűzöttük volna. A kilugozott húsnak azonban ninesen semmi tápláló képessége, és a sült hűz keverve ennek a táperezét nem neveli.

A különböző takarmánynemek összekeverése által előállított helyes arány az albuminátok és fűtőanyagok között, az állattenyésztésben csak akkor hoz létre teljes hatást, ha a tápsók megfelelő mennyiségben vannak jelen, s a hiányzók pótoltnak. Juhokon azt tapasztalták, hogy $2\frac{1}{2}$ font őszi szalmával és 3 font burgonyával történt etetésnél, a burgonya egy része emésztetlenül takarodik ki, míg ha $\frac{1}{4}$ font borsóval megpótolják, akkor a keményítő az ürütlekből eltűnik, az állat testének a súlya pedig észrevehetőleg növekedik, a mi az előbbi esetben nem történt. De a borsó különösen gazdag tápsókban, és mi sem lehet bizonyosabb, mint az, hogy a keményítő értékesítésében e tápsók munkás részt vettek, és az állatok táplálkozását elősegítették.

Az a nagyon feltűnő tény, hogy az állatok etetésénél a búzaszalmából 74, a zabszalmából 51, a száraz lóheréből 49, réti szénából 40 százalék a fehérnyefélékből emésztetlen

marad, talán abból magyarázható meg, hogy mindezen anyagból hiányzanak bizonyos tápsók; mert tápsókkal együtt, mint a babban és borsóban, a legkönnyebben oldhatók és emészthetők minden tápanyag között. Mindig szem előtt kellene tartanunk, hogy a tápláléknak egyik alkotórésze sem hat egy magában, és hogy az egyik hiányzó alkotórész hatástalanná teszi a másikat.

Besózás alkalmával körülbelül 15 százalék húsnedv és benne bizonyos mennyiségű tápsó válik ki a húsból. A frissen disznó peccenyének tehát jóval nagyobb a tápláló ereje, mint a nyers sódarnak, ennek meg sokkal nagyobb, mint a főtt sódarnak. Főtt sódarral nem egy könnyen lehet jólakni.

Ép így nagyon különböző a sült és főtt hal tápértéke. A hallesvesben majdnem egészen ugyanazok az alkotórészek vannak, mint a húslevesben, a minthogy némely vidéken a hallesvest éppen annyira becsülik, mint a húsleves.

A növényi táprészek, a burgonya, a főzelékek főzése közben egészen hasonló kilugozás megy végbe; a főzésökre használt vízben túlnyomó mennyiségű káli és phosphorsav van, és London városában a hal- és főzelékfogyasztás adatai alapján kiszámították, hogy az elfogyasztott halak levontott levében évenként 600,000 font káli és 207,770 font phosphorsav, a burgonya és főzelékek főző vizével 326,548 font káli és 63,161 font phosphorsav kerül a város csatornáiba.

Az olyan főzelék, melyet elkészítése előtt vízzel leforráztak, a tápsók egy részének elvonása következtében, kevésbé tápláló, mint a párolt főzelék, a miből, mint könnyen észrevehető, sokkal kevesebbet lehet enni; a sült burgonya táplálóbba mint a főtt.

Kevert étkek által, helyes megválasztás mellett, a tápsók hiányát az egyikben igen gyakran kiegészíti a másik étel. Dara és tej, felnőtteknek tökéletes táplálékot nyújt éppen úgy a liszt tápereje, zöldség hozzáadása által, az észa-

kon különösen kedvelt lisztes és darás levesben igen észrevehetőleg fokoztatik; hasonló módon neveli a burgonyaleves táperejét a hozzá kevert borsó, valamint a burgonya étkekét a sajt.*

Italaink utján a kávéban, theában, sőt még a cichoriában és fügekávéban is, nem jelentéktelen részszel szaporítjuk és pótoljuk az étkeinkbeli tápsókat. 100 rész cichoriából készült cichoria forrázatban 0·34 súlyrész phosphorsav és 2 súlyrész káli van; a fügekávé forrázat hamujában 11 százalék phosphorsav földet, 2·1 % phosphátokat és 33 százalék kálit tartalmaz. Egy liter sörben 1 gram káli és $\frac{9}{10}$ gram phosphorsav van.

Alkáliákban és phosphorsavban különösen dúsak a konyhai növények, gombák (champignon, szarvas és kucsma-gomba stb.), kelbimbó, a hüvelyes vetemények magvai, fokhagyma és vereshagyma. Leggazdagabbak azonban alkáliákban a szőlőmust (1 literben 2·2 gram káli és 0·5 gram phosphorsav), továbbá a spárga-leves (mely ezért, valamint szerves alkatrészeinél fogva, különösen tavasszal, midőn növényi nedvekben nagy a hiány, mint gyógyszer, talán megérdemelné az orvosok figyelmét) és a citrom nedv, melyet mint ismeretes, az angol tengerészetben a skorbut főellenszereként alkalmaznak. (28 citrom ad 1 liter nedvet, melyben 2 gram káli és 0·3 gram phosphorsav van.)

Az ember valamennyi eledele között a gabona tápértéke szenved legnagyobb változást lisztté őrletése alkalmával. A búza és a rozsszem tápsó tartalma nagyobb mint a húsé, a a búza- és rozsliszté ellenben sokkal kisebb, mint a húsé. A hús tápsói azonban ugyanazok, mint a gabonaneműekéi.

* Indiában a rizst sohasem készítik magában, hanem mindig keverve valamely hüvelyes veteménynyel (Cicer arietinum, Calamus indicus, Dolichos uniflorus, Dolichos Sinensis, Phaseolus aconitifolius és Phaseolus mungo), melyek igen bővelkednek fehérnyefélékben és pedig, mint Dr. Forbes Watson írja, oly arányban, hogy az eledelül szolgáló keverék tápértéke egyenlő az egész magból készült búza lisztével.

Világos, hogy a mi igaz a húsról nézve, annak igaznak kell lenni a gabonára, valamint minden más tápszerre nézve is, és ha a hús tápértéke a tápsók elvonása következtében csökken, ép úgy a lisztének is azon arányban kell kisebbnek lennie a teljes mag tápértékénél, a mennyivel kevesebb tápsó van benne, mint magában a gabonában.

1000 rész friss, tiszta izomhúsban 13 súlyrész, 1000 rész rozs- és búzaszemben 21 súlyrész tápsó van; ugyanannyi rozsliszt csak 12, és ugyanannyi búzaliszt már csak 7 súlyrész tápsót tartalmaz. Ez a különbség rendkívül nagy, és ép így a tápértékbeli különbség is sokkal nagyobb, mint feltennők. Dr. Boudens, a francia orvosok egyik legkitünőbbike, azt írja, hogy a krimi hadjárat alkalmával az orosz foglyok, nagyon karcos fekete (parasztra örlött lisztből való) kenyérhez lévén szokva, a francia katonák kenyér részletével nem érték be táplálkozásukra, és osztalékukat növelni kellett. Magendie által kísérletek útján megállapított tudományos tény, hogy a kutya pusztán fehér buzakenyérrel táplálva meg nem él, míg ha fekete, derezés lisztből való kenyéren tartják, egészségi állapota nem szenved csorbát.

Mindez már százszor is el volt mondva, de azok, a kik böasztalnál szabadon válogatják az étkeket, nem igen veszik észre, mi különbség van ételeik tápértékében és minő változáson megy át tápláló erejük a készítés útján, s ennél fogva azután gyakran csaknem azt hiszik, hogy efféle különbség épenséggel nem is létezik.

Végül pedig szokás dolgában a nagy tömegnek is kemény a feje, keményebb mint a kovács ülője, melyet csak néhány ezer ütés képes észrevehetőleg behorpasztani; és ámbár a táplálkozás törvényei oly egyszerűek, hogy a gyermek is megérti, mindamellettt nagy ideig eltarthat még, míg a tudomány vívmányait saját jóllétére érvényesíteni megtanulja.

Egészen másként áll a dolog azokra nézve, kikre egész társadalmi osztályok táplálása van bízva, mert tőlük hatá-

rozottan meg kell követelni, hogy az ételek természetéről annyit legalább is tudjanak, mennyit a gazda takarmányáról tud, melylyel egészségesen és jó állapotban tartja marháit, melyektől munkát, teheneit, melyektől tejet, és juhait, melyektől gyapjút kíván.

A népesség nagyobb zöme általában véve jobban el van látva, mint valaha; a napszám nagyobb, a lakások és egészségügyi viszonyok javultak, miről tanúságot tesznek a halandósági kimutatások, és mindezekkel rettenetes tényképpen áll szemben a férfi népesség között a katonai szolgálatra való képesség csökkenése. Főforrását csakis a hiányos táplálkozásban kell keresnünk, melynek ártalmas befolyása, különösen az ifju korban, tetemes. Ehhez járul még az iskolában való hosszas ülés, rosszszul szellőztetett, szűk helyiségekben, a haszontalan elmebeli munkákkal való túlhalmozás, a mely körülmények a testi kifejlődésre bizonyára nagyon kedvezőtlenek. A levegő ép oly nélkülözhetetlen az életre mint az étkezés, és tisztasága valamennyi feltétel közt legszükségesebb az egészség fenntartására.

A német szövetségi államokban sok millio emberrel több lakhatnék jól, és táplálkozhatnék naponként, ha a lakosságot meg lehetne győzni arról az előnyről, melyet az egész mag lisztjéből * sült kenyér, izre, emészthetőségre és tápláló erejére nézve, a közönséges kenyér felett nyújt. E kenyeret közhasználatba hozni Münchenben úgy szólván sikertelen kísérlet volt. A eseléség és a mosónők nem eszik, s csak igen szűk körben, néhány értelmes családnál tartotta fenn magát, kiket a kenyér színe nem vezet tévútra; hanem aztán a gyermekek szenvedélyesen eszik, és az ő ösztönük kitünő kezesség e kenyér tápértékére nézve.

* Az egész magból őrlött, tehát korpával vegyes, pitlézetlen lisztnek, megkülönböztetésül a pitlészettől, Magyarországnban feiváltva: darcz és liszt, veres liszt vagy parasztra őrlött liszt a neve.

Világos, hogy a közönséges lisztnek a gabona teljes tápértékét visszaadhatjuk, ha kenyérdagasztás közben viszszapótoljuk azon tápsókat, melyek őrlés alkalmával a korpában maradnak. Ezen az észjáráson alapszik a Horsford kenyérsütő porának összetétele, mely Észak-Amerika Egyesült Államaiban a kovász és élesztő helyett közhasználatba ment át. Lényegében véve a gabnaszem tápsóiból áll (phosphorsav, káli, mész, és magnézia), oly alakban, hogy a liszthez keverve a dagasztás alatt szénsavat fejleszt, mi által a tészta és kenyér megnyeri a szükséges likacsoságot. A sütőporral készült kenyér kitünő ízű, ugyanolyan szép mint a közönséges pékkenyér, de a mellett könnyebben emészthető.

Arra a jó hatásra nézve, melyet a tápsók pótlása az étkek emészthetőségére és tápláló erejére gyakorol, például a szopós gyermekek számára ajánlott táplálékot idézhetem, melynek készítése módját négy évvel ezelőtt ismerttettem meg.

A vidéken és városokban egyaránt elterjedt tejes pép kártékony hatását az orvosok eléggé ismerik; és csakugyan érthető, hogy a jó tehéntejet a hozzá kevert búzaliszt nem hogy megjavítaná, de sőt elrontja; mert a búzaliszt, tápsóknak híjján levén, nagyon tökéletlen tápszer.

Dr. Johannes Zimmermann, a maga idejében híres orvos, ezelőtt 90 esztendővel a gyógyítás mesterségében való tapasztaltságról szerzett munkájában („Von der Erfahrung in der Arzneikunst“) a tejes pépről e következő módon nyilatkozik: „A tejes pép nagyon is közönséges, esztelen szokás felavatta méreg, — igen jól tudom, hogy a pép sok millió gyermeket táplál, de sok százezer már az életével is megfizette, — hanem biz' ott könnyebb dolog lenne Alpesekeit elmozdítani helyükből, sem mint egy esztelen asszonyt meggyőzni a pép káros voltáról.“ „Az igen híres és Párisban nagyon ismerős orvos, doktor Vandermonde velem együtt a mondó, hogy a pép a legveszedelmesebb táplálék a gyer-

mekeknek, fertelmes forrása a legtöbb betegségnek, sőt a gyermekek nyomorékságának és halálának.“

Ha ugyanezt a pépet malátával folyósítjuk, megpótoljuk benne a kálit és egy kevéssel szaporítjuk a phosphátokat, akkor tökéletes tápszerré válik és igen számos tény a legkétségtelenebbül bizonyítja, hogy ez a leves, minden más tápszer mellőzésével, kitűnően táplálja a gyermekeket, s hogy azon bajoknak egyikét sem idézi elő, melyeket Zimmermann oly drastikusan emel ki; hogy a jó siker a helyes készitéstől függ, az magától értődik.

Az ételek készítésénél ügyet kell vetni arra is, hogy — a tej kivételével — izletesség tekintetében ugyanoly vegyhatásúak legyenek, mint a gyomornedv; ez pedig savanyú. A legtöbb növényi tápanyag, a növénynedvek, a gabonanemitek lisztje, a kávé, a húsleves, a thea stb., a kék lakmus papírt veresre festik. Az aljas hatású (alkálikus) eledel felnőtteknek kellemetlen, gyakran undorító ízű; s ez lehet talán az oka hogy a fris vágású állatok húsa hosszabb ideig nem élvezhető; míg a mészárszékbeli hús, melyről a mészáros azt mondja, hogy „érett“, mindig savanyú hatású, és ebben rejtőzhetik az oka annak a szokásnak is, hogy különböző hatású ételekhez, mint például az osztrigához, vagy igen gyengén savanyúakhoz, mint a sült halhoz, citromlevet facsarunk.

A növényi tápszerekben és a tejben igen sokkal több phosphorsavföld van, mint a húsban, s a gyermekek előszeretete, leggyorsabb növések idején, a kenyér, tészta és tejes ételek iránt, melyek több anyagot szolgáltatnak csontjaik képződéséhez, ebből magyarázható. A hűsevő állat, mint ismeretes, a többi részszel a csontnak egy részét is megeszi.

Az élvezeti szerek, mint a kávé, thea, húsleves, dohány, bétel* stb. hatásairól az életfolyamatra és az egész-

* Bétel, tulajdonképen bagó-bors; a Piper Betel cserjének csipős, zamatos-keserű leveleiből készül; Ázsia forróövi vidékein és

ségi állapotra ez ideig csak gyanítások léteznek; a mit bizonyosan tudunk, az csak annyi, hogy nem tápanyagok, és hogy tápanyagokat nem is tartalmaznak oly mértékben, hogy (a szeszes italok kivételével, melyek fűtő anyagok gyanánt is hatnak) a táplálkozásnál számításba vehetők volnának. A hús- és növényevő állatok mindezeket nélkülözik, s ennél fogva tehát úgy látszik, hogy az emberek életére sem okvetetlenül szükségesek. Mindamellett kimagyarázhatatlan még az, hogy mind a régi, mind a mai modern világban valamennyi népnél, minden vad néptörzsnél, a legkülönbözőbb nemű és alakú élvezeti szerek divatoznak, s hogy jó részök már nélkülözhetetlenné is vált.

A legszegényebb gyári munkás is, étele, itala és egyéb életszükségei rovására szükölködik, hogy néhány fillért kávéra, dohányra, vagy pálinkára fordíthasson. Ennek aligha mélyebben nem gyökerezik az oka, mint a pusztaság megszőkésében.

Ha egészség alatt nem értünk egyebet, mint a szerveknek rendes állapotát és helyes összeműködésöket vagy rendes munkálkodásukat, úgy valamennyi élvezeti szer kártékony portéka, mely ezt az állapotot zavarja; de az egészség fogalmában még valamivel több is rejlik. Ha tíz tagból álló családot képzelünk, mely egy azon házban lakik, melynek tagjai ugyanazon levegőt szivják, ugyanazon vizet iszszák, ugyanazon ételeket eszik, — testi állapotuk még sem lesz egyenlő. Ha a család lakóhelyén ragadós betegség, péld. kolera üt ki, a házban két egyén talán megkapja a betegséget, és pedig igen gyakran nem azok, kikről azt mondanók, hogy gyenge lábon áll az

különösen Kelet-Indiában közhasználatban van mint rágó szer, leginkább *aroca-mandulával* (az *Areca Catechu* indiai pálma gyümölcsével) és egy kevés égetett kagylómészszel keverve. E keverék hasznos szolgálatakat tesz e forróvívi és nedves éghajlat lakóinak az emésztés elősegítése által; mértéktelenül élvezve azonban ártalmassá válik: a fogakat ébenfeketére festi, s a foghúst kivérezi. (Le Maout et Decaisne, Tr. général de botanique descr. et analytique, pag. 503 és 620.) Ford.

egészségők, hanem az erősek. — Ha mellőzzük a legújabb elméletet, mely szerint a legtöbb efféle betegséget gombák idézik elő, melyek a megbetegedő egyén testében találtak alkalmas talajt tenyészésükre, a többiekben pedig, a kik egészségesek maradtak, nem lelnek ily alkalmas helyet, és ha már most általános kifejezést keresünk, mely a kártékonyságok minden nemére, hőmérsék-változásra stb.-re ráillik, úgy világos dolog, hogy egészséges egyének a reájok ható ártalmasságoknak nem egyenlően szegülnek ellene, és pedig az egészségben maradók erősebben mint a megbetegedők.

Ezt az ellenállást azonban oly erőhöz lehet hasonlítani, melynek nagysága feltételezi az egyiknek erejét s a másikkal gyengességét; nem tévesztendő ez össze azzal az erővel, melytől a vérkeringés, a belek mozgása vagy a munkaképesség függ, hanem, úgy látszik, hogy ezt az erőt az idegrendszerben kell keresnünk.

Valamennyi élvezeti szer — affelől nincs ellentmondás — az idegekre hat, és némelyik talán oly módon, hogy a külső zavaroknak ellentálló képességét futólagosan fokozni képes. Hatásaikat illetőleg persze egyik sem hasonlítható össze a másikkal, mert mindenik, a test állapota és a maga mennyisége szerint, sajátos módon hat. Némely élvezeti szer talán pusztán jelző lehet, mely tudomásunkra juttatja, hogy mikép állanak a dolgok testünk belsejében. Az ember teste belsejéről mit sem tud, nem tudja, hogy gyomra, tüdeje, szíve van, vagy hogy a belső része meleg. Bizonyos állapotokban belsőleg hideget érzünk, a nélkül hogy a test hőmérséke csökkenne, és meleget, a nélkül hogy fokozódnék. Ezek az érzések mindig oly állapotra mutatnak, melyben az idegrendszer egy részének szabályszerű működésében zavart kell feltételeznünk, az érzés csak hirtelölje az egyenetlenségnek, mely, ha csekély és mulékony, némely élvezeti szer által gyorsan megszüntethető; ha pedig tartós, akkor betegségnek a jele.

Egy csésze leves gyakran erősítő hatású, nem azért mintha alkatrészei erőt fejlesztenének ott, a hol nincs, hanem mert idegeinkre úgy hatnak, hogy a meglevő erőnek tudomására jutunk és érezzük, hogy azzal az erővel rendelkezhetünk. A gyengeség érzete, mely szintén idegbeli hatás, ekkor aztán csökken vagy elmúlik. Valódi gyengeségnél a húsleves nem hat erősítőleg.

Az ember tevékenysége azonban függ az idegek hangulatától, s így felfogható, hogy oly dolgok, a melyek az idegek állapotára hatnak, azon számtalan követelmények között, melyek az emberre háramlanak, szükséggé válnak reá nézve, mert az „akarásra“ és ezzel az ember cselekvényeire hatnak, az erő készletnek felhasználására, továbbá befolyást gyakorolnak arra, hogy csekélybe vegye az ellentállásokat, vagy keresztül törjön oly akadályokon, vagy ellentálljon oly külső befolyásoknak, melyeket különben kikerült volna. Egy pohár bor, hasonlóan mint a külső testi fájdalom, egy pár pofon csapás, vagy egy sor verés, ez utóbbi különösen gyermekeknél, az ideg hangulatát illetőleg gyakran csodákat művel.

A mi a kávé hatását illeti, csak annak idézésére szoritkozom, a mit róla Fröbel F. szerfelett érdekes közép-amerikai útleírásában („Sieben Jahre in Central-Amerika“ 226. l.) mond:

„A kávé a közép-amerikai nagykereskedő karavánok személyzetének nélkülözhetetlen szükséglete; pálinkát csak orvosság gyanánt használnak, hanem a kávé merőben szükséges czikk és naponta kétszer iszszák. Üdítő hatása nagy erőfeszítéseknél, hőségben és hidegben, esőben és száraz időben egyaránt rendkívüli.“

A thea élvezete, és még a kávénál is nagyobb elterjedése, teljesen hasonló hatásokon alapszik; ép így a maté*

* A maté vagy maté-thea déli Amerikában (Paraguay, La Plata, Chili, Peru, Quito, stb.) a chinai thea helyét pótolja. Használá-

thea használata Paraguayban és a guru-kávéc * Afrika belsejében, s a legnagyobb csodálatra kell hogy gerjeszsen, hogy ugyanazon anyag, melynek a kávé sajátos hatását tulajdonítjuk — a kafein — mind a thea-levelekben, mind az Ilex-faj levelében, melynek forrázatát Paraguayban thea gyanánt iszszák, mind pedig a guru-kávében (a *Sterculia acuminata* gyümölcsében) egyaránt előfordul.

Fel kell tennünk, hogy ha ezek az élvezeti szerek nem elégítenék ki a szervezetnek bizonyos fontos szükségleteit, bizonyára az emberek se igen fáradtak volna felkeresésöikkel; s hogy az ösztön, számtalan más növény közül, csodálatos módon, épen olyanokat választott ki, melyek ugyanazt a ható anyagot készítik és adják, ez a körülmény nyilván azt bizonyítja, hogy minden világrész és éghajlat népességének táplálkozási folyamatában egy és ugyanaz a hiány létezik, és hogy azt betölteni igyekeznek.

A theában vagy kávéban bizonyos előnyöket vásárlunk meg szellemi vagy testi munkák végzésének előmozdítására, hogylétünkre zavarólag ható külső befolyások eltávolítására, — röviden: az egészség normális egyensúlyának fenntartására, a miket szigorú pontossággal kifejezni nem lehet. Ha ezeknek az italoknak ily hatásuk nem volna, élvezetökbe csakhamar bele unnánk.

tát a spanyolok a bennszülött indusoktól tanulták el. Az Ilex paraguayensis cserje szolgáltatja, de azért e növényt nem művelik. Gyűjtésre a kormány ad engedélyt, bizonyos illeték lefizetése mellett; a gyűjtők és kereskedők az erdőkben szedik le a vadon termő cserje leveleit és fiatal hajtásait, s előbb tűz mellett szárítják, azután a tűzhelynek még forró talaján gyengén megpörkölik. Ford.

* Guru-kávéc vagy guru-dió, a *Sterculia acuminata* fácskának kávénemű, húsos héjban termő, nagy, vörös magva. A bennszülöttek közt kola vagy guru a neve. Gyenge csipős ízű, kávé módra pörköelve, szétzúzva és vízzel keveve táblácskákka alakittatván, az ételek fűszerezésére használják. Étkezés előtt szokták rágni is a magvakat; csipős íze következtében a romlott ivóvíz kellemetlen ízét elveszi. Ford.

Ezekhez az élvezeti szerekhez tartozik a húsleves vagy a hús kivonat, a mi, köztudomás szerint, nem egyéb, mint méz-sűrűségűre lepárolt húsleves.

A húsleves a húsnak víz által kivonható alkatrészeit tartalmazza, innen ered elnevezése: a hús „extractiv-anyagai”; ezek részint éghető, részint nem éghető anyagok; ez utóbbiak foszfatok, melyek a kávéban és theában is előfordulnak; az eléghetők anyagának nagyobb része nitrogénben bővelkedő, nem kristályosítható anyagokból áll, melyeknek sajátságaik körülményesen nem ismeretesek, továbbá három kristályosítható anyagból, a kreatin-, kreatinin- és sarcinból, megjegyezvén, hogy e két utóbbi a vegyületek azon osztályából való, melybe a káfein is tartozik. Ez a növényi alkaloidák azon nevezetes osztálya, mely a leg-hathatósabb gyógyítószereket, úgy mint a morphint és a chinint, és a legborzasztóbb mérgeket, mint a strychnint (nyilméreg), couiint (bürökméreg), a nicotint (dohány-méreg) és több effélét foglalja magában. Összetételére nézve a káfein legközelebb áll a húslevesbeli kreatininhoz. A hús extractiv-anyagainak egyike sem található fel a növényi tápszerekben; valamennyi az állati test készítménye.

