

54273C



TERMÉSZETTUDOMÁNY
KÖNYVKIADÓ VÁLLALAT

A M. TUD. AKADÉMIA SEGÉLYEZÉSÉVEL
KIADJA
A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

XIV.

NÉPSZERŰ
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ELŐADÁSOK.

FARADAY, HELMHOLTZ és PETTENKOFER
UTÁN.

AZ 1877-İK ÉVI KÖNYVILLETMÉNY
ELSŐ KÖTETE
A KÖNYVKIADÓ VÁLLALAT ALÁÍRÓI SZÁMÁRA.

NÉPSZERŰ

TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ELŐADÁSOK.

54.273 C

12709

FARADAY, HELMHOLTZ ÉS PETTENKOFER



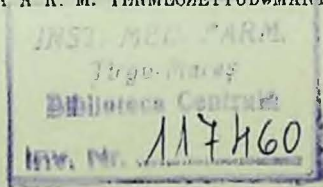
DÉRI MIKSA, HOITSY PÁL, KELETI GUSZTÁV ÉS SAJÓHELYI FRIGYES.

TIZENNYOLCZ, A SZÖVEG KÖZÉ NYOMOTT FAMETSZETTEL.



BUDAPEST, 1878.

KIADJA A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.



10605

22199

KAROLI LYCEUM
KÖNYVTÁR
KÖZÖSSÉGI ARHIV

27 MAY 2004



ELŐSZÓ.

«Népszerű előadásokkal — igen helyesen jegyzi meg PETTENKOFER — senkit sem lehet annyira kiképezni, hogy legott szakértővé legyen. Sőt azt is mondhatná valaki, hogy a közérthető előadások inkább ártalmasak, mintsem hasznosak, mert ama dilettantismust szülik s terjesztik, a mely napjainkban oly sok baj forrása, s a mely már iskoláinkban is oly nagy tért kezd hódítani, hogy komolyan meg kellene félemlenünk gyermekeink roppant kiterjedésű tudása miatt, hacsak ennek csekély mélysége nem nyugtatna meg ama tünemény ártalmatlanságáról; mert így lehet ugyan akármennyit tanulni, de lehet ismét el is felejtetni. Való igaz, hogy népszerű oktatás nem teremthet szak tudókat.»

«De nem is ez forog kérdésben, nem is ez a népszerű előadás rendeltetése. Ez sem kimerítő elméleti, sem gyakorlati oktatás, hanem csupán tudományos okulás, épületes buzdítás, melynek czélja, hogy a szellemet és a kedélyt fölemelje, mely úgy hasson ránk, mint valami jó hangversenynek, valamely symphoniának meghallgatása, a melynek ép oly kevéssé az a főadata, hogy minden hallgatót zenészszé képezzen. Elég csak átérezni az összehangzást, mely az előadott tárgyban természeténél fogva rejlik. Minden emberi tudásban és cselekedetben, minden gondolatban és törekvésben, a mennyiben igazságon alapul, van harmónia, mely iránt az emberi érzék szerencsénkre ép oly

általánosan elterjedt, mint a zene iránti fogékonyság. Ezen harmónia, mely minden igazságban befoglaltatik, mindenkinek tudomására és érzésére hozható és hozandó is, hogy minél többen gyönyörködjenek benne, hevüljenek érte; hogy előbb barátkozzanak meg az új eszmékkal és utóbb talán foglalkozzanak is velök; vagy hogy legalább meggyőződésből avagy rokonszenvből támogassák azokat, kik hivatásuknál fogva mélyebben hatolnak be ama tudományszakba. Sőt e tekintetben a népszerű oktatásnak igen komoly s magasztos föladata van: ennek kell helyes általános fogalmakat teremteni, azok megértését könnyíteni, szeretetet kelteni s ezt öregbíteni az idő és az élet sokféle föladata iránt; ennek kell baráti köteléket fűzni a tárgyak, eszmék és az emberek között. A miről az emberek mitsem tudnak, és a miről semmi vagy téves fogalmok van, arra nézve igazság szerint nem is követelhetünk tőlök részvétet s még kevésbé áldozatkészséget.»

Az itt kifejtett nézetek vezérelték a Természettudományi Könyvkiadó Vállalat intéző bizottságát is, midőn az 1875 év tavaszán kibocsátott Előrajzban, az ott felsorolt nagyobb munkák mellett, Népszerű Tudományos Előadásokból egy gyűjteményes kötet közrebocsátását is igérte.

E kötetbe, melyet ezennel közrebocsátunk, az Előrajzban név szerint is megemlített PETTENKOFER-féle előadásokon kívül, FARADAY «Chemical History of a Candle» című előadási ciklusának és HELMHOLTZ újabb előadásainak fordítását veszik olvasóink. FARADAY és HELMHOLTZ! mindakettő századunk méltó büszkesége! amaz a fölülmulthatatlan experimentator, ez a szó legnemesebb értelmében encyklopedikus szaktudós, a ki a matematika, physika, physiologia, aesthetika és philosophia körében egyaránt hervadhatatlan érdemeket szerzett és még folyvást szerez!

HELMHOLTZ tudományos működése különben már nem ismeretlen olvasóink előtt. A Könyvkiadó Vállalat VI-ik kötetében már 8 népszerű tudományos előadása lefordítottatott magyarra; a Természettudományi Közlöny 98-ik füzetében pedig tudományos működésének jellemzését adtuk MAXWELL nyomán. «Valódi értelmi óriás ő, ki magas kőszálon ülve, megfigyeli az alatta elterülő tenger színén, hogy halad a hullámok apraja nagyja, mindenik függetlenül a maga útján.»

FARADAY és PETTENKOFER műveivel most találkozunk olvasóink először a Könyvkiadó Vállalat kötetében. Illő, hogy őket is bemutassuk. — FARADAY tudományos jellemzésére igazabbat és szebbet alig mondhatna valaki, mint a mit Dr. AKIN KÁROLY elmondott azon emlékezésében, melyet FARADAY felett a m. tud. Akadémia 1867 dec. 2-i ülésében tartott. E gyönyörű emlékezésed új lenyomatát, a m. tud. Akadémia engedelmével és a távollevő szerző remélt beleegyezésével, alább találják olvasóink.

PETTENKOFER tudományos működésének méltatására, mint erre leghivatottabb szaktudósunkat, Dr. FODOR JÓZSEF egyetemi tanár urat kértük fel, ki is felhívásunknak szokott lekötelező modorában a legnagyobb szivességgel felelt meg.

Budapest, 1878. május 15-én.

SZILY KÁLMÁN,

TERM. TUD. TÁRS. ELSŐ TITKÁRA.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Lap
Faraday Mihály tudományos jellemzése Dr. AKIN KÁROLY-tól	IX
Pettenkofer Miksa tudományos jellemzése Dr. FODOR JÓZSEF-től . . .	XXV

Faraday : A gyertya chemiája, előadási cyklus a Royal-Institution-ben fiatal hallgatóság előtt, fordította SAJÓHEGYI FRIGYES; az eredetivel összehasonlította SZILY KÁLMÁN	1
Pettenkofer : A lég viszonyáról a ruházat-, lakás-, és talajhoz. Három népszerű előadás a drezdai Albert-társulatban, fordította DÉRI MIKSA; az eredetivel összehasonlította Dr. FODOR JÓZSEF	103
Helmholtz : A képirásról optikai szempontból, Berlinben, Düsseldorfban és Kölnben tartott előadások átdolgozása, fordította KELETI GUSZTÁV; az eredetivel összehasonlította SZILY KÁLMÁN	219
— A bolygó-rendszer keletkezéséről, Heidelbergában és Kölnben tartott előadás, fordította Dr. HOITSY PÁL; az eredetivel összehasonlította SZILY KÁLMÁN	267

FARADAY MIHÁLY

TUDOMÁNYOS JELLEMZÉSE.

Emlékbeszéd tartotta a m. tud. Akadémiában 1867 dec. 2-án

Dr AKIN KÁROLY.

FARADAY MIHÁLY meghalt. Anglia irodalmi és tudományi pantheonában BACON, SHAKESPEARE és NEWTON, e rendkívüli s páratlan szellemnek nagy alakjai mellé oda lesz ezentúl állítva FARADAY MIHÁLY alakja is, kinekszellemé szintén rendkívüli és páratlan vala. Hogy a kovácmester fia, a 21 éves könyvárus-inas, FARADAY MIHÁLY miként jutott a tudományos pályára, — azt az íme következő naiv és megható elbeszélésében mondja el maga :

„Ön arra kér — írja doctor PARIS-hez intézett levelében — mondanám el miként ismerkedtem meg DAVY-vel; örömmel tesszem, azon hiszemben, hogy a tények, miket íme elbeszélélek, az ő szíve jószágát fényesen hirdetik.

Midőn könyvárusinas valék, igen megszeretém a tudományos kísérleteket s lelkemből meguntam a kereskedést. Történt, hogy egy úr, ki a *Royal-Institution* tagja volt, elvive magával az utolsó előadásokra, melyeket Sir H. DAVY az Albemarle Streetben tart vala. Följegyzém a hallottakat, azokat később egy quart kötetbe szépen le is tisztáztattam. Vágyam — szabadulni a kereskedéstől, melyet bűnös, önző foglalkozásnak tekinték s beállani a tudomány szolgálatába, mely föltevésém szerint művelőit kedvesekké és nagylelkűekké teszi, — fölbátoríta végre, hogy irjak Sir H. DAVY-nek. Közlém vele óhajom s kifejezém reménye-

met, hogy ha alkalom adódik pártolandja tervemet. Egyúttal mellékelém jegyzetim, miket előadásai után gyűjtöttem vala. Válaszát, mely jelen közleményem legérdekesebb részét képezi, eredetiben ide mellékelem; kérem vigyázzon reá s küldje vissza, mert elgondolhatja mily becses az nekem. Észre fogja venni, hogy mindez ezernyolczszáz tizenkettő utolján történt. Alig irtunk tizenhármát, Sir H. Davy magához kéréte s közlé velem, hogy a praeparator helye a *Royal-Institution* laboratoriumában megürült. Noha ezzel azt látszék mutatni, hogy kedvez óhajomnak, mégis azt tanácsolá, ne áldozzam föl könnyedén jelen pályám előnyeit. Elmondá nekem, hogy a tudomány nem valami szíves úrnő s hogy szolgálának a mi a jövedelmet illeti bizony szegényesen fizet. Kifejezván nézetem a tudomány embereinek erkölcsi fensőbbiségéről, ő egyet mosolyga csak s megjegyzé, hogy néhány évi tapasztalás majd másra fog tanítani. Mindennek daczára s köszönet az ő szíveségéért, 1813. márczius havában belépék mint assistens a *Royal-Institution* laboratoriumába.»

Huszonhét éves korától, közel élte végéig, mely hat évvel felülmulta az emberi élet hagyományos tartamát, FARADAY kizárólag a tudomány szolgálatára, különösen pedig a physika és chemia művelésére szentelé magát. A physika és chemia azon ágai, melyek az elektricitással állnak kapcsolatban, képezék kedvencz tanulmányait. Műveit maga gyűjté össze négy kötetben. Az első három kötet „*Kísérleti kutatások az elektricitás körében*“ (*Experimental Researches in Electricity*), az utolsó pedig: „*Kísérleti kutatások a chemiában és physikában*“ (*Experimental Researches in Chemistry and in Physics*) czím alatt jelent meg.* Elszámolni az ezen kötetekbe foglalt új eredményeket, annyit tenne mint a fölfedezések hosszú sorát idézni, oly fölfedezése-

* FARADAY-tól megjelent még :

Vegykezelések (Chemical Manipulations) czímű műve;

Előadásai közül pedig kettőt, t. i. *Az erőről* (On force) és az „*Egy szál gyertya chemiai történetét*“, (On the Chemical History of a Candle) összegyűjtötte s FARADAY engedélyével közzétette egyik hallgatója.

két, melyek mind szám-, mind fontosságra nézve előzetlenül állanak az experimentalis tudomány évkönyveiben. Vissza kell menni egész NEWTON-ig, hogy oly tudóssal találkozzunk, — s a tudomány történetében talán csakis NEWTON az egyedüli, — ki nek termékeny és mély lángeszét FARADAY-éval párhuzamba lehet tenni; mert valóban ép azon jognál fogva, melylyel NEWTON a legelső helyen áll minden kornak *natural philosopher*-jei között, ugyanazon jognál fogva FARADAY-t mint *facile princeps*-et a legelső helyre kell állítani minden kornak „*experimental philosopher*“-jei sorában.

Míg mások abban nyilváníták lángeszöket, hogy mély értelmű, de határozatlan alakú s így a tudományra nézve jóformán terméketlen eszméknek adtak kifejezést, melyeket sem bebizonyítani sem valósítani nem valának képesek, FARADAY ép úgy mint NEWTON, az által, hogy a tényeket, melyeket élénk képzelme sejtít vala, be is tudá bizonyítani, — nemcsak jóval felsőbb rendű érdemeket szerze magának, hanem egyszersmind sokkal nagyobb eleseszűségről, végtelenül nagyobb leleményességről is tett tanúságot. Mindent összefoglalva, ha meggondoljuk, hogy a halál ily páratlan szellemet, ily kivételes lángelmét ragadt el, lehetetlen, hogy a szomorúság, a kétely hangján ne kérdezzük magunktól a költővel: „*when shall we see his like again?*“

FARADAY csodálatos nagy mennyiségű felfedezései közül csak azok méltatására fogunk szorítkozni, melyek úgy feltűnő voltak, mint roppant fontosságuknál fogva a többiek élén állanak. Idősoros rendben ezek a következők: 1. Folytonos mozgás létesítése elektromagnetismus által (1821). 2. Sok oly gáz folyósítása, melyeket addig állandóknak véltek (1823 és 1844). 3. Az elektrodynamikai inductio (1831). 4. Az elektrolytikai törvény (1833). 5. Az extrafolyam (1835). 6. A circular-polarisatio, létesítve magnetismus által (1846). 7. A diamagnetismus és a testek magnetikus tulajdonsága.