Chinában és Japánban nincs marhatenyésztés; ez országokban a művelhető talajt kizárólag emberi tápszerek termelésére fordítják.

A Japánok és Chinaiak nagy részének vallásuk tiltja a húsevést, így Japánban mind a Sintoistáknak mind Buddha követőinek. Tudjuk, hogy a Kanton-város (Kuang-tung fővárosa) utcáin árult tej aszszonyi tej, melyet betegek számára vásárolnak. A forró égöv több vidékén, mint például nyugoti Afrikában, nem lehet marhát tenyészteni hústermelés végett, mert a száraz évszakban minden fű megsemmisül, az esőzés ideje alatt pedig széna-csinálásra gondolni sem lehet.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a kávé, thea és gurutkávé oly országokból erednek, hol a hús a nagy népesség

igen ritka tápszerei közé tartozik, ebből azt sejtethetjük, hogy ezen élvezeti czikkeknak a becese ama népességre nézve abban rejlik, hogy a húslé helyét pótolják és annak hatásait részben helyettesítik. Hogy az angolok, hollandok és Észak-Amerika Egyesült-Államainak lakói túlnyomó hússal táplálkozás mellett mégis a legerősebb thea-ivók, ez a körülmény nem bizonyít az előbbi állítás ellen, mert ugyanők fogyasztanak legtöbb húskivonatot is; maga Nagy-Británia egy harmadát annak, a mit Dél-Amerikából Európába behoznak.

A kávébab túlságos pörkölése lényegesen megváltoztatja azokat a hatásokat, melyek a kávénak és theának közös tulajdonaik; a kaffein elillan, s a megmaradt babban több oly kozmás anyag képződik, melyek a szervezetre gyakorló hatásaikban, más növényi anyagok, péld. cichoria-gyökér, fűge stb. pörkölési terményeivel is pótolhatók.

Figyelemre méltó, hogy a pecco- vagy souchong-thea forrázatában mindig előfordul egy kevés vas és mangán, valami sajátságos vegyületben; az erős theában körülbelöl annyi, mint a gyenge vasas vízben.

A húslének mint élvezeti czikkeknak sajátságos becese kitűnik, ha a kenyér vagy liszt fő alkatrészeit összehasonlítjuk a hús főalkotó részeivel. Tartalmuk ez:

a lisztben

vannak albuminátok, fűtőanyag (keményítő), tápsók;

a húsban

albuminátok, fűtőanyag (zsir), tápsók és kivonható anyagok.

A hús tehát a kenyértől és valamennyi növényi tápszertől az által különbözik, hogy egy csomó nevezetes anyagot tartalmaz, melyek itt „kivonható anyagok“ (extractiv-anyagok) név alatt vannak összefoglalva.

Ha kilugozás vagy főzés közben a víz csak ezeket az extractiv-anyagokat vonná ki a húsból, akkor a hús tápértéke nem lenne csekélyebb mint azelőtt; de a víz egyzersmind az oldható tápsók legnagyobb részét is kivonja

a húsból, és ez — nem pedig az extractív-anyagok elvonása — az oka annak, hogy a megmaradt húsnak többé semmi tápértéke sincs. Fel lehet tenni, hogy a hiányzó tápsók hozzá pótlása által a húsmaradék újra viszszanyerné tápértékét, de csakis annyit, a mennyi a kenyérnek megfelel.

A hústápláléknak, mint említők, a kenyérrel közös tápláló erején felül, némely állapotra nézve előnyösebb hatása van a kenyérnél, a mennyiben a húsalbuminátok könnyebben emészthetők, és gyorsabban átmennek a vérkeringésbe; de ebben a tekintetben a tej és a sajt nem alábbvaló a hústápláléknál; azonkívül pedig még egy más, egészen sajátos hatása is van az idegrendszerre, a mit meg lehetős határozatlanul feszültségnek — tonusnak — erélynek neveznek; arra nézve pedig, hogy ez a hatás az extractív-anyagok sajátja, nincsen semmi kétség.

Lényegileg a tápszer az, a mi a húsevőket általában erősebbekké, merészebbekké, és harciasabbakká teszi, mint a növényevő állatok, melyek amazoknak zsákmányaikul esnek.

„Egy medve, melyet a giesseni anatómiai intézetben tartottak, mindaddig míg kizárólag kenyérrel táplálták, egészen szelíd kedélyű volt; néhány napi hússal etetés azonban rosziulatuvá, sőt rávigyázójára is veszélyessé tette; ismeretes, hogy disznóknál a *vis irascibilis* hústáplálék által fokozódik, annyira, hogy az embert is megtámadják.“ (Chemische Briefe. II. kötet 173. l.)

A húsnak húsértéke tehát, magának a húsnak kivonható anyagaitól függ, melyek a száraz izomtömegnek 12 százalékat teszik; megjegyezvén, hogy ez alatt azt az értéket értem, mely a hússal táplálkozásnak sajátja, vagyis azokat a hatásokat, melyek a növényi tápláléktól lényegesen megkülönböztetik.

Leves, kenyér, főzelék, tésztás ételek, sódar, sajt stb. ezek étkezéseink alkotó részei. Mindezen tápszerekből hiányzik azonban valami tápértékben, és pedig tápsókban való szegénységök következtében; a kenyeret péld. ezért nem

emészthetjük meg tökéletesen, legtöbb sarat ad, és így biz' valamennyi említett étel hagy maradékot, mely a beleket terheli s beteges állapotokat idéz elő, ép úgy, mintha tökéletesen emészthető alkatrészeikhez egy adag megemészthetetlen vagy haszontalan volna hozzákeverve.

A tapasztalt szakács az ételek e hibás sajátságain mártalékaival és pótlékaival igyekszik javítani. Erre, a konyhai fűszerszámokon kívül valami kivonatfélét is használ, melyet törött csontokból és mindenféle húсок hulladékaiból előre megkészít; de minthogy ezekben a húshulladékokban rendszeren nagyon kevés az izomhús, ennél fogva a szakács készítése kivonatban is kevés a tápsó, ellenben annál több az enyv, a mi azonban a táplálkozásra vagy az étkek javítására mitsem lendít. Teljes pótlást csak a tömörített húsleves ad, mely valamennyi hasonló készítmény között leggazdagabb tápsókban; a finom, erőteljes íz, mit általa az étkek nyernek, értésére adja a szakácsnak, hogy ezzel legkönnyebben találja el a helyeset, s a ki ez ételeket megeszi, emésztése alatt tapasztalja, hogy jól vagy rosszul evett-e? A jól készített ételt a rosszul készítettől könnyebb emészthetősége különbözteti meg, ez pedig keverésétől függ; míg az emésztés időtartama: oldhatóságától és a gyomorban való szétoszthatóságától. A tapasztalatlan szakács leginkább az utóbbiakra ügyel, melyek fontosak ugyan, de nem a fő kellemek; izlésünket fonákul választott fűszerekkel tévútra vezet, s ezzel a legjobb dolgokat is elrontja. Az egyszerű, de helyesen megkészített étkeket a finominyűek legtöbbször becsülik.*

* Nevezetes, hogy a gombákban, melyeket a szakács mártalékjaihoz használ, — a szarvasgomba, champignon, kucsagomba stb. — ugyanazok a tápsók vannak, melyek a húsban, és közel ugyanazon arányban is; s a gomba-levesek csakugyan íz dolgában is nagyon megközelítik a húsleveset. Ennek behatóbb vizsgálata érdekes eredményekre vezethetne. Szibériában még a légyölő galócát sem vetik meg, mérgeessége dacára sem.

A szakácsművész gazdáinktól és marhatenyésztőinktől sokat tanulhatna. A tenyésztők tudják, mily fontos a különféle tápanyagok helyes aránya a növények és állatok táplálására; de eleséggel ellátás tekintetében az állatokról sokkal jobban gondoskodnak mint az emberről, és mégis, az ember sokkal drágább jószág. Háborúk végével tapasztalják a népek, milyen drágán kell megfizetni egy embernek és az emberi erőnek az árát.

A táplálás alaptételeire nézve a gazdák és marhatenyésztők közt már nincs ellentmondás; belátásuk oda vezette őket, hogy külön intézeteket léptettek életbe, melyekben a takarmányok tápértékét tudományosan és gyakorlatilag megvizsgálják és meghatározzák, mily keverék arányban lehet velök, legkevesebb pénzbefektetéssel, a legtöbb húst, tejet, gyapjút vagy munkát haszonba fordítani. Az elmélet vívmányainak gyakorlati értékesítése vezette őket arra, hogy a tudományt tegyék működésök alapjává; empirikus kézművesekből, gondolkozó iparosokká emelkedtek, a kik szellemi rangban csakhamar valamennyi más iparos osztályt túl fognak haladni, s nem sokára új veret bélyegét fogják okvetetlenül rásütni a társadalomra.

Az emberek táplálkozását illetőleg a gyakorlat egy századdal hátra van, s ha az kerül szőnyegre, hogy az ellátás legjobb és leggazdaságosabb módját kinyomozzák a tömlözőkben, dolgozó- és szegényházakban elhelyezett emberek számára, vagy katonáknak béke idején vagy hadjáratban, akkor a legszánalomraméltóbb ellenmondásokkal találkozunk, s utoljára is a véletlenre bizzák a dolgot.*

* Egy német közép-állam hadseregében az úgynevezett „hadi végső készlet“ a következőkből áll:

12 lat pörkölt kávé,

2 font 8 lat rizs és cukor.

A „hadi végső készlet“ alatt azok az étkek értendők, melyeket a katona magával hord a háborúban, s azért nevezik végsőnek, mert esakis a végső esetben szabad hozzányúlania, mikor már nincs benne

Hippokrates az orvosi tudomány eredetéről szóló munkájában mondja: „És azt bizonynyal tudom, hogy az ételek és a kenyér minősége nagy befolyással van az egészségre; és a ki erre nem vet ügyet vagy ezt a befolyást nem érti, miként értheti az meg az embereket megtámadó betegségeket! Annak okáért szükségesnek tartom, hogy minden orvos a természettel ismerős légyen, arra törekedvén, ha kötelességét bé akarja tölteni, hogy megismerje, mi légyen az ember a maga ételéhez és italához, és más foglalatosságaihoz való viszonyában, és mi légyen a hatása az eledelelnek a magános személyekre. Ha a betegnek is alkalmatosságára szolgálna az az eleség, a mi alkalmatosságára van az egészségeseknek, akkor ugyan senki sem vetette volna magát gyógyító orvosságoknak a keresésére. Azt tudni, hogy mely eledelel szolgálatos a betegnek, ez teszi az orvost.“

Ha egy második Hippokrates a jelen korban támadna, az, a tudomány megállapította táplálkozási törvények segítségével, kétségtelenül nagy átalakulást hozhatna létre a gyógyítás tudományában; de a diätetika a mi orvosaink legnagyobb része előtt meglehetősen ismeretlen vidék, ámbár a legbelátóbbak megegyeznek abban, hogy az ételek helyes megválasztása által a fejlődés időszakában, valamint a ha-

mód, hogy egybűnben kerithessenek eleséget A k á v é nagybecsű élvezeti cikk, de nem tápszer; a c z u k o r fűtőanyag; a rizs pedig, tápértékét illetőleg, a tápszerek sorában alább való a burgonyánál. A katona tehát végső készletében 2 font 20 latnyi anyagokat kénytelen magával czipelni, melyekről azt lehet mondani, hogy nem, vagy csak szerfölött tökéletlenül táplálják. A kávé, mint említők, jó portéka, de cukorral édesíteni szükségtelen. Keleten, a hol terem, cukor nélkül iszszák. Száraz rizskásán rágódni, vagy vízzel leforrázva só, zsír, nélkül enni, szintén nem kis feladat. Másfél font derczés lisztből készült tengeri kétszersülttel, s néhány lat sózott hús-kivonattal vagy egy darab fűstölt marha-kolbászszal a katona ugyan jóval többre menne.

ladottabb életkorban is, sok betegségnek és szenvedésnek elejét lehet venni.

Barátaim egyike, híres orvos, a legelső európai udvarok egyikénél, azt mondta nekem egyizben, midőn hivatásában szerencséjét magasztalám: „A betegségek gyógyítása mindig kétséges dolog marad; az én sikereimnek oka abban rejlik, hogy mindig főfeladatomból tekintem a reám bízott családtagoknak egészségét fentartani.“ Barátom azt állítja, hogy az előkelő házak gyermekeit többnyire kora ifjúságtól kezdve falókká nevelik, s hogy csintalanságaik, dolgozni és tanulni nem akarásuk oka, gyakran inkább a gyomrukban, semmint fejökben rejlik.

Az orvos befolyása ebben az irányban, legalább Németországban, elég csekély, a hol a házi orvos kéretlen látogatása rendszeren kellemetlen érzést ébreszt. Vannak házak, melyekben nagy szerénytelenségnek tekintenek, ha a házi orvos a gyermekek ételéről és italáról gondoskodnék. Észak-Amerika Egyesült-Államainak vagyonosabb családjainál szokás a gyermekeket havonként vagy negyedévenként a fogorvoshoz küldeni; az orvoshoz, ki a fogorvost gyakran nélkülözhetővé tenné, csakugyan nem küldik őket, és ebben a tekintetben a viszonyok ott se sokkal jobbák mint mi nálunk.

Tápszereink ára nem mindig felel meg tápértékeknek, — és így nem lesz talán érdektelen, néhány észrevételt tenni arra az útra és módra nézve, miként lehet a tápértéket — legalább megközelítőleg — megbecsülni. A használt számok természetesen csak egy vidékre vagy helyre érvényesek; nagy városban némely tápszerekért gyakran többet fizetnek mint kisebb városban, itt többet mint falun.

Például egy ily számításra legelsőbben is a tejet veszem:

A tehén-tejben van vaj, tejezukor, sajtanyag és vannak tápsók; ezen alkatrészek mindegyikének meg van a maga ára, és pedig a tápsók ára oly csekély, hogy nem szükség

számításba venni. Ha a vaját és tejezuket a piaci árak szerint számíthatók, úgy tápértékek megállapításában hibát követnénk el. A vajnak, mint fűtőanyag, nincs nagyobb tápértéke, mint a disznózsírnak vagy bármely más zsírnak; a tejezuket tápértéke nem több, mint a szőlőcukoré. Számításunkban tehát a vaj árát nem tehetjük többre, mint a zsírét általában, a tejezuketét nem többre a szőlőcukorénál.

Ezekben a számításokban, mint majd észre vesszük, sok az önkény, de azért mégis érdekesek: 100 pint közönséges tehéntejben (1 pint = 2 vámfont) van: 5·6 font vaj, 9·6 font tejezuket, 8·2 font sajtanyag, — s az ára, pintjét 18 fillérjével számítva, mindössze 150 ezüst garas.* Ha a vaj árát 8 e. garasra, a tejezuketét 4 e. garasra tesszük, akkor a sajtanyag árát következőképen számíthatjuk ki:

100 pint tej ára.....	150 e. gr.
ebben van: 5·6 font vaj,	8 ezüst gr.-val 44·8 e. gr.
9·6 „ tejezuket, 4 „ „	38·4 „ „
8·2 „ sajtanyagnak az ára	66·8 „ „
	<u>összesen: 150 ezüst garas.</u>

A tejben tehát egy font sajtanyagért, a városban, valamivel többet fizetünk 8 e. gr.-nál; a piacon a friss fehér sajtnak felényi sincs az ára. Vidéken, nagyobb jószágokon 1 pint tejet 9 filléren lehet venni, s így a számítás mindjárt másképp üt ki.

100 font közönséges asztali sajt ára	20 tallér;
100 font svájci sajt.....	600 e. garas,
van benne: 45 font víz,	
27 „ vaj — 8 e. garassával	216 e. gr.
28 „ sajtanyag.....	384 „ „
	<u>összesen: 600 ezüst garas.</u>

* A porosz tallér értéke 1 frt 50 kr. o. é. ezüstben. Van benne 30 ezüstgaras (1 garas = 5 ezüst kr.), minden garasban 12 fillér (1 fillér = k. b. $\frac{2}{3}$ krajczár).

A közönséges sajtban tehát egy font sajtanyagot 13 ezüst garassával fizetünk, tehát felényivel drágábban, mint a tejben, és ebből megérthetjük, hogy a tejezükornak, mely a sajt készítésénél elvesz, a sajt árában, legalább némi részben, meg kell térülnie. Egy font közönséges asztali sajt ára kicsinyben 8 ezüst garas; a sajtanyag fontját 20 e. garassával fizetjük meg benne, tehát 12 e. garasnál is drágábban, mint a tejben.

Tyúktojás: Egy keményre főzött tyúktojás súlya, héj nélkül, 40 gram — tehát 25 tojás 2 vámfont; ennek az ára 8 e. garas levén, fontja 4 e. gr. vagyis 48 fillér.

A tyúktojásban van:

100 részben.....	1 fontban.....	
víz.....	74·67 rész,	48 fillér.
zsír.....	10·43 „ 52·15 gram,	10 fillér,
albuminátok.	14·90 „ 70·50 „	38 „
összesen:		48 fillér.

A tyúktojásban tehát egy font albuminátok ára valamivel kevesebb mint 27 ezüst garas.

Hús a mészárszékből: Saját háztartásomban tett meghatározások szerint, 100 font húspan a mészárszékből, átlag véve 67 font az izomhús, a többi zsírszövet (3 font), zsír (8½ font) és csont (21½ font).

100 font hús ára, 5 e. garassával számítva.... 16 tr. 20 e. gr. ebben van:

21·5 font csont.....	5 fillérjével.....	— tr. 9 e. gr.
8·5 „ zsír.....	8 e. gr.-val.....	2 „ 8 „ „
3·0 „ sejszövet (nedves) 2 „ „	— „ 6 „ „
67 „ hús	50·9 ft víz.....	— „ — „ „
	2·2 „ húskivonat, 3 tr. 28 e. gr. val	8 „ 11 „ „
	13·9 „ húsalbuminát.....	5 „ 16 „ „
összesen:		16 tr. 20 e. gr.

Így az albuminátok fontját a húspan 11 ezüst garassával fizetjük; valamivel olcsóbban, mint a sajtban, és drágábban, mint a tejben.

Az állatok adta tápszerek között legolesőbb a tej, legdrágább a tojás.

A növényi tápszerek értékének a kiszámítása még bizonytalanabb, mint az állatiaké. Mind a búzalisztben, mind a burgonyában keményítő van, mely mind a kettőből gyárilag állítatik elő, s a kereskedésben igen egyenlőtlen az áruk: a búzakeményítő drágább, mint a burgonyakeményítő, tápszertül (fűtőanyagúl) azonban egyenlő a becsök. Ennél fogva a búzaliszt értékének kiszámításánál, a búzakeményítő árát nem lehet felvenni, és ha, mint a következőkben történik, a burgonyakeményítő árát használjuk is, még ez is nagy, mert benne van a gyártás költsége is, melynek nincsen tápértéke. Tápértékek megítélésére azonban, egészben véve, ennek semmi befolyása sincs.

Búzaliszt: 100 font 1-ső számú búzaliszt középára 7 tallér. Van benne:

viz, hamu, sejtanyag...	18 font,		
keményítő.....	68 ¹ / ₂ „	3 e. gr.-val	6 tr. 25 e. gr.
albuminátok.....	13 ¹ / ₂ „	— „	5 „ „
	<hr/>		
	100 font,		7 tr. — e. gr.

Egy font albuminát ára tehát a búzalisztben, valamivel több 4 fillérnél.

Borsó: Egy mázsa borsóban van:

viz, növényrost, hamu..	25 font,		
keményítő.....	55 „	3 e. gr.-val	5 tr. 15 e. gr.
albuminátok.....	20 „	— „	15 „ „
	<hr/>		
	100 font,		6 tr. — e. gr.

Jelenleg a borsó mázsáját 6 talléron vagyis 100 fontját 180 ezüst garason árulják. Ha a keményítő árát úgy vesszük fel, mint fentebb a búzalisztben, akkor az egy mázsa borsóban lévő 20 font albuminát csak 15 e. garasba, vagyis fontja 9 fillérbe esik.

Burgonya: Egy német köből burgonya súlya 300 font, és van benne:

víz.....	240 font,
albuminátok....	6 „
keményítő.....	54 „
	<hr/>
	300 font.

Ha a burgonyabeli keményítőt a kereskedő ára szerint számítjuk, akkor egy német köből burgonya értéke, az albuminátokat nem számítva, 5 tallér 22 e. garas lenne; ára azonban csak 3 tallér.

Ezek az összehasonlítások mindenekelőtt megmutatandók e tápszerek között a különbséget, és azt, hogy az áruk semmiféle meghatározható arányban sincsen albuminát és fűtőanyag tartalmukkal.

A keményítőnek és a zsirnak az iparban más alkalmazásaik is vannak, melyek az árukra befolyást gyakorolnak; az albuminátoknak ellenben, bármily fontosak is a táplálkozásra, magukban véve nincsen kereskedelmi értékök; csupán a sikért, mely a búzakeményítő gyártásnál mellékterményül esik el, használják a csizmadiák csirizelésre, s azt hiszem, ennél több alkalmazása nincs is.

Ismervén a tápszerek összetételét és árát, könnyen kiszámíthatunk oly elegyeket, melyek valamely meghatározott tápláló vagy hatóérték elérésére legkevesebbe kerülnek. Megjegyzendő egyébiránt, hogy e tápszerek ára lényegesen függ az elkészítés költségeitől. A búzalisztnak kenyérré változtatása legkevesebb költséggel jár; a borsó azonban, hogy tökéletes tápszerre legyen, bizonyos hozzávalókat igényel, melyek számításba veendőek. A borsóban péld. (egyenlő súlyt véve) több albuminát van, mint a búzalisztnben, de sokkal kevesebb keményítő (fűtőanyag.) Ételekben ezt a keményítőt pótolni lehet zsírral; 10 rész zsirnak ugyanannyi fűtőereje van, mint 24 rész keményítőnek. Ebből kislát, hogy 100 font borsóba 20 font zsirt kell tennünk, hogy a belőle

készült ételnek ugyanolyan hatóereje legyen, mint a parasztra őrlött búzalisztnek.

100 font borsó megfelel 148 font búzalisztnek;
 van benne: 20 ft albuminát = 20 font albuminát,
 55 „ keményítő } 103 = 103 font keményítő.
 ehhez 20ft zsir = 48 „ keményítő }

Ha a borsó árát 6 tallérra, a 20 font zsirét 5 tr. 10 e. garasra tesszük, úgy a borsóétel, készítés nélkül, 11 tr. 10 e. gr.-ba kerül; a búzaliszt ára csak 10 tr. 11 e. garasba, az előbbi tehát 1 tallérral drágább. A valóságban azonban a borsó ételnek nagyobb a tápértéke, mint a búzaliszté, (l. a megelőző 258-ik lapon), többre lehet vele jutni és ez által nagyobb ára kiegyenlítődik. Világos dolog, hogy a borsóételben a zsir egy részét burgonyával is helyettesíthetjük, s ha készítéséhez olcsóbb szalonnát vagy bélzsirt használunk, könnyen sikerülhet olcsóbb áron kiállítani, mint a mennyibe a vele egyenlő tápértékű búzaliszt kerül.

Ha 100 font borsó-főzelékhez $3\frac{1}{5}$ font húskivonatot teszünk, akkor tápértéke 100 font izomhúsnak húsertékével növekszik; a mi annyit tesz, hogy a borsóban levő 20 font albuminát, a megevő szervezetében oly hatást idéz elő, mint ha hús alakjában ette volna meg.

Ezekre a számításokra nem kell nagyobb súlyt fektetni, mint a mennyit megérdemelnek; én elértem célomat, ha sikerült az olvasót meggyőzőn arról, hogy alapelvekhez tartva magunkat és öntudatosan is lehet enni. A ki megtanulta, az már ért valamit ahhoz a művészethez, miként kelljen életét meghosszabbítani. Az evés-ivás is rátanít bennünket, hogy természeti törvények uralma alatt állunk, melyek testi állapotunkra és ezáltal cselekményeinkre befolyással vannak, — és abban rejlik értéke, hogy a természeti törvényekkel való ismeretség közremunkál az embert azzá tenni, a minek lennie kellene, hogy rangban az állatok fölé emeli.