Bármelyike ezen fölfedezéseknek magában véve is elégséges lett volna, tartós hírt szerezni annak a physikusnak, ki azt tette;

egybefoglalva pedig, állíthatni (ha t. i. egyáltalában össze szabad hasonlítani oly fölfedezéseket, melyek közül az egyik megelőzi, vagy bizonyos esetben föltételezi a másikat, — mondom ezt föltéve) állíthatni, hogy FARADAY-nek az elektricitásra vonatkozó fölfedezései fontosságra nézve felülmulják s számra nézve igen megközelítik mindazon fölfedezéseket, melyek a tudomány ugyan e birodalmában ő előtte tétettek. Az imént elszámolt fölfedezések között a legfontosabb, ha nem is a legmeglepőbb, az inductio fölfedezése, mely egyszersmind tanulságos példát szolgáltat a tekintetben is, hogy a fölfedezések rendesen mily lassan követik egymást, még azon esetben is, ha a szükséges adatok mindenkinek rendelkezésére állanak. Már régóta ismeretes volt, hogy ha a neutrális állapotban levő testhez egy más test közelítettik, mely statikai elektricitással bír, ugy amaz is — influenza útján — elektrikussá válik. Úgy látszik, hogy miután VOLTA a dinamikai állapotban levő elektricitást fölfedezte, igen közel esett a gondolat — egy neutrális zárt vezetőt az által elektrizálni, hogy közelébe hozatik egy más zárt vezető, melyben dinamikai elektricitás létezik, — azaz: itt is keresni influentiát, hasonlót ahhoz, melyet a statikai elektricitással értékesíteni tudtak. Ezen oly egyszerű s mondhatni világos sikerű kísérletet először FARADAY kísérté meg, több mint harmincz évvel VOLTA fölfedezése után. A kísérlet FARADAY kezeiben teljesen sikerült, s csak akkor tűnt ki, hogy e tünemény némely régiebb keltű, véletlenül vagy melleleg tett észleletekben is befoglaltaték. E tanulságos példa mutatja, hogy mennyivel könnyebb a *posteriori* csinálni a fölfedezést s hogy magának a fölfedezésnek nehézségei utóbb mennyivel csekélyebbeknek látszanak, mint a minők a valóságban voltak. Az inductio hordereje a természetben ép annyi-
val haladja túl az influentiát, a mennyivel VOLTA oszlopának fontossága túlhaladja a dörzsölt gyanta- vagy üvegrúdét; s talán nem hibázunk, ha azt állítjuk, hogy az inductio és a voltaismus viszonylagos haszna is ugyanazon arányban áll. Mindenesetre felötlő, hogy míg az oly sokáig kegyben tartott eszme:

voltaismussal mozgást létesíteni mindinkább háttérbe szorúl s napról-napra jövőt veszít, az alatt az ellenkező feladat, t. i. az elektricitás létesítése mozgás és magnetikus inductio segélyével, meglepő sikerrel jutalmazza a rá fordított tanulmányokat. De ha WILDE, SIEMENS és WHEATSTONE gépei a pusztá inductio némi győzelméről tanuskodnak is, RUHMKORFF gépe sem lesz feledve, melyben a voltaismus és az inductio egyenlően fontos szerepet játszik. Ismeretes különben, hogy ha a voltaismusnak alkalmazása nagyban s főleg közvetlen alkalmazása előnyösnek nem mutatkozik is, RUHMKORFF gépe mily hasznot hajt a gázgépeknek nevezett motoroknál; s ha az ily gépet, mely elektricitás közbenjárásával mozgást létesít, összekapcsoljuk a WILDE-féle géppel, mely viszont mozgással elektricitást fejleszt, egy oly teljes gépet kapunk, melyben a voltaismus forrás gyanánt, az inductio pedig agens gyanánt mutatkozik, s melynek működésében a szem megdöbbenő látványt, az értelem pedig némi tekintetben csodával határosat talál.* Végül meg lehet még említeni, hogy FARADAY megérte, miként jut az inductio az elektrodinamikában a fő szerepre (annak alkalmazásairól az orvosi tudományban, a faradaysatióról nem is szólunk); de megérte egyzersmind azt is, hogy mintegy visszahatás gyanánt, miként szerez az influenza magának fölényt az elektrosztatikában. HOLTZ, TÖPLER gépei magát FARADAY-t bámulatba ejtheték.

Az inductióval kapcsolatban áll FARADAY-nak más három felfedezése: kapcsolatban részint a csírákat burkoló eszmék azonosságánál, részint maguknak a tényeknek közel rokonságánál fogva. Ezek t. i. az extrafolyam, a diamagnetismus és a circular-polarisatio létesítése magnetismus által. Kiindulva abból, hogy a természetben tanulmányozott tűnemények különböző osztályai között bizonyos kapcsolatoknak kell létezni; hogy az inductio hatásai a jó vezetőkre nem lehetnek analogon — többé-kevésbé elrejtett analogon — nélkül a rossz vezetőknel; továbbá,

* Az újabb HUGON-féle gépekben különben a RUHMKORFF-gép kimarad.

hogy az inductio hatásai a jó vezetőkre, ha futtában jelennek is meg, mindamellett kell hogy mintegy corollarium gyanánt bizonyos állandó feszültséget okozzanak mindaddig, míg az indukáló folyam körülkering; s hogy végre a magnetikus tulajdonság nem szorítkozhatik a testek oly csekély számára: — — kiindulva ezen tisztán speculativ eszmékből, FARADAY-nek sikerült majdnem egy csapásra fölfedezni azon ellentétet, melyet a testek magnetismus tekintetében kivétel nélkül tanusítanak s fölfedezni azt a csodálatos s teljesen váratlan visszahatást, melyet a magnetismus a fény haladására gyakorol. FARADAY előtt nem ismerték csak a vasnak s néhány más — az általános hiedelem szerint vastartalmú — anyagnak magnetismusát; a bizmút diamagnetismusát, ezt, a látszat szerint, semmi fontossággal nem bíró egyetlen kivételt, alig vették figyelembe; az a mód pedig, mely szerint a magnetismus és a fény kölcsönös összefüggését kipróbálni akarták, oly határozatlan volt, hogy nem lehet csodálkozni, ha az erre vonatkozó vizsgálódások biztos és szabatos eredményre nem vezettek. FARADAY volt az, ki kétségbenvonhatlanul s általánosn bébizonyítja, hogy minden test bír magnetikus képességgel; ő mutatta ki azon ellentétet, mely a magnetikus vonzás és taszítás tekintetében a testek között létezik; s bizonyára FARADAY az, ki a magnetismus és a világosság oly különböző tünetényei között határozott s eddigelé még egyedül álló összefüggést talált. Ez utóbbi fölfedezés egyike a legragyogóbb és legkevésbbé gyanítható fölfedezéseknek mindazok között, melyek a tudomány évkönyveiben följegyezvék, s FARADAY bűvárszellemében tetőpontját érte el.

Azon mély értelmű s még maig sem egészen kiaknázott nézeteket, melyekre az elektricitás, a magnetismus s a világosság lánczolatának fölfedezése vezetett, FARADAY az extrafolyamnak, ennek a felette érdekes és nem kevésbbé fontos tüneténynek fölfedezésével egészen új irányokban is képes volt fejleszteni. Ide sorozható, ha valóban nem is a most tárgyalt csoportba tartozik, az elektrolitikai törvény fölfedezése. Ezen törvény egyik

alapkövét képezvén az erők és a tünemények correlatiójára vonatkozó elméletnek, nem hagyható említés nélkül, hogy FARADAY az elsők egyike volt, kik a correlatió elvének kifejezést adtak. Ő ezen elvet, mely neki már a fönnebb említett kutatásaiban segedelmére volt, soha sem téveszté szem elől. Minél hatalmasabb a kifejlődés, melynek ezen elmélet eléje néz s minél inkább forgatja fel a természettannak eddigi, úgynevezett klasszikus rendszerét, annál nagyobb FARADAY-nek, mint az egyik fölfedezőnek érdeme s annál nagyobb azon fölfedezésnek becse, mely ez elmélet egyik legfőbb s a mellett legbiztosabb alapkövét képezi.

Hogy szemlénk FARADAY azon legfőbb munkálatairól teljes legyen, melyeket fönnebb egy rövid jegyzékbe összefoglalánk, hátra van még megemlíteni s néhány szóval méltatni a folytonos mozgás létesítését magnetismus által, s azon nagy számú gázoknak folyósítását, melyeket ő előtte állandóknak tartottak. FARADAY már ezen két rendbeli munkálataiban is, noha még ekkor csak tudományos pályája küszöbén, mint experimentator oly rendkívüli tehetséget árul el, mely a legegyszerűbb eszközökkel a legnehezebb s a legújabb feladatokat képes megoldani. Ama kis készülék, melyet FARADAY az elektromagnetikus forgások előállítására alkalmazott, úgyszólván az első s a legegyszerűbb elektromagnetikus mőtor: mozgása már folytonos, de az ellenállásokat még nem győzi le. A gázok összenyomhatóságára vonatkozó vizsgálódásai, melyek az experimentator részéről nem csekélyebb leleményességet tanúsítanak, még sokkal fontosabbak, minthogy általok lett az összenyomhatóság tekintetében daczolni biró gáznak száma oly jelentéktelen csekélyre leszállítva.

FARADAY főbb munkálatainak futólagos méltatását bevégezők. Nincs más hátra mint pár szóval megemlíteni, mi képezé még ezeken kívül életét. Előbb praeparatora, azután tanára s végre a *Royal-Institution* laboratoriumának igazgatója, 1824-ben nőül vette *Miss Bernardot*, ki túl élte őt. Nejének hagyá változatlan gyöngédsége zálogául szerény vagyonkája legnagyobb részét.

Azon számos kitüntetés közül, melyek FARADAY-t joggal illették, melyekből azonban a nagy rész sem a közönségnek, sem a megtiszteltnek hasznára nincs, nem említünk mást, mint a *Lord Melbourne* által az ország részéről neki adományozott évdíjat s a *hampton-court*i lakást, a királynő ajándokát. Ezek voltak ama kitüntetések, melyek az ő, különben kevéssel megelegedő, visszavonult életéhez némi kényelemmel járultanak.

FARADAY neve az imént mondottak szerint, nem írható azon nagy szellemekéhez, kik nőtlenek maradtak; az ő nevét azokéhoz kell sorolni, kik bár nők a világnak nem hagytak sem nevökről, sem vérökből örököszt. Van-e ezért okunk sajnálkozni? Lehetne-e nevének tartósabb emléke, élte gyümölcseiből gazdagabb örökség, mint az ő művei? Ha az ösztön a halhatatlanságra vágyani e földön, akár az utódok hosszú sora, akár a szellem művei által, ha ez ösztön, mely az emberbe a faj örökítése érdekében s erkölcsi és értelmi tehetségének fejlesztésére rugó gyanánt bevéssze van, ha ennek uralma volt is FARADAY lelkén, — — ő nyugodtan szállhatott sírjába. Midőn FARADAY kortársai közül a legnagyobb rangú egyéneket, birodalmak sorsának intézőit már rég a feledés vagy a megvénült historia felhomálya borítja el, — ezen szavak: elektro-inductio, diamagnetismus, faradaysatio akkor is fogják lángeszének emlékeit őrzeni s vissza fogják hangoztatni a FARADAY nevet.

FARADAY élete még akkor is, ha a belőle merített tényeket szakgatott vázlat adja csak, oly tanulságokat képes felmutatni, melyeket jelezni soha sem lehet fölösleges.

Nehezen van Európában Anglián kívül ország, hol FARADAY tudóssá válhaték. Német-, Francia-, sőt még — ha bár itt nem kizárólag — Angolországban is hajthatlan rendelet szabta vizsgák, próbatételek hosszú sora nyitja meg a tudományos pálya sorompóit, nem akadályozván mindig a bejuthatásban a tehetségre szegényeket, de visszariasztván nem ritkán a lángeszt. Van több laboratorium a kontinensen s igen közel hozzánk is, hol sem DAVY, sem FARADAY nem lehetett volna segéd, Angliá-

ban is szolgálatait nem az egyetemek vették igénybe. FARADAY mind a két egyetemnek tiszteletbeli tudora volt, de sem OXFORD, sem CAMBRIDGE nem gondolt arra, hogy az egyetemi ifjúságot az ő előadásaiiban részesítse.

A *Royal-Institution* volt az, melyen FARADAY lángesze tündökölt s melynek nevét enyészetlen dicsőséggel halmozta el. Sir BENJAMIN THOMPSON (RUMFORD gróf) a tudós katona által alapítva, DAVY s YOUNG neve s munkái által már kitünő hírt szerelve, a *Royal-Institution* FARADAY neve s itt tett fölfedezései által új és még nagyobb fényben ragyogott fel. A *Royal-Institution* oly intézet, minőt Angliában tudnak alapítani: csupán a tagok évdíjai és alapítványai által támogatva, több mint félszázad óta — ha némileg eltért is eredeti rendeltetésétől — nem szűnt meg szolgálni a tudományt, részint oktatással, melyet főleg a tehetősb és műveltebb osztálybeli, de tudományos képeztetésben nem részesült felnőtteknek, férfiaknak, nőknek nyújt, részint pedig eredeti kutatásokkal, melyek laboratoriumaiban vitetnek véghez. FARADAY előadásai noha ragyogók, s különösen azoktól voltak igen látogatva, kik társadalmi tekintetben szeretnek ragyogni, — mindamellett nem előadásai, hanem kísérleti vizsgálódásai szerzék meg neki valódi czímeit.

FARADAY nem azon tudósok közé tartozott, kik kezdik a théssissel, és végzik a doctor-jubileummal, kik járnak a kész nyomokon, gyakran szélesbítvén, de ritkán vivén azokat előre. Ellenkezőleg az ő messzenéző tűzzselleme oly feladatokra tört, a melyeket tekintélyes physikusok néha képteleneknek nyilvánítanak, de a melyeket ő majd mindig elsőrangú fölfedezésekkel volt képes befejezni. Ő oly kérdéseket vetett föl, minőkkel a szabályos nevelésű tudósok többsége szégyenlett volna foglalkozni; mert ő nem az elszigetelt, néha ugyan érdekes, de többnyire fontosság nélküli tényeket kereste; az a mit ő kutatott, a kötelék volt, a mely a tényeket egymáshoz fűzi, a törvény, mely az ismert tényeket beilleszteni vagy általánosítani segíti. FARADAY nem volt matematikus, ő nem ismerte ezen, a magyarázatra s

az igazolásra sokszor mellőzhetlen, csábos eszközt, melylyel ügyes kezek fájdalom inkább a matematikus, mint a természetbúvár szellemétől vezérelve, annyiszor visszaéltenek. De ő egy más eszköznek, nem kevésbé hatalmas s igazán a természet titkait nyilvánító eszköznek használatában volt mester. A speculatio, mert ez azon eszköz, melyet FARADAY előszeretettel használt, a mai tudósok körében kegyvesztésre jutott. A gravitáció fölfedezése NEWTON ifjúkori speculatioiból veszi eredetét. Valódi horderővel bíró kutatások kezdetén önkénytelenül és öntudatlanul a speculatioval él a tudós, s majdnem kivétel nélkül ez a kiindulási pontja minden nagy fölfedezésnek, melyre nem a véletlen vezetett. Mindamellett látva különösen a speculatio azon fájának, — mely Németországban magát *par excellence* természet-philosophiának meri nevezni, — utálkodásait, látva az erőtlén kezeket, melyek leginkább szeretnek azzal nem ugyan élni, de vele játszani, látva mindezeket, szégyenli a tudós bevallani, hogy az okoskodás ily fájának, melylyel a speculatio nevét bemocskolák, valamint köszönhet, és a fölfedezések eredetét kimagyarázandó, inkább fordul physikai tekintetben ködös vagy titkos értelmű matematikai levezetésekhez, sőt tisztességebbnek tartja a véletlenre, a kalauz nélküli tapogatózásra hivatkozni, mint speculativ eszméről tenni vallomást. Azonban a speculatiónak nem az a valóban haszontalan sőt ártalmas faja, mely sok metaphysikában uralkodik, hanem az a speculatio, melynek vezérletét a kísérlet követi, képezé FARADAY-nek annyi nagy fölfedezésre juttató módszerét.

Nincs itt helye s talán még ideje sem érkezett el, szemlét tartani FARADAY minden tekintetben nevezetes jellemvonásai fölött. Szabad legyen ezek közül csak azt kiemelnünk, mely egy európai híri lapban különösen méltatva lön.

A «Times» által közlött nekrológ dicsérvén FARADAY jellemét, de leginkább szerénységét, egyúttal azon óhaját fejezé ki, bár a tudósok rendszerint oly szerények volnának, mint ő vala. Furcsa egy kívánság ez, melyet a férfiak közül majdnem kizárólag csak

a tudóshoz intéznek, hogy szerény legyen. Soha sem hallotta senki, hogy a törvénytudó, financier, államférfi, iparos vagy a katona szerénységét dicsérnék; a tudóstól azonban e tulajdonságot, mely nélkül a többiek bátran ellehetnek, múlhatatlanul megkívánják. Oly előítélet ez, melynek mint minden előítéletnek, ha bizonyos szempontból tekintjük, jogos és igazságos alapja van.