LYELL

LYELL (Sir Charles). A geológiában új iskolát alapított, s e tudományt gyökeresen reformálta. Született Kinnardyban (Skótsország, Forfarshire) 1797. november 14-ikén. Néhány évig Oxfordban jogot tanult, később, Buckland geológiai tanár előadásai által vonzatva, mint magántudós a geológiára vetette magát. 1832-ben a King's College-en a geologia tanára, s azóta számos tudós akademia és társulat tagja, a m. tud. akademiának is külső tagja. 1840-ben kitünő érdemei elismerésül baronet rangra emelték. — Lyell volt az, a ki a megelőző századok alaptalan hypothesisait alaposan és dicsőséggel lekiüzdötte, s a geológiai ábrándok addig uralkodó kinövéseit, mondhatni, végképen kiirtotta; ő volt, a ki a geológiai elmékedésekből és következtetésekből minden természetellenes, minden erőszakos folyamat feltevését eltávolította; ő tört legelőször új pályát, midőn a szilárd földkéreg jelenlegi átalakulásait behatóan vizsgálta, hogy azokból a múltiakat — a geológiai tényeket — kimagyarázza. Megmutatta, hogy szükségtelen és így jogtalan feltevés is, hogy az ősvilágban más erőket és hatásokat szerepeltessünk, mint azokat, melyek még jelenleg is működnek; megmutatta, hogy a Föld jelenje nem egyéb, mint múltjának folytatása: hogy főképen csak a korlátlan időszakokat kell elég hosszúaknak feltennünk, hogy általuk a legnagyobb változásokat is ismeretes módon kimagyarázhassunk. Lyell a jelenleg élő geológok között talán a legtöbbet vizsgált meg közvetlenül, a mi megóvta az egyoldalúságtól és tetemesen bővítette látó körét. Nemesak szülő hazáját ismeri izről-tőre, hanem 1828 óta beutazta Francia-, Spanyol- és Olaszországot, a Pyrenaeeket és Siciliát, Svájcot, Németországot, a keleti alpeseket, Svéd-, Dán- és Norvégországot, Belgiumot, Észak-Amerikát, Maderát és a Kanári-szigeteket: mindenütt közvetlen megfigyelés útján gyűjtve az adatokat. Művei: a „Principles of Geology“, mely 1830—33-ban jelent meg 3 kötetben és tudományos reputációját főleg megalapította (11-ik kiadása 1872-ben két igen vaskos kötetben). „Elements of Geology“, 1838. (2-ik kiadása 1841, két kötetben; 3-ik kiadása „Manual of Elem. Geol.“ czímen, 1851.) „Travels in N.-Amerika etc.“, 2 kötet. 1845. „A second visit to the United-States etc.“, 2 kötet, 1849; „The Student's Elements of Geology“, 1871; az 1844-ben névtelenül megjelent nagyhirű „Vestiges of the Natural History of Creation“ az ő szerzeménye (magyarul Somody József fordításában, Pápán, 1858; olcsóbb, cím-kiadása Pest, 1861). Számos értekezése a „Philosophical Transactions.“ben és más angol folyóiratokban.

P. Gy.

A FORRÁSOK TÜNEMÉNYEI.

A források eredete.

MINDNYÁJAN ISMERJÜK azt a jelenséget, hogy bizonyos likacsos földnek, mint például a laza porond és kavics, a vizet mohón elnyelik, és hogy az ezekből álló talaj terhes záporok után is gyorsan felszárad. Ha ily talajba kutatásunk, gyakran jelentékeny mélységig kell hatolnunk, mielőtt vizre akadnánk, de rendszeren előtűnik az, mihelyest a likacsos talajképződménynek oly alanti részéhez közeledünk a hol az vízhatatlan rétegen nyugszik; itt ugyanis a víz, — nem tudván tovább egyenes irányban lefelé utat törni magának, mint valamely vizgyűjtőben összegyűl, s azonnal kész belenyomulni bármely nyílásba, épen úgy, mint a hogy a tenger vize szokott átszivárogni, és tele tölteni minden gödröt, melyet apály idején a part homokjába ásunk.

Azt a könnyűséget, melylyel a víz a laza és kavicsos talajon átszivárog, igen világosan tünteti fel az apály és dagály hatása a Themsén, Richmondd és London között. A folyam, futásának e részletében, agyag fölött nyugvó kavicsrétegen halad keresztül, s a felső likacsos réteg felváltva hol egészen telítve van a Themse vizével, mikor a dagály elérkezik, hol ismét teljesen kiszárad a partoktól több száz lábnyi távolságra, mikor a hullámok visszavonulnak, úgy hogy a környékbéli kutaknak szintén rendszeres apálya és dagálya van.

Ilyen gyors lévén a víznek likacsos közegen való átbocsátása, könnyen felfoghatjuk, hogy miért bugyognak ki a források az olyan hegy oldalán, hol a felső rétegek mészből, homokból s más ilyen vízátkötő anyagokból állanak, míg az alantabb fekvők agyagból s más szivós földnemekből vannak. Legnehezebb mindenesetre azt kimagyarázni, hogy a víz miért nem buzog ki a két képződés érintkezési vonalán mindenütt egyformán, úgy hogy csak néhány s egymástól gyakran igen távol eső forrás helyett a csorgók szakadatlan sorozatát képezze? A vizek néhány helyen való ilyenén összpontosulásának főoka először is ama körülménynek tulajdonítandó, hogy az áthatolhatatlan rétegek felső felülete nem mindenütt síma és egyenletes, és az ily bemélyedések (mint megannyi csatornák), épen úgy vezetik a vizet, mint a völgyek valamely vidék felszínén, a mélyebb területekre és medenczékbe; másodsor pedig tulajdonítandó ama sok szakadásnak és repedésnek, a melyek természetes csatornák gyanánt működnek. Hogy a legtöbb forrás a légkörből táplálkozik, eléggé kitűnik abból, hogy azok az évszakok szerint változnak; hosszas szárazságok után megapadnak vagy teljesen megszűnnek folyni, hosszas esőzés után pedig újból megtelnek. Nagyobb részök víztömegöknek állandóságát és egyformaságát valószínűleg ama földalatti víztartók nagy terjedelmének köszönhetik, melyekkel közlekednek és ama hosszabb időnek, mely ezeknek elszivárgás által való kiürüléséhez szükséges. Ily fokozatos és rendszeres kiürülés tapasztalható, habár kevésbé tökéletes fokban is, minden nagyobb tónál, mert a gyors és heves záporok következménye azoknak vízállásán sem vehető észre azonnal, minthogy csak igen lassan emelkednek és levezető csatornáik, a helyett hogy — mint a hegyi zuhatag medre — hirtelen dagadnának fel, csak fokozatosan vezetik el a fölösleges vizet.

Az utóbbi években sok világot derített a források elméletében a francziák által „artéziaknak“ (Artois tarto-

mányról, a hol e kutak régóta ismeretesek és használatban voltak), nevezett kutak furása: s most már be van bizonyítva, hogy a föld alatt különböző mélységekben a tiszta víz nagy területeket borít el, sőt némely helyeken folyó tömegeket képez. Az ilyen kutak furásánál használt eszköz a kő- vagy föld furó, s az általa furt üreg rendszeren három vagy négy hüvelyk átmérővel bír. Ha szilárd sziklára talál-
nak, ezt mindenekelőtt egy vasruddal összeűzzák, mikor aztán a sziklaanyag ily módon apró törmelékké vagy épen porrá zuzatott, könnyű szerrel kitakarítható. Hogy a kút oldalainak beomlását meggátolhassák, s a felszálló víz szerteszivárgásának elejét vehessék, az üregbe összezsátolt csöveket bocsátanak le, a melyek Artoisban fából, más országokban pedig többnyire ércből készülnek. Gyakran megtörténik, hogy miután több száz lábnyi száraz, szilárd vízhatlan földnemen hatolnak keresztül, végre viztartalmú réteget érnek, mikor aztán a víz azonnal felrohan és a föld színén szerte ömlik. A víz első rohama a csőben fölfelé gyakran oly heves, hogy a víz egyideig ugrókút gyanánt szökik fel a levegőbe, s azután is, alább szállva, sokáig folydogál esendesen, vagy pedig néha bizonyos mélységben a kút nyílásán alul megállapodik. A víznek az első esetben mutatkozó eme fellövelése a levegő és szénsavas gáz kiszabadulásának tulajdonítandó, melyek mindegyike gyakran bugyborékol fel a vízzel együtt. *

Sheernessben, a Themse torkolatánál, a tengerhez közel alacsony földnyelven, egy kutat furtak a londoni kékagyagrétegbe 300 lábnyi mélyre, a mely alatt, kétségtelenül a woolwichi rétegekhez tartozó homok- és kavicsrétegre bukkantak; mikor ez a réteg áttörtetett, a víz nagy sebességgel rohant fel s az egész kutat megtölté. Egy másik furás alkalmával ugyanott az agyagfelület alatt 328 lábnyi mély-

* Lásd J. Prestwich, *Water-bearing Strata around London*, 1851. (Van Voorst.)

ségben találtak vizet; a víz először 189 láb magasra szökött fel, s később, néhány óra lefolyása után, még mindig nyolcz lábnyira emelkedett a föld színe fölé. 1824-ben Fulhamban, a Themse mellett, a londoni püspök birtokán egy kutat ástak 317 lábnyi mélyre, mely miután a harmadkor-szakbeli rétegeken áthatolt, még 67 lábnyi mérszen haladt keresztül. Ekkor a víz azonnal felbugygyant a földszinéig, s a forrás perczenként 50 gallon vizet adott. A chiswicki kertészeti társulat kertjében a fúrások 19 láb kavics-, 242¹/₂ láb agyag- és 69¹/₂ láb mészrétegen hatoltak keresztül, s a víz ekkor 329 lábnyi mélységből rohant fel a föld felületére.* A northumberlandi herceg birtokán, Chiswicken felül, a fúrásoknak még sokkal vastagabb közben fekvő rétegeken kellett áthatolniok a mészig, melyet 620 lábnyi mélységben értek el, mikor aztán jelentékeny mennyiségű vizre találtak, mely a föld színe fölött négy lábnyira szökött fel. Brooks urnak egy kútjában, Hammersmithben, a viznek kitululása 360 lábnyi mélységből oly hatalmas volt, hogy több épületet elárasztott és nagy károkat tett; Tootingban pedig oly erős vizsugárt kaptak, mely egy kereket képes volt forgatni, s a vizet a házak felső emeleteire fölemelni.** 1838-ban az egész vizmennyiséget, melyet London környékén a mészrétegből nyertek, naponként 6 millió gallonra becsülték, s 1851-ben majdnem kétannyira, s e növekedést átlag nem kevesebb mint két lábnyi követte ama színvonaltól számítva, melyre a víz fölemelkedett. A víz 1822-ben átalán véve a magas vízállás színvonalán állott, s 1851-ben már 45, sőt némely kutakban 65 lábnyira esett le a dagály színvonala alá. Ezen tényállás bizonyítja ama föld alatti viztartó határolt tartalmát. †

Ama három kút közül, melyeket Toursban a mészrétegen át több száz lábnyi mélyre ástak, az utolsóban a víz

* Sabine: Journal of Science. Nro XXXIII., p. 72, 1824.

** Héricart de Thury: „Puits forés“, 49. lapon.

† Prestwich, 69. lapon.

32 lábnyira szökött a föld színe fölé, s a 24 óránként kitolult vízmennyiség túlhaladá a 300 köb yardot. * Tudományos kísérlet céljából egy kutat kezdettek ásni Grenelleben, Páris egyik külvárosában 1834-ben, a mely 1839. novemberében több mint 1600 angol lábnyi mélységet ért el, a nélkül, hogy vizet talált volna. Aragonak sikerült a kormányt a furás folytatására bírni, ha szükséges, akár 2000 lábnyinál mélyebbre is. De midőn a föld színétől mintegy 1800 angol lábnyi mélyre hatoltak és az úgynevezett chloritos rétegsorozathoz (vagy felső zöldhomokkőhöz) értek, a víz csakugyan feltolult a furólyukon, melynek átmérője a felső végén 10, az alsón pedig hat hüvelyk volt. A kiömlő vízmennyiség minden 24 órában fél millió gallon tiszta és meleg vízből állt, melynek hőmérséke 82 F. fok vala. Ez 30 F. foknyi hő növekedést tüntet föl a Páris szélességi foka alatt létező források átlagával szemben, mi minden 60 angol lábnyi lejjebbhatolásnál egy F. foknyi hőemelkedést tesz. A mélység, melynél a következő, részint harmadkori, részint krétarétegek elértettek, tökéletesen egyezett amaz előszámításokkal, melyeket e felette derék vállalat tudományos intézői ez irányban tettek.

Briggs ur, a brit konzul Egyiptomban, Cairo és Suez közt, meszes homokban 30 lábnyi mélységben vízre talált, csakhogy az nem emelkedett fel a kútban. ** De más furások ugyane sivatagon, 50—300 láb közt váltakozó mélységgel, melyek egymással váltakozó homok, agyag és kovagos kőzetten hatoltak keresztül, a vizet egészen a föld színéig felbocsátották. †

A víz fölszállását és kiömlését az artézi kutakban általánosan, és, a mint látszik, nem is ok nélkül, ugyanazon alapelvre szokták visszavezetni, melyen a mesterséges szökő-

* Bulletin de la Société Géologique de France, tom. III, p. 194.

** Boné, Résumé des Prog. de la Géol. en 1832, p. 184.

† Seventh Rep. Brit. Assoc. 1837, p. 66.

kutak vizugrása alapszik. Vegyük fel például, hogy egy likacsos réteg vagy rétegsorozat (1-ső ábra) $a a$ a d áthatolhatatlan sziklán nyugszik és egy más, szintén áthatatlan



1-ső ábra.

természetű tömeg által födetik. Ily körülmények közt az egész $a a$ tömeg könnyen tele szívódhatik vízzel, mely annak valamelyik magasabb és a talaj felszínén fekvő részéről alászáll, például egy hegyes vidékről, hol nagyobb esőzések történnek. Tegyük fel, hogy valamely ponton, például b -nél, nyílást furunk, mely fölfelé szabad utat enged az $a a$ -ban meggyült vízmennyiségnek, mely ezen alant álló színvonalán ama jelentékeny vizoszlop nyomását szenved, mely ugyanazon réteg magasabb részeibe összegyült. A víz ekkor ki fog özönlenni, épen úgy, mint a csapra ütött hordóból a folyadék, és oly magasra fog felszökni, mely kiindulási pontjának színvonalával egyenlő leendő, vagyis jobban mondva, oly magasságra, mely megfelel ama víznyomásnak, melyet azelőtt az összegyült s bezárt víz az $a a$ réteg vagy vizeztartó fedőjére és oldalfalaira gyakorolt. Épen így, ha véletlenül egy természetes talajrepedés c történik valahol, itt a föld felületén ugyan e törvény alapján fog egy forrás előállani.

Az artézi kutak furásánál a sikertelenség okai közt meg kell említenünk ama számtalan sok hasadást és egyéb szabálytalanságot, mely némely kőzetekben igen gyakori, továbbá ama mély sziklarepedéseket és völgyeket, a melyek hasadékai némely vidéket keresztül-kasul metszenek; mert a hol eme természetes vízvezető (vizfolyási) vonalak megvannak

ott csak csekély mennyiségű viz marad fenn arra, hogy mesterséges utakon merjük ki a föld gyomrából. Ki vagyunk téve a furás sikertelenségének mind a likacsos, ép úgy mint a vízhatlan rétegek nagy vastagsága, valamint a vízgyak jelentékeny mélysége miatt is, mely utóbbi a vizeket, a szomszéd magasabb területekről, valamely más ellenkező irányban levő teknőbe vezetheti el; továbbá, mikor a furások egy oly meredek hegyoldal aljában eszközöltetnek, a hol a rétegek befelé, vagy pedig a szikla homlokzatával ellenkező (átellenes) irányba hajlanak.

Csupán csak a dombok vagy hegyek távolsága ne riaszson vissza bennünket a kísérletektől: mert a vízmenyiség, mely ama magasabb pontokon eső alakjában lecsapódik a szerfölött lejtős vagy épen függélyes rétegeken, vagy pedig a szétmálladozott sziklák repedésein át könnyen jelentékeny mélységig hatolhat be és gyakran, miután már nagy távolságra elszivárgott, újból fölfelé kell szállania, s más repedéseken át ismét annyira fölemelkedik, hogy az alantabb fekvő vidékeken közel jut a föld felületéhez. Itt aztán meglehet, zavargás nélküli vízszintes rétegek borítják, melyeket épen csak át kell furni, hogy vízhez juthassunk. Itt nem kell felednünk, hogy a föld alatt folyó vizek futása csak távolról hasonlít némileg a föld felületén folyókéhoz, a mennyiben az utóbbiaknál a víznek szakadatlan esése van a magasabb színvonalról az alantabbra, a folyó eredetétől egészen a tenger színéig; ellenben a másik esetben a víz néha jóval alább ereszkedhetik a tenger-szinnél, míg azután másutt annál ismét jóval magasabbra emelkedhetik.

A furó által bizonyossá lett egyéb sajátságos tények közt az is bebizonyult, hogy különböző korú és alkotású rétegek közt gyakran nyílt átjárók léteznek, a melyeken át a földalatti vizek szabadon keringhetnek. Így például St. Ouennél, Franciaországban, egy kút furása alkalmával öt különböző vízfekvetet vágtak keresztül, melyek közül mindenikből elég vizet kaptak. A harmadik víztartalmú réteg-

ben, 150 lábnyi mélységben egy üregre bukkantak, melyben a furó hirtelen körülbelől egy lábnyira süllyedt és a melyből a víz nagy mennyiségben lövellt föl.* A furó eszköznek hasonló, több lábnyira függélyesen, mint valami üres térben történt esését tapasztalták Angolországban és más helyeken is. Tours-ban 1830-ban egy kútát épen egy mézsrétegen furtak keresztül, midőn a víz 364 lábnyi mélységből egyszerre csak meglehetősen nagy mennyiségű finom homokot hozott föl magával, tele növényi alkatrészek és kagylókkal. Többek közt egy töviseserje több hüvelyknyi hosszú tüskéit is fölismerték, melyek a vízben állástól egészen meg voltak feketedve, úgyszintén több mocsári növény törzseit, s néhány gyökér darabját, melyek még fehérek voltak, végre ugyan-e növényeknek magvait oly ép állapotban, melyből azt lehetett következtetni, hogy legfeljebb csak három vagy négy hónapig lehettek a vízben. A magvak közt a *Galium uliginosum* nevű mocsári növény magvai; a csigák közt pedig egy édesvízi faj, a *Planorbis marginatus* s több szárazföldi faj, mint a *Helix rotundata* és *Helix striata* voltak képviselve, Dujardin úr, ki másokkal együtt e tüneményt megfigyelte, úgy véli, hogy a víz Auvergne-nek vagy Vivarais-nak valamelyik völgyéből folyt oda, körülbelől 150 mérföldnyi távolságról az elmúlt ősz óta.**

Hasonló tüneményt emlitenek Reimkeban, Bochum mellett Westphaliában, hol egy artézi kút vize 156 lábnyi mélységből, több apró, három-négy hüvelyk hosszú, halat hozott föl, ámbár a legközelebbi folyók azon a vidéken több mérföldnyi távolságra vannak.† Némely artézi kútakban, melyeket a francziák a Szahara-sivatag északkeleti részében fur-

* H. de Thury, p. 295.

** Bull de la Soc. Géol. de France, tom I., p. 93.

† Ugyanott, II. köt., 248. l.

tak, a víz gyakran hozott föl apró eleven halakat, mindjárt az első kilövellés alkalmával, 175 lábnyi mélységből. Desor úr írja, hogy ő 1863. januárjában látott néhányat e halak közül az Ain-Tala oáz egyik kútjában. E halak a Cyprinodonok fajához tartoztak és nem voltak vakok, mint a melyek az ádelsbergi és kentucky-i barlangokból kerültek ki, hanem teljesen kifejlett szemekkel bírtak.* A legközelebbi tócsák vagy tavak e helytől nagy távolságra feküdtek a sivatag felületén, s a csigák, halak és növényi alkatrészek földalatti tovaszállításának eme, valamint előbb említett eseteiből is eléggé kitűnik, hogy a víz nem csupán úgy egyszerűen szivároghatott át, valamely likacsos kőzeten keresztül, hanem bizonyára összefüggő földalatti csatornában kellett oda jutnia. Ily példák bennünk ama föltevést keltik, hogy a folyók likacsos medreit sok esetben a források táplálói gyanánt tekinthetjük.

ÁSVÁNYOS- ÉS HŐFORRÁSOK.

Majd minden forrás, még azok is, melyeket a legtisztábbaknak tartunk, bizonyos idegen anyagokkal van telítve, melyek a vegybomlás állapotában lévén, annyira össze vannak vegyülve a vízzel, hogy ez utóbbinak tisztaságát teljességgel nem zavarják, sőt ellenben a vizet általában véve sokkal kellemesebb ízűvé s egyszersmind sokkal táplálóbbá is teszik, mint a milyen a közönséges esőviz. De az ásványosoknak nevezett források már szokatlan mennyiségű, föloldott földanyagot is tartalmaznak és azon alkatrészek, melyekkel telítve vannak, feltűnő módon megegyeznek azokkal, melyeket a tűzhányó hegyek magukból gázalakban kibocsátnak. E források között némelyek hőforrások, vagyis magasabb hőmérsékkel bírnak, mint a mely ott a környékben a közönséges forrásoknál észlelhető, s a

* Gazette de Lausanne, Jan. 1864.

legkülönbözőbb nemű kőzetekből buzognak föl; mint például gránitból, gneiszből, mészkőből vagy lávából, de leggyakoriabbak a vulkanikus vidékeken vagy ott, a hol aránylag nem régi földkorszakokban heves földzavargások fordultak elő.

A hőforrások vízmennyisége általában bővebb és a különböző évszakokban kevésbé változó mint más forrásoké. Több vulkanikus vidéken a föld hasadékaiból az időszak által „stufas“-nak nevezett gőzgomolyok lövelnek ki, még pedig a forrpontnál jóval magasabban álló hőmérséklettel, mint például Nápoly közelében is és a Lipári szigeteken, és e gőzkilövellés szakadatlanul tart évezredek óta. Már most ha az ilyen gőzoszlopok, melyek többnyire más gázokkal is vegyítve vannak, mielőtt a föld színét elérhetnék, azáltal, hogy hideg vízzel telt rétegekkel jönnek érintkezésbe, összetömrülnek, bármely magas hőmérséki ásványos és hőforrást hozhatnak létre. És csakugyan a legtöbb esetben inkább is tulajdoníthatjuk emez okoknak, mint a hydrostatikai nyomásnak azt a tünetényt, mely szerint jelentékeny víztömegeket nagy mélységekből felemelkedni láthatunk, s nem habozhatunk ez ok helyességét elfogadni, ha azt fölteszszük, hogy ugyanazon ruganyos folyadékoknak feszereje elégséges, a lávaoszlopokat a tűzhányó hegyek magas csúcsáig is felemelni. Némely gáznemek, főleg a szénsav, különböző tájakon szabad állapotban özönlnek ki a talajból, kivált a tevékeny vagy kihalt vulkánok vidékein, s ugyanczok találhatók a hideg és meleg ásványos forrásokban is azoknak vízzel többé-kevésbé összevegyülve. Dr. Daubeny és más írók azt észlelték, hogy ezek a források nemcsak hogy a vulkanikus vidékeken találhatók legnagyobb számmal, hanem hogy, ha távolabb esnek is azoktól, helyzetük rendszeren a rétegzet valamely nagyobbyszerű zavargása helyével szokott összeesni; például a hol valamely rés vagy pedig nagyobb repedés van, mely azt jelenti, hogy a helyi földrázkódás valamelyik régebb korszakában egy közlekedési csatorna nyílt meg a föld belseje felé. Az is be van bizonyítva,

hogy a Pyrénéken és a Himmalayán jelentékeny magasságokban gránit-sziklákból hőforrások fakadtak, melyek az Alpokon is gyakran találhatók, minthogy ezen hegylánczok aránylag nem nagyon régen jelentékeny zavartatást és rázkódásokat szenvedtek, miként ez némely független földtani tünettel, sőt néhol történeti eseménynyel is bebizonyítható.

A vulkanikus vidékek csekély kiterjedése első tekintetre ellentmondás gyanánt tűnhetik föl eme nézetekkel szemben, de másként fog állni a dolog, ha egyszermind a földrengéseket is a vulkanikus működés nyilvánulásai közé sorozzuk. A geológok által eddigelé átvizsgált földfelület nagy részéről ki lehet mutatni, hogy földalatti mozgalmak által repedt vagy rázkódott meg azon idő óta, midőn a legrégibb harmadkorszakbeli rétegek képződtek. E munka folyamában látni fogjuk azt is, hogy földingások után új források fakadtak, mások meg vizeik mennyiségét szaporították s hőmérsékük is egész váratlanul emelkedett elannyira, hogy e források leírását majdnem hasonló joggal adhattuk volna a „tűz által előidézett okok“ fejezete alatt, minthogy azok vegyes természetű tünemények, a mennyiben tűz és víz által egyszerre és egyaránt idéztettek elő.

A történelmi időkben előfordult változások egyik példajaként fölemlíthetjük itt, hogy az 1855. évi lissaboni földrengés alkalmával Bagnères de Luchon-ban a Pyrének közt, a La Source de la Reine-nek nevezett forrás hőmérséke hirtelen 75 F. fokra emelkedett, vagyis hideg forrásból 122 F. fokú hőforrássá változott, mely utóbbi hőfokát azóta meg is tartotta. Azt is említik, hogy Bagnères de Bigorre hőforrásai, ugyanazon hegylánczban egy erős földrengés alkalmával, mely 1660-ban az említett városkában több házat ledöntött, hirtelen kihűltek és hideg forrásokká változtak át.

De — azt is kérhetné valaki, — honnan veszik a vulkanikus hőség vidékei a viznek ama kimeríthetetlen meny-

nyiségét? E talány megfejtésének nehézsége valóban legyőzhetetlennek látszanék, ha azt hinnők, hogy az összes légköri víz az oceán medrébe jut; de ha a part közelében furni kezdünk, gyakran bukkanunk édes vizü forrásokra több száz lábnyi mélységben a tenger színe alatt, s legtöbb e források közül valószínűleg messzire lenyulik a tenger feneké alá. De mennyivel nagyobb lehet annak a sósvíznek a mennyisége, mely ama líkacsos rétegeken át, melyekből az oceán talaja többnyire állani szokott, vagy pedig a föld-rengések által előidézett hasadásokon keresztül a tenger feneké alá kerül! E víz, miután jelentékeny mélységre hatolt, könnyen juthat oly magas fokú hőségre, mely azt gőzzé változtathatja, még ama nagy nyomás alatt is, melynek ott ki lenne téve. E hőség a vulkanikus vidékeken valószínűleg legközelebb van a föld felületéhez, míg ellenben oly tájakra, melyek régóta menttek voltak mindenféle kitörésektől és földingásoktól, a föld színétől természetesen legtávolabbra esnek.

E vélemény megerősítésére fölhozhatom, hogy ama vidékeken, melyeken még mindig fordulnak elő vulkanikus kitörések, hőforrások bővében vannak, s azok hőmérséke itt-ott egészen a forrpontig emelkedik, míg ellenben a mily arányban távoznak a tűz tevékenységének ama központjaitól, a hőforrások is oly arányban csökkennek gyakoriságukat és átlagos hőmérséköket illetőleg. Franciaország közep-résében és az Eifel-hegyek közt Németországban, oly tökéletes alakú kúphegyeket, töbröket (kráter) s a most meglevő völgyek alakjával oly félreismerhetetlen rokonságban lávafolyamokat találunk, hogy itt minden világosan arra mutat, hogy a benső tüzek aránylag csak nem nagyon régen aludhattak ki. És csakugyan épen ezen a vidékeken játszanak igen jelentékeny szerepet a hőforrások.

A fentebb kifejtett nézetekből az következnék, hogy a földön levő vizek kétféle keringésnek vannak alávetve; az egyiket a nap heve, a másikat a bolygónk belsejében szü-

lemlő hőség hozza létre. Tudjuk, hogy a föld képtelen lenne a tenyészetre, ha megfosztatnák attól a víztől, melyet a nap heve a légkörbe fölemel, de az is igaz, hogy az ásványos források igen lényeges tényezők arra, hogy a föld felületét az állati és növényi élet fõntartására alkalmassá tegyék. Hőségõkrõl azt hiszik, hogy jelentékenyen elõmozdítja a tengeri növény- és állatfajok tenyészetét az oceán sok részében, s azok az anyagok, melyeket a föld gyomrából annak lakható felületére fölhoznak, oly természetûek és alakúak, mely különösen alkalmasakká teszi azokat az állatok és növények táplálására.

Mint hogy e források fõjelentõsége a geogra nézve ama földanyagok mennyiségébõl és minõségébõl származik, melyeket, mint a tûzhányó hegyek, alulról fölszállítanak, ez okból tulajdonképen azon alkatrészekre való tekintettel osztályozandók, melyek vizeikben föloldva vannak. Ez alkatrészek igen sokféle anyagokból állanak, de a fõszerepet köztük azon sók játszzák, melyek szén-, kén- és sósavból alkotvák, vegyülve aljakkal, minõ a mész, magnézia, timföld és vas. Chlornátrium (konyhasó), kovaföld és szabad szénsav, ép úgy mint a légeny is rendszeren jelen van ezekben, sõt léteznek petroleum-, híg kátrány- és naphta-források is.

Az ásványos források alkatrészei, például a közönséges konyhasó, chlormagnézia s egyebek, oly gyakran azonosak a tenger vizének alkat-elemeivel, hogy az elmélet azoknak tengeri eredetérõl nem ok nélkül kapott lábra. Igaz ugyan, hogy afféle anyagokat ama rétegekbõl is gyakran lehet nyerni, melyeken át az esõviz alászivárog; de sok esetben mégis a tengerbõl kerülhetnek azok még ott is, a hol az alkatrészek nem ugyanazon arányokban fordulnak elõ, mint a tenger vizében; mert a hol gázanyagokkal telített hõforrások sziklatömegeken hatolnak keresztül, ott gyakran különbözõ ásványok szétmállásának kell végbemennie, és hol azután új vegyi összeköttetések, vegyülékek jönnek létre, és

eme források egyes légnemű földes- avagy fémek alkatrészei, fölfelé irányult utjokban le is csapódhatnak.

A gázok közül a nitrogén (légeny) sokszor nagy mennyiségben fejlődik és özönlik szét a forrásokból, épen mint a tűzhányó hegyek krátereiből, kitérések alkalmával. E gáz, Dr. Daubeny állítása szerint, a légköri levegőből származhatik, mely az esővizben mindenkor feloldva foglaltatik, s mely, midőn e víz a föld kérgén keresztül hatol, oly jelentékeny mélységekre jut le, a hol már a belső hőséget elérheti; ott azután hihetőleg desoxydáló vegyfyamatnak vettetik alá, úgy hogy a nitrogén, szabad állapotba jutván, a hőség és gőz feszítő ereje vagy hydrostatikai nyomás által fölfelé üzetik.

Bath hőforrásai. — A bathi hőforrások például szolgálhatnak azon ásványos vizekre, a melyek különböző oly alkatrészeket tartalmaznak feloldva, melyek a hőforrásokban gyakran találhatók. Középhőmérsékük 120 F.-fok, mely nem csak hogy Angolország többi hasonszerű forrásaiénál jóval magasabb, de föltünően magas egész Európában is, ha tekintetbe vesszük nagy távolságukat bármely tevékeny vagy kihalt tűzhányó avagy heves földrengés vidékeitől. Így például 400 mérföldnyi távolra esnek az Eifel vulkánjaitól, s 440 mérföldnyire azoktól KDK. irányban vannak Auvergne-nek (szintén kihalt) tűzhányói, melyek Bathtól DK-re fekszenek. Az ott naponként kifejlődő nitrogén-gáz mennyiségét Dr. Daubeny nem kevesebb mint 250 köblábnyi térfogatú tömegrre beesüli. E gáz nagy mennyiségben szokott kiszabadulni a tűzhányó hegyek többreiből, kitérések alkalmával; különben a szóban levő forrásokból szénsavas gáz is fejlődik. A feloldva levő egyéb alkatrészek: mész- és nátron-sulphatok, valamint chlor-nátrium és -magnézium. Miként a hőmérséknek az év mindenik szakában észlelhető egyformasága ezen, valamint általán véve a többi hőforrásoknál is, épen oly feltünő a kiszökellő vízmennyiségnek és az abban feloldva levő ásványos alkatrészeknek századokon keresztül

tapasztalt egyformasága is. Ha a források által a föld gyomrából fölhajtott meleg vizet ama roppant terjedelmű vizgöz-felhőkkel hasonlítjuk össze, melyeket a kitörésben levő tűzhányó hegyek töbrei napokon, gyakran heteken át szakadatlanul kilövellnek, akkor a hőforrások által jelentékeny mélységekből kiemelt szilárd anyagú nagy tömegeket méltán tarthatjuk a lávához hasonlónak, melyet a tűzhányó hegy a föld felületére áraszt. E két működő erő abbéli munkája közt, hogy a mélységből különböző anyagokat szállít föl, sokkal több hasonlóság van, mint rendszeren képzelnünk szoktunk. Bath forrásai ugyan nem valami feltűnők, a bennök levő idegen anyagok mennyisége miatt Európa több hőforrásai között, mindazáltal Ramsay tanár számítása szerint, ha az általok kidobott ásványalkatrészek szilárdakká válnának, egy év alatt kilencz láb vastag, s nem kevesebb mint 140 láb magas négyzetes alapú oszlopot képeznének. Mind e sok anyag most csöndesen vitetik, láthatatlan alakban egy tiszta vizű folyócska által az Avonba és az Avontól a tengerbe; de ha a helyett, hogy ily módon elvezetnének, a források nyílása körül rakodnának le, mint ama kovagos rétegek, a melyek egy islandi geysir kör alakú medenczéjének széleit bevonják, csakhamar jelentékeny magasságú kúpot látnánk fölemelkedni, közepén töbörrel; és ha a forrás működése csak időszakai lenne, úgy hogy a szilárd anyagok kidobásának időszakai közt tiz-husz év is eltelnék, vagy (tegyük fel) három századnyi időszak, mint a Vezuvnál 1306 és 1631 között, a kidobott anyag mennyisége oly nagy lenne, hogy azt nem épen ok nélkül hasonlíthatnók egy tűzhányó hegy időszakonkénti kitöréseivelhez. *

Meszes források. — Az olyan források, melyek nagy mértékben telítve vannak meszes anyagokkal, igen sokféle tüneményt idéznek elő, melyek földtani szempontból nagyon érdekesekek. Tudva van, hogy az esőviznek, mely a légkör

* Lyell: Anniversary Address; British Association, 1864.

szénsavát magába szokta venni, az a tulajdonsága van, hogy a meszes kőzeteket, melyeken átfolyik, felbontja és így a legkisebb tócsákban és patakokban is gyakran bő anyag találtatik a héjas állatok földes kiválasztásaihoz, s bizonyos növények tenyészhetéséhez, a melyekből az említett állatok táplálkoznak. De sok forrás annyi szénsavat tartalmaz feloldva, hogy sokkal nagyobb mennyiségű meszes anyagot képesek fölbontani, mint az esővíz; és miután a sav a légkörben szétillant, az ásványalkatrészek részint likaesos tuff, részint tömörebb travertin alakjában lecsapódnak.

Auvergne. — A meszes források, bár leginkább mészhegyek vidékén fordulnak elő, koránt sincsenek csupán e tájakra szorítva; hanem minden különbség nélkül egyaránt bugyognak föl mindenféle sziklaképződésből. Közép-Franciaországban, oly vidéken, hol az első-kor kőzetei szokatlan mérvben megfosztvák minden mészkőtől, a grániton és gneisz-on keresztül, gazdag szénsavas mész tartalmú források törnek elő. E források közül némelyek melegek, s hihetőleg ama vulkanikus melegségnek mély forrásából veszik eredetüket, a mely egykor ezen a területen oly tevékeny volt. Az egyik forrás, ama domb északi aljában, melyre Clermont városa van építve, vulkanikus peperinből ered, mely graniton nyugszik. Lerakódásaiból kiemelkedő travertin-nyilást vagyis egy 240 láb hosszú s végpontján 16 láb magas és 12 láb széles fehér concretios mészsziklát képezett. Ugyanazon departementban Chaluzet vidékén, Pont Gibaud közelében, gneisz-talajból még egy másik incrustáló forrás is ered egy szabályos vulkanikus képződésű kúphegy lábánál, legalább is húsz mérföldnyi távolságra a legközelebbi mészhegységtől. Az eme forrás által képezett tuff-lerakódás tömegei oolithszerű szöveggel birnak.

Az Elsa völgye. — Ha Franciaország vulkanikus területéről ahhoz térünk át, mely az olasz félszigeten az Apennineket övezi, számtalan forrásra fogunk találni, melyek annyi mészanyagot raktak le, hogy Toskána némely részeiben az

egész talaj tuffal és travertinnel van bevonva, mely csakúgy cseng-bong az ember léptei alatt.

Ugyanazon táj más helyein tömör sziklák láthatók, alányúlva a hegyek meredek lejtőin, majdnem olyan módon, mint a hogy a lávafolyamok szoktak, azzal a különbséggel, hogy ezek itt fehér színűek, s egy folyó medréhez érve, hirtelen megszakadnak. Ezen források szénsavas mész csapadékából alakulnak, melyek közül némelyek most is folyanak, míg mások eltűntek vagy pedig helyöket megváltoztatták. Ilyen sziklatömegek sok helyen láthatók ama dombok lejtőin, melyek az Elsának, az Arno egyik mellékfolyójának völgyét határolják, mely utóbbi folyó, t. i. az Arno, Colle mellett folyik el, több száz lábnyi mély édes vizi képződésű völgyben, a mely még jelenleg is élő fajok ásatag kagylóit tartalmazza. Itt úgy tapasztaltam, hogy a travertin nem párhuzamos fekvésű az édesvizi rétegekkel; a mennyiben annak esése iránya teljesen megegyezett a völgy oldalainak lejtésével. A legszebb példák egyike volt erre, a melyet valaha láttam, a Molino delle Caldane, Colle közelében.

A Senának és a többi apró csermelyeknek, melyek az Elsát táplálják, az a tulajdonságuk van, hogy a fát és fűveket mészkővel vonják be. Magában az Elsa medrében is a vizi növények, például a Charák, melyek a szénsavas mészből nagy mennyiséget vesznek igénybe, nagy bőségben találhatók.

San Vignone fürdői. — Azok, kik csupán Angolország petrifikáló vizeinek működését szemlélték, aligha fognak kellő fogalmat szerezni ama sokkal nagyobb mérvről, melyben ugyan e folyamat oly vidékeken megy végbe, a melyek a vulkanikus zavargások tevékeny központjaihoz közelebb fekszenek. A szénsavas mésznek a hőforrásokból való igen gyors lerakódására egyik legfeltűnőbb példa San Vignone hegyen Toskanában fordul elő, Radicofanitól nem nagy távolságra és a Siennából Rómáig vezető országutttól csak néhány száz yardnyira. A forrás egy körülbelül 100 láb

magas sziklás domb csucsának közeléből bugyog föl. A domb teteje, mint szeliden aláhajló fennsík, az Amiata-hegy lábáig terjed, egy kiváló csúcs aljáig, mely nagyobbára vulkanikus képződményekből áll. Az alapot képező szikla, melyből a forrás előtör, fekete palakő szerpentinnel (2-ik ábra *b b*), mely a régibb appennini képződményhez tartozik.

San Vignone fürdői.



2-ik ábra.

A travertin keresztmetszete. San Vignone mellett.

A víz meleg, erős íze van, és ha nem nagyon csekély mennyiségben van együtt, világos zöld színű. A forrás közelében a lerakódás olyan gyors, hogy egy vezető csőben, a mely a víznek a fürdőhöz való vezetésére szolgál, s mely 30 foknyi szögben hajlik meg, annak alján minden évben fél lábnyi szilárd travertin képződik. Sokkal tömörebb szikla áll elő ott, a hol a víz csak csendesen folyik és a mint mondják, a lerakodmány télen, mikor az elpárolgás csekélyebb, sokkal szilárdabb, de egy negyeddal kevesebb, mint nyáron. A kőzet általában véve fehér, némely részei tömörek és a kalapácsütés alatt konganak; mások sejtesek s oly likacsaik vannak, milyenek a csont senyvedő részeiben vagy pedig a párisi medenceze kovagos malomkövében láthatók. E szikla egy része San Vignone falun alól is hosszú növényzárak incrustatióiból áll és bátran nevezhető tuffának. Néha a travertin határozottan fűrtös és gömbös alakot ölt magára, éppen mint Auvergne-ben a sokkal régibb

származásu, de hasonló képződményű lerakódások s ezekhez hasonlóan sokszor vékony, gyengén hullámzó rétegekké válik szét.

Ama pontról, a hol a forrás ered, nagy mennyiségű travertin (34. ábra c.) ereszkedik alá és San Vignonetól kelet felé körülbelül fél mérföldnyire nyomul előre. A rétegek a domb lejtőjét körülbelül 6 foknyi szögben érintik, s a réteget síkjai tökéletesen egykőzűek egymással. Az egyik réteg, mely több fekvetből van összetéve, tömör állagu és tizenöt láb vastag; kitűnő épületkőül szolgál, és 1828-ban az Orcia folyó új hidjának építéséhez tizenöt lábnyi hosszú tömböt vágtak ki belőle. Egy másik ága (34-ik ábra a.) nyugot felé ereszkedik alá, 250 lábnyi hosszúságban, míg vastagsága egyre változik, de néhol 20 lábnál is többre megy: azután a kis Orcia folyócska hirtelen félbeszakítja, épen úgy, mint a hogy némely jégárok (glätscherek) Svájcban mélyen lenyúlnak egy-egy völgybe, míg előhaladásukat valamely keresztbe folyó víz hirtelen meg nem gátolja.

A sziklatömegnek hirtelen megszűnt a folyónál, hol vastagsága épen nem csökken, elég világosan mutatja, hogy még sokkal tovább is terjedt volna, ha a folyó meg nem akadályozza. De már az Orcia medre fölé nem igen hajolhatott nagyon előre, mert a víz folytonosan alámossa, úgy hogy szilárd töredékei mindenütt szétszórva heverték az áradmány kavicsai között. Bármily roppantnak tűnjék is tehát föl ama szilárd sziklatömeg, melyet ez az egyetlen forrás létrehozott, bizonyosak lehetünk a felől, hogy igen jelentéktelen annak mennyisége ahhoz képest, mely folyása kezdetétől a tengerbe hordatott.

Hogy e korszak hosszúsága mekkora lehetett, annak még csak sejtésére sincsenek adataink. A travertin kőbányáiban gyakran találtak öt-hat lábnyi mélységben római téglákat.

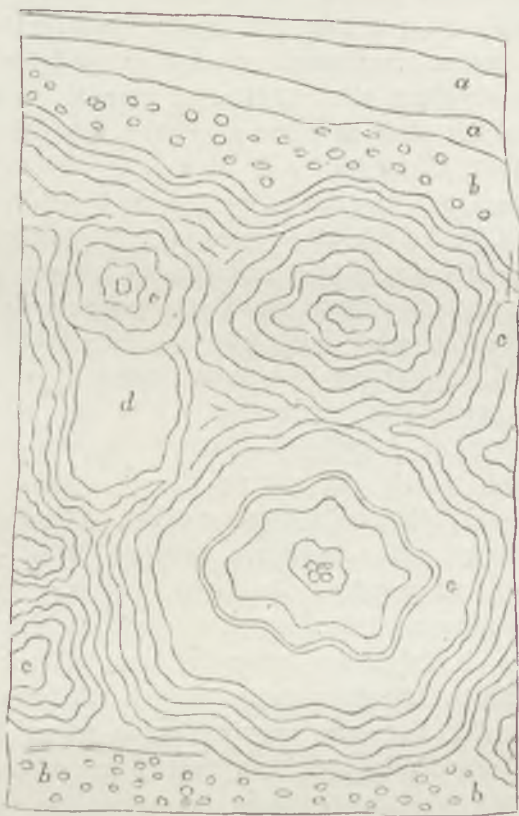
San Filippo furdői. — Néhány mérföldre az imént tárgyalttól egy másik halmon, mely az Amiata hegységgel

szintén összefüggve annak csucsától körülbelül 3 mérföldnyi távolra esik, vannak San Filippo hirneves fürdői. Az állapot képező sziklák fölváltva fekete palák, mészkö és szerpentin váltakozásából alakulvák. Három hőforrás van itt, melyek szénsavas és kénsavas meszet és kénsavas keserföldet tartalmaznak. A víz, mely a fürdőt ellátja, egy tóba ömlik, a melyben az, miként tapasztalták, körülbelül húsz év alatt harmincz láb vastag szilárd tömeget rak le.* A fürdőknél basrelief-érmekeket készítő gyár van fölállítva. A víz csatornákon több edénybe vezetetik, hol az travertint s gypszkristályokat rak le. Miután durvább részeitől ily módon megszabadulván, egy csövön egy kis kamra fölé jut, honnan tíz-tizenkét lábnyi területen át lecsorogtatják. A víz folyását alácsorgása közben számtalan keresztbe tett rudacska akadályozza, miáltal a vizsugár mindenféle mintákra szóratik, melyek szappanoldattal vannak vékonyan bedörzsölve, s az eljárás eredménye bizonyos márványszerű tömöttanyag lerakódása, mely a mintában foglalt alakokról igen szép öntvényt nyújt. A geolog e tapasztalásokból fontos fölvilágosítást meríthet ama rétegek meredek lejtését illetőleg, a melyeknél bizonyos, félig kristályszerű lerakódások képződhetnek; mert egyes minták majdnem függélyesen vannak elhelyezve, s a lecsapódás mégis majd mindenütt egyenlő.

A travertin gömbös szövege. — A tivoli-i travertin. — Azonban a mi ezen jelenkori mészkövet a geogra nézve kiváló érdekűvé teszi, az ama gömbös alak, melyet képződésekor magára ült, mint például a tivoli-i vizesésnél (3-ik ábra) Róma közelében. Itt az Anio meszes hullámai teljesen bekérgezik a partokat szegélyező nádat és a tivoli-i zuhatag tajtékja igen szép függő mészcsepokat (stalaktit) képez. Ama mély sziklaörvény oldalain, melybe a vizesés rohan, a tufa és travertin vízszintes fekveteinek rendkívüli felhalmozódása látható, melynek vastagsága négy—ötszáz

* Dr. Grosse San Filippo fürdőiről, Ed. Phil. Journal II. k. 292. l.

lábnyi. A közvetlenül a Vesta és Sibylla templomain alul lévő részlet, egy körülbelől 400 lábnyi magas meredélyen, pár olyan gömbalakot mutathat föl, melyeknek átmérője



3-ik ábra.