Ha szerénység azon tulajdonság, mely közönségesen a nőt és az ifjút jellemzi, úgy a tudósnak is némi tekintetben szerénynek kell lennie. Foglalkozása a legfönségesebb igazságokkal finomságot kölcsönöz érzéseinek, s jelleme ennyiben a nőéhez hasonlít; más részről pedig fáradalmas kutatásainál s bizonyos értelemben véve terméketlen kutatásainál oly lángoló lelkesedésre van szüksége, a minő csak az ifjúnak jut osztályrészéül. Innen van az a tartózkodó, szemérmes, mondhatni nőies tekintet, melylyel annyi tudósnál találkozunk; innen az egyszerű, egyenes modor, önző utógondolatok nélkül, — szóval az a szerény modor, melyre közönségesen a tudós mutat példát. Ebből azután a világ, mint szokott, inductió útján okoskodva, azt következteti, hogy a szerénység a valódi tudós jellemének kiegészítő és szükségképi alkatrésze, s meg kell vallani, hogy maga hasznára a világ e jellemvonást derekasán számításba is tudja venni. Ha szabad volna szemrehányással illetni egy oly férfinak emlékét, minő FARADAY volt, kit legjobb ismerőinek egyike hozzám írt levelében a következőképen jellemez: «Szívéért ép úgy szerették barátai, mint fölfedezéseierért bámulta a tudós világ», — ha szabad volna bírálgatni FARADAY jellemét, úgy csakis szerénysége, annyszor megdicsért szerénysége ellen tehetnénk kifogást. Túlságos szerénykedésével FARADAY ártott nem csak azon méltánylásnak, melyben személye becsét honfitársai részesíték, hanem ugyanannyit, ha még többet nem, ártott magának a tudománynak is, a mennyiben nem tette meg érette azt, a mit érdemeinek mérlegbe vetésével a kellő időben tehetett volna. Lehet, hogy igazságtalanság egy embertől, ki annyi sarkalatos

fölfedezéssel gazdagítja a tudományt, a mennyi eddig még valószínűleg egy tudósnak sem adaték, — még azt is követelni, hogy más úton is mozdítsa elő a tudomány érdekeit; de ha meggondoljuk, hogy FARADAY mennyire létesíthetett, vagy elősegíthette volna azon szervezeteknek, azon közleményeknek, azon intézeteknek létesülését, melyeket a mai tudomány saját képviselői mint egyetemes haladása érdekében megkíván, — úgy alig tartóztathatja vissza az ember magát, néhány sajnálkozó szót nem ejteni a felett, hogy érdemeit nem értékesítő állása emelésére s befolyásának gyarapítására. A «Times» nekrológja s más előttünk ismeretes jelek után ítélve, az angol közönség, sőt még — mely vele oly sokszerű érintkezésben állt — London közönsége sem fogta fel, hogy mit veszített FARADAY-ben. Szólnak róla, mint ékesbeszédű, kedves *lecturer*-ről, mint érdemeinél fogva kitűnő tudósról, mint ritka jellemű emberről; * de az eszökbe sem jut, hogy ő egyike volt ama legnagyobb embereknek, kiket Anglia, az első rangú szellemekben oly termékeny Anglia valaha szült.

Mi távol vagyunk a tudomány becsét abban keresni, hol azt rendesen találni vélük, s a hol az — úgy látszik nekünk — föl nem lelhető. Valódi becsét majd az úgynevezett gyakorlati alkalmazások képezik, majd pedig az állítatják, hogy magában véve

* FARADAY-nek discussiója volt a már akkor elhalt DAVY egyik testvérével. A vita folytatában felhossa FARADAY, hogy ő a vád alá vett értekezésében nem követhetett el igaztalauságot DAVY irányában, miután a közzététel előtt ezen értekezését DAVY elé terjeszté, ki abban tetszése szeriut változásokat tett, s ezek között olyanokat is, melyek neki kárúra voltak. Ez alkalommal így szól FARADAY: «Midőn értekezésemmel kész valék, természetesen, hisz kölcsönös helyzetünk magával hozta azt, előterjesztém Sir H. DAVY-nek, s ő tetszése szeriut változtatá. Ezen szokása rám nézve nagy jótétemény volt, mert különben a nyelvtani hibák s a rosszul választott kifejezések benn maradván, elcsúfították volna értekezésemet.» Megjegyzendő, hogy FARADAY e sorokat 1836-ban írta, midőn a többek közt az inductiót s az elektrolytikai törvényt már fölfedezte. Lehet-e tovább vinni a nyíltságot, szerénységet s a tiszteletet a jóltevő iránt?

is, mint a németek mondják «an und für sich» bírna értékkel. Ámde a tudományt éppen azok, kik be sincsenek titkaiba avatva, igen gyakran oly irányokban tudják alkalmazni, hova az elmélet, pedig ez a valódi tudomány, nem képes őket követni, s azt sem kell feledni, hogy nem egy nagy találmány valósított, noha a tudomány emberei, kiktől e részben a legilletékesebb ítéletet reménylették, rossz sikert jósolának.* Más részről pedig azt állítani, hogy a dolgok önmagukban is, függetlenül a mi lényünkötől és természetünkötől, becsesül bírhatnak, — az ontológiába való, vagyis meg nem érthető.

A tudomány e tekintetben hasonlít a művészethez. Valamint a szépnek előállítására a lélekben kimondhatatlan gyönyört képes ébresztetni, ép úgy az igaznak fölismerése, a dolgoknak megértése minden fogékony keblet oly édes és magasztos érzéssel tölti el, mely máshoz nem hasonlítható. Ha ekkép mi a tudomány becsét azon gyönyörben találjuk, melyet nekünk szerez, úgy véljük, hogy ez által éppen nem alacsonyítjuk le. Végtére is az életnek minden theoriája helyesen taglalva, a jelen vagy a jövő jólétben keresi az élet értékét; élvezni, ez öhajunk tárgya, törekvéseink célja. Ne kutassuk, vajon a gyönyör, melyet a szépnek szemlélése nekünk szerez, végelemlében nem alapszik-e physikai tények és érzetek oly láncolatán, melynek összefüggését, ha

* A matematikának egyik meghitt barátja igen helyesen jegyezte meg:

«A négy művelet ismeretével a világ legügyesebb bankára lehet valaki, s az osztást a legtöbb esetben még ki is kerülheti... A khinaiak, kik ha a canoni könyveiknek hiánnyuk szabad, a civilizáció terén először is mérnöki művekkel léptek fel s kiknél az ipar annyira ki van fejlődve — a khinaiaknak fogalmuk sincs a matematikai bizonyításról; s a középkori katedrálók építői ismerék a leirati mértan eljárásait, de korán sem annak elméletét.» (COURNOT: Instruction publique en France 447. l.)

Így történik az is, hogy a legügyesebb zenészek nem ismerik a hang elméletét, hogy a szónokok elsajátítják az ékesszólást, a nélkül hogy tanulták volna a rhetorikát, szóval így történik az, hogy minden mesterség gyakorlásában az empirikus praxis igen jól helyettesíti az elméletet.

még nem ismerjük is, de már gyanítani kezdjük; és hasonlóan ne következtessük, hogy az igaznak fölismerésével járó élvezet ép úgy anyagi és physikai tényeken nyugszik. S baj-e, ha így volna? Az, a mi az értelmi élvezetet, az úgynevezett anyagi vagy physikai élvezettől megkülönbözteti, a mi ez utóbbinál mérsékletre int, a mi az előbbinek felsőbbiséget szerez, — az egyrészt az utóbbiak romboló jelleméből ered, másrészt az előbbeniek tisztaságában és ártatlanságában rejlik. Minden anyagi élvezet valamely megelőző munka gyümölcseinek fölemésztésével, az erő, az egészség fogyasztásával jár, míg azon gyönyörök, melyeket a művészet és főleg a tudomány nyújt, kifogyhatatlan forrásból erednek s mindenki által élvezhetők; oly forrás az, mely minél többen meritik, annál hatalmasabban áradoz. De végtére a tudomány, mint minden emberi dolog, értékére nézve arányban áll azon jóléttel, melyet az emberiségnek szerez; s miután a tudomány, ha mennyiség szerint nem is, de a minőséget illetőleg bizonyára jelentékeny részzel járul a világ élvezeti tőkéjéhez, képviselői megérdemlik, hogy tiszteljék, becsüljék őket. Távol attól, hogy szerényen meghúzza magát, a tudósnek joga van, mint őt megillető adót, követelni emelkedett állást, hol őt a világ láthatja és tisztelheti, a tudomány érdekében követelni piedestalt, honnan az ő befolyása a legmagasabb társadalmi régiókba is hatolni képes. FARADAY máskép ítelt. Ő nem kereste a kitüntető állást, a befolyást, hanem kerülte, mint szerinte értéktelent; a költővel tartott talán, ki az ambíciót még a nemes jellemben is, visszamaradt gyöngeségnek tekinti (*the last remaining foible of a noble mind*). Hiányozván benne a nagyravágás, fölösleges mondani, hogy FARADAY hiú sem volt: ő hírnévre, dicsőségre, tiszteletre, címekre, parasyta növényekre, melyek a korhadt fát ép úgy körülfonják, mint az egészséges, viruló törzset, — ő ezekre nem vágott; kérdés nélkül visszautasítja a szerinte hiába való, lealázó kitüntetések! A vágy munkálkodni, s azon semmi máshoz nem hasonlítható élvezet, melyet az igaznak önzetlen kutatása nyújt, elég volt neki ösztönzésül fáradal-

mas, sőt néha veszélyes dolgozataira, először behatolni a természet valamely mysteriumába elég kárpótlás fáradaimáért, elég s az egyetlen méltó jutalom érdemeiért. Így gondolkozott ő. S valóban ezek az egyedül dicső és magasztos indokok, melyeknek lelkesíteni kell a férfit, ki magát a tudomány szolgálatára szenteli; de ösztönzésül a lankadás ellen szükséges, hogy a nyert eredmény ne egyetlen gyümölcse legyen munkáinak. Ezt igényli a méltányosság, sőt magának a tudománynak érdeke, mely a tisztelet, a vagyon s a befolyásból a tudós részére igazságos osztalékot követel, s a tudós nemcsak ne utasítsa vissza, sőt társai s szent hivatása érdekében pirulás nélkül kérje, ha azt késnek neki fölajánlani.

Azt hiszem, az ilyenmő elmélkedések általában is alig, de nálunk bizonyára nem hely- és időnkivüliek. Kitüntetni a tudósok állását, illő alapra fektetni a bőkezű anyagi támogatást, — ime ez egyike azon eszközöknek, melyeket alkalmazni kell bármely nemzetnek, ha politikai állapotainak megszilárdulta után a mai civilisatióval lépést akar tartani. Ma már nem a fegyverforgatás s nem a politikai ügyesség mértéke szerint sorozzák a népeket: a mely nép érne akar valamit, tündökölnie kell az irodalomban s gazdagon hozza kell járulni a tudomány előbbre viteléhez. Nyert csatában ne büszkélkedjek a nép, mert az más nép szégyene; ne politikai győzelmében, mert az másra vere-ség: irodalma az, melylyel másra nem vet árnyat, mert az irodalmi termékek, de még inkább a tudományos eredmények függetlenül a helybeli eredettől, nem egyes népek, hanem a művelt emberiség tulajdonát képezik. Ha nemzet hozzá akar járulni a tudomány előbbre viteléhez és tündökölni a többiek között, a tudósoknak oly helyzetet tartozik kijelölni, mely a tőlök kívánt erő kifejtéssel arányban áll; különben a tudományos pálya pusztas lesz, a tehetséget érző emberek zöme oly pályákra lép, melyek bőkezűleg jutalmazott s kitüntetett állásokra vezérlenek. A tudósok — kitüntetésre nem méltatva — tekintélyben veszítenek, de megtagadni tőlük a szükséges eszközöket, hogy a tudomány

színvonalán maradhassanak, az annyi, mint kivetköztetni őket egész jellemökből. Az a mesterség még nincs föltalálva, hogy miként kell — mint a biblia mondja — polyva nélkül vályogot készíteni, s a tudósok könyvek, műszerek nélkül, attól is meglevén fosztva, hogy jobb sorsu pályatársaik műveit csak figyelemmel kísérhessék, szó sem lehet arról, hogy önálló munkákat alkossanak.



PETTENKOFER

TUDOMÁNYOS MŰKÖDÉSE.

Dr FODOR JOZSEF-től.

JELLEN füzettel az olvasó PETTENKOFER MIKSA tanár három népszerű előadását veszi kezébe. Ha átfutja ezen egyszerű s mégis szelleműs, ezen igénytelen s mégis nagy tudományú sorokat, bizonyára fel fog ébredni benne a vágy, hogy megismerje a férfiút, kinek szelleme foglalkoztatta s bizonyára elragadta. PETTENKOFER MIKSA valóban megérdemli, hogy őt megismerje mindaz, a ki az ész és jellemet megbecsülni képes.

Egy terjedelmes s az emberi nem jóléte szempontjából felette fontos tudományszak köszöni PETTENKOFER-nek új életre ébredését; az egészségtan, a hygiéne. A ki felfogja, minő szerepe van a társadalom életében a munkának, minő érzékeny kötelékei vannak az embertársi szeretetnek, s minő sajkása van a beteg szenvedéseinek: az képes csak megérteni s megbecsülni az egészségtan feladatát. Az egészség teszi munkaképessé az embert, s a betegség megelőzése irtja a szenvedést s nyomort. Azért mióta társadalom s tudomány öntudatra ébredtek, az egészség volt gondozásuk fő tárgya.

Több ezredéves az orvosi tudománynak, az egészségtannak törekvése, hogy az egészség feltételeit, annak ellenségeit megismerje, kibúvárolja. Fáradozását azonban a természet mostohán jutalmazta; a legfontosabb kérdések — az egészség feltételei, a betegségek okai, azok megelőzésének módjai — egyre s nagyrészt megfejtethetleneknek látszottak a bűvárlat előtt.

Igazán megvilágíthatlan örök természeti titok fedte s fedi őket? Nem. Örök természeti titok nem létezhet; s a mi titok s a míg titok, az csak bizonyíték arra, hogy elégtelen bűvárlati módszerek s talán helytelenül használtattak a tudomány által. Új bűvárlati módszer, új irány már ezernyi tudományos rejtélyt világított meg, a mely oly sokáig megfejtetlennek látszott.

Miként is deríthette volna fel az egészségtan a betegségek természeti feltételeit, ha ennek titkaival szemközt folyton a felületes szemlélésre szorítkozott, beható észlelés, összehasonlító kutatás, s megvilágító kísérletezés helyett.

Az egészségtan még a jelen században is, sőt sok esetben mai napig is, elégségesnek tartotta, ha mindazt a mi érzékeinkre már az első pillanatban kellemetlenül hat, károsnak állította, míg azt a mit így észre nem vett elhanyagolta; a betegségek oka gyanánt kész örömmel elfogadta azt, a mi legelőször szemébe akadt, s meglegedett, ha ellenük szépen hangzó törvénycikkelyeket, szabályzatokat faraghatott. Rendkívül hasznos szolgálatot vélt tenni az emberiségeknek, ha egész erejével üldözte a zöldre festett savanyított ugorkát, meg az éretlen gyümölcsöt, vagy a rosszúl mázolt cserépedényt meg a kuruzsló hajfestő szerét. A pusztító járvány ellen nem keresett más fegyvert, mint zaklató vesztegzárakat, s a legegészségtelenebb lakásban nem talált más kifogást, mint a virágcserépeket meg a szobafestéket.