Spheroidszerűleg összetömörödött traventin keresztmetszete
a tivoli-i vizesés alatt.

hat—nyolcz lábnyi és mindenik egy központú réteg, körülbelől egy nyolczad hüvelyk vastagságú. A mellékelt vázlat e roppant tömegből mintegy tizennégy lábnyi területet tüntet föl, a hogy ez ama sziklába vágott ösvényről

látható, mely a Vesta templomától a „Grotto di Nettuno“ barlangig vezet alá. Nem kísérlem meg e rajzon ama számtalan sok vékony réteget föltüntetni, melyekből e gyönyörű gömbalakok állanak, de az adott vonalak is eléggé megjelölnek néhányat ama természetes osztályzatok közül, melyekre azok a rétegecskék színében és alakjában észlelhető finom eltérések által elkülönítve vannak. A hullámzások is jóval kisebbek az egész körterület arányához képest, mint a rajzon. A rétegek (3-ik ábra *a a*) kemény travertinből és laza tufából állnak; ezeken alól pisolit (*b*) van, melynek magjai különböző nagyságúak: ez alatt pedig concretios travertin-tömeg (*c c*) mutatkozik, némely gömbképződmény a fentebb említett rendkívüli terjedelemmel bírván. Némely helyeken (mint *d*-nél) alaktalan mészkő-tömeg vagy tufa látható, melyet egy központon rétegek veszik körül. Alul még egy másik pisolitréteg (*b*) is van, melyben az apró tömböcskék körülbelől olyanok és akkorák, mint egy babszem, mások akkorák mint egy mogyoró, vegyítve némi kevés apróbb oolit-szemecskékkal. A tuffrétegekben a fát könnyed tuffá átváltozva találták. Némely egyközpontu tömeg rétegesedése oly finom, hogy egy hüvelyknyi vastagságban hatvanat is meg lehet számlálni; mindamellet a fokozatos és folytonos lerakódás eme jeleinek daczára is oly részletek láthatók itt-ott, melyek tökéletes gömböknek látszanak. Az emlő- vagyis gömbös szöveg képzésére irányuló törekvés főleg ama könnyűségből származik, melylyel a mészanyag majdnem egyenlő mennyiségben rakodik le valamely kagyló vagy fadarab minden oldalára, vagy pedig azon föld felületének bárminő egyenetlenségére, a melyen az ásványos víz átfolyik, minthogy a magnak (nucleus) alakja könnyen átmegy bármennyi egymásután következő burkolatra. Azonban e tömegek sohasem lehetnek tökéletesen gömbökké, bárha gyakran olyanoknak látszanak is, midőn valamely tetszés szerinti irányban, kivéven az összetapadás pontjátét, keresztmetszést teszünk rajtok. Mindamellet

esetleg mégis láthatók apró oolit- vagy pisolit-szemecskék, melyeknek alakja gömbded, mert a mag egy darab ideig mozgásban lévén a vízben, minden oldalról új meg új anyag-részek tapadhattak hozzá.

Hasonló módon láttam a nagy gőzkatlanok függélyes oldalain a szegecsek és csavarok fejeit a mészanyagnak, rendszeren mész-sulphátnak többszörös burokaival bevonva, úgy hogy ez által tömör magtömböcske képződött, mely akkor is majdnem gömbalaku vala, miután több hűvelyknyi átmérőjű tömeggé növekedett. Eme, valamint sok más travertinekben is az egy központú és sugáros képződés gyakran található fel együttesen.

Alig lehet kételkednünk a fölött, hogy ez az egész lerakodmány egy terjedelmes tóban képződött, mely ama vulkanikus tevékenység korszakának vége felé létezhetett, a mely Róma környékének lávái és tuffjait létre hozta. A vidék külalakzata ez idő óta nagyban megváltozott és az Anio jelenleg ama hasadékba ömlik alá, melyet a régi travertinbe vésett magának. Hullámai hatalmas mészkőtömeget hoznak létre, a melyek alig, vagy éppen nem különböztethetők meg a régibb kőzettől. 1828-ban a travertin felső részében egy olyan kocsikerék lenyomatát mutatták meg nekem, a melynél a külső kör és a küllök el voltak porhadva és a tér, melyet betöltöttek, üresen maradt. Akkortájt sehogyan sem tudtam megmagyarázni magamnak e kocsikerék-minta illetén helyzetét, a nélkül hogy azt ne tételezzem föl, miszerint a keréknek még a tó kiszáradása előtt kellett legyen ott bevonatnia, de Sir R. Murchison úgy véli, hogy az hihetőleg az újabb időkben sodortatott az örvénybe valamely vizáradás által, és azután a mész tuff által épen oly formán vonatott be, mint a hogy a St.-Luciai templom egyik fagerendája 1826-ban lesodortatván, a Syrenek barlangjában megszorult, hol jelenleg is létezik, s esetleg szintén a travertin közé fog teljesen betemettetni. *

* Murchison, Geol. Quart. Journal, 1850. VI. k. 293 l.

Campagna di Roma. Róma környéke, valamint a toskán tartományok több része, a melyeket már említettünk, valamely korábbi korszakban számtalan vulkanikus kitörés színhelye volt, s az ottani források ma is bőségesen telítve vannak mészszel, szénsavval és kénhydrogénnel. Signor Riccioli 1827-ben Civita Vecchia közelében egy hőforrást fedezett fel, mely váltakozva hol sárgás travertin réteget, hol megismét valamely szemcsés fehér kőzetet rak le, a mely utóbbit a kézi példányokban — sem szemcséjét, sem színét, sem összetételét illetőleg — nem lehet megkülönböztetni az úgynevezett szobormárványtól. Közte és a közönséges travertin között bizonyos átmenet létezik. A forrás közelében felhalmozódott tömeg körülbelül hat láb vastag.

Solfatara tava. A Campagnaban, Róma és Tivoli közt terül el a Solfatara tava, melyet Lago di Zolfonak is (lacus albula) neveznek, s a melybe egy kisebb tóból, mely csak néhány yardnyira fekszik fölötte, folytonosan langyos víz ömlik. A víz szénsavas-gázoldattal van telítve, mely abból felületének némely részein oly nagy mennyiségben szabadul ki, hogy a víz valóságos forrásban látszik lenni. „Kísérlet utján, így közli Sir Humphry Davy, — úgy találtam, hogy a tó legnagyobb részéből kimerített víz, még miután fölzavartatott és a levegőnek ki volt téve, saját térfogatánál jóval több szénsavas gázt tartalmazott feloldva, igen csekély mennyiségű kénhydrogénnel vegyítve. Magas hőmérséke, mely csaknem állandóan mindig 80 F. fokon áll, és a benne levő szénsav mennyisége különösen alkalmassá teszi arra, hogy a növénytenyészet számára bő tápot nyujthasson. A travertin partok mindenütt nádakkal, zuzmókkal, *confervákkal* s más különböző fajú vízi növényekkel vannak borítva; s egyidejűleg a növényi élet működésével, a mindenfelé lerakodott mészsanyag kristályosodása is, a szénsav elillanása következtében, folyamatban van. Azt hiszem, nincs oly hely a világon, a hol a szerves és szervetlen természet törvényei a szervetlen vegyfolyam és az életerő működő erői közt fenn-

álló ellenkezésre vagy ellentétre meglepőbb példa volna látható.“ *

Ugyanezen természetbuvár értesít bennünket, hogy ő egy május havában vízzel borított travertin tömegbe egy botot erősített meg, s már a következő april havában éles hegyű kalapács segélyével is csak nehezen tudta leverni a bothoz tapadt anyagot, mely több hüvelyknyi vastag volt. A felső rész könnyű tuff és conferva-levelek vegyítése volt; azon alul sötétebb és szilárdabb travertin vala, mely fekete és feloszlásnak indult conferva tömegeket tartalmazott; legalsó részében a travertin még tömörebb, szilárdabb és szürke színű vala, de üregekkel volt átlyukgatva, melyek hihetőleg növényi anyagok feloszlása következtében jöttek létre.**

A víz, mely e tóból foly ki, körülbelül kilencz láb széles és négy láb mély csatornát tölt meg, s a tájon a belőle felszálló pára-vonal által válik feltünővé. E csatornában meszes tuffot rak le, s a Tiber abból, valamint számtalan más folyókból is valószínűleg igen sok feloldott szén-savas meszet nyer, mi nagyban elősegitheti deltája gyors növekedését. A régi és újkori Róma legpompásabb épületeinek nagy része travertin anyagból emeltetett, a mely a ponte lucanoi kőbányákból került, hol, úgy látszik, hajdan egy tó lehetett, hasonló síkságon, mint a milyet az imént leirtunk.

Kénköves- és gipszes források. — Amaz egyéb ásványalkatrészek mennyisége, a melyeket a források egyáltalán véve tartalmaznak, jelentéktelen a mészéhez képest, és ez a föld is legtöbbször szén-savval áll összekötve. De mint-hogy a forrásokban kénsav és kénhydrogén is gyakran foglaltatik, valószínű, hogy bizonyos tavakban és állóvizekben gipsz is nagy bőségben rakodik le. A kontinensen ismert jelenkori gipsz lerakódások közül csupán a Bädenit említem meg Bécs mellett, a melynek vizei az ottani

* Consolations of Travel. 123—125. l.

** Ugyanott, 127. l.

nyilvános fürdőt táplálják. E források közül némelyik egy maga 600—1000 köbláb vizet ad óránként, s bizonyos finom port rak le, mely kénsavas mész, kén, és sósavas mész keverékéből áll.*

Az aixi hőforrások Savoyában jura-mészkörétegeken hatolván keresztül, ezeket gipszszé vagy mészsuphattá változtatják. Az Andesekben, a „Puente del Inca“ hegyen Brand hadnagy egy 91 F. hőfokú forrást talált, mely nagy mennyiségű gipszet tartalmazott szénsavas mész s más alkatrészekkel összevegyülve.** Island igen sok ásványforrása gipszet rak le, mint Bunsen tanár † írja, s a kénsavas gáz mind e forrásokból, mint pedig az említett sziget tűzhányó hegyeiből nagy mennyiségben száll fel. S valóban általános szabályul állítható, hogy a hőforrásokban felbontva levő ásványalkatrészek, mint előbb említettett, egészen ugyanazok, melyek gázalakban a tevékeny tűzhányó hegyek töreiből kimenekülnek.

Kovaföldes források. — Az Azorok. — Hogy a víz nagy mennyiségű kovaföldet legyen képes oldatban tartani, arra nézve szükséges, hogy igen magas hőmérsékkel bírjon. †† A „Valle das Fernas“ hőforrásai, Szent-Mihály szigetén, melyek vulkanikus kőzeten át törnek elő, roppant mennyiségű kovaszugorékot raknak le. A legnagyobbik forrás kör alakú medenczéje körül, melynek átmérője 20—30 láb lehet, egymással váltakozó fekvetei láthatók az anyaggal kevert durvább fajú tuffoknak, melyek a kövesülés különböző fokozatain álló fűveket, harasztokat és nádat tartalmaznak. Némely példányban agyagföld képezi az ásványosító anyagot, melyet a hőforrások szintén gyakran szoktak lerakni.

* C. Prevost, Essai sur la Constitution physique du Bassin de Vienne, 10. l.

** Travels across the Andes 240. l.

† Annalen der Chemie 1847.

†† Daubeny on Volcanos, 222. l.

Ugyanazon harasztoknak, melyek most a szigeten tenyésznek, teljesen kővé vált ágai találtattak oly külsővel, mintha még éltek volna, kivéve azt, hogy hamvasszürke színt öltöttek magukra. Fadarabok és egy 3—5 láb vastagságú egész réteg ama nádfajból, mely most a szigeten tenyész, teljesen ásványosodva találtattak.

A kovaföld lerakodmány leggyakoribb változata oly $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ hüvelyknyi vastagságú fekvetekben jó elő, melyek néha egy vagy több lábnyi magasságra vannak egymás fölé halmozódva, s párhuzamos és nagyobbrészt vízszintes és több yard területű rétegeket alkotnak. A zsugorék igen gyakran szép, félopál fénnyel bír. Jelenleg egy breccia képződik, mely kovazsugorék által összeragasztott obszidiánból, tajtkőből és salakból áll. *

Island geysirjei. — Az islandi geysirek eredete vagyis ama hőforrások időszaki kitöréseinek oka teljes mérvben azon fejezetben figyelembe fog vétetni, a hol a vulkanikus tevékenységről fogunk szólni. ** Itt csupán annyiban említem meg azokat, a mennyiben a kovaföldnek jelenleg folyamatban levő lerakódására például szolgálhatnak. A kör alakú medenczék, melyekbe a geysirek hullanak, belül az opál egy fájával, szélcik körül pedig zsugoréklerakódással vannak bevonva. Az utóbbi anyaggal bekérgesített növények éppen úgy néznek ki, mint a mésztuffal bevonttak a mi vidékeinken. E növények különböző füvekből, továbbá zsurlókból (*Equisetum*) s a nyirfa leveleiből állanak, melyek a leggyakoribbak, bárha e fajú fák most már az egész környékben schol sem találhatók. A nyirfának ezenkívül megkövült törzsei is gyakran fordulnak elő, melyek inkább agáttá vált fához hasonlítanak. †

* Dr. Webster on the Hot Springs of Furnas, Ed. Phil. Journal, VI. k. 306. l.

** A „Principles of Geology“ 33-ik fejezetében; ebből a műből vétetett a jelen értekezés is (17-ik fejezet). Ford.

† M. Robert, Bulletin de la Soc. Géol. de France VII. k. 11. l.

A viznek vegyelemzése által Faraday meggyőződött a felől, hogy a kova föloldódását az alkaliák jelenléte segíti elő. Azt állítva, hogy a kovaföldnek feloldatlan állapotban való lerakódása részint azért történik, mert a víz, ha a szabad levegőre jutván kihül, nem képes annyi kovaföldet oldatban tartani, mint a mikor a földből 180—190 F. foknyi hőmérsékkel kirohan; részint pedig azért, mivel a víz elpárolgása szétbontja a korábban létezett kovaföld és nátrium vegyületet. Ez utóbbi változást valószínűleg nagyban sietteteti a légkör szénsavának a nátronnal való egyesülése. Az alkáli a kovától különválasztatván, könnyen feloldható és tovaszállítható a tovasiető víz által.*

Az ásványos vizek, még akkor is, ha csak csekély mennyiségű kovafölddel vannak ellátva, mint az ischiai források, a korálok, szivacsok és ázalagok bizonyos fajait elláthatják anyaggal kovaföldes kiválasztásaik számára; de alig vonható kétségbe, hogy a folyók más és sokkal általánosabb forrásból is nyernek föloldott kovaföldet, nevezetesen a földpát szétbomlásából. Tapasztaltatott, hogy ezen ásvány-nem, mely a hypogén és trapp-közeteknek oly lényeges alkatrészét képezi, elmállása után a porezellánföldnek nevezett maradék csak igen csekély mennyiséget tartalmaz azon kovaföldből, mely az eredeti földpátban megvolt, minthogy a többi részt a víz föloldotta és magával vitte **

Vastartalmú források. — Majdnem minden forrás vize tartalmaz egy kevés vasat feloldva, s általánosan ismert tény, hogy némely forrás oly bőven van ezen fémmel áthatva, hogy a sziklákat és növényeket, a melyek közt tova foly, megfesti, s a homokot és kavicsot szilárd tömeggé ragasztja össze. Ebből természetesen azt következtethetjük,

* Barrow's Iceland 209. l.

** Lásd Leyell's Elements of Geology; és Dr. Turner, Jam. Ed. New Phil. Journal, XXX. sz. 246. l.

hogy ez a vas, mely a föld belsejéből szakadatlanul hordatik a tavakba és tengerekbe és a mely elpárolgás útján nem kerül vissza többé a légkörbe, bizonyára színező és ragasztó elem gyanánt szerepel a jelenleg folyamatban levő víz alatti lerakódásoknál. A geológok tudják, hogy igen sok régi homokkővet és konglomerátot a vas ragasztott össze vagy festett meg.

Sós források. — Oly nagy némely forrásokban a chlor-nátrium mennyisége, hogy azok súlyának egy negyed-részt konyhasó képezi. Azonban ennyire mégis ritkán vannak telítve, s a sóval vegyesen többnyire mész- és magnézia carbonát és sulphátok s más ásványalkatrészek is fordulnak elő. Cheshire sósforrásai leggazdagabbak Angliában és a nortwichiek majdnem teljesen telítve vannak. Lancashire-ben és Worcestershire-ben szintén igen gazdag források vannak * Ezekről tudva van, hogy több mint 1000 év óta folytak és ama sómennyiség, melyet a Severnbe és Merseybe hordottak, roppant nagy lehet. Ezek a sósforrások homokkő és vörös márga rétegeken törnek keresztül, melyek nagy kősó-fekveteket tartalmaznak. A sósvíz eredetét tehát ebben, valamint több más esetekben is, az ásatag sórétegeknek tulajdoníthatjuk; de minthogy a chlor-nátrium a vulkanikus kitörések és a vulkanikus természetű tájakon levő források egyik szüleménye, a só eredeti forrása éppen oly mélyen fekszik, mint a láváé.

Néhány forrás Sziciliában kősót tartalmaz és különösen a „fiume salso“-ban oly nagy mennyiségben van, hogy vizét a szarvasmarha nem iszja. A többek közt Auvergne-ből, Saint-Nectairenál is fölemlíthetünk egy gránitkőzetből eredő meleg forrást, mint a mely nagy mennyiségű konyhasót tartalmaz, magnesiával s más egyéb alkatrészekkel együtt. **

* L. Horner, Geol. Trans. III. k. 94. l.

** Ann. de l'Auvergne, I. k. 234. l.

Szénsavas források. — *Auvergne.* — Szénsavas gáz nagy mennyiségben fejlődik a forrásokból majd minden vidéken, de különösen a tevékeny vagy kialudott tűzhányók közelében. E gáznak az a tulajdonsága van, hogy még a legkeményebb kőzetek közül is, melyekkel érintkezésbe jön, képes sokat fölbontani, főleg pedig a kőzetek ama nagy osztályából, melynek összetételében a földpát egyik alkotórész. A vasoxydot a vízben föloldhatóvá teszi, s miként már előbb is bebizonyítottam, a mészsanyag föloldását nagyban elősegíti. A vulkanikus területeken ezek a gázkiömlések nem szorítkoznak csupán a forrásokra, hanem tiszta gáz alakjában magából a talajból is több helyütt fölszállnak. A Grotto del Cane (Kutyabarlang) Nápoly mellett, például szolgálhat erre, s mostanában évenként bámulatos mennyiségben fejlődik az ki a Limagne d'Auvergne minden részén, hol, a mint látszik, emlékezetet meghaladó idők óta nagy bőségben özönlött ki az. Minthogy a sav láthatatlan, másképp nem észlelhető csak úgy, ha gödröt ásunk, melyben az gyakran úgy meggyül, hogy az égő gyertyát kioltja. Vannak e vidéken olyan források, melyekben a víz nagy zajjal bugyborékol és fölforr, a benne levő szénsav nagymérvű kiszabadulása következtében. Pont-Gibaud környékén, nem messzire Clermonttól, egy kőzetet, mely a gneisz-képződéshez tartozik, s melyben ólom bányákat művelnek, az ott szakadatlanul ki-fejlődő szénsavas gázzal teljesen eltelve találtak. A vas-, mész- és mangán carbonátjai annyira elmálvák, hogy a szikla egészen lágy lesz miattuk és csupán a kvarcz marad érintetlenül * Nem messzire van innen a Chaluzet nevű kis vulkanikus kúp, mely valamikor a gneiszon tört keresztül és lávafolyamot bocsátott ki magából.

A szabad szénsav kiözönlése. — Bischoff tanár, a tűzhányó hegyek történetéről írt értekezésében, ** bebizonyította,

* Ann. scient. de l'Auvergne II. k. 1829 június.

** Edinb. New Phil. Journ. 1839, oktober.

hogy mily roppant mennyiségű szénsavas gáz gőzölög ki a Rajna kihalt krátereinek közelében (például a Laachi tó és az Eifel szomszédságában), valamint Nassau és más tartományok ásványos forrásaiból is, hol az újabbkori vulkánikus tevékenységnek olyatén nyomai épen nem láthatók. Könnyű lenne kiszámítani, hogy az a szilárd szén, mely a föld belsőjéből ily módon láthatatlan alakban kiszabadul, mennyi idő alatt növekednék oly nagy mennyiségre, a mekkorát csak egy nagy terjedelmű erdő fáiból nyerhetnénk, s hogy hány ezer év kívántatnék ahhoz, hogy a tiszta szénnek egy tömör rétegéhez a szükséges anyagot ugyan e forrásból előállíthassuk. Már tettem említést (226. lap) ama több geológ által támogatott tanról, mely szerint a régi szén-növények korszakában szénsavval szerfölött megterhelt légkör létezett volna, s megkísértém bebizonyítani, hogy ez a fölfogás tartathatatlan.* Nem áll jogunkban ilyen következtetést vonni a légkör korábbi vegyalkatát illetőleg mindaddig, a míg adataink nincsenek ama szénsavas gáz mennyiségének megbecslésére, a mely vulkánikus tájakon a földből kiöznlik, vagy pedig a rothadás alatt az állati és növényi tárgyakból kifejlődik és ezen mennyiség egybehasonlítására ugyan e gáznak évenként a levegőből kivont tömegével, mely azután föld kérgében tőzeg, eltemetett fa és az állatországból származó szerves anyagok alakjában fölhalmazódik.

A szénsav szétmállasztó hatásai. — A gránit szétmállása Auvergne-ben jókora területeken, főleg Clermont közelében, a tájnak igen feltűnő jellegét képezi. Ezt a szétmállást Dolomieu a „gránit betegségének“ nevezte. E tünetény kétségtelenül a szénsavas gáznak számtalan forrásból történő folytonos kiöznlésének tulajdonítandó.

A Po sikságán, Verona és Parma között, különösen pedig Villa-Francánál, Mantuától délre, nagy áradmány rétegeket találtam, melyek főleg mészkarbonáttal és szén-

* Lásd Lyell's Travels in N. America. 1829. június.

savval nagy mértékben ellátott forrásviz által szétmál-
lasztott jegezeses kőzetekből álltak. Ezek nagyobbára mész-
zsugorékkal voltak bekérgezve és a gömbalakuvá lett gneisz-
tömbök, melyek külsőleg mindnyájan szilárdaknak látszanak,
s melyek gömbalakjokat csakis ama surlástól nyerhették,
melyeknek szerfölött kemény állapotukban ki voltak téve,
a szénsav által elannyira szét voltak rágva, hogy könnyű
szerrel darabokra omlottak szét.

A kőzetek egyes elemeinek eltávolítása a szénsav fel-
oldó ereje következtében, akár gázállapotban, akár pedig a
források vizével összevegyülve szállt légyen is az ki a
sziklák repedéseiből, bizonyára a legtevékenyebb források
egyike, melyekből a részecskék ama belső változásai és új
meg új elhelyezkedései származnak, melyeket valamennyi
korszak rétegeiben észlelhetünk. Például a kagylók mész-
anyaga gyakran teljesen eltűnt és helyét szénsavas vasoxydul,
vaskéneg és kova vagy más oly alkatrész foglalta el, a
milyeneket az ásványos vizek rendszerint föloldva tartal-
mazni szoktak. Igen ritkán történik az, hogy, a mészkövet
egyedül kivéve, a szénsav egy kőzet minden alkatrészét
föloldja és valószínűleg ez az oka, hogy nagy barlangok és
hosszú, tekervényes utak csakis mészsziklákban találhatók.

Petroleum- (kőolaj-) források. — Igen számosak az olyan
források, melyek vizei petroleum- vagyis kőolajvegyítéket
tartalmaznak, mely utóbbi a szénenynek és könenynek ve-
gyületéből áll, s a vele egyesült ásványok, melyenek pél-
dául a naphta (földolaj) és asphalt vagy ásvány-(föld-)szu-
rok igen számosak. Mindez anyagok Mr. T. Sterry Huut
szerint, a földszurok (bitumen) módosulatai, melyek uéme-
lyike, mint a petroleum, rendes hőmérsékletnél folyékony,
mások pedig, mint az asphalt, szilárdak. Azt tartják rólok,
hogy valamennyien szerves eredetűek, s részben szárazföldi,
részben tengeri növényekből, gyakran pedig állati maradvá-
nyokból származtak; mert különféle alsóbb rendű tengeri
állatok sejtszövetei egyes részeiből — Mr. Huut állítása

szerint — teljesen hiányzik a légeny, s ásványszerkezetökben igen hasonlítanak a növények fás rostjaihoz. Az állati eredetnek némely esetekben mutatkozó valószínűségét, különösen az úgynevezett anthracitnak (legtisztább kőszén) a new-yorki alsó sziluri képződmény „mész-rétegeiben“ észlelt gyakorisága tette föltételezhetővé. E régi kőzet anthracitja, — ugymond Mr. Hunt, — megsűrűdött ásványolaj. Petroleumot valamennyi korszak képződésében található, az alsó szilurtól kezdve a harmadkorszakig; de az Egyesült Államok, olajforrásainak legnagyobb része, melyek az utóbbi időben oly nagy figyelmet ébresztettek, kőszénkorszakbeli és devoni sziklából ered.

Némely esetekben a petroleum lassan látszik összeszivárogni a kutakba a környező likacsos rétegekből, melyek azzal egészen telítve vannak; míg más esetekben úgy látszik, mintha a furó-eszköz oly repedésre bukkant volna, mely valamely kőolajmedencével áll összeköttetésben, mint-hogy azonnal nagy mennyiségű olajat képes szolgáltatni.*

A trinidadai nagy szuroktó Mr. Wall szerint harmadkorszakbeli rétegekben fekszik, főleg felső miocenben, de részben talán alsó pliocenben is. Az asphalt növényi maradványokat tartalmazó földszurkos kagylókból származik, mely növényi maradványok itt-ott az átalakulás folyamatában látszanak lenni, és szerves szövegük már többé-kevésbé el van mosódva. Néha a szurokanyag gyúrhatóvá sőt olajossá is válik s a föld színéig emelkedik föl.** Ily átváltozásokat olajból szurokká — írja Mr. T. J. Hunt, — részint az illő részek elpárolgása, részint pedig a levegő által történő oxydálódás idézhetett elő.

Mallet kapitány megjegyzi, hogy a La Braye fok közelében, Trinidad szigetén, a tenger fenekéről néha folyé-

* Sterry Hunt, Canadian Naturalist, VI-ik k. 245. l. 1861. augusztus.

** Wall. Quart. Geol. Journ. XVI. k. 468. l. 1860.

kony földszurok bugyog ki és száll a víz felületére. Ugyanazon író idézi Gumillát, mint a ki a „Description of the Orinoco“ című könyvében azt állítja, hogy „valami hetven évvel azelőtt egy darab föld Trinidad nyugoti partján, csaknem fél uton a főváros és egy indián falu között, hirtelen elsüllyedett és helyét azonnal egy kis szuroktó foglalta el, nagy rémületére a lakosoknak.“ *

Hihetőleg a trinidadi nagy szuroktó is hasonló föld-süllyedésnek köszönhetette eredetét valamely korábbi korszakban és az így támadt üreg aztán lassanként asphalttal telt meg. Minden geolog ismeri azt a szagot, melyet az úgy nevezett bűdös mészkő bocsát magából, mikor megtörik. A felső sziluri csoportnak niagarai mészköve Amerikában itt-ott annyira telítve van földszurokkal, hogy ez utóbbi alkatrész a mésznek kiégetése alkalmával mint kátrány folyik ki a mészgödörből.**

* Mallet, idézve dr. Nugent által, Geol. Trans. I. k. 69. l. 1811.

** T. S. Hunt, ugyanott, 295. l.

MELLONI

MELLONI (Macedonio) a leghíresebb olasz physikus a jelen században; ő a XIX-ik század Voltája. Mindketten egy-egy egészen új fejezettel gazdagították a tudományt; Volta a galvanizmussal, Melloni a hősugárzásról szóló tannal. A hősugárzás jelenségeit M. úgy átkutatta és általánosságban úgy feldolgozta, hogy az utána jövőknek legfőleg csak apróbb részletek maradtak. Neki köszönjük a bebizonyítását azon elméletileg rendkívül fontos igazságnak, hogy a hősugárzás egy természetű a fény sugárzással; a miből önként következik, hogy ép úgy a melegség sem lehet valami kilövelt anyag, valamint a világosság nem az. Ennyiben Melloni a mai hőelmélet egyik megalapítójának tekintendő. — Született Parmában 1798. április 11-én. Szülővárosában nevelkedett, s ugyanott az egyetemen 1824-ben a physika tanára lett. Az 1831-ik évi forradalomban részt vevén, Párisba menekült; rövid ideig Dôle-ban tanárkodott; azután Genfben s ismét Párisban folytatta korán megkezdett kedvenc tanulmányait. 1839-ben a nápolyi művészeti és ipari muzeumnak és a vezüvi meteorologiai állomásnak lett igazgatója. 1854-ben a kolera áldozatául esett. Értekezései, melyek a hősugárzás majd minden részletére kiterjednek, leginkább a párisi akademia mémoiresjai között és az Annales de Chimie et de Physique s a nápolyi „Atti del Academia“ című folyóiratokban láttak először napvilágot. Önálló kötetben megjelent munkája: „La Thermochrose ou la coloration calorifique“ (Nápoly, 1850); ennek előszavából van véve a következő gyönyörű vázlat. Tagja volt a nápolyi, turini, londoni edinburgi, stockholmi, párisi, berlini, genfi, szt.-pétervári akademiáknak.

Sz. K.

BEVEZETÉS

A „HŐ SZÍNEZETE“ CZIMŰ MUNKÁHOZ.

BÁR MEKKORA befolyást gyakoroljanak is életünk viszontagságai izléseink- és szokásainkra, még sem igen lehet tagadni, hogy majd mindannyian uralkodó hajlamokkal jövünk a világra, melyek bennünket szünetlenül egy bizonyos kedvencz eszme-kör felé sodornak. Ezen eszmék kedvéért gyakran feláldozzuk anyagi érdekeinket; és ha kénytelenek vagyunk is rólok ideig-óráig lemondani, szellemünk hévvel tér vissza hozzájuk, mihelyt a parancsoló körülmények, melyek tőlök elvontak, megszűntek létezni.

A természet látványa volt rám nézve is, mint sok annyi másra, az a forrás, melyből a gyermekkor legélénkebb gerjedelmei fakadtak. Szerettem a mezőt, a sikot, az erdőt, a hegyet; bámultam a növényzet gazdagságát, melyben pompáznak, az élő lények sokaságát, melynek lakást adnak. De semmi sem lepte meg annyira képzeletemet, mint az a benső kapocs, mely az élet jelenségeit égboltunk ragyogó napjához fűzi.

Parmában születve és nevelkedve, a szép évszak szüneti napjait egy kedves, tünde mezei birtokon töltöttem, hol, közel a városhoz, enyéim laktak; s hogy a boldog napokból egy perczet se veszítsek, mindig már előtte való este kirándultam hozzájuk. Igen korán lefeküdtem és a hajnal-

lal keltem. Csendesesen kiosontam ilyenkor az atyai házból, s könyvvel kezemben, örömtől repeső szívvvel futottam a szabad levegőre. Azután keskeny gyalogúton haladtam végig, mely eleinte szép rétek közt kigyózott, utóbb pedig egy kis patakot szegélyezett, mely csörögve csorgatta enyhe friss vizét a neki szánt medenczébe. Végre fölmentem egy dombra, melyet százados szilfák pompás csoportja koronázott; fölérve tetejére, keletfelé helyezkedtem el, hátamat az egyik szil óriási törzsének vetve; s elkezdtem olvasmányomat a hajnali szürkületben. A táj kellemes üdesége szobácskám fojtó hősége után, s a mély csönd, mely körültem honolt, új erőt kölesönöztek szellememnek, s eszméimet a velem hozott könyv szövegére terelték össze: a legnagyobb figyelemmel olvastam.

De a mily mértékben az ég a hajnal szebb és szebb színeit öltötte magára, szórakozottság kezdett rajtam erőt venni, s ez nőttön növekedett, a mint a madarak, a vén szilek ágain vig csapatokba gyűlve, csicseregni, a méhek, közeli kasaikból kitódulva, döngicsélni, a juhász kutyái ugatni, a pávák rikoltozni, a lovak nyeríteni, az ökrök bögni s az emberek, kik legelőre vagy mezei munkára hajtottak, neszelni kezdettek. Végre megjelent a Nap a maga ragyogó pompájában . . . a könyv el lőn feledve. Lelkem teljesen le engedte magát bilincseltetni a természet e csodálatos ébredése által!

A fény hatása az élő lényekre kétségtelen volt; de miként történt az?

És, először is mi az a fény és hogyan jő a Földre?

Akkoriban még nem ismertem sem a nehézkedés törvényeit, sem a távolság roppant voltát köztünk és a Nap között. Abból a mit beszéd közben itt-ott elejtve hallottam vala, alig lehetett sejtelmem a hatalmas vonzásról, melylyel ez égi test földgömbünk iránt viseltetik; de mindamellet tökéletesen fel tudtam fogni a különbséget az olyan ok között, melynek hatása folytonos és azon ható között, mely a Nap-

pal jó meg és vele tűnik el. A fénysugárzás eszméjével el-
mém különben már megbarátkozott, s a mindennapi észre-
vétel megtanított rá, hogy a fény — hisz az átlátszatlan
testek föltartóztatják — egyenes irányban halad a levegő-
ben, anélkül hogy ennek mozgása ki bírná útjából téríteni.

De a nap sugarai nem csak világítanak, hanem mele-
gítenek is; s ez utóbbi tulajdonságuk, úgy látszott nekem,
sokkal nagyobb hatással van a természetre, mint a fény.
Láttam t. i., hogy egy év leforgása alatt a szerves élet
jelenségeiben a mozgalomnak és ellankadásnak sokkal lé-
nyegesebb változatai fordulnak elő, mint azon változatok,
melyek a napszakával és éjszakával járnak; láttam a bim-
bókat fesleni a tavasz enyhén, és a leveleket hullani az
ősz hidegén; a mezőföldet bogaraktól és madaraktól hem-
zsegni a nyár hevén és majd egészen kipusztulni a tél
fagyán. Tökéletesen megérttem, hogy a meleg és hideg
váltakozásait a nappal hosszabb vagy rövidebb tartóssága
és azon különböző magasság okozza, melyet a Nap a dél
pillanatában elér. Nincs tehát kétség benne, a Nap sugarai
hozzák földünkre a melegítő elemet, ami az élet fejlődésére
sokkal szükségesebb, mint a világosság. A chemia később
megtanított rá, hogy tévedésben voltam; mert a világosság
jelenléte nélkül a növények nem bonthatnák szét a lég-
körben elterjedt szénsavat és nem vehetnék birtokukba a
szén, mely okvetetlen kellék fokozatos fejlődésükhöz; úgy
hogy, ha a talaj és a légkör kellő hőfoka változatlanul
megmaradna is, de a fény egyszerre kialudnék: a növények
csakhamar eltűnnének a föld színéről és velök együtt az
ember és minden élő állat is.

De nem kevésbé igaz az is, hogy e nagy katasztrófa
akkor is épúgy bekövetkeznék, ha a Nap sugárzása, meg-
tartván, a maga világító tulajdonságát, elveszitené a melegítő
tulajdonságot. E gondolat mély benyomást tett lelkemre.

Ez időtől fogva a sugárzó hő tanulmánya kimondha-
tatlan bájra tett szert előttem. Kandalló, melyben lángra

gyült fa pattogott; kemencze megtöltve izzó szénnel, sőt a kipirult vaskályhácska is erővel magára vonta figyelmemet. Nem az, a mi e készülékek belsejében történt, bilincselte le fiatal elmém tünődéseit, hanem főleg az a kifelé áramlás, mely a melegség érzetét távolaslag is felkölté bennem. Tökéletesen felfogtam a szoros analogiát az efféle kiáramlások és a Nap melege között; éreztem, hogy az átlátszatlan testek mögé ezek sem jutnak el, tehát ezek is egyenes vonalban és a levegő hullámzásaitól függetlenül haladnak. Ugyanezt tapasztaltam, midőn a kiáramlások tökéletesen sötétek voltak is; a miből azt következtettem, hogy ezek is, csakúgy mint a fény, sugárzásból állanak. Meg voltam azonban erősen győződve, hogy közöttük nevezetes különbségeknek kell lenni — és hiába tünődtem, hogy e különbségek mivolta mi lehet?

Tanulmányaim menete végre arra a tudományra vezetvén, mely a testek tulajdonságaival és a természet erőivel foglalkozik, tölem telhetőleg azon voltam, hogy ez érdekes tudományt egész terjedelmében áttanuljam; s munkálataim közben, könnyen elgondolható, nem mulasztottam el mohón megragadni mindent, ami a hősugárzással kapcsolatban állhatott. Tapasztaltam, hogy egyéb súlyamérhetetlen hatók is — ilyenek a magnetismus és az elektricitás — csakúgy szerte sugárzódnak, mint a Nap és a földi tüzek melege; és hogy azok is, szintűgy mint ezek, a távolság négyzetének törvénye szerint csökkennek. Bámultam a fénytann gazdagságát és nagyszerűségét; s összehasonlítottam e tant azzal az egy-két tétellel, mely a sugárzó hő fejezetét alkotja vala; s gyötrődtem, látva, hogy adatokat, melyek kíváncsiságomat kielégíthetnék, nem találhatok.

Alig hagyva el az iskola padját, magam is a physika tanításával bizatván meg, a hét egymást követő év alatt (1824-től 1831-ig), a meddig ezen előadásaimat a parmai egyetemen tartottam, nem szüntem följegyezgetni az uralkodó eszméimre vonatkozó tényeket. Többféle conjekturát

vontam belőlök, s igyekeztem is azokat a kísérlet próbájának alávetni, de a kellő eszközök és műszerek hiánya és tökéletlensége miatt mindig meg kellett állapodnom.

Ez időtájt Nobile Parmához közel, Reggióban, szülővárosában lakott. E kitűnő tudós barátságával tisztelt meg és soha el nem mulasztotta, hogy meg ne írja, ha valamely érdekes eredményre jut vala. Egyszer megint levelet kapok tőle, melyben egy új készülék leírását közli velem. E készülék a testek hőmérsékébeli kis különbségek felismerésére volt szánva.

Egyszerre megviradt előttem!

A Nobile által kigondolt hőmutatónak nagy előnyei voltak a hőmérésre akkoráig használt eszközök felett, de megkívánta azt, hogy a meleg testet hozzáérintsék, s nem is volt független a környezet hőmérsékének változásaitól. Hogy arra a célra, melyet magam elé tűztem, alkalmassá váljak, már távolból is megkelle éreznie a leggyöngébb hőforrások melegét, s tökéletesen érzéketlennek kelle lennie a légköri levegő hőmérsékének változásai iránt. Azon voltam tehát, hogy e becses tulajdonságokkal fölruházzam, és ez sikerült is reményemen felül.

Nobile szelleme sokkal magasabb röptű volt, hogysen eltitkolni vagy csökkenteni akarta volna a fiatal barátja által nyert eredmények fontosságát. Miután készülékemet megvizsgálta, egy cikket irt, melyben egész készséggel kitüntette az általam választott berendezés előnyeit, s beküldé a genfi Bibliothèque Universelle-nek, melyben az meg is jelent.

Ily férfiú dicséreteitől fölbátoritva, és — a mire előbb hiába törekedtem — oly eszközökkel felszerelve, melyek célomra egészen alkalmasak voltak, új hévvel fogtam a sugárzó hő tanulmányozásához.

De a politikai események, melyek az 1831-ik év kezdetén a pápai helytartóságokban, a parmai és modénai hercegségekben kitörték, felforgatták minden tervemet. El-

hagytam szülővárosomat, bejártam a Fél-sziget különböző részeit, míg végre Franciaországba kellett menekülnöm.

Eme nehéz, és szakadatlan izgalmakban oly gazdag időkben sem feledtem melegítő sugaraimat; ellenkezőleg, mindig gyönyörrel tértem hozzájuk az érkezés perceiben; rólok gondolkoztam utaztomban, rólok elmélkedtem nap-hosszant, sőt még az álmatlanság hosszú óraiban is.

A kevés holmi között, mit magammal vittem, közte volt hőmutató készülékem is; úgy viseltem gondját, mint a nyereszkező a maga csekély tőkéjének, melytől vagyona reménysege függ. Tárgyammal terhesen érkezve Párisba, rögtön munkához fogtam.

De, minthogy a kísérletek költséggel jártak, pénze-cském, a mi különben sem volt sok, csakhamar elfogyott. Rá kellett magamat szánnom, hogy Párist elhagyjam egy vidéki tanszék kedvéért, melyhez egy, az akkori kormány köreibe mindenható barátom szivessége juttatott; elutaztam Dôleba Jura megyében, hol tanárkodnom kellett. Kitünő kollegákra, igen tisztességes, művelt társaságra találtam, s új helyzetem mégis csakhamar kiállhatatlanná vált előttem. Mert míg Páris tudományos segédeszközei kimeríthetetlenek, azalatt a vidéki városoknak alig van meg a legszükségesebbjök a szűkebb vagy bővebb, de mindig csak elemies oktatásra. Ott ugyan hiába keresnök a tudomány határainak tágítására nélkülözhetetlen eszközöket . . . s az ily állapotok indító okát talán nem is volna bajos kitalálni.

Bármi legyen is az ok, de az okozat oly elevenen sértette a tudományos jövőndő felől alkotott terveimet, hogy menten elhatároztam magamat e rossz ösvényről minden áron menekedni; elkezdtem a legnagyobb takarékos-sággal élni, s a mint némi kis összeget megtakarítottam, tüstént elküldtem Párisba a lemondásomat. Odahagytam Dôle-t és Genf-be utaztam, hol a legszivesebben fogadtattam de la Rive és a tisztoletreméltó Prévost által, ki élte agg korában is

megőrizte a fej és szív ama szép tulajdonságait, melyekkel a természet oly bőkezűleg megajándékozta.

Genfben körülbelül hat hónapig maradtam, s a de la Rive barátságából rendelkezésemre bocsátott egyetemi szer-tárak segédeszközeivel előkészítettem ezen idő alatt az anyagot első értekezésemhez: „a sugárzó meleg átmenetéről különböző szilárd és folyékony állományokon.“ Ekkor újra Párisba tartottam, hogy e munkámat az Institut-vel ma-gam közölhessem, s kísérleteimet egy oly bizottság szemei előtt ismételhessem, mely képes nekik megadni a nyilván-nosságnak és hitelességnek a tudományba igtatásukra szük-séges mértéket.

De, a mint lábamat Franciaország fővárosába tettem, ismét új akadályok tornyosultak utamba. Tétéleim talán nem voltak elég világosan kifejezve, vagy talán mivel ered-ményeim, melyekre jutottam, nem tetszettek azoknak, kik ugyanazt a kört, bizonyára sokkal több tudománnyal, de kevesebb sikerrel és haszonnal szintén átkutatták, — törté-netirői tisztem kötelességemmé teszi kimondani, hogy az akademia által munkálataim megbirálására kiküldött három véleményadó közül kettő igen hidegen fogadott. A tényeket ingatagoknak, a gondolatokat nagyon merészeknek, a kö-vetkeztetéseket ellentmondóknak találták. Ugyanezt ki is jelentették egy a Sorbonneban tartott előadáson is. Egyik barátom egészen elrémülve jött hozzám e hírrel. Igen cso-dálkozott, midőn látta, hogy a hirt mosolygással fogadom. „A dolog komoly, mondá ő, sokkal komolyabb mintsem gondolnád, mert a tanár, ki e szavakat a nyilvánosság előtt mondta, igen jelentékeny férfiú, mély tudományú, és méltán tartják a jelenkor egyik legelső physikusának“. — „Ép ez az, a miért oly kevésbé bánt a dolog, felelém neki; ha a te tanárod nem restelte volna, a helyett hogy tagadja, meg-nézni kísérleteimet, ha türelme lett volna, mielőtt ellent-mond, magyarázataimat meghallgatni, úgy bizonyára nem tette volna ki magát annak, hogy utóbb vissza kelljen von-

nia azt, mit ma a nyilvánosság előtt mondott; mert az általam hirdetett eredmények evidensek, könnyen ismételhők, s igazi tudós nem állhatna ellent a bizonyítás erejének. És ha hibát követett el, midőn, nem ismerve állításaimat és az igaz voltukat bizonyító kísérleteket, ellenök mégis felszólalt, szükségkép be kell majd vallania tévedését, mihelyt tiszta fogalmat szerez felőlök“.

Jóslatom beteljesült: a tudós professor egy évre rá, töredelmesen vezekelt a hallgatók előtt.

De, minthogy az akadémiai bizottság többsége folyvást ellenem volt, s minthogy újabb értekezéseimet is, melyeket e kitünő tudós társaságnak bemutattam, mindig és mindig ugyanahhoz a bizottsághoz utasították, sohasem részesülhettem a szerencsében, hogy értekezéseimről jelentést tegyenek. Ez homlokegyenest ellenkezett célommal, melyet Párisba jöve magam elé tűztem. Jól tudtam, hogy az oly különös és oly váratlan eredmények, melyek a hő átbocsátására vonatkozó kísérleteimből folytak, nehezen fogadtatnak el, ha csak egy első rangú tudósokból álló tekintélyes testület alaposan meg nem vitatja és bizonyoságot nem tesz felőlök.

Mindamellett, e baljóslatú hallgatás, melylyel a bizottság tudományos munkálataimat megátalkodottan mellőzte, el nem bátortalanított. Bensőleg meg lévén győződve a tudománynak szerzett adataim fontossága felől, hitemet a jövőben sem a nyílt harcz, sőt még a közönyösség tiprasztó nyomása sem olthatta ki.

Elhatároztam magamat értekezéseim kinyomatására, melyeket, úgy látszik, a homályban maradásra akartak kárhoznani; s ez igen szerencsés sugallat volt értekezéseim javára, mert jó csillagom ez által szerzett nekik egy kis helyet a tudományos világ ragyogásában! A londoni királyi társaság irataimat, melyeket sajtó alá bocsátottam, megvizsgáltatta, s egyik legjelesebb tagjának, a tiszteletreméltó Faradaynek indítványára, a Rumford-féle nagy medaille-

lal tüntette ki, azzal, melylyel néhány évvel azelőtt Malust és Fresnel tiszeltte meg.

Mintha mennykő esapott volna ócsárlóim közé!

Az addig követett eljárást tovább már nem lehetett fentartani. Csakugyan, a legközelebbi alkalommal, midőn az akademiához ismét egy értekezést nyújtottam be, új bizottságot neveztek ki, azon felhivással, hogy összes kísérleteimet vegye figyelembe. Az új bizottsági tagokkal azonnal érintkezésbe jöttem, s több hónapig tartó, lelkiismeretes vizsgálat után, mely részökről, s talán részemről is, igazi hárompróbás kitartást kívánt, megkaptam azt, mire annyi ideig hiába vártam, a véleményes jelentést, melynek végkövetkeztéseit — kedvezőbbeket gondolni sem lehet — tudományos munkálataim legedesebb jutalmi közé számítom.*

E történeti vázlatot leírva, először is azt akartam megmutatni, hogy a fiatal ember, kinek a természet tanulmányozására határozott hajlama van, majdnem bizonyos lehet benne, hogy valami új dologra fog jönni, csak legyen elég kitartása, az ismert elveket jól átgondolván, minden erejét arra a kikutatni való tárgyra irányozni, mely a figyelmét leginkább megragadta. Megakartam továbbá mutatni, hogy az eszközök hiánya, a számkivetés, az ellenségeskedés, az akadályok minden fajtája sem képes a szilárd és eltökélt akaratot eltéríteni a maga céljától. És végre ki akartam jelölni a legjobb utat, melyet követni kell, hogy a talált új eredmény a tudomány javára hasznossá válhassék.

* Első értekezésem a sugárzó melegről 1833. február 4-én nyújtottam be a francia akademiához. A londoni kir. társaság 1835. január elején ítélte oda a Rumford medaille-t; hat hónappal utóbb, 1835. júniusban adta elő B i o t, az új bizottság előadója, a véleményes jelentést a francia akademia előtt.

VIRCHOW

VIRCHOW (Rudolf), híres kórbuvár, a kórbonecztan új irányának megalapítója, született 1821 október 21-ikén Köslinben; 1844-ben a berlini Charité-kórházban kórbonecztani segédül, majd pedig Froriep távozása után 1846-ban ugyanott mint kórbonecznok lett alkalmazva, s a kórbonecztani gyakorlatok tanításával bízott meg. Ő azonban nemcsak tudományos buvárlatai által aratott sikert, hanem mint politikai szónok is igen népszerűvé lett, s szabadelvű iránya miatt azon állását 1849-ben kénytelen volt odahagyni. Ezután a kórbonecztan tanárává Würzburgba hivatott meg, s ezen minőségben működik 1856 óta Berlinben. A berlini és párisi tud. akademia tagja, a magyar tudományos akademia külső tagja. 1861 óta a porosz képviselőházban a haladó párt egyik legtekintélyesebb vezére. Mint kórbuvár leginkább az által vált híressé, hogy tanítójának, Froriepnek nyomdokain haladva, a kóros termények szerkezetét és összetételét, nemkülönben azok keletkezési módját a górsó és vegytan segélyével kutatta, páratlan éleslátást tanusítva, s e mellett ernyedetlen kitartást, ritka következetességet, s úgy az irodalmi téren, mint kutató tanítványok kiképzésében eddig nem látott tevékenységet fejtve ki. — „Cellularpathologie“ czímű munkáját (4-ik kiadása 1871-ben) csaknem valamennyi európai nyelvre lefordították, (kivonatban önálló füzetben magyarul is megjelent) s ez egyszersmind első kötete „Vorlesungen über Pathologie“ művének, melynek következő kötetei „Die krankhaften Geschwülste (1863—1867)“ ozím alatt jelentek meg; ezen mű III. kötete azonban nincs befejezve. Több jeles német orvossal szövetkezve adta ki a „Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie“ czímű munkát 1854 óta; megemlítenők továbbá: „Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin“ (Frankfurt 1856), „Die Lehre von den Trichinen“ (3-ik kiadása 1866); „Über den Hungertyphus“ (1868); stb. A jelen kötetbe felvett előadása „Vier Reden über Leben und Kranksein“ (1862) czímű kisebb népszerű művéből van véve. Számos értekezése jelent meg a Reinhardt tr. és általa alapított, s annak kora halála után ő maga által szerkesztett „Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie“ czímű folyóiratban. A legutóbbi időben igen élénken foglalkozott az emberi őstörténelemmel, néhány év óta a berlini „Anthropologiai, ethnologiai és őstörténelmi társaság“ elnöke; ez irányú dolgozatai e társaság folyóiratában a „Zeitschrift für Ethnologie“-ban jelentek meg. Holtzendorffal szövetkezve adja ki a népszerű tudományos előadások gyűjteményét (Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge), melyből eddigél 9 vaskos kötet jelent meg. Ebben közölte a „Hünengräber“, „Nahrungs- und Genussmittel“, „Über das Rückenmark“, „Menschen- und Affenschädel“, „Hospitälcr und Lazarethe“ czímű népszerű előadásait.