Nagy szükség volt tudósra, a ki elfogultság nélkül tekintsen a köznapi felfogás szemei közé, ki képes legyen annak alapjait megvizsgálni; a ki különösen mester legyen a természettudományi bűvárlat terén, hogy a téves fogalom helyébe jobbat, a nem létező helyébe újat legyen képes állítani. S a korszak, a mely egyéb természettudományi szakoknak is ébresztő, reformáló szellemet nyújtott, keltett illet az egészségtan számára és első sorban PETTENKOFER-ben.

PETTENKOFER MIKSA 1818-ban Lichtenheimban, Bajorországban született. Szerencsés körülmények folytán kitünő orvosi kiképeztetést nyert, nevezetesen a vegytan és élettan terén (LIE-

BIG mellett), a mi által a fiatal tudós már 29 éves korában orvostanári tanszéket érdemelt ki magának a müncheni egyetemen.

Első tudományos munkálataival az ipari-vegytan terén mozgott, a mi az által idéztetett elő, hogy orvosi s vegytani tanulmányai bevégezése utáni első időben mint segéd nyert alkalmazást a müncheni királyi pénzverőben. Értekezéseket irt itt az arany, a platina feldolgozása felett, a vízhatlan mész (cement) felett; fölfedezte a légszesz czélszerű gyártásának módját fából, fölfedezte a haematinon és aventurin üveg készítését. Még később is foglalkozott ily irányban, s városa, München műkincese szempontjából igen fontos fölfedezéssel gazdagította a tudományt; sikeres módszert talált ki — ugyanis — elsötétetett régi olajfestmények színeinek felfrissítésére.

Ezen és sok más a vegytant gazdagító fölfedezéseinek s munkáinak méltánylása nem képezi jelen sorok feladatát; azok mindegyikére PETTENKOFER-nek magas természettudományi szakismeretét s valódi bűvár szellemét bizonyítják, s megfelfedezhetővé teszik, miért volt képes PETTENKOFER, s miért épen ő, az egészségtani vizsgálódásoknak tudományosabb kísérleti alapra fektetésére, azoknak reformálására. Előtte az egészségtani bűvárlatok épen azt nélkülözték legjobban, a mit ő mesterileg képviselt, az ügyes s szerencsés experimentatort s az alapos vegyészt.

Mint orvostanár egészségtani kutatások terére lépett. Szakértő szeme gyorsan észrevette azoknak eddigi fő hiányait, s ma alig van szakasza e tannak, a mely tudós vagy szellemdús munkájának ne köszönne sokat vagy mindent. Csak legfontosabb mozzanatait ez iránybeli munkásságának kívánom röviden vázolni.

A lakházak lényeges befolyását az egészségre ma már minden művelt ember ismeri; erre vonatkozó ismereteinket azonban igen nagy részt épen PETTENKOFER vizsgálatainak köszönhetjük. Általa tudjuk például, hogy falainkon keresztül minő jelentékeny légszere megy végbe folytonosan, valamint hogy mily fontos ez a lakások szellőzése szempontjából. — A jó és rossz levegőnek

egészségtani ismertető jeleit szerencsés tapintattal állapította meg, s ez által helyesebb s csakhamar általánosan elfogadott alapot nyújtott a szellőzésnek, a mely eddig teljesen kielégítőlen állapotban létezett. Még PÉCLET, POUMET, GRASSI, LEMAIRE s mások előtte oly levegőt, oly szellőzést tartottak kielégítőnek, a melyet ma már — főleg PETTENKOFER óta — mindenki kiállhatatlannak, egészségtelennek ismer. Jelen füzet épen ez iránybeli kutatásait PETTENKOFER-nek állítja szemünk elé. Az olvasó számos egyéb eszméivel is találkozni fog ugyanott; felhivom ezekre is figyelmét.

Egy más terjedelmes munkaköre PETTENKOFER-nek az ember táplálkozására, anyag cseréjére vonatkozik. Senki előtte nem foglalkozott alaposabban nálánál e kérdéssel. A volt bajor király, a ki a tudóst s munkáját képes volt megbecsülni, bőkezűsége által különösen előmozdította ezen kutatásokat. 10,000 bajor forintot adományozott PETTENKOFER-nek, hogy rajta gépezetet készíttessen, a mely által pontosabban mint az előtt, lehetséges legyen az agyagcsere terményeit az embernél összegyűjteni, s megvizsgálni. PETTENKOFER híres «légzési szekrényét» építette ama pénzen s ennek segélyével végezte (Volt müncheni tanár társaságában) jelentékeny vizsgálatait.

De legkiterjedtebbek s leghiresebbek is PETTENKOFER-nek kutatásai a kolera meg a typhus terjedésének okai, feltételei felett. Ezen bűvarkodások támadásukat első sorban Bajorország akkori felvilágosodott belügyminisztériének, Reigersberg grófnak köszönhetik, a ki a fiatal s munkavágyó tudóst eme kutatásokkal megbízta s teljes erejével támogatta.

PETTENKOFER 1854-ben szemmel kísérte a kolerát Bajorországban. Annak fellépését fáradhatlan buzgalommal követte lépésről lépésre, városról városra. Észleléseinek eredményét két terjedelmes jelentésben tette közzé. Ez volt genesise világhírű járványtani elméletének, a mely a kolera s más járványos betegségek kifejlődésénél a talajnak, ennek nedvességének, szennyező anyagainak, physikai állapotának döntő szerepet tulajdonít.

Nem mintha ily eszmék már régebben meg nem pendítették volna. Már az első észlelők Indiában, Európában pedig főleg FOURCAULT, BONBÉE, FARR állították a talaj minőségének befolyását a kolera járványos elterjedésére. Állításaik azonban a vizsgálatok elégtelensége s következtetéseiknek egyoldalúsága s határozatlansága miatt nem tettek benyomást az orvosi körökre.

Mily más volt hatása PETTENKOFER szavainak; szikrát adott, a mely lángra gyújtott ezer gondolkodó főt; munkára szólított száz képes kart. Legelőször az ellenzők mozogtak. Mindenféle kétkedéssel s ellenvetéssel igyekeztek megingatni észleléseinek s következtetéseinek helyességét.

Így például PETTENKOFER állítása ellenében, hogy t. i. a lyukacsos, szennyes, nedves talaj a kolera elterjedését előmozdítaná, felhozták, hogy Maltán, meg Gibraltárban is uralkodik a kolera, holott ezen helyek talaja kőszikla. Az ellenvetőknek könnyű volt Maltára meg Gibraltárra hivatkozni, a melyet hírből ismertek csupán; nehéz azonban PETTENKOFER-nek meggyőződnie az ellenvetés helyes alapja felett. — Oly jellem, mint PETTENKOFER-é, oly buzgó s lelkesült tudós mint ő, egy perczig sem habozott a teendők felett. Hajóra ült s megjárta Maltát, Gibraltárt, mint a hogy később meglátogatta hasonló okokból Krajnát, meg Lyont, hogy meggyőződjék önmaga s meggyőzőn másokat is az ellenvetés alaptalansága felől. A maltai, gibraltari talaj sziklatalaj, de oly természetű szikla, a mely ép oly lyukacsos s esetleg ép oly szennyes s nedves, mint bármely más homok, vagy agyagtalaj. Ezen nevezetes vitájára vonatkozik rövid megjegyzése jelen füzetben (3-ik előadás) a maltai kőszikla felett.

PETTENKOFER nézetei a talaj felett gyorsabban nyertek határozó bizonyítékot, mint maga remélhette. Egy kitünő tanártársa BUHL, kimutatta, hogy egy járványos betegség, a hagymáz (typhus), a mely Münchenben állandóan, de egyenetlen mértékben uralkodik, s a melynek magatartása tehát éveken át könnyen összehasonlítható a talajnak, a talajvíznek viszonyaival — ezen

betegség határozottan egybevág, együttjár a talajvíz ingásával, a talajnak ily módon átnedvesedésével.

Az elmélet, melyet PETTENKOFER fogalmazott, s a mely mint látjuk döntő szerepet tulajdonít a talajviznek a járványok elterjedésénél, ma általán elfogadottnak, bebizonyítottanak tekinthető. Nem csökkentheti az elméletnek, PETTENKOFER munkájának érdemét az, hogy ma még alig birunk egy lépéssel is tovább menni ezen PETTENKOFER által megállapított igazságnál. A bánya fel van tárva, lelkes munkások feladata azt kiaknázni. Ilyeneket PETTENKOFER szelleme s példája bizonyára nevelni s buzdítani fog.

Ez váza PETTENKOFER tudományos munkásságának; körvonalokban csupán, a melyen belül levő értékes és terhes, valamint roppant terjedelmű részletes kutatásait csak a szakember képes szemlélni s méltányolni. — Ez tudja, hogy főleg PETTENKOFER érdeme, hogy ma a járványok elleni küzdelemben nem elégszünk meg a zaklató s megbízhatatlan vesztegzárolásokban, de törekszünk egészségügyi intézkedések által a járványok alól elrántani az őket éltető alapot. Nagy részt az ő érdeme, hogy Németországban a nép egészsége, a közegészségügy egyre hatalmasabb társadalmi kérdéssé női ki magát, a mely máris felette üdvös intézkedésekre vezetett. Az ő érdeme, hogy egész Németországban, valamint nálunk is annyira ébredt a közvélemény, hogy mindenütt az egyetemeken egészségtani tanszékek felállítását, azoknak megfelelő eszközökkel, műhelyekkel ellátását a tudomány érdeke, s a társadalom java szempontjából égető szükségnek tartják.

Maga PETTENKOFER 1853 óta tanítja az egészségtant a müncheni egyetemen, s előadásai mindig számos s lelkesült hallgatóságot vonnak maguk köré. Bécs csak nem rég megnyerni óhajtott a híres tudóst és tanárt saját egyeteme számára. PETTENKOFER azonban nem vált meg városától, a mely tanácsainak követése által oly sokat nyert a közjólét szempontjából, de a mely egyszersmind benne a tudóst s polgártársat mindig kiválólag tisztelte (München új vízvezetéke «Pettenkofer Leitung» ne-

vet nyert); s a bajor parlament köszönete jeléül a hazájában maradó tudós számára terjedelmes egészségügyi intézetet épített, a melyben PETTENKOFER tanítványokat nevel az exact tudományos bűvárlat szellemében, s a melyben kutatások végeztetnek egészségügyi kérdések felett a közjó s a tudomány előmozdítására.

Valóban ismételhetem, PETTENKOFER megérdemli, hogy őt megismerje mindaz, a ki az észet s jellemet megbecsülni képes. Életrajza buzdító példa mindenki számára.





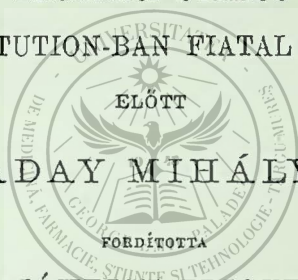
A GYERTYA CHEMIÁJA

ELŐADÁSI CYKLUS

A ROYAL-INSTITUTION-BAN FIATAL HALLGATÓSÁG

FARADAY MIHÁLYTÓL.

SAJÓHELYI FRIGYES.



TARTALOM.

I. ELŐADÁS.

A gyertya : a láng, ennek forrásai, szerkezete, mozgékonyága, fénye.

II. ELŐADÁS.

A gyertya : a láng fénye, a levegő az égésre szükséges, vízképződés.

III. ELŐADÁS.

A termékek : az égés véje, a víz természeté, a víz vegyület, a hidrogén.

IV. ELŐADÁS.

Hydrogén a gyertyában, ennek elége vézé, a víz másik része, az oxygén.

V. ELŐADÁS.

Oxygén a légkörben, a légkör természeté, sajátágai, a gyertya egyéb termékei, szénsav, ennek sajátágai.

VI. ELŐADÁS.

Szén vagy faszen, világító gáz, légzés és ennek hasonlósága a gyertya égéséhez, befejezés.

A GYERTYA CHEMIÁJA.

I. ELŐADÁS.

A GYERTYA : A LÁNG, ENNEK FORRÁSAI, SZERKEZETE,
MOZGÉKONYSÁGA, FÉNYE.

VISZONZANDÓ a megtiszteltetést, melyben látogatástok, hogy megnézzétek mivel foglalkozom, részesít, el akarom mondani a jelen előadások folyamában a gyertya chemiai történetét. E tárgyat már egy előbbi alkalommal is előadtam; s ha egyedül tetszésemről függne a választás, csakugyan évenként ismételném azt, oly változatos érdekű e tárgy, oly bámulatosak és sokszerűek az utak, melyekkel a természettudományok különböző mezőit előttünk megnyitja. Egy sincs a mindenségben működő törvények között, mely itt ne szerepelne, s e tünemény-nyel kapcsolatos ne lenne. Nincs alkalmasabb, nincs nyiltabb út a természeti tudományok tanulmányozásába belépni, mint a gyertya physikai tüneményeinek megfigyelése. Hiszem tehát, hogy nem veszem figyelmeteket hiába igénybe, midőn inkább e tárgyat választom előadásomul mint bármi mást, mely ha még oly jó volna is, ennél jobb nem lehetne.

Mielőtt azonban előadásomat elkezdeném, engedjétek föl-
említenem azt is, — hogy bár a fölvetett tárgy oly nagy, s szándé-
kom azt alaposan, komolyan és tudományosan tárgyalni, mind-

azon által el fogok tekinteni mindattól, minek megértése több előismeretet tételezne föl. Mint ifjú, ifjakhoz szándékozom szólni. Így tettem azt ezelőtt, s ha ezt megengeditek, így fogom tenni most is. És bár jól tudom, hogy itt kiejtett szavaim a nagy közönséghez is eljutnak, ez még sem fog visszatartóztatni attól, hogy ne beszéljek ez alkalommal is ugyanazon családi hangon a hozzám oly közel állókhoz, mint ezt már azelőtt is tettem.

S most fiaim és leányaim, el kell mindenekelőtt mondanom nektek azt, hogy miből készülnek a gyertyák. Furcsa dolgokkal ismerkedünk meg. Itt van néhány forgács, néhány jól égő fa galyja. Itt pedig egy kis darabkát láthattok abból a különös, Irland némely tőzeg-ingoványában található anyagból, melyet *gyertya-fának* szokás nevezni; ez igen kemény, szívós, kitűnő egy fa, igen alkalmas szerszámfának, minthogy az erőnek nagy mértékben ellentáll; de mindamellett oly könnyen ég, hogy a hol találják, gyújtókat és fáklyákat hasítanak belőle, melyek égneek mint a gyertya, és csakugyan igen jól világítanak. E fában leghívebb képét látjátok a gyertya általános természetének, melyet én nektek nyújthatok. E tüzelőszer elkészítése s a mód, melylyel ez chemiai működésbe hozatik, a levegőnek rendes és fokozatos hozzájutása a működés helyére — melegség és világosság — mindezek az efféle darab fa által előidéztve, tényleg egy természetes gyertyát ábrázolnak.

A gyertyákról szólva, a kereskedelemben előfordulókat kell értenünk. — Mindenekelőtt itt néhány u. n. mártott gyertyát láthattok. Ezek így állítatnak elő: hurkok segélyével gyapotszálat erősítenek egy pálczára, s e szálat megolvasztott faggyúba mártják, azután kiveszik belőle, lehűtik, azután megint bemártják s ezt az eljárást mindaddig ismételik, míg a gyapot körül a faggyú bizonyos mennyiségben le nem rakódik. Hogy az e fajta gyertyák különböző minőségéről fogalmatok legyen, nézzétek a kezemben levő gyertyákat; ime ezek szerfölött vékonyak és furcsák. Ezeket a bányászok a kőszénbányákban használják, illetőleg használták. Régi időkben a bányász maga volt kénytelen

magának a gyertyáit elkészíteni; és részint költségkiméleésből, részint pedig, mivel azon hiedelemben voltak, hogy a bányagözöket kis láng nem gyújtja meg oly gyorsan, a gyertyákat oly vékonyaknak készítették, hogy 20, 30, 40 sőt 60 is ment egy fontra. Ezeket később kiszorították az aczéldrótos lámpák, később a Davy-féle és egyéb más biztosító lámpák. Itt ellenben egy oly gyertyát láttok, melyet PASLEY ezredes az elsüllyedt Royal-George hajóról ⁽¹⁾ hozott föl magával. Sok évig a tengerfenekén sós víz behatásának volt kitéve. Ebből láthatjátok, mennyi ideig tartható el a gyertya, mert ámbár eltördelődött és szétدارabolódott, meggyújtva, mint látjátok, mégis egészen egyenletesen tovább ég s a faggyú ismét megkapja a maga eredeti sajátságait, mihelyest megolvad.

FIELD ur Lambethből a gyertyákra és anyagukra vonatkozólag nagy mennyiségű és gyönyörű rajzokkal látott el. Ezekről akarok most egyetmást elmondani. Itt van először is a vesehaj — marhafaggyú — ha jól tudom, orosz faggyú. Ebből készül a mártott gyertya, a melyet Gay-Lussac azzá a gyönyörű anyaggá, a stearinná változtatott át, melyet mellette láttok fekdüni. Tudjátok, hogy a gyertyák most már nem olyan zsírosak, piszkosak többé, mint a közönséges faggyú-gyertya, hanem csinosak, tiszták s a rólok lefolyó csöppek lekaparhatók s porrá törhetők, anélkül hogy valamit bepiszkítanak. — A készítés így megy ⁽²⁾: a zsírt vagy faggyút mindenekelőtt oltatlan mésszel főzik és szappanná alakítják át; a szappant azután kénsavval felbontják, mely a meszet elvonja, s a zsírt stearinsavvá alakítja át, egyidejűleg bizonyos mennyiségű glycerint hagyván hátra. A glycerin — e czukornemű anyag — eme chemiai átalakulásnál kiválik a faggyúból. Az olajat aztán kisajtolják; s itt láthatok néhány kisajtott pogácsát, melyeken azt is észre vehetitek, mily gyönyörűen kiváltak a tisztátalan alkatrészek az olajos részből, a mint a nyomás nagyobbodott; végre azután hátramarad az az anyag, mely megolvasztva, az itt látható gyertyákká öntetik. A kezemben levő gyertya stearingyertya, a fagy-

gyúból készült stearinból ugyanoly módon csinálva, mint a hogy azt az imént elmondottam. Itt van továbbá egy spermaczét-gyertya, mely a czet (Physeter) homloka feletti üregekben levő megtisztított olajból készül. Ez meg sárga és tisztított méh-viasz, melyből szintén szokás gyertyákat előállítani; itt pedig egy igen különös, paraffinnak nevezett anyagot és néhány paraffin-gyertyát láthattok, melyek az írlandi mocsárok paraffinjából készültek. Végre van még itt egy anyagom, mely Japánból került hozzánk; ez bizonyos fajta viasz, melyet egy jó barátom küldött, s mely a gyertyák gyártására egy új anyagot szolgáltat.

De hogyan csinálják ezeket a gyertyákat? Az imént a mártott gyertyákról szólottam, most pedig meg fogom ismertetni az öntött gyertyák készítmódját. Képzeljük magunknak, hogy e gyertyák közül valamelyik oly anyagból készült, melyet önteni lehet. «Önteni» fogjátok mondani, miért ne, hiszen a gyertya megolvad s ha már egyszer megolvadt, akkor önthető is.» Azonban nem addig van! A gyakorlati kivételben, elég csodálatra méltó, mindig támadnak olyan akadályok, a melyekre előre nem is gondoltunk volna. A gyertyákat nem lehet mindig önteni. A viasz-gyertya öntés által sohasem állítható elő. Különös módon készül, a mint nem sokára meg fogjátok tudni. Sok időt azonban nem szentelhetek rá. A viasz, ámbár igen jól ég s a gyertyában igen könnyen megolvad, még sem önhető. De mindenekelőtt vegyünk oly anyagot, a mely önthető. Itt van egy ráma, melyben néhány öntő forma foglaltatik. Legelőször is egy kanóczot erősítünk rá. Itt van egy fonott kanócz, ezt nem kell koppantani ⁽³⁾; egy kis dróton lóg, egészen leér a fenékig, a hol dróthoz van kötve úgy, hogy egészen mereven áll s az alsó nyílást teljesen elzárja, hogy a folyadékból semmi sem folyhat ki. A forma felső végén egy fácska van keresztbe téve, mely a kanóczot épen a forma közepén tartja kifesztve. A faggyú már most megolvasztatik, s a formák tele öntetnek. Kevés idő múlva, midőn a formák kihűltek, a fölösleges faggyút a felső végén lekaparják, a formát teljesen megtisztítják, a kanócz végeit pedig levágják. Így tehát

csupán a gyertyák maradnak hátra a formákban, s hogy kivétesenek, csak meg kell őket fordítani, a mint épen most teszem; e végből a formák kúpalakúakká készíttetnek, azaz alúl szűkebbre mint fölül, úgy, hogy a mint a forma és gyertya kihül, még egy kissé össze is húzódik, s csak egy kissé kell rázogatni, hogy kiessek. Ugyan így készülnek a stearin- és paraffingyertyák is. — Igen különös módon csinálják a viaszgyertyákat. Gyapot-kanóczokat függesztenek föl egy ráma-ra, a mint itt láthatjátok; a kanóczok végei fémkapcsokba foglaltatnak, hogy a bél ezen a helyen a viasszal ne jöhessen érintkezésbe. Mint láthatjátok a ráma körben mozgatható; a mint így mozog, egy munkás a megolvasztott viaszt egy edényből az első, azután a másik, azután a harmadik kanóczra önti és így köröskörül. Midőn ezzel elkészült, a kellő lehülés után az így képződött első réteget egy második követi, s ezt mindaddig folytatja, míg a gyertyák a kívánt vastagságot el nem érik. Midőn ezek így bevonódtak vagy beburkolódtak s a kellő vastagságot elérték, levéttetnek és eltéttetnek. FIELD úr szíveségéből e gyertyákból több fajtát mutathatok. Ez az egyik csak félig kész. Levéttetvén a gyertyák, alkalmas kőlapon hengeríttetnek, felső kúpvégüket kellő alakú esővek segélyével idomítják, s aljuk levágtatván, lesimíttatik. Ezt oly ügyesen csinálják, hogy e módon egy-egy fontra négy vagy hat, vagy általában tetszés szerinti számú gyertyát készítenek.

De ne fecséreljük el időnket csupán az elkészítés módjával; haladjunk tárgyunkban előre. Még nem szólottam a fenyűzési gyertyákról (mert a gyertyákban is lehet fenyűzés). Tekintsétek csak meg, mily szépen vannak ezek kifestve: itt láttok kék, magenta és még egyéb chemiai színeket, melyek a gyertyákra alkalmazva, most jöttek divatba. Különböző alakokat is láttok. Itt egy rendkívül szépen elkészített oszlop van, ezenkívül vannak gyönyörű festményekkel feldíszített gyertyáim is, melyeket PEAR-SALL úr küldött számomra. Ha égnek, fenn ragyogó napot, alatta virágcsokrot ábrázolnak. De mindaz a mi szép és csinos, nem hasznos is egyszersmind. Ezek a czifra gyertyák bármi

szépek legyenek is, rosszak; rosszak pedig külső alakjuk miatt. Különben megmutatom nektek az e fajtákat is, melyeket több oldalról barátaim küldöttek, hogy láthassátok mi történt vagy mi kell, hogy történjék egyik vagy másik irányban. A mint mondtam, túlságos csinosítás kedvéért ne áldozunk a hasznosságból.

Térjünk most már át a gyertya lángjának vizsgálatára. Meg fogunk egy-kettőt gyújtani és így mindeniket munkába állítjuk, hogy ki-ki mutassa a maga dolgát. Láthatjátok mennyire különbözik a gyertya a lámpától. A lámpához bizonyos mennyiségű olaj szükséges, a lámpát megtöltik s beleteszik a mohából vagy gyapotból mesterségesen készült kanóczot, s a kanócz végét ekkor meggyújtják. A mint a láng a kanóczon egészen az olajig behatott, alul elalszik, a felső részen pedig elkezd égni. Már most bizonyosan azt fogjátok valamennyien kérdezni, hogyan jut a magában nem égő olaj a kanócz végeig, a hol tovább ég? E tüneményt azonnal meg fogjuk vizsgálni; ennél azonban sokkal csodálatosabb valami a gyertya égése. Egy szilárd anyag van itt, melynek külön tartóra nincs szüksége, hogyan lehetséges már most az, hogy e szilárd anyag följut egészen a lángig? Hogyan juthat el a szilárd anyag odáig, jóllehet nem folyékony? vagy pedig ha megolvad, hogyan maradnak részecskéi mégis együtt? Valóban csodálatos valami ez a gyertya.

E helyen meglehetősen léghuzamunk van, ezt némely kísérletünknel előnyösen használhatjuk, máskor meg káros lehet. Hogy e tekintetben bizonyos szabályszerűséget érjünk el, s a dolgot lehetőleg egyszerűen rendezzük be, egy egészen csendesen égő lángot fogok előállítani; — mert hogyan vizsgálhatnánk meg valamit jól, ha oly nehézségekre bukkanunk, melyek a cél elérésében akadályoznak? E tekintetben tanulhatunk a gyümölcs-árúsok s a vásártéteken levő árúsok gyertyáiról, kik szombat esténként zöltséget, burgonyát vagy halakat árulnak. Ezeket igen gyakran megbámultam. Ők gyertyáikat gömbölyű lámpa-üveggel veszik körül, mely valami párkányszaton van megerősítve,

s mely az üveghengert befoglalja s benne a gyertya tetszés szerint lejjebb eresztethető s feljebb emelhető. Ugyan így berendezve, e lámpaüvegek használata által oly állandó lángot nyerünk, melyet igen jól lehet látni s pontosan megvizsgálni, a mint hiszem is, hogy otthon ezt meg fogjátok tenni.

Mindenekelőtt nézzétek a kúpos mélyedést a láng alatt. A mint a levegő a gyertyával érintkezik, fölfelé kezd áramlani a légáram ereje folytán, melyet a gyertya égése által okozott hő előidéz; ezáltal a viasznak, faggyúnak vagy a többi égő anyagnak oldalait lehűti, azaz a gyertya kúpos mélyedésének széle sokkal hidegebb marad mint a közepe, a belső rész megolvad a lángtól, mely oly gyorsan fut le, a mint csak lehet, t. i. míg el nem alszik, a szélek ellenben nem olvadnak meg. Ha az egyik oldalról reáfúvok, gyertyám kúpos mélyedése az ellenkező oldalon meg fog olvadni s a megolvadt rész e helyen természetesen le fog folyni, s ugyanazon nehézségi törvény alapján, mely a világegyetemet összetartja, marad a megolvadt rész is vízszintes helyzetben, mert ha a kúpos mélyedés nem vízszintes, a folyadékok könnyű mozgékonyasága folytán a képződött résen a megolvadt rész le fog folyni. Láthatjátok ebből, miszerint a szóban levő kúpos mélyedés a levegőnek azon szép, egyenletes, minden oldalról való hozzájárulása által idéztetik elő, mely a gyertya külső részeit lehűti. Nem alkalmas tehát az oly világító anyag a gyertyák előállítására, melyen égésekor az említett kúpos mélyedés elő nem áll, kivéve az oly gyúlékony anyagot, mint a minő az irlandi *gyertya-fa*, melynek anyaga már maga is szivacsos szerkezetű, s már magában tartalmazza a világító anyagot. Ebből láthatjátok miért lett volna az eredmény rossz, ha meggyújtottam volna az imént bemutatott czifra külsejű gyertyákat. Ezeknek alakja szabálytalan, egyenlőtlen, s ez oknál fogva nem képződhetik rajta az az egyenletes, szabályos, kúpos mélyedés, mely a gyertyának kiváló szépségét képezi. Azt hiszem, most be fogjátok látni, hogy a működés tökéletessége vagyis hasznossága többet ér ily dolgokban a szépségnél.

Nem a legszebbnek tetsző, hanem a legjobban használható tárgy a legelőnyösebb számunkra. Ez a szépnak látszó gyertya roszul ég. Lefolyás képződik körülötte, a levegőnek rendetlen áramlása, és az ezáltal előállott kúpos mélyedés egyenetlensége miatt. A felemelkedő áramlás eredményére tanulságos példát láthattok, (s hiszem is, hogy megjegyzitek ezt magatoknak). Ha a gyertya egyik oldalán egy kis lefolyás támad; ez azon helyen vastagabbá válik mint a milyen egyebütt. A mint a gyertya tovább ég, ez megmarad s egy kis oszlop képződik a gyertya oldalán, és amint a viasz vagy általában az égő anyag felett a viszsza maradt rész mindig fölebb emelkedik, a lég jobban mozoghat körülötte, hidegebb, s így alkalmasabb a meleg hatásának kis távolságból ellenállani. A gyertyákban található hibák és hiányok, ép úgy mint sok más tárgyon, gyakran oly tanulságra vezetnek, a melyre nem jöttünk volna soha, ha azok meg nem történnek. Így leszünk philosophusok, s remélem vissza fogtok emlékezni, hogy valahányszor valamely eredmény létrejön, főleg ha az új, mindig azt kérdjétek: «Mi az oka?» miért történt ez? Idő multával aztán rájöttök a nyitjára.

Van a gyertyáknál még más valami is, a mi szintén kérdésbe jön, t. i. hogyan megy fel a folyadék a kúpos mélyedésből a bélbe s az égés helyére? Tudjátok, hogy a viaszból, stearin- és spermacetből készült gyertyáknál a beleken égő lángok nem ereszkednek le a viaszhoz vagy az égő-ányaghoz, s nem olvasztják meg az egészet egyszerre, hanem megtartják rendes helyüket. Fel van a láng tartóztatva az alant lévő folyadék által, s így nem támadhatja meg a kúpos mélyedés oldalait. Nem képzelhetek szebb példát, mint azt a helyes berendezést, melylyel a gyertya működése az egyik részt fentartja a másik számára. Egy égő tárgy, mely egyenletesen ég s a láng által soha sincs elborítva, nagyon szép látványt nyújt, főleg, ha megértettétek, mily hatalmas valami a láng, mily ereje van, képes levén elpusztítani a viaszt, ha érintkezésbe jő vele, s megsemmisíteni alakját, ha csak közeledik is hozzá.