B. K.

A L Á Z R Ó L.

VAN EGY régi német mesekönyv, mely Németországban egykor nagyon el volt terjedve. Hanem bizony rég volt, midőn azt irták, azt mondják a 13-ik században, s minthogy azt már legtöbben elfeledték, szolgáljon mentségemül, ha mesedús korunkban ez egyszer emlékekbe idézem. A könyv czime „Der Edelstein“, s Bonerius, ki azt elmesélte, nemcsak jeles erkölcsi mondatok kincseit hagyományozta reánk abban, hanem jó régi ős-szavak lelhelyét, melyek aztán kivesztek és gyakran érthetetlen idegen szók által helyettesítették.

Ilyen elhangzott s csakis szótárak segítségével kitálható szó a „Ritte“. A Ritte és egy kicsiny állat, melyet Goethe maga is csak egy mephistophelesi dalban mer megnevezni, szerepel az igen épületes 48-dik mesében. A Ritte úgy jelen meg, mint különös beszélő és tevékeny személy, és a tapasztalatlan, még az egész mese elolvasása után is, aligha sejténé, micsoda állat lehet az. A szótárak megtanítanak rá, hogy az a láz (Fieber) volt; és ha talán hajlandók lennének azt hinni, hogy erőteljesb őseinket ezen betegség megkimélte, mert eredeti német kifejezés ezen fogalomra hiányzik, előre kijelentjük, hogy nagyon tévednénk. A rito szó, mint a láz kifejezése feltalálható már egy régi sz.-galli pergamentlevélen a 9-dik századból, mely jegyzeteket tartalmaz Virgil földmivelésről irt költeményeihez,

és a rokon angol-szász nyelvben is ismeretes ezen kifejezés hridjan és rideroth, a mai láz (Fieber) helyett. Semmi kétség tehát, hogy mi ezen szóban ős-német kifejezést birunk, és a tudósok csak a felett vannak bizonytalanságban, ha vajjon az rida = reszketésre, vagy rîda = lovaglásra vonatkozik-e; minthogy mindkettő lüktető mozgást jelent. Bizonyos az, hogy ez nagyon összhangzik a rázó-hideglelés érzésével, melylyel ez erős láz szokott fellépni*.

De a Fieber (láz) kifejezés már Bonerius előtt be volt véve a német nyelvbe. Feltaláljuk azt Mózes öt könyvének egy a 12. századból származó metrikus átdolgozásában, melyet hihetőleg egy tudós s a római egyház latin nyelvében jártas barát művének kell tartanunk. Mert azon idők valának azok, midőn a kolostorok a tisztos tudomány ápoló helyeit képezték, hol még naiv összevegyülésben találkoztak pogány és keresztyén, s hol Virgil és Galen mellett egyformán ápoltattak Mózes és sz. János a papi iskolákban. A romanismus, mely nemzetiségünket oly igen meghamisította, a latinból becsempészte a Fieber szót is.

Ha a hideglelés (Ritte) a rázó hidegben nyilatkozik, égető, forró hőség az, mely a lázat (Fieber) jellemzi. Mert a latin febris szó, mely betücsere által ferbis-ből lett, fer-veo-tól — hevülök, égek, forrok — származik, és így igen közel áll a klasszikus görög szóhoz pyretos, mely pyr-tól (tűz) származva, a láz hevét fejezi ki. Igen különösen hangzik tehát annak, kinek a nyelvek történelme és a szavak gyökei nem ismeretlenek, a mi hideg lázunk szokásos kifejezése a láz főalakjai egyikére, a tulajdonképeni hideglelésre.

Hanem különös állapot is ez a hideg láz. Ha valóban elgondoljuk, hogy abban fagyasztó hideg és emésztő égés

* A „Ritte“ tökéletesen egyértelmű a magyar „hidegleléssel“, melyet az orvosi műnyelv szintén méltatlanul elfeledett; a „Fieber“ a „láz“-nak felel meg. Ford.

egymással összevegyülve lázonganak: míg kézen lábon és homlokon jéghidegséget érezünk, a belső részeket égető hőség emésztí. Melyik érzésnek higyjünk, a külsőnek-e, melyet mindenki észlelhet, vagy a belsőnek, melyet csupán maga a meggyötört beteg érez? Melyik elnevezés a helyesebb, a germán-e, mely a kór kinzó kezdetéhez ragaszkodik, vagy a hellen, mely a rombolást a további folyamatban tükrözi vissza.

Két ezredévnél több röpiült el, míg ezen kérdések véglegesen megoldathattak. A természet vizsgálása igen nehéz és a pusztá érzékek nagyon könnyen csaló eszközök. Nagyon lassan, sok egymást felváltó nemzedék munkája találja fel az utakat és eszközöket, melyek egy későbbi, legalább a tények felismerésében szerencsésebb nemzedéket célhoz vezetnek. A jelesebb orvosok minden korban serényen fáradoztak, hogy a mechanikai eszközöket, melyeket a haladó technika minden belátásteljesebbnek rendelkezésére ad, — saját céljaikra, a betegségek kutatására és gyógyítására használják; többeket pedig maguk találtak fel. De a használat igen könnyen visszaélésre vezet, a nyereség gyakran csábít veszteségre. Így történt legelsőbbben az órával is.

Az éritést réges-régen érezték és számlálták, és tudva volt, hogy az lázas kóroknál nagy jelentőségű. Midőn az órában oly biztos műszert nyertünk, hogy az éritések számát megszabott időegységben biztosan megállapíthassuk és szabatos összehasonlítást tehesünk korábbi és későbbi érités meghatározások között: egyszersmind elvesztettük a gondolatot, hogy a láz tulajdonképen a test melegével van eredeti és valóságos viszonyban. Sokan megelégedtek azzal, hogy a beteg kezét megfogták, komoly képvágással az órát zsebükből kihuzták és az érverést megszámlálták. Ezeknek a láz egyértelmű volt az éritések szaporodásával, s minthogy minden érités a szív egy összehuzódásának felel meg, mi sem látszott természetesebbnek mint azon kö-

vetkeztetés, hogy a láz valóságos székhelye a szivben és a véredényekben létezik.

Pár századév folyt le ismét, mielőtt az órához a hőmérőt is hozzá lehetett csatolni, mielőtt az időn kívül a hőt is mérni tanultuk. De alig volt a hőmérő, Danzigban született földünk Fahrenheit fáradozásai által feltalálva, az orvosok is mindjárt kezdték azt a testhőmérsék vizsgálatára használni. Hogy így végre megbízható adatok gyűjtettek össze, melyek a lázkérdés megoldására vezettek, az tulajdonképen a német tudomány érdeme. Most tudjuk már, hogy a test a rázó hideg alatt is hevül, és hogy csak a felületre szorítkozik azon hidegség, mely magát a beteget, de még inkább környezetét tévutra vezetheti.

Így a mi századunk azon homályos sejtelmek egyikét ismét tudományos igazsággá emelte, melyet a görög ó-kor legkorábbi időszakában a természet sikeres és elfogulatlan szemlélete már megértett. Midőn Hippokrates Kos templomában az asklepiadok hagyományait gyűjtögette, ötszáz évvel a mi időszámításunk előtt, ott ráakadt ő már a láz forró természetéről való tanra, dogmák és symbolumok fátylába volt ugyan takarva, de még is annyira tisztán, hogy az orvosi gyakorlat arra a hűsítő és csillapító gyógymódot észszerűen alapíthatta. Mily győzelem a gyógyászat ősapjára! hogy korunkban csaknem egyszerre, a tudományos buvárlat és az egyszerű, gyakorlati tapasztalás egészen különböző oldalról az ő alapelveit érvényesítette! Mig a láz hőfoki változatai tudományosan megállapítottak, egészen függetlenül attól keletkezett a hidegvizgyógymód és a nedves hideget, mint a lobellenes gyógyelv legtisztább és egyszersmind legegyszerűbb kinyomatát csakhamar eddig nem is álmodott kiterjedésben, a lázak és gyulladások legkülönbözőbb fajainál, a legnagyobb sikerrel kezdték használni. Eleinte öntudatlanul, faragatlan empirikusok kezeiben, később öntudatosan mivelve és gyakorolva tudományosan képzett egyének által, a vizgyógymód jelenleg már a gyakorlati

orvostan nélkülözhetlen alkatrésze lett, és habár azon rajongók képzelete, kik a hideg vízben általános gyógyszert véltek találni, s azért a mellett minden más gyógyhatányt eldobtak, részükre vízzé vált, úgy viszont a régi czopfos orvosok ellentállása az újabbak ellen annyira már legyőzött, hogy többé nem keltünk megütközést, ha a vizgyógymód jelentőségét elismerjük. E mellett egyszersmind egy kis nemzeti büszkeség is szerepel, mert a vizgyógymód nemcsak tapasztalaton, de tudományos alapon álló jó része is német talajon fejlesztetett ki.

Ekképen most tiszta képletben áll, gyakorlatilag és elméletileg, egymás ellenében forróság és lehűtés, vagy hogy egyoldalú kifejezést használjunk, tűz és víz. Egyoldalút mondom, mert ezen képlet által nem akarnám azon képzeletet felkelteni, mintha a láz hevével fény is lenne szabaddá, vagy mintha minden körülmények között víz volna szükséges és hasznos leküzdésére. Különben semmi sem volna természetesebb, mint hogy tapasztalatainkat mi is e régiek szokása szerint mythologiai képletbe alakítanók, vagy épen megszemélyesítenők. Tűz és víz = Apollo és Neptun. Ilyen veszedelem talán közelebb van, mint hinnők. A vízbarátok közül már is sokan bálványozó tisztelettel viseltetnek a neptun-öv, test körüli nedves göngyölgetés iránt. Mennyivel több okunk van nekünk Apollóra, a fénylő napistenre tekintenünk. Mert hiszen ő az, ki a klasszikus ó-korban a kórok, különösen pedig a lázas betegségek nemzőjeként ismertetett, és talán nem lehetetlen nyomait még ma is feltalálni.

Nincs, ki ne ismerné az Iliász kezdetén azt a szép helyet, hol Phöbus Apolló haragra ingerelve Agamemnon által, ki az ő papját megsérté, ijjat és tegezt ragad, hogy megbüntesse a görögök Trója előtt összegyűlt hajóhadát. Tüstént azon éjjel elé tör ő. A hajóktól nem nagy távra letelepszik és megereszti az ő nyilait. Borzasztóan züg az ezüst íj pengése. A halottak máglyatüzei lobognak szünetlenül. Kilencz napig tart a szörnyű pestis. Csak a tizedik

napon, engesztelő áldozatok után, békült meg a haragvó isten.

És ismét így jelen meg Artemis nővérével, Niobe és Marpessa siralmas történetében, ő, ki melléknevére, Apollóra, azon romlások által tett szert, melyekkel a halandót elborítja. Mi felfogjuk az ő, mint istennek úgyszólván kettős megjelenését, ki egyszerre a világosságnak, a dalnak, a versenynek, a mezőknek és ligeteknek istene; ő, ki életet, egészséget, örömet ajándékoz, ő az is, ki bánatot, betegséget és halált osztogat, miként a nappal fénylő csillaga, mely majd melengető, éltető sugarait árasztja, majd pörkölve és üdökölve süt az emberi nem felett. A régiek hite szerint isten és csillag egyjelentőségű. Mi, nagy városokhoz kötve, s a kultúra minden kigondolható eszközeivel felfegyverkezve, mi kevésbbé érezzük a Nap változó befolyását, mint a falusi vagy az utazó; még ezek is kevésbbé érzik azt a mi égajunk alatt, hol a Nap szeliden árasztja sugarait. Másképen süt az pörkölő hevével a déli tájakon, s volt európai hadsereg még napjainkban is, mely a napsugarak megrontó hatását sokáig megemlegette. Még mindig fel-felhangzik a Napisten ezüst fegyvere, s láz hevébe ejti a vigyázatlant, ki haragjának magát kiteszi.

Mily óriási különbség van köztünk és azon ember között, ki életét a szabad természetben töltve, attól még el nem távolodott. Legelsőbben is, neki az időjárás parancsol; az évszak változása határozza meg az ő életének és betegségének módját; a föld és vizek majd áldást, majd vést hoznak fejére, a szerint, miként a fénylő vagy fellegetes ég neki kedvező vagy kedvezőtlen. A Nap és felhő, a Föld és tenger rá nézve nem pusztán négy elem, mint a természet-bölcselőknek; ezek neki személyes jelenségek, valóságok, melyekkel ő személyesen érintkezik, istenségek, kiknek kegyelme és haragja ő felette személyesen kiömlik. Gyermekies állapot, mert hiszen a gyermek az mindenek előtt, mely a személyesítést, az ő még oly szegény fogalomkörében, leg-

inkább gyakorolja és gyakorolni képes, de egyszersmind szerencsés állapot, mert az közeli és biztos czélt jelöl ki a törekvésre és reményekre, az ovakodásra és félelemre.

Ha a természet embere a napot Apollóval, a napsugárt isten nyilával, a láz-okot az emberi testnek ezen nyíl által okozott megsebesítésével cserélte fel, akkor ő a magyarázatot is könnyen megtalálta, miért érte őt a nyíl, és könnyen rájött az engesztelés eszközére, mely őt megmentheti. Az isten haragját áldozattal, imákkal és fogadalmakkal lehet engesztelni. A görögök Trója előtt, midőn a rettentő istent kibékíteni akarják, áldoznak neki bikát, lemosnak magukról a tengerben bünt, hőséget és minden tisztátalant és zengenek dicséneket. Itt minden természetes és logikai összefüggésben van, és a lázhév is természetes úton magyarázódik, mert az maga az emberi testre átvitt és abba benyomult forró nap heve. És az is érthető lesz, hogy az nem annyira a lakások belsejében, mint inkább a szabad ég alatt történik, hol istennek nyila az embereket megsebzí. A régiek láza mindenk felett a hidegletelés, a váltóláz, melyről most tudjuk, hogy az a talaj tisztátalan kigőzölgéseitől származik; nem az a láz, mely a mi városaink népességét támadja meg, leginkább a szegény embereket, a nyomorban sinyló népet, de mint a legközelebbi napok szomorú emlékezése tanítja, a hercegeket is az ő kastélyaikban; az a láz, melyet az újabbak idegláznak vagy hagymáznak neveztek, s melynek gerjesztő forrásai az emberek tömeges együttlakásában találhatók fel. A váltóláz a puszták, lapályok, rétségek láza; az idegláz a városok, kaszányák, börtönök láza.

A mi Apolló, a megrontó, a görögöknek volt, azok voltak más, többnyire kevésbé határozott személyiséggel bíró istenek más nemzeteknél. Mert az ember isteneit maga alkotja, miként azt saját képzelete sugalja. A német törzsek egy olyan istenalakot sem alkottak, melyben egyszerre anyji áldás és anyji áldatlanság egyesült volna, mint Phoebus

Apollóban. Az északi égboltozat, a german erdők homálya, a ködnemző vizek özöne más képzeteket költöttek fel. Bár german mondák is beszélnek az istenek nyilairól, melyek az emberekre betegséget hoznak, de az nem határozott alak, melyhez a képzelet kötődik. Az istenek mellett előtérbe lép az óriások romboló faja, mely a görög mythologiában oly korán túlszárnyaltatott. Mindenekelőtt pedig az elbek, albok vagy elfek azok, melyek mint a rétek, nyirkos erdők és ingoványok istenségei a lázt gerjesztik. Az alb felül az emberre is, mellén lovagol s azt nehéz súlyával összenyomja.

A német istenek rég elfeledvék, mint sok egyéb más, a mi német volt. Egyedül az alb maradt meg és még mindig mellünkön lovagol, ámbár mi majd elfelejtettük, hogy neki az Elbe folyóhoz sokkal több köze van, mint az Alpokhoz. A már említett költeményből a 12. századból olvassuk: *rite iouch fieber* (lovagoljon rajtatok a láz), és alig lehet kétkedni a felett, hogy a *ritte* (*rito*) az alb-hoz közel rokon, mert a hideg láz is összeszorítja a mellett, a lélegzet nehéz lesz, és a beteg azt hiszi, hogy megfulad, mint valami nehéz súly alatt. Az körülszorítja őt, mint ha egy lovag lábszárai szorosan összefonódnának teste körül, és a csupán belső zavar, mely lényegileg a rekeszizom vagy a sziv akadályozott működésén alapszik, kifelé egy határozott személyre vitetik által. És ebben semmi feltűnő ninesen. A rómaiak is tették már azt, hogy a lázt személyesítsék és abból istent csináljanak. Rómában magában három temploma állt *Dea febris*nek, és mondani sem kell, hogy neki mint Apollónak tehetségében állott beteggé tenni vagy gyógyítani.

A keresztyén isten előtt eltűntek Apolló és *Dea febris* templomai, ő előtte ködképekké olvadtak az óriások és elbek alakjai. De a népek emlékezete szívós. Egyszerre megsemmisüljenek-e most minden régi istenek? Ugyanazon istentől származzanak-e most a betegségek, — hogy tárgyunknál maradjunk, — ki maga a szeretet? Csak az urnak öldöklő angyala, mint az ős zsidó traditiokban, képes-e az

életet elvenni? Nem volna többé az ég és föld irgalmas uralkodója mellett egy gonosz szellem, kinek az emberi nem testi és lelki ártalmait tulajdoníthatók lennének? Régi emlékezések az egyiptomi és perzsa vallástörténetekből feléledének és nyerének alakot. Hozzákötdtek, elég gyakran keresztyén papok által hitegetve, az épen lerombolt pogány istenségekhez. Egy új tüzalak, többé nem a fénylő napisten, hanem az alvilág sötét fejedelme támadt fel az ördög félelmes személyében. Körüle sereglettek a kis ördögök, a sátánok átalában. A mi régi vallásunk nyájas szellemei gonoszakká változtak át; az alb egy kobold rémalakját vevé fel, melyet a középkori klastromok tudós nyelve incubusnak nevezett, és ismét megújultak az égő áldozatok, a legocsmányabbak, melyeket valaha az emberiség látott vala, mert művelt népek közepette a hatalomra vergődött fanatizmus, a megátalkodott vakhit embereket vezetett máglyákra, isten szent nevének dicsőségére.

Nem égetnek boszorkányt többé, nem vádolnak vén asszonyt többé, hogy valakit szemmel megvert, vagy varázslat által a sátán hívása mellett valakit lázba ejtett vagy „ördöguszurást“ okozott. De még mindig itt jár az ördög az emberek között, és a tudományos gyógytan maga még a legújabb időben is ép úgy Németországban, mint máshol, katolikus és protestáns fészekből egyaránt, jól kigondolt kórtani rendszereket látott előállani, melyek a kórt magától az ördögtől vagy legalább az öröklött büntől származtatják, és az igazi gyógyszer fogadalmakban, imákban és a sacramentomban találják.

A tudományban az ilyen kísérleteknek, hogy vallási irányzatuk mély, benső sugallata a természeti folyamatok fejtegetésébe bevitessék, és hogy a dogma külső hatalommá, sőt valóságos uralommá legyen a tapasztalat felett, többé semmi jövője nincs. Elmúlt az az idő, midőn az egyház olyan ruganyossággal birt, hogy az a külvilági élet minden viszonyaihoz alkalmazkodni tudott, midőn az a természet és em-

berről való minden tudásnak is kellő helyet tudott felmutatni rendszerében, midőn tudás és hit egyek valának, és istennek vagy a szenteknek, az ördögnek vagy a gonosz lelkeknek személyes beavatkozása mindenkor kész magyarázatul szolgált bármely előfordult esetre. Panaszkozhatnak az egyház ezen rövidsége miatt. Már a régiek is, sőt velök még a mi Schillerünk is megsiratta a görög istenek eltűnését. A képzelődés a tudomány minden előhaladásával tért veszt, a költő gyászol, de az emberiségnek, mely hivatva van, az ő kifejlődési útját egy mindinkább tudatos, férfiasan komoly és bevégzett tudalom felé tova folytatni, épen ezen czél tekintetéből szükséges, hogy a valósággal megtörtétekben a valóban felismerhető erőket kutassa és a symbolikumot ezen kutatásoktól távol tartsa. A tudomány is lassanként kiválóan komoly foglalkozás lett, melyhez pusztá inspiratio, sőt pusztá „tapintat“ által nem lehet hozzá férkezni. Gyakorlott orvos megszerezheti a képességet, hogy egy lázas beteg érítésének számát s hőmérsékének fokát csupán tapintás által megítélhesse, de mielőtt ezen képességre szert tesz, óráát és hőmérőt szorgalmasan kell használnia, és ha még ezt megtette is, fontos esetekben mindig javára fog szolgálni, ha a becsléssel meg nem elégszik, hanem magukat a technikai segédszereket használja.

Korunkban, a mind inkább fejlődő technika korában, az egészséges és beteg életről szóló tudomány is kénytetve volt mindig több mechanikai segédeszközöket igénybe venni az emberi test és működései kutatására és gyógyítására. Ugyancsak dolgozik ezen pillanatban is, köszönet a bajor király messzelátó bőkezűségének, egy a müncheni élettani intézet tulajdonát képező gőzgép, hogy az elmésen összeállított készülékek segélyével pontosan kimutatható legyen, hogy a test lélegzőskor mennyi szénavat ad ki óránként és naponként. A biológok egyhangú és fárasztó munkáját is megkönnyíti az előre haladó technika. De nem csupán a segédeszközök lettek technikaiak, hanem az élet folyamáról

és változásairól való fogalmak is mechanikaiakká váltak. Sem Apolló, sem az ördög, sem az emberiség ős bűne, sem a boszorkányok és varázslók mondása nem elég ma már a tudományos értelmezésre; természetfeletti hatalmak befolyása egyáltalában idegenszerű motivumokat hoz a természetfolyamatok vizsgálatába.

A hőmérő megtanít minket, mire azok mindannyian nem valának képesek. Tudjuk most, hogy egészséges ember közép hőmérséke, a százosztatú hőmérő 36° és 37° -a között ingadoz, és leggyakrabban 37° . Ezen hőmérsék előállításában és fentartásában a test csak részben függ a külső melegségtől, melyet az mint olyant közvetlenül magába vesz. A környező lég több foknyira fölmelegedhetik vagy kihülhet, és a test még is képes saját melegét fenntartani. 30° -kal több vagy kevesebb a légkörben, a test saját melegét gyakran alig változtatja $\frac{1}{2}^{\circ}$ -kal. A fázás vagy hőség érzése egyáltalában nem irányadó a test valódi hőmérsékére nézve; az csak a bőridegek akkori állapotát jelöli, leggyakrabban a különbséget érzését, és már így felfoghatjuk, hogy a lázas beteg ugyanazon vérhősnél egyszer fázást, másszor hőséget érezhet. Oly gyöngye lábán állunk a mi öntudatunkkal, hogy gyakran még saját testünk állapotát sem határozhatjuk meg technikai segédeszközök nélkül.