De hogyan gyakorol a láng hatást az égő anyagra? A *hajcsövesség* ⁽⁴⁾ által. «Hajcsöves vonzás!» mondjátok, «a hajnak vonzása által?» Igen, de a névvel ne törődjünk; régen kapta e nevet, mielőtt tiszta fogalmával bírtak volna a valódi erőnek. A hajcsöves vonzás okozza, hogy az égő anyag az égés helyére jut, ott lerakódik, nem valami félreeső helyen, hanem a működésben levő központ kellő közepén, mely körül ez véghez megy. Föl-
említek majd egy-két példát a hajcsövességre. Ez az a működés vagy vonzás, mely eszközli, hogy két tárgy fel ne olvadjon egymásban, ámbár egymást folyvást vonzza. Midőn kezeiteket mossátok, egészen megnedvesednek; egy darabka szappant vesztek, hogy a tapadás nagyobb legyen; s kezeiteket egészen nedvesnek találjátok. Ez ana vonzási törvény alapján megy végbe, melyről épen most beszélek. De ami még több, ha kezeiteket nem tiszták, (amint a használat miatt ritkán olyanok), s újjaitokat langyos vízbe mártjátok, a víz egy kissé felemelkedik az újjakra, ámbár talán ezt még nem is vettétek figyelembe. Itt van még egy likacsosabb anyag, egy sóoszlop (1. ábra); a tányér



1. ábra.

aljába nem vizet, a minek e folyadék talán látszik, hanem egy sóval telített oldatot öntök, mely a sóból már nem oldhat fel többet; gondoljuk a tányért gyertyának, a sóoszlopot bélnek, és

az oldatot megolvadt faggyúnak. (Megfestettem a folyadékot, hogy az eredményt jobban kivehessétek.) Most láthatjátok, hogy ráöntöm a tányérra a folyadékot, s az a són egyenletesen magasabbra és magasabbra kapaszkodik, s ha a sóoszlop a leomlás ellen biztosítva van, a folyadék egészen a csúcsáig emelkedik. Ha e kék folyadék gyúlékony volna s belet tennénk a sóoszlop tetejére, meggyuladna, mihelyt az a bélbe fölhatolna. Nagyon érdekes dolog ez, látva e működés végbemenetelét, s látni azt, mily különös körülmények hatnak reá. Midőn megmosátok kezeiteket, kendőt vesztek, hogy letörüljétek; ehhez a nedvesítési vagy vonzási művelethez hasonlóan, mely által a kendő megnedvesül, megy végbe a mécsbélnek faggyúval való telítése is. Láttam már olyan gondatlan gyermekeket, (tudom, hogy gondosakon is megtörtént), kik megmosván és megtörülven kezüket a törülközővel, ezt a mosdó szekrényre dobták, úgy hogy egyik végével a vízbe ért, s így fekiüdven, a tálból mind felszívta a vizet, s a padlóra cseppegtette; mert úgy volt a medenczére dobva, hogy szívógép gyanánt működött ⁽⁵⁾. Hogy a módot, mely szerint az anyagok egymásra hatnak, jobban megláthassátok, itt van egy drótból font edény vízzel töltve, s összehasonlíthatjátok működését egyfelől a gyapotéval, másfelől a vászonéval. A mécsbelek csakugyan gyakran drótszerű állományból is készülnek. Láthatjátok, hogy ez edény tele van lyukakkal, mert ha kevés vizet öntök felső részére, alján kicsorog. — Haboznátok jó ideig, ha most azt kérdezném, milyen szerkezetű ez az edény, mi van belül, s hogyan van az? Az edény tele van vízzel, s amint láthatjátok, a víz mégis bemegy és kiszalad, mintha üres volna. Hogy ezt bemutathassam, ki fogom ez edényt üríteni. Oka következő: miután a drót egyszer nedves lett, nedves is marad; a nyílások oly parányiak, hogy a folyadék oly erővel vonatik egy oldalról a másikra, hogy az edényben marad, jöllehet az likacsos. Hasonló módon emelkednek az olvasztott faggyú részecskéi a gyapotban, és emelkednek annak tetejéig; más részecskék utánok mennek, az egymásra

ható kölcsönös vonzásnak engedve, s amint a lángot eléri, sorra egymásután elégnék.

Itt van ezen elvnek egy másik alkalmazása is. Ime egy darabka nád. Láttam utcagyerekeket, kik szerettek volna már férfiakként látszani, s elővettek egy ilyen nádat, meggyújtották és szítták mint a szivart. Ezt ők a nád áthatóságánál és hajcsövességénél fogva tehették. Ha e pálczát egy tányérra helyezem, melyben camphin van, (általános tulajdonságainál fogva nagyon hasonló a paraffinhoz), e folyadék is, épen azon módon, mint a kék folyadék a sóoszlopon, felemelkedik a nádszálon keresztül. A nád oldalain nem levén likacsok, ez irányban nem mehet, hanem annak hosszában fog felemelkedni. Mihelyt a folyadék a nád tetején van, azonnal meggyújthatom s gyertyaként használhatom. A folyadék a nádnak hajcsövessége miatt emelkedett, épen mint a gyertyánál emelkedik a gyapotbélben.

Hogy a gyertya nem ég le egészen a bél hosszában, annak oka abban rejlik, hogy az olvasztott faggyú eloltja a lángot. Tudjátok, hogy a gyertya, ha felfordítjuk, mi által az égő anyag a mécsbélre foly, elalszik. Oka az, hogy a lángnak nem volt elég ideje az égő anyagot az égésig hevíteni, mint azt teheti akkor, ha kis adagokban kapja az anyagot, s a hő teljes erejét gyakorolhatja rá.

A gyertyának egy más viszonyát is meg kell ismernetek, mely nélkül meg nem érthetnétek teljesen a gyertya philosophiáját. Ez t. i. az égő anyag gőznemű halmazállapota. Hogy ezt megérthessétek, engedjétek meg, hogy egy nagyon szép, de közönséges kísérletet mutassak be. Ha a gyertyát ügyesen kioltjuk, gőzt látunk belőle felszállani. Azt hiszem, gyakran szagoltátok már a kioltott gyertya gőzét; pedig az nagyon rossz szagú; de ha ügyesen fújjuk el a gyertyát, igen jól kivehetni a gőzt, melylye a szilárd anyag átváltozott. Ez égő gyertyák egyikét úgy fogom eloltani lehelletem folytonos ráhatása által, hogy a körülötte levő levegőt nem hozom mozgásba; most a bétől két-három hüvelyknyire egy égő viasztekercset tartok, láthatjátok,

hogy a levegőn át egy tűzáram fog a gőzölgő mécs felé özönlenni. Gyorsan és ügyesen kell eljárnom, különben, ha időt engedek a gőznek a meghülésre, folyóssá vagy szilárddá válik, és így az éghető anyag áramlását megzavarja. (2. ábra.)

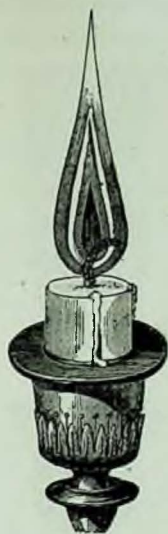
Most térjünk át a láng alakjára. Nagyon érdekel minket, miféle változáson megy át a gyertya anyaga a bélnek csúcsán, hol oly pompa és fény jö létre, mint sehol másutt, s melyet csak a láng és égés képes létrehozni. Ismerjük az ezüst és arany csillogását, a rubin, gyémánt és más ékkövek még pompásabb ragyogását; de ezek egyike sem versenyezhet a láng fényé-



2. ábra.

vel és pompájával. Miféle gyémánt ragyoghat úgy, mint a láng? Ragyogását a lángnak köszönheti, mely sötétben ráveti fényét. A láng sötétben ragyog, de a gyémánt világa semmi, míg a láng nem árasztja rá fényét, s csak akkor ragyog újra. A gyertya magamagától és magának vagy azoknak világít, kik anyagát összerakták. És most tekintsük meg egy kissé a láng alakját, a mint azt az üveghengerben látjuk. Állandó és egyenletes, általános alakja az, melyet a 3. ábra mutat, de légköri zavartatások, valamint a gyertya vastagsága által is változtatva. Egy fénylő tojásdad alak, fénylőbb a csúcsán, mint alján, középen a béllal és a bél mellett bizonyos sötétebb rész az alja felé, hol az égés nem oly

tökéletes, mint a felső részén. Itt van egy rajz (3. ábra), melyet pár év előtt HOOKER rajzolt, midőn kísérleteit tette. Egy lámpa lángját mutatja, de a gyertya lángjára is illik. A gyertya kúpos mélyedése a lámpa vagy annak edénye, az olvasztott spermaczet az olaj, a bél pedig mindkettőnél közös. Erre egy kis lángocskát rajzolt és e körül pedig egy réteget, melyet különben nem láthatunk, s melyet ha itt nem ismerkedhetek volna meg vele, nem is sejtenetek. Itt t. i. előtűnteti a környező lég részeit, melyek nagyon lényegesek, s melyek mindig jelen vannak a lángnál. Itt egy áramlás alakul, mely a lángot felvonja, mert a láng, melyet látunk, csakugyan az áramlás által vonatik fel, és egy bizonyos magasságig felemeltetik, épen mint ezt HOOKER e rajzában utánozza. Ezt tapasztaljátok, ha az égő gyertyát a napra teszitek ki, úgy hogy árnyát egy papírdarabra vetesse.



3. Ábra.

Mily különös, hogy az a tárgy, mely elég világos arra, hogy más tárgyaknál árnyékot idézzon elő, olyl্যা változtatható, hogy saját árnyékát fehér papírra vagy kártyára vesse, úgy hogy csakugyan látni lehessen valamit a láng körül áramlani, mely nem tartozik a lánghoz, hanem felszáll és a lángot felfelé vonja. Most a napvilágot utánzom a VOLTA-féle telepnek a villanyos lámpára való alkalmazása által. Most a mi napunkat s annak nagy világát láthatjátok, s egy gyertyát helyezvén közéje és az ernyő közé, előállítottuk a lángnak árnyékát. Megfigyelhetitek a lángnak és bélnek árnyékát, (4. ábra); van benne egy sötétebb és egy világosabb rész, mint az a rajzban is látható. Mindazonáltal elég különös, hogy a mit az árnyékban a láng legsötétebb részeül látunk, az valóságban a világosabb rész; itt pedig láthatjátok a melegített levegő felemelkedő áramlását a mint HOOKER előtűntette ezt az áramlást, mely a lángot megnyújtja,

léggel látja el és az olvasztott égő anyag kúpos mélyedésének oldalait lehűti.

Itt egy más példát is előhozhatok annak bemutatására, miként emelkedik fel s száll alá a láng az áramláshoz képest.

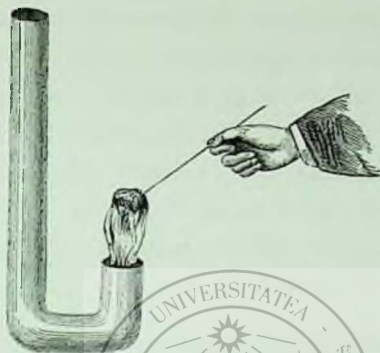


4. ábra.

Itt van egy láng, — nem gyertya lángja — de nem kétkedem, hogy már annyira előhaladtatok, hogy egy tárgyat a másikkal összehasonlítani képesek vagytok. Most meg kell mutatnom, hogyan lehet a felszálló áramot, mely a gyertya lángját felhúzza, leszállóvá változtatni. Ezt könnyen végbevihetem az előttem levő készülék segítségével. A láng, mint már említém, nem gyertyaláng, hanem borszesz által hozott létre, úgy hogy ne nagyon füstölögjön. A lángot meg is festem egy másféle anyaggal, úgy hogy irányát megfigyelhessétek; mert magánál a szeszlágnál nehezen fognátok a láng irányát tisztán kivehetni. A borszeszt meggyújtván, lángot állítottunk elő, s láthatjátok, hogy ha a levegőn tartom, az természetszerűleg fölfelé emelkedik. Most könnyen megérthetitek, hogy a lángok közösleges körülmények között miért emelkednek fölfelé (5. ábra); ez a léghúzám miatt van így, mely az égést is előidézi. — De most, ha a lángot lefelé fúvom, láthatjátok, hogy e kis kéménybe lefelé szoríthatom, miután a húzám iránya megváltozott. Ezen előadásokban majd be fogok még mutatni egy lámpát, melyben a láng felfelé megy, a füst pedig lefelé száll, vagy a láng száll le és a füst emelkedik fel. Láthatjátok tehát, hogy hatalmunkban áll a lángot különféle irányokba terelni.

Van még több körülmény is, a melyeket még elő kell adnom. Itt többféle lángot láthattok, melyek nagyon különböznek egymástól alakra a levegő áramlata szerint, mely különféle irányokban lebeg körülötte; de ha akarjuk, a lángokat olyakká

változtathatjuk, mintha rögzítve volnának s lefénypépezhetjük, úgy, hogy egy helyben állanak meg előttünk, ha meg akarjuk őket vizsgálni. De egyebet is akarok mondani. Ha egy elég nagy lángot veszek, nem ölti magára azt az egyenletes állandó alakot, hanem oly életerővel tör ki, mely való-



ban csodálatos. Most más égőanyagot fogok használni, mely azonban szépen és híven képviseli a gyertya faggyúját vagy viaszát. Itt van egy nagy pamuttekercs, mely belül fog szolgálni. Most hogy borszeszbe mártottam és meggyújtottam, miben fog ez különbözni a közönséges gyertyától? Pedig nagyon különbözik a gyertyától, egy tekintetben azáltal, hogy élénkséget és erőt, szépséget és életet találunk körülötte, mely lényegesen különbözik a gyertyától. — Nagyon szép lángnyelveket láthattok belőle felemelkedni. Ugyanazt az egyenletes lángtömeget látjátok alúlról felfelé emelkedni, azonkívül láthatjátok szétosztott nyelvekben való kitörését, a mi a gyertya lángjánál nem tapasztalható. Miért van ez? Ezt meg kell magyaráznom, mert ha ezt tökéletesen megértitek, jobban követhettek engem abban, amit ezután fogok mondani. Felteszem, hogy van valaki köztetek, a ki e czélra egy kísérletet tett, melyet én is be fogok mutatni. Nem tudom feltehetem-e, hogy egyik vagy másik közületek már krampampulit égetett?

A láng természetére, s hogy úgy mondjam a philosophiájára nem tudnék jobb felvilágosítót találni, mint a krampampulis-játék. Először is, itt van a tál; hozzá kell még tennem, hogyha igazi krampampulist játszunk, a tálnak jó melegnek kell lenni, a mazsolának és a pálinkának is melegnek kellene lenni, a mit én azonban nem tettem meg. Mikor a borszeszt a tálba töltöttük, előttünk van az égőanyag, és a kúpos mélyedés; hát a mazsola nem játszsza-e azt a szerepet, a mit a bél? Most e mazsolát a tálba dobom, a borszeszt meggyújtom, s láthatjátok a gyönyörű lángnyelveket, melyekről szólottam. A levegő felkapaszkodik a tál széleire és képezi a lángnyelveket. Miért? Mert az áramlás ereje és a láng hatásának rendetlensége miatt nem folyhat össze egyöntetű áramlatba. A lég oly rendetlenül hat rá, hogy az, a mi különben egy kép lett volna, különféle alakokra oszlik fel és a



6. ábra.

kis nyelvek mindegyikének egymagában külön független léte van. Valóban hajlandó volnék mondani, hogy a független, önálló gyertyák egész sokasága van előttünk. Nem kell azt hinni, e nyelveket mind egymáson látva, hogy a láng ily különös alakkal bír. A láng soha semmi körülmény között sem bír ilyen alakkal. Egy lángtest, mint a minőt épen most láttok felemelkedni, soha sem oly alakú, mint a minőnek az előttek feltűnik. Több különféle alakkal bír, oly gyorsan felváltva egyik a másikat, hogy a szem alig képes azokat egymásután és egyszerre kivenni. Régeb-

ben szándékosan elemeztem egy ily általános jellegű lángot, s a rajz (6. ábra) megmutatja nektek a különböző részeket, melyekből össze van téve. Azok nem egyszerre fordulnak elő, csak azért látszik ez így, mert ezen alakokat oly gyors egymásutánban látjuk, hogy őket egyszerre, egy időben létezőknek gondoljuk.

Kár, hogy nem mentünk tovább, csak e krampampulis játékig; de semmi szín alatt sem akarlak benneteket a rendes időn túl itt tartani. Jövőre vigyázni fogok, hogy szorosabban ragaszkodjam a felvett tárgyhöz, hogysem időtöket efféle kísérletekkel vegyem igénybe.



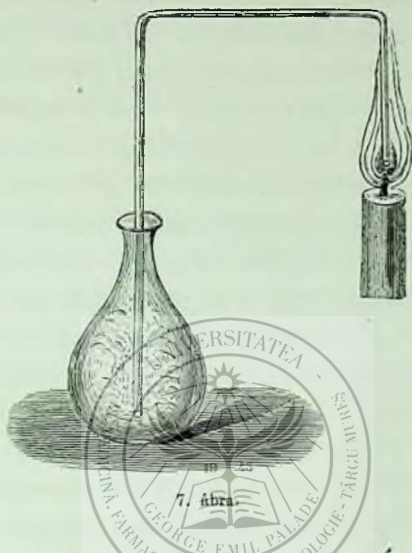
II. ELŐADÁS.

A GYERTYA : A LÁNG FÉNYE, A LEVEGŐ AZ ÉGÉSRE SZÜKSÉGES, VÍZKÉPZŐDÉS.

MULT alkalommal a gyertya folyékony anyagának általános jellemét és természetét s azon utat-módot vizsgáltuk, melyen az az égés helyére eljut. Láttátok, hogy ha a gyertya rendes, nyugodt légkörben szépen ég, alakja hasonlít ahhoz, melyet a rajzban láttunk; szép-rendes formájú és valami érdekes külsejű. Most azon módok vizsgálatára kell figyelmeteket felhívnom, melyek szerint meggyőződést szerezhetünk arról, hogy mi történik a lángnak valamelyik részében? Miért történik ez? s mi megy végbe, mikor ez történik? és mindezek után hová lesz az egész gyertya? mert a mint igen jól tudjátok, az előttünk levő és égő gyertya eltűnik, ha tisztán és jól ég, anélkül, hogy a gyertyatartóban a legkisebb szennyet hagyná hátra, ez pedig nagyon különös egy körülmény. Hogy elként a gyertyát tüzetesen megvizsgálhassuk, egy készüléket szerkesztettem, melynek alkalmazását később meglátjátok. Itt van egy gyertya, ezen üvegcső végét a lángnak közepébe helyezem, abba a részbe, melyet az öreg HOOKER a rajzban legsötétebbnek tüntetett fel, (7. ábra) s melyet bármikor láthattok, ha figyelmesen néztek a gyertyába anélkül, hogy bele fujnátok. Mindenekelőtt e sötét részt fogjuk megvizsgálni.

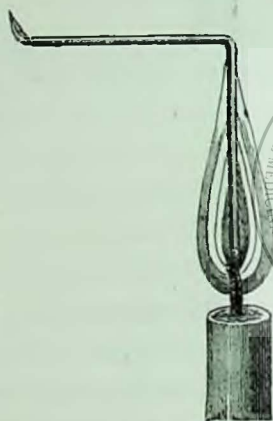
E görbe üvegcsőnek egyik végét bevezetem a lángnak ebbe a részébe s észrevehetitek, hogy azonnal kiözönlik valami a lángból a cső másik végén; ha erre egy palaczkot illesztünk s egy

ideig ott hagyom, látni fogjátok, hogy a láng közepéből valami kiválik s a csővön keresztül a palaczkba megy, s ott magát egészen másképp viseli mint a szabad levegőn. Nemcsak, hogy kifoly a cső másik végén, hanem a palaczknak aljára száll le, mint va-



lami súlyos tárgy, a mint hogy valóban az is. Úgy találjuk, hogy ez a gyertya viasza, gőzalakú folyadékká, nem pedig gázzá válva. (Meg kell tanulnotok a gőz és gáz közötti különbséget, a gáz állandó marad, a gőz pedig olyas valami, a mi megsűrithető). Ha egy gyertyát eloltunk, nagyon kellemetlen szagot érzünk, ez ennek a gőznek megsűrűsödésétől van. Ez különbözik attól, a mi a láng külső felén van; s hogy ezt előttetek világosabbá tegyem, meggyújtom e gőznek egy nagyobb adagját; a mi t. i. a gyertyában van kicsiben, azt mint természettudósok előállítjuk nagyban, hogy így a különböző részeket tüzetesen megvizsgálhassuk. Most ANDERSON úr át fog nekem adni egy melegítőt, ennek segélyével megmutatom, miféle gőz ez? Itt viasz van egy üvegpalaczkban ezt oly forróvá teszem, mint a minő a gyertyaláng belseje és a bél körüli anyag. (Az előadó viaszt tett egy palaczkba s lámpa fölött hevítette). Azt hiszem ez most már célunk elérésére elég

forró lesz. Láthatjátok, hogy a viasz melyet beletettem megolvadt s egy kis füst jött ki belőle. Nagyon gyakran lesz dolgunk ezzel a kiözönlő gőzzel. Még forróbbá teszem s most több képződött belőle, úgy hogy most a gőzt kiönthetem a palaczkból a medenczébe, s ott meggyújthatom. Ez most épen olyan gőz, mint a minőt a gyertya közepén találtunk, s hogy bizonyosak legyünk róla, hogy csakugyan így van, kísértsük meg, vajjon a palaczkban nincs-e éghető gáz a gyertya közepéből. (Kezébe veszi azt a palaczkot, melybe a gyertyából üvegcsövet vezetett s égő viaszgyertyát tart bele). Lássátok hogyan ég. Ez a gyertya közepéből szerzett gőz, előállítva saját hőmérséke által; ez az első



8. ábra.

dolog, melyet a viasz elégesi folyamatánál és az abban létrejött változásnál tekintetbe kell vennünk. Még egy más csövet vezetek gondosan a lángba, és nem lep meg, ha gondos eljárás mellett e gőzt a csövön keresztül a másik végen kiözönleni látom, hol is azt meggyújtva, a gyertya lángját egy, tőle jóval messzebb eső ponton látom feléledni. (8. ábra.) Nézzétek csak! Nem szerfelett érdekes kísérlet-e ez? Beszélni szoktak gázvezetésről, lám, mi meg gyertyavezetésről beszélhetünk! Ebből láthatjátok, hogy két egymás-

tól különböző hatás van itt, egyik a gőz *előállítása*, a második a gőz *elégése* — mindenik külön helyen megy végbe a gyertyában.

A már elégett részből gőzt nem fogunk kaphatni. Ha a csövet felemelem (8. ábra) a láng felső részeibe, a mi a gőz kiömlése után jő ki, az már nem éghető, már el van égve. Hogyan égett el? A láng közepén, hol a bél van, ott az éghető gőz is; a láng külső részén van a levegő, mely a gyertya égésére szükséges; a kettő között heves chemiai hatás jő létre, mialatt az égő anyag és a lég egymásra hatnak, s azon pillanatban midőn világosságot nyerünk, a gőz belül megsemmisül. Ha megvizsgáljátok, hol van

a gyertya hősege, nagyon furesán fogjátok azt berendezve találni. Feltéve, hogy én e gyertyát kezembe veszem s egy darabka papírt nagyon közel tartok a lánghoz, hol van a láng heve? Nem veszitek észre, hogy nem a belsejében van? Egy kis gyűrűben van, épen azon a ponton, melyen a vegyi behatást jeleztem; és még a kísérletnek általam eszközölt kevéssé pontos kivitelében is, ha nem áll be valami lényeges megzavarás, mindig ott képződik a gyűrű. Ezt a kísérletet szépen véghezvihetitek otthon. Vegyetek elő egy papírszeletet, tartsátok a levegőt a szobában csendesen, helyezzétek a papírszeletkét épen a láng közepén keresztül (a kísérlet közben nem szabad beszélni) s meglátjátok, hogy két helyen égett, a közepén pedig épen maradt, vagy csak kevéssé égett; ha a kísérletet egy-kétszer meg'tettétek, hogy pontosan vihessétek véghez, nagyon fog benneteket érdekelni, midőn látjátok, hogy ott van a gyertya heve, hol az égő anyag s a levegő találkozik.

Ez, a mint előbbre haladunk tárgyunkban, nagyon fontos lesz ránk nézve. Az égésre okvetlenül szükséges a levegő, de a mi még több, jól megértsetek, *friss* levegő szükséges hozzá. Itt van egy levegővel telt palack. Egy gyertya fölé helyezem, mely egyelőre igen szépen ég benne, bebizonyítva, hogy igaz az, a mit mondtam; de nemsokára változás áll be. Nézzétek, hogyan emelkedik a láng fölfelé, lassanként elhalványul, végre elalszik. Elalszik; de miért? Nem azért, mintha a levegő egyáltalán hiányzanék; mert az üvegben most is van levegő, az üveg tele van levegővel, mely részben megváltozott, részben nem, hanem mert a tiszta friss levegő hiányzik belőle. Az üveg telve van levegővel, de nem tartalmaz elég friss levegőt, a mi a gyertya égéséhez szükséges.

Ezek mind oly dolgok, melyeket nekünk, mint fiatal chemikusoknak ki kell kutatnunk, s ha egy kissé mélyebbre tekintünk a működés e nemébe, néhány felette érdekes meggyőző pontot fogunk találni. Itt van például egy olajlámpa, melyet már bemutattam nektek, kitünő lámpa a mi kísérleteinkre, a

régi ARGAND-féle lámpa. Most e lámpát a gyertyához hasonlóvá teszem, (a légáramlatot a láng közepében elzárja) itt van a gyapot, itt van a rajta fölemelkedő olaj és itt van a kúpalakú láng. Szegényesen ég, mert a lángnak egy része el van zárva. Nem engedtem levegőt hozzá özőlni, kivéve a lángnak külső része körül, s ezért nem jól ég. Nem bocsáthatok a külső részről több levegőt hozzá, minthogy a bél nagy, de hogyha, a mint ezt ARGAND igen ügyesen tette, átmenetet nyitok a láng közepébe és levegőt bocsátok bele, meglátjátok mennyire fog majd égni. Ha a levegőt elzárom, nézzétek csak hogy füstölög, és miért? Most igen érdekes dolgokat fogunk tanulni. Látjuk a gyertya jól égését; látunk oly gyertyát, mely elalszik a levegő hiánya miatt; és most látunk egy tökéletlen égést, s ez utóbbi ránk nézve annyira érdekes, hogy az' ép oly tüzetesen kell veletek megismertetnem, mint azt, midőn a gyertya a lehető legjobban égett. Most egy nagy lángot csinálók, mert lehető legnagyobb példára van szükségünk.

Itt van egy nagyobb bél (terpentint éget egy nagy gyapot csomagon). Mind e tárgyak elvégre is megegyeznek a gyertyával. Ha nagyobb a bél, több légre van szükségünk, különben kevésbbé tökéletes az égés. Tekintsétek most e fekete anyagot, mely a levegőbe száll; valóságos folyóáramot képez. Gondom volt rá, hogy a teljesen el nem égett részt eltávolítsam, különben alkalmatlan lett volna nektek. Nézzétek e kormot, mely a lángból föl száll; látjátok mily tökéletlen az elégés, ha nincs elegendő levegő. Mi történt hát? Némely anyag, a mely a gyertya égéséhez szükséges, nincs jelen, s így igen rossz eredmény jön létre; láttuk ellenben, mily eredmény jön létre, midőn a gyertya tiszta légben éghet. Midőn nektek e kísérletet a láng karikájában, mely a papír egyik oldalán létrejött bemutattam, megmutathattam volna azt is, hogy a gyertya, égése alkalmával, ép ilyen szenet vagy kormot képezett.

De mielőtt ezt nektek bemutatnám, engedjétek meg, hogy megvizsgáljuk, minthogy ez is feladatunkhoz tartozik, vajjon a

gyertya közönséges lángján kívül, van-e még egyéb fajtája is az égésnek, van-e még egyéb formája is a lángnak? és azonnal rájövünk, hogy igenis vannak, és hogy ezek reánk nézve szerfelett fontosak. Azt hiszem, hogy nekünk, mint kezdőknek legjobb lesz az eredményeket lehető nagy ellentétekben mutatni be. Itt van egy kis puskapor. Azt tudjátok, hogy a puskapor lánggal ég, bátran nevezhetjük azt lángnak. Szenet és egyéb anyagokat tartalmaz, melyek mind összevéve azt okozzák, hogy lánggal ég. Itt pedig poralakú vas, vagyis vasreszelék van.

Most e két anyagot együtt akarom elégetni. Ebben a kis mozsárban össze fogom őket keverni. (Mielőtt a kísérlethez fognék, engedjétek meg reménylenem, hogy egyitek sem fogja e kísérletet tréfából ismételni; e tárgyakkal nagyon óvatosan és gondosan kell elbánni, különben baj állhat elő). Itt van tehát, mint mondtam, egy kevés puskapor, melyet e kis faedénynek aljára szórok és a vasreszeléket vele összekeverem, szándékom lévén, hogy a puskapor meggyújtsa a vasreszeléket és a levegőben elégesse, hogy ezáltal megmutassam a lánggal égő és csak izzással égő testek közötti különbséget. Itt van a keverék. De midőn ezt meggyújtom, jól meg kell figyelnetek az égést, melynek itt kétféle nemét fogjátok megkülönböztethetni. A puskapor lánggal fog égni s a vasreszeléket föl fogja röpteni; az is égni fog, de láng képződése nélkül; mindegyikök külön-külön fog égni. (Ekkor az előadó a keveréket meggyújtja). Itt van a puskapor, mely lánggal ég, itt pedig a vasreszelék, mely az égésnek egy más nemével ég. Láthatjátok tehát e két lényeges különbséget, s e két különbségtől függ a lángnak minden hasznossága és szépsége, melyet a világosság létrehozásánál használunk. Midőn olajat, gyertyát vagy gázt használunk világításra, a hasznavehetősége, jósága függ az égésnek e különböző neveitől.

A lángnak oly különös körülményei lehetnek, hogy bizonyos ügyességet és finom ítélő tehetséget kíván, hogy benne az égés különböző neveit egymástól megkülönböztessük. Itt van pl. egy könnyen égő por, a mely mint láthatjátok egymástól külön-

álló részecskékből áll. Neve *lycopodium*⁽⁷⁾, s e részecskék mindenike gözt képes fejleszteni és lángot képezni; de ha égni látjátok, hiszitek, hogy az egész égő tömeg egy láng. Bizonyos adagot meg fogok belőle gyújtani, az eredményt majd meglátjátok. Egy lángfelleget látunk egy tömegben feltűnni, de ez a heves zaj (az égés által előidézett zajt értve alatta), bizonyítéka volt annak, hogy az égés nem volt folytonos vagy szabályos.

Így csinálják a színházban a villámlást, s ez csakugyan jó utánpótlás is. (A kísérletet az előadó kétszer mutatta be, egy üvegcsővön át *lycopodium*-ot fújva a borszeszlángba). Ez az égés nem hasonlítható a vasreszelék égéséhez, melyről az imént szóltam, s a melyre vissza kell térnünk.