Tökéletlen teremtmény, ha csak érzéseire, sejtelmeire vagy pusztán öntudatára bizakodhatik! És még is mily tökéletes, ha testének szépen rendezett erőművezete tudtán kívül szabályszerűen végzi munkáját, ha a regulatorok mindannyian működnek! Ha a külső tevékenység alább hagy, a szervek belső tevékenysége kezdődik. Mint egy kemenczében, elégnek az anyagok; a tüdők által benyomul a tüzelő, az égető levegő, az úgynevezett éleny, és ismét azok által elillan az elégett anyagok nagyobb része, szénsav alakjában, mint az a kemenczéből elillan, miután a fa levegővé átváltozott. Ekképen szerzi a test melegét. Ha azonban a külső hőmérsék emelkedik, akkor a regulatorok kezdenek működni,

hogy a belső felhevülés túlsúlyra ne vergődjék. A bőr kezd nedvesedni, s az elgőzölgő nedvesség meleget köt le, a test a forróbb környezet daczára hűvösödik. A szomj fölébred, hűsítő italt iszunk, mely nemcsak alacsonyabb hőmérséke által hat jótékonyan, hanem a bőrnek is új elpárolgandó folyadékot ad rendelkezésre. Oly tökéletesen működnek ezek és más regulatorok, hogy a működések azon súlyegyene, mely a jóllétel érzését szüli, a legkedvezőtlenebb viszonyok között is jó darabig fentartathatik.

A test természetes saját melege tehát semmi esetre sem vele született, mintegy az istenek nászajándoka és így isteni, mint a régiek vélték; az nem is szünet nélkül megújuló ajándéka a Napnak, azon jó csillagnak, mely földünknek mint nélkülözhetlen hőforrás szolgál; hanem az a test önkényű termelése, munkás szerveknek jutalma. És nem csupán az egészséges test melege az: sőt a beteg test lázhevének sincs más külső forrása; az is az anyagok belső, vegyi cseréjének szüleménye, valóságos belső égés kinyomata. Ezen égés fölemészti nem csupán a külről a táplálékkal bevett anyagokat, hanem megtámadja magát a test szöveteit is; mentől súlyosabb a láz, annál gyorsabban emészt az, annál korábban bekövetkezik azon ijesztő lesoványkodás, mely a hosszantartó láznaknak a sorvasztó vagy hektikus láz nevét adta.

Ha tudjuk, hogy az ember a jeges polár-égelj alatt, hol megfagy a higany, és a tropikus égalj rekkenő heve alatt, hol a nap függőlegesen veti sugarait a fejtetőre, közép melegét megtarthatja, akkor könnyen megérthetjük, hogy láz alatt nem annyira a test hőmérsékfokai váltakozhatnak, mint inkább, hogy a regulatorok működésében kellett zavarnak történni. És valóban, a hőmérő megtanít minket, hogy a lázak többségénél a feshőmérsék csak 38° és 39°-ig, tehát körülbelül 2°-ot emelkedik a százosztatú hőmérőn, és hogy csak a legsúlyosabb ideg- és váltó-lázakban, nem különben némely gyuladással és himlős lázakban éri el a vér

hőmérséke a 40° és 41° -ot, tehát 3— 4° -kal emelkedik a természetes középén felül. A belső hőmérsék oly csekély emelkedése csaknem elviselhetlen; a szomj csilapíthatlan, a mell mindig gyorsabban emelkedik, hogy hűsebb léget szívhasson be, hevesen dolgozik a szív, nyugtalanul dobátik a test ide s oda, a lélek felingerül, zabolátlan gondolatok száguldanak mindig háborgóbb tolongásban, mind inkább elvonva az önuralom alul, és végre kimerül a szervezet az ő legbensőbb alkatrészeiben, mert a regulatorok nem elegendők, hogy a test szövetei előrehaladó pusztulásának gátat vessenek.

Sürgősen fontos tehát, hogy ezen elhasználásnak oly korán mint lehetséges, gát vettessék. Néha megtörténik ez, legalább bizonyos időre, önkénytesen. Az ily eseményt forduló pontnak (válság, krízis) nevezték és erre legjobb például szolgál a hideglelés.

Ebben ugyanis mindenik lázroham három szabályszerű stadiumból van összetéve. A legelőször fellépő változást úgy érzi a test mint hidegséget; aztán a forróság nyer szabad nyilvánulást; végre következik az izzadás és vele a forduló-pont (krízis) és erre gyakran hosszú szünet következik, míg egy új rohamban a stadiumok ugyanazon lefolyása ismétlődik. Minthogy pedig a déli tájak legtöbb lázaihoz valami félbenhagyó, valami váltólázszerű jelleg szegődik, és a legtöbbnél határozott, szabályos stadium ismerhető fel, így természetesen a régi orvosok előtt a fordulópontok nagy jelentősége, bár miként fogták is ők fel, minden alkalommal újra szembe ütközött. De nem mindig az izzadás az, a mi a valódi szünetnek előjele. A sorvasztó lázakban a belső pusztító folyamat tovább tart, még akkor is, midőn a beteg izzadságban uszik, és az ideglázakban gyakran egy rázó hidegrohamot hetekig tartó forróság követ a hőmérsék egy-mást felváltó emelkedésével és esésével, és ha hosszú, hosszú idő multán a kritikus kiválasztások elérkeznek, azok nem annyira eszközei a javulásnak, mint inkább következményei annak.

Átalában a láz bonyolult mechanismusa csak akkor érezhető, ha a test sajátosságos mechanismusát szemügyre vesszük. Nem szabad a testet úgy képzelni, mint egy magában holt tömeget, melybe, mint a görögök mondták, a lehelet, a pⁿeuma, vagy mint a régi zsidók kifejezték az élő o^de^m belejár, hogy mindent tevékenységbe helyezzen. De úgy sem szabad a testet képzelni mint egy tulajdonképeni gépet, melyet a lélek kénye-kedve szerint kormányoz. Ellenkezőleg a testet úgy kell felfogni, mint egy soktagú, étellel teljes-teli szervezetet, melynek egyes részei bizonynyal mechanikailag dolgoznak, melyek közül azonban minden egyes egyszersmind tevékenységének alapokát, az életet magában foglalja. Számos élet van itt egy összeletté egyesülve, számos külön existenciák független élet- és hatásképességgel vannak itt egymáshoz közös függésbe hozva, és ezen függésben az egyik a másikra gyakorol befolyást, mindenik a maga módja és a másik módja szerint. Némelyek magasabb képzettségűek, s ez okból nemesebbek és fontosabbak a nagy összletben, mások csekélyebbek, kicsinyek, szegények és elkülönítettek, látszólag csekély jelentőségűek, és még is szükség esetén nehezen nélkülözhetők.

Így az ember teste, és épen úgy az állaté és növényé, tulajdonképen csak szerves társulásokkal hasonlitható össze, hol élő, saját önelhatározással bíró egyedek egymással viszonyba lépnek, tehát a családdal, az állammal, a társasággal. Itt is a kicsinyek, a gyengék, a nagyok és hatalmasok mellett állanak, a közember a mágnás és uralkodók mellett, mindnyájan mint egy nagy egész élő tagjai, mindenik saját étellel és valóval, mindeniken felismerhető külön, egyéni kinyomattal. Az államok és társadalmak életében is beszélünk lázokról, s annak krisiseiről, annál gyakrabban, mentől inkább lebilincselvük a természetes, szabályozó erők.

Hol vannak hát az emberi test társas egyesülésében a nagy, szabályozó készülékek? Azok legközelebb a vérben és az idegrendszerben léteznek. A vér az anyagforgalom eszközlője; a véredényekben, ezen forgalmi erekben áramlik az minden részekhez és hosszú keringés után, sokszorosan megváltozva, tér vissza a szívhez, hogy onnan ismét a tüdőkön, a gázcsere nagy emporiumán keresztül hajtassék. Onnan hozza az magával az élenyt, mely az anyagokat elégeti, és oda viszi vissza a szénsavat, mely az elégésből származott. A vérből meríti mindenik rész az anyagokból öt illettő részt, az s a vérhez adja mindenik vissza mi neki használhatlanná vált. Csodálhatjuk-e, hogy a vér általános zavarok forrása, s constitutionalis megbetegedések középpontja lehet? A legkülönfélébb utakon nyomulnak be ártalmas anyagok a vérbe, és mivel onnan az egyes részekbe jutnak, belső vegybomlások hatalmas gerjesztőjéül szolgálnak. Így keletkeznek a fertőzési lázak, melyeknél legközelebb a vér fertőztetik meg mindenféle megromlott anyagokkal, — nagyobb részben vegyi anyagok, melyek szerves, növényi vagy állati testek szétbomlásából származtak. A talaj, az emberi lakások, a táplálék és az ipar adhatnak alkalmat ilyen vegybomlásokra, de maga a test is szolgáltathatja az anyagot, és így a leggonoszabb, mert legtökéletesebb fertőzésre az önfertőzésre nyújthat alkalmat. Ide tartoznak az úgynevezett seb- és loblázak legtöbbjei, mint a hogy azt különösen túltömött kórházakban, tehát oly gyakran nagy csaták után kifejlődni látjuk.

De nem minden vérfertőzés hoz lázat maga után. A kolera a leggonoszabb fertőzési kóroknak egyike és mégis valójában nem lázas; sőt az ő súlyos alakjaiban oly fel-tűnő hőcsökkenést okoz, hogy joggal adták rá a fagyos melléknevet: *cholera algida*. A vér megfertőzése csak akkor okoz lázat, ha egy úttal az idegrendszer is megtámadtatik legfontosabb részeiben, ha tehát a vérből az ártalmas anyagok bizonyos ideges részekbe benyomulnak. De

hát sok út vezet az idegrendszerhez, melyek közül a vér-folyam csak egyik, és így van olyan láz, melyben közelebb-ről legalább a vér semmi részt nem vesz, és a fertőzés egészen kizárathatik. Az úgynevezett idegláz, a typhus nem tartozik ezen osztályba, mert éppen ez egy oly bebizonyított fertőzési kór, hogy, mint a legújabb tapasztalat bizonyítja, éppen ennél a valódi mérgezés gyanuja igen közel áll. Az idegrendszer eredeti lázai ellenben népies értelemben eléggé ismeretesek. Ide tartozik a szerelemláz, melyről a gyógytan története oly csodálatos példákat ismer. Ide lehetne számitani az agyúlázat és a demokralázatot, ha náluk a hőmérsék-emelkedés kimutatható volna. Biztosan ide számitható azonban azon sorvasztó láz, melyet túlhajtott és huzamos megeröltetés, legyen az testi, legyen az szellemi, előidéz, miután a szervezet kimerült, az idegrendszer meggyengült. Mert alkati gyengeség minden eseteiben, születésileg gyöngye szerkezetnél, hiányos táplálkozásnál, munka általi kimerülésnél, az idegrendszer is lázas felhevülésre hajlandó.

Megszoktuk mondani: felhevülés. Ez alatt azonban egyáltalában ne képzeljük, hogy a lázban az idegrendszer részéről nagyobb erő kifejtés fordul elő, mint rend szerint. Ellenkezőleg, minden nagyobb erő kifejtés csak lökészerűleg, bizonyos határozott időre történik, s hol az történik, az inkább fokozott ingerültségre mutat. Ilyen állapot pedig inkább a gyengeségnek, mint erőnek jele. És valóban minden jelek oda mutatnak, hogy minden láznál, bár hogyan származott is az, az idegtevékenység és éppen a szabályozó tevékenység alapjellege a növekedő gyengeség és ellenállási képesség hiánya. Már jó előre gyakran jelentkezik fáradtság és erőtlenség igen észrevehető érzése, az izmok csak lomhán engedelmeskednek a kívánt követeléseknek, az ember nyujtózódik, mint nagy testi megeröltetés után, kedvetlen minden dologra, minden élvezetre, borzong a legenyhébb fuvallatra, egy szóval minden részeiben érzi a zavart,

mely a részeket nem annyira saját valójukban és lényükben, mint inkább egymáshoz való viszonyaikban illeti. A részek általános súlyegyenében zavar állt be, és ez idézte elő a belső összhangtalanság érzését.

Ezen összhangtalanság, e disharmonia, majd még erőteljesebben lép fel. A sziv összehuzódásai erélyesbülnek, az érités gyorsabb lesz, míg minden más izmok lombábbak lesznek, külső hidegség áll be, míg a belső melegség mindig égetőbb. Könnyen felfoghatjuk, miért hidegül meg a test felülete, daczára, hogy a vér forróbb mint közönségesen, mert a bőr véredényei összehuzódnak, megszűkülnek, míg csak oly kevés vér folyhat beléjük, hogy a beömlés csekélysége a felület hanyatló hőmérsékét a rendes magaslaton többé fenn nem tarthatja. De az edények összehuzódása még is olyan jelenség, mely, miként a sziv erélyesebb tevékenysége, az összehuzódó részek szokatlan munkájára utal; hogyan ismerjük mi azt fel, hogy abban gyengeség jelentkezik? És mégis gyengeség az. Mert az élet természetes folyamában az idegrendszer mindenütt mint mérséklő működik. Ez azon készülék, mely a szervi öszlétben nemesak a részek között közvetít, hanem a vér folyamát is szabályozza, a mennyiben a sziv mozgásaira ép úgy, mint az edények ürének változásaira befoly. Ha nem képes többé ezen eszközlő és szabályozó tevékenység gyakorlására, ha az ő tulajdon központi elemeiben megbénítatik, akkor a test egyes részei, sőt egyes szervei is fokozott munkásságot fejthetnek ki; azon tény nem fog az által megváltoztatni, hogy a test legfontosabb részeiben, mintegy magvában veszélyes gyengülést szenvedett.

Minél szilárdabb lett ezen meggyőződés az újabb kor orvosainál, annál inkább visszaszorítottatott bizonyos vélemény, mely még néhány tized év előtt Németországban legnagyobb elismerést talált, tudniillik, hogy a láz magában gyógyító reactió valamely a testbe befészkelődött vagy abban származott kór ellen, és hogy ezen reactió a krisishen termé-

szetes befejezését, mintegy győzelmét küzdi ki. Ezen vélemény igen sokat tett arra nézve, hogy az orvosok az úgynevezett varakozó eljáráshoz és némelyek a puszta szemléléshez, új ártalmak távoltartásához szoktak, és bár ezen nihilismusként is meg volt a maga jó oldala, a mennyiben az érvágásnak, s az összetett és veszélyes gyógyszerek túlságos felhalmozásának végre gátat vetett, úgy másrésről nem tagadható, hogy igen nagy befolyással volt arra is, hogy a gyógyászat hitelét veszítse, és körökben, melyek megszokták, hogy magukat a legtökéletesebb műveltség birtokosainak képzeljék, a legotrombább charlatanizmus előtt ajtót nyissanak. Ily módon oda jutottunk, hogy némely európai uralkodók szalonjaiban jelenetek ismétlődnek, melyeket hajdan a varázsló papság Apolló és Aesculap templomaiban előadott, incubatiokat és epodokat, melyeket a régi időkben Thracia sivatagjaiból a hellen kultúra közepett is beczipeltek.

Az egyetemleges szervezet, a testegység vagy jobban közösség álláspontjairól tekintve, a láz sem nem reactió, sem nem actió, hanem inkább passió, szenvedés. Ezen szenvedésnek véget vetünk, ha a működésekben való súlyegyent helyreállítjuk. A szervek részeinek növekvő elégedését, a szív fokozott tevékenységét csillapítanunk kell; az idegrendszer gyengülését, az elválasztó szervek csökkent tevékenységét emelnünk kell. A beteg egyénisége, szerveinek különös állapota, a láznemző okok természete, a betegség tartama és sok más döntenek az eszközök választása felett, melyek arra alkalmasak és a melyekkel a körülmények szerint intézünk támadást. Egy ízben egyenesen a forróság ellen fordulunk, más ízben a szív ellen, és ismét más esetekben az idegrendszert erősítjük vagy a vérvegyülést másítjuk vagy az elválasztó szereket ingereljük.

Ez az a mit hippokratesi módszernek nevezünk. Egyénítése az esetnek; elemzése annak a technika minden segedzszerével, az érzékek és lélek minden megfeszítésével;

a gyógyszerek választása nem a betegségek neve után, hanem az eset sajátosságossága szerint. A hippokratesi módszer mai nap, a kiviteli módokat egyenként tekintve, általában keveset hasonlít azon gyakorlathoz melyet maga Hippokrates üzött, de alaponásaiban ugyanaz maradt. Az a tudományos gyógyászat alapja, és ha mi nemzetünknek igényelhetjük azon előjogot, hogy ő daczára szétforgácsoltságának, és az által a tudományra is háramló akadályoknak, ezen törekvésben is a legelső maradt, akkor talán szabad reménylenünk, hogy rá várakozik még azon feladat megoldása, hogy a gyakorlati befolyást is, melyet higgadt tapasztalatok életről és betegségről gyakorolhatnak a népélet benső javítására, teljesebben érvényesítse, mint az Görögországban történt. Hippokrates ugyanazon században hunyt el, melyben a hűtlen macedoniai Fülöp, a maguk között egyenetlenkedő görög államszövetséget romba dönté. Az azután következő idők forrongásai a tudomány minden mélyebb, életbevágóbb kifejlődését akadályozták, és Hippokrates nevezetes könyve a levegőről, vizről és földről mai napig csak jelvény maradt, melyről láthatjuk, mit lehetett volna tenni az összesség javára, ha egy előre haladó tudományos iskola a népet lassanként a tapasztalatok kincseivel ismertette volna meg, melyeket Apolló utódai már akkor oly bőven gyűjtöttek. A mai gyógyászat ezen tapasztalatokat és az azokhoz kötött feladatot magáévá tette; ne hiányozzék a siker, tett által is megmutatni, hogy az ő tudománya magától a fény istenétől származik, tebát maga is isteni származású, mi jogilag kétségbe nem vonható. Mert erre még élnek számos tanúk — a hollók. Ők egykor fehérek valának, s csak akkor lettek feketék, midőn őket Apolló megátkozta az ő fiának, Aeskulápnak születése alkalmával — bizonyos körülmény végett, mely a válópörök törvényét eleveníti fel, és épen azért nem volna tanácsos itt tárgyalni.

Sajtóhibák:

28-ik lap,	felőlről	12-ik sor :	Nap helyett Naptól
29-ik "	"	8-ik "	230 " 230
50-ik "	alólról	16-ik "	Knopho helyett Kuopho
64-ik "	"	1-ső "	a „helyen“ szó törlendő
144-ik "	"	1-ső "	elentkezett helyett jelentkezett
282-ik "	felőlről	14-ik "	a „48 fillér“ a felette levő sor végére teendő.

A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
KÖNYVKIADÓ VÁLLALATA

az 1872—1874-ik évi 3 éves cyklusban

a következő műveket adta ki:

I.

A JELEN GEOLOGIÁJA.

Irta

BERNHARD von COTTA.

Az eredeti harmadik kiadása után fordította Petrovits Gyula; az eredetivel összehasonlította Hofmann Károly. — Szerző aczélmetszetű arczképével és 6 fametszetű ábrával. — Az 1872-ik évi könyvilletmény első kötete. — Terjedelme 30¹/₂ nyomatott iv. 472 és XVI lap.

II. és III.

A FAJOK EREDETE

A TERMÉSZETI KIVÁLÁS ÚTJÁN,

vagyis

AZ ELŐNYÖS VÁLFAJOK FENNMARADÁSA A LÉTÉRTI KÜZDELEMBEN.

Irta

CHARLES DARWIN.

KÉT KÖTET.

Az eredeti hatodik bővített s javított kiadása után fordította Dapsy László; revidálta Margó Tivadar.

I. kötet: Az 1872-ik évi könyvilletmény második kötete. — Terjedelme 20 nyomatott iv. 303 és XVI lap.

II. kötet: (A szerző aczélmetszetű arczképével.) Az 1873-ik évi könyvilletmény második kötete. — Terjedelme 23 nyomatott iv. 361 és VIII lap.

IV.

ELŐADÁSOK
AZ
ELEMI ÉLETTAN
KÖRÉBŐL.

Irta

HUXLEY TH. H.

Fordította Magyar Sándor. A fordítást átvizsgálta Balogh Kálmán.
— Czimképpel és 86 fametszetű ábrával. — Az 1873-ik évi könyvilletmény I. kötete. — Terjedelme 20 nyomatott iv. 294 és XXIV lap.

V.

A. HŐ

MINT

A MOZGÁS EGYIK NEME.

Irta

JOHN TYNDALL.

Fordította Jezsovics Károly. A fordítást az eredetivel összehasonlította, előszót és függelékert irt hozzá Szily Kálmán. — Terjedelme 38 nyomatott iv. 590 és XXVIII lap. — 109 fametszetű ábrával illusztrálva.

Ezen mű fele részben az 1873-ik évi, fele részben az 1874-ik évi könyvilletmény fejében adatott.

VI.
NÉPSZERŰ
TUDOMÁNYOS ELŐADÁSOK.

Irta

H. HELMHOLTZ.

Fordították **B. Eötvös Loránd** és **Jendrassik Jenő**. A fordítást az eredetivel összehasonlították **Szily Kálmán** és **Balogh Kálmán**. — (Két füzet egy kötetben.) Terjedelme 25 iv. 389 és XII lap. 51 fametszetű ábrával, köztök hét színes nyomású a szöveg között. — (Az 1874-ik évi könyvilletmény 2-ik kötete.)

VII.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI

ÉRTEKEZÉSEK.

ARAGO, BESSEL, DOVE,

HAECKEL, HEER, HERSCHEL, HUMBOLDT, KIRCHHOFF,

LIEBIG, LYELL, MELLONI, VIRCHOW

NÉPSZERŰ MUNKÁIBÓL.

Terjedelme 23 nyomatott iv. 355 és VIII lap. Két czimképpel, egy táblával és 39 fametszetű ábrával. — (Az 1872—74-ik évi könyvilletmények pótkötete a könyvkiadó vállalat aláírói számára.) — Tartalma: 1. **Arago**: Az általános vonzalomról; 2. **Bessel**: A valószínűség számításáról; 3. **Dove**: A villanyosságról; 4. **Haeckel**: Munkafelosztás a természetben és az ember életében; 5. **Heer**: Svájc köszénkorszaka; 6. **Herschel**: Az időjárás és időjósok; 7. **Humboldt**: A pusztákról és sivatagokról; 8. **Kirchhoff**: A természettudományok czéljáról; 9. **Liebig**: Az ételek tápláló értékéről; 10. **Lyell**: A források tüneteményei; 11. **Melloni**: Bevezetés a „Hő színezete“ című munkához; 12. **Virchow**: A lázról. — Az értekezéseket fordították és revideálták: **Dr. Balogh Kálmán**, **Dr. Császár Károly**, **Dr. B. Eötvös Loránd**, **György Aladár**, **Horváth Miklós**, **Dr. König Gyula**, **Dr. Krenner József**, **Kriesch János**, **Dr. Magyar Sándor**, **Petrovits Gyula**, **Dr. Rik Gusztáv**, **Sámi Lajos**, **Szily Kálmán** és **Dr. Wartha Vincze**.

A kir. m. természettudományi társulat kiadásában meg-
jelentek :

AZ ÁRAPÁLY

A

FIUMEI ÖBÖLBEN.

a k. m. természettudományi társulat által jutalmazott és kiadott értekezés.

Irta

STAHLBERGER EMIL,

a császári és királyi tengerész akadémia tanára.

E mű columnariter magyar és német nyelven jelent meg nagy
negyedrért alakban. 14 nyomatott iv, táblázatokkal és 8 könyomatú
táblával. — Bolti ára 2 frt 70 kr., a természettudományi társulat tag-
jainak 2 frt.

A DOBSINAI JÉGBARLANG.

A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT MEGBIZÁSÁBÓL

megvizsgálta és leírta

Dr. KRENNER JÓZSEF SÁNDOR,

a nemzeti muzeum őre.

Szöveggel és hat könyomatú, színes táblával (folio alakban).

A szöveg (3 nyomatott iv) kapható tetszés szerint, vagy kis
nyolczadrétű kiadásban magyar nyelven, vagy negyedrértű kiadásban
magyar és német nyelven. — Rajzlapok: I. A barlang bejárata. II. A
jégterem. III. vizzuhatag. IV. A jégfüggöny; a jobb alsó folyosó;
régí jégfal. V. A jéglugos. VI. A barlang alaprajza. — Falmetszetek
a szöveg között: 1. A jégbarlang átmetszete. 2. Az egyik jégoszlop
alsó része. 3. Egyes jégkristály. — Bolti ára 2 frt 70 kr., a természet-
tudományi társulat tagjai azonban, a titkárság útján, két forintért
szerezhetik meg.

MTA
KIK