Vegyünk elő egy gyertyát s vizsgáljuk meg lángjának azt a részét, mely legfényesebbnek tűnik föl. És ime sötét részecskéket vehetünk ki belőle, melyeket már gyakrabban vettünk ki a lángból, s a mit most egy más úton fogok megtenni. — Előveszem a gyertyát, s eltávolítom róla a lecsöpögött részt, mely a lég áramlata által állott rajta elő; ha most egy üvegcsövet alkalmazok a lángoló rész közepébe, mint ezt előbbi kísérletem alkalmával tettem, csak hogy valamivel magasabban, azonnal észrevehetitek az eredményt. A helyett, hogy mint előbb fehér gőz szállana föl, most fekete színű gőz fog kiválni. Nézzétek ott száll föl, fekete mint a tinta. Mindenesetre nagyon különbözik a fehér gőztől; ha a gyertyával hozzuk érintkezésbe azt találjuk, hogy nem ég benne, sőt ellenkezőleg kioltja a gyertyát. Ezek a részecskék tehát, a mint előbb is említettem, a gyertyának füstjét képezik és ez emlékezetünkbe hozza DEAN-SWIFT-nek javaslatát, melyet mulatságul ajánlott a cselédeknek, hogy t. i. a gyertyával írjanak a szoba menyezetére. De mi hát ez a fekete anyag? Nem más, mint a gyertyában levő szén. Hogyan válik ez azonban ki a gyertyából? mindenesetre benne foglaltatik a gyertyában, különben nem választhattuk volna ki belőle. És most kérlek kövessetek magyarázatomban. Nem hinnétek, hogy a London fölött szállongó korom és más fekete anya-

gok ugyanazok, melyek a lángnak életét és szépségét képezik, s hogy azok benne csak úgy égnék, ép mint az előbb a vasreszelék. Itt van egy darab drótszövet, mely a lángot nem bocsátja át és ha elég mélyre tartom bele a gyertyába, hogy a lángnak azt a részét, mely különben igen fényes, megérintse, ezt egyszerre elnyomja és kioltja s egy füstfelleget hagy maga után hátra.

Kövessetek tovább. Ha valamely anyag ég, éppen mint a vasreszelék a puskaporlángban égett, a nélkül hogy gőzalakúvá változnék át (vagyis cseppfolyóvá válik, vagy szilárd marad) akkor a lángja rendkívül fényessé lesz. Három vagy négy példát mutatok be függetlenül a gyertyától, hogy ez esetet előttek megvilágítsam, mert a mit mondani akarok, az minden anyagra alkalmazható akár égen az akár nem, hogy t. i. erősen fénylenek, ha az égés alkalmával megtartják szilárd halmazállapotukat, s hogy e szilárd részek jelenlétének köszönhető a gyertya fénye is.

Itt van egy platina-drót, mely hevítésre nem változtatja meg halmazállapotát. Ha ezt a lángban hevitem, nézzétek csak mily rendkívüli fénylővé válik. A lángot elhomályosítom, hogy csak csekély fényt árasztssak, s mégis meglátjátok, hogy az a hő, melyet a platina-drótnak adhat, bár jóval csekélyebb, mint az a hő, melylyel ő maga bír, a drótot sokkal fénylőbb fokra képes emelni. E lángban szén foglaltatik, de be fogok most mutatni olyat, melyben szén nem foglaltatik. Itt ez edényben van egy anyag, lánggal égő gőz vagy gáz, a hogy akarjátok nevezni, nincs benne semmi szilárd részecske; azért vettem ezt elő, mert példáulul szolgálhat a szilárd részek nélkül, csupán magában való égésre. Ha most e szilárd anyagot helyezem bele, láthatjátok mily tetemes hőmérséke van s mennyire erős izzásba hozza e szilárd testet. Egy kis csövön bocsátjuk át e sajátságos gázt, melyet hidrogénnek szokás nevezni, s melylyel a legközelebbi alkalommal fogunk megismerkedni. Itt van egy másik anyag, oxigén a neve, ennek segítségével a hidrogén meggyújtható; és jöllehet e testek együtt égése alkalmával jóval magasabb meleget ⁽⁸⁾ fejlesztünk, mint a minőt a gyertya égése hoz létre,

mégis nagyon kevés fényt adnak. Mindazonáltal, ha szilárd anyagot veszek elő, s azt helyezem bele, nagyon fényessé fog válni. Ha egy darab mészkövet veszek, oly anyagot, mely nem ég, és a hő által nem válik gőzzé (mivel nem párolog el, izzó de szilárd marad), azonnal megláthatjátok mi történik izzása közben. A hőség, mely a hydrogennek oxygennel való égése által jön létre, rendkívül nagy, de mégis kevés fény fejlődik ki belőle, nem a hő, hanem azon részecskék hiánya miatt, melyek szilárd halmazállapotukat izzás közben megtartják; de ha e mészkődarabot tartom a hydrogen lángjába, a mint ez az oxygennel ég, nézzétek milyen ragyogóvá válik! Ime ez az a ragyogó, DRUMMOND-féle mészfény; vetekedik a VOLTA-féle világossággal, s majdnem hasonló a napvilághoz. Itt van egy darab szén vagy faszén, mely úgy ég, és épen oly fényt ad, minthogy ha a gyertya alkotórésze volna. A gyertya lángjában levő meleg szétbontja a viasz gőzét s szabaddá teszi a szénrészecskéket; ezek a meleg miatt izzóállapotban fölszállanak a levegőbe. De a részecskék, midőn elégték, nem szállnak föl a gyertyából szén alakjában. Teljesen láthatatlan anyag alakjában szállnak el, miről majd később szerzünk magunknak tudomást.

Nem szép-e azt elgondolni, hogy itt ilyen folyamat megy végbe, s hogy az a piszkos anyag, a faszén, oly fénylővé válhatik. Láthatjátok az eredményt, hogy t. i. minden fénylő lángban vannak ilyen szilárd részecskék; minden égő anyag, mely szilárd részecskét választ ki, akár az égés ideje alatt, mint a gyertyában, akár közvetlenül az égés után, mint a puskapor és vasreszeléknél, minden ilyen anyag égésekor ragyogó, szép lángot ad.

Egy pár mutatóanyagot akarok még nektek bemutatni. Itt van egy darabka phosphor, mely fénylő lánggal ég el. Jól van, majd meglátjuk, vajjon a phosphor a szilárd részecskéket az égés pillanatában vagy azután hozza-e létre. Itt van a meggyújtott phosphor, befödöm evvel az üvegborítóval, hogy megtarthassam azt a testet, mely égése alkalmával képződik. (9. ábra.) Miből áll ez a füst? E füst nem egyéb, mint a phosphor égése által létre-

jött részecskék. Itt még két más anyagom van. Ez itt chlórsva-
 vas kálium, a másik pedig kén-an-
 timón. E két testet összekeverem
 egymással, így azután különféleké-
 pen el lehet őket égetni. Egycsepp
 kénsavval hozom érintkezésbe, hogy
 a chemiai hatásnak egy példáját
 mutassam fel előttetek; azonnal
 égnek ⁽⁹⁾ (az előadó ekkor a keveré-
 ket kénsavval érintve meggyújtot-
 ta). Most már a látszat után önma-
 gatok is megítélhetitek, vajjon jön-
 nek-e létre szilárd részek ezen
 égés alkalmával. Az okoskodás fo-
 nalát kezetekbe adtam, képesek vagytok megmondani, hogy jön-
 nek-e létre ilyen részecskék vagy nem; mert mi az a fényes
 láng, ha nem az elszálló szilárd részecskék?



9. ábra.

ANDERSON úrnak a kemenczében egy erősen izzó olvasztó-
 tégelye van. Czinkreszeléket fogok bele dobni, s az a puskaporé-
 hoz hasonló lánggal fog égni. Azért viszem e kísérletet végbe,
 mert ti is könnyen végezhetitek ezt otthon. Meg kell mutatnom
 mi lesz a czinkből az elézés után. Itt ég szépen, mondhatnám
 mint a gyertya. De mi az a füst s mik azok a gyapjas kinézésű
 kis fellegek, melyek hozzátok közelednek s oly könnyen észreve-
 hetők? Az olvasztótégelyben is hagyunk bizonyos mennyiséget
 ezen gyapjas kinézésű anyagból. Most egy darabkát veszek
 ugyanazon czinkből, s egy sokkal közönségesebb kísérletet viszek
 vele végbe. Most is ugyanazon tűnemény fog előállni. Itt van a
 czinkdarab, ott pedig (hydrogént tartalmazó edényre mutatva)
 van a kemence; most munkához látunk s megkísértjük elégetni
 a fémeket. A mint látjátok izzásban van, az égés végbemegy s ott
 van a fehér anyag, a melylyé ég. Ha a hydrogénlángot gyertyá-
 nak tekintem, s egy a czinkhez hasonló anyagot mutatok nektek
 e lángban égni, belátjátok, hogy az égés alatt csak ez világított,

és pedig csakis addig, a míg eléggé meleg volt. Ha hidrogén lángot veszek elő s a czinkből képződött fehér anyagot bele helyezem, nézzétek mily erős izzásba jön, épen mivel szilárd anyag.

Most ismét olyan lángot veszek elő, a minő az imént volt s kiszabadítom benne a szénrészecskéket. Itt van egy kis camphin, mely füsttel ég, de ha e füst részecskéket e lombikon át bocsátom a hidrogénlángba, meglátjátok, hogy a míg a lángban van, égni fog és világít. Ime itt látható. Itt vannak a másodízben megtüzesített izzó szénrészecskék. Ezek azok a részecskék, melyeket könnyen megláthattok, ha papirdarabkát tartok mögéjük. Míg e részecskék a lángban vannak, a hő által megtüzesednek s a közben világosságot terjesztenek. Ha a részecskék nincsenek kiválva, nem kapunk világosságot. A világító gáz fényét ama szénrészecskék égés alatti kiválasztásának köszöni, melyek épúgy megvannak benne, mint a gyertyában. Azonnal megváltoztathatom e szerkezetet. Itt van például egy fényes gázláng. Ha annyi levegőt bocsátok a lánghoz, hogy a részecskéket kiválasztásuk előtt elégesse, nem kapok ilyen világosságot. Ezt pedig következőleg vihetem végbe: ha a lámpa fölé helyezem e drótszövetet, a mint láthatjátok, s azután meggyújtom fölötte a gázt, fénytelen lánggal ég el, minthogy sok levegő keveredik vele, mielőtt még égne; ha felemelem a drótot, a gáz alatta nem ég⁽¹⁰⁾. Nagyon sok szén van a gázban, de mivel a légkörrel érintkezhetik, s már az égés előtt keveredik is vele, látjátok mily kékes, halvány a lángja. Ha a fényes gázlángra fúvok, úgy hogy mind felemésszem a szénét, mielőtt még az izzás hőmérsékéhez érne, szintén kékesen fog égni (az előadó a mondottakat kísérletileg bemutatja, ráfújván a gázlángra). Az egyedüli ok, a miért nem kapok fényes világot, ha a lángra fúvok az, mivel a szén elegendő levegővel találkozik, hogy teljesen elégjen, mielőtt még a lángban szabadabbá válhatnék. A különbség egyedül a szilárd részekről függ, melyek ez esetben a gáz elézése előtt nem válnak ki.

Látjátok, hogy a gyertya égésének eredményeképen több-

fogja most gyújtani az égő anyagot, s itt a csúcsra nyerjük az égés terményét. A mit a cső felső részén nyerünk, az teljesen egyező azzal, a mit egyáltalában a gyertya elégeséből nyerünk; csak hogy a láng ez esetben nem fénylő, mert oly anyagot alkalmaztunk, mely kevés szénrészecskéket tartalmaz. Most a gömbön be fogom mutatni, nem a hatást, mert ez itt nem célunk, hanem a termékeket, mely a gyertya működésének eredményeként előállottak, a mint a kéményen kiszállnak (a gömböt a kémény fölé helyezi, mire ez közvetlenül telni kezd). Láthatjátok, mennyire képes felszállani, de ne hagyjuk felszállani, mert különben hozzáérne a fönt levő gázlánggal, a mi nagyon kellemetlen volna. (Az előadó kérésére a felső gázlángok kioltatnak, mire a gömböt felszállni engedi.) Nem mutatja-e ez, mily nagy anyagtömeg szivartott föl? E csövön (egy üvegcövet helyez a gyertya fölé) átmegy a gyertyának minden égési terméke s most látni fogjátok, hogy a cső majdnem átlátszatlan lett. Ha most egy más gyertyát veszek elő s egy edény alá helyezem, s a másik oldalon szintén helyezek el egy gyertyát, hogy emitt is megmutassam mi történik. Látjátok, hogy az edény oldalai párával vonatnak be s a gyertya gyengében kezd égni. A termények teszik, mint látjátok a lángot olyan homályossá, s ugyanez oka annak is, hogy az edény oldalai némileg átlátszatlanokká lesznek. Ha hazamentek s elvesztetek egy kanalat, mely a friss levegőn volt s a gyertya fölébe helyezitek, nem úgy, hogy bekormosodjék, meglátjátok, hogy homályossá lesz, épen oly homályossá, mint a milyen ez az edény. Ha kaphattok egy ezüst tányért vagy más efféle tárgyat, a kísértet még jobban fog sikerülni. És most, hogy gondolkodástokat legközelebbi összeövetelünkre előkészítsem, megmondom nektek, hogy víz okozza e homályosságot; ha majd legközelebb találkozunk, meg fogom nektek mutatni, hogy minden nehézség nélkül elérhetjük azt, hogy e víz cseppegő formába jöjjön.

III. ELŐADÁS.

TERMÉKEK : AZ ÉGÉS VÍZE, A VÍZ TERMÉSZETE, A VÍZ
VEGYÜLET, A HYDROGÉN.

M^{EG} vagyok győződve, hogy emlékezni fogtok még, miszerint legutolsó elválásunk alkalmával e kifejezést : «a gyertya égési termékei» ejtém ki. A gyertya égése közben ugyanis — alkalmas eszközökkel — különféle égési termékeket vagyunk képesek belőle fölfogni. Ha a gyertya jól égett, az esetben egy anyagot, t. i. kormot vagyis füstöt nem kaptunk; volt azonban helyette egy más anyag, mely a lángból fölemelkedett, de az nem látszott füstnek, hanem valami más alakot öltött magára, s a légáram egyik részét képezte, mely az égő gyertyától fölemelkedve, láthatatlanul elillant. Ezeken kívül voltak még más termékek is, melyekről említést kell tennünk. Fogtok még emlékezni arra, hogy a gyertya lángjából fölemelkedő légáramban az egyik alkatrész egy hideg kanalon, vagy egy tiszta lemezen, vagy valami más hideg tárgyon meg volt sűríthető, egy másik alkatrész pedig nem sűrűdött meg.

Vegyük elő s vizsgáljuk meg először a megsűríthető — condensálható — alkatrészt; és ime elég különös, azt találjuk, hogy a szóban forgó égési termék eme része pusztán víz semmi egyéb mint víz. — A legutóbbi alkalommal közbevetőleg meg is említettem ezt, azt mondván, hogy a gyertya megsűríthető égési termékei között víz foglaltatik; ma azonban figyelmeteket tüzetesebben szeretném e vízre fordítani, hogy behatóan megvizsgálhassuk, különös tekintettel tárgyunkra, valamint tekintettel a víz általános elterjedésére is földünk felületén.

A gyertya égési termékeiben foglalt víznek megsűrítésére már előre összeállítottam egy készüléket, legelső teendőm lesz már most ezt a vizet megmutatni nektek. A legjobb módszer e vizet ily nagyszámú hallgatóságnak egyszerre bemutatni alkalmasint az lesz, a víznek egy jól látható hatását idézni elő, s e hatást kémszerűl használni föl az edény fenekén csöppek alakjában összegyűlő vízmennyiségre. Ime itt van egy chemiai anyag, melyet Sir HUMPHREY DAVY fedezett föl, s mely a vízre rendkívül heves hatással bír, ezt fogom kémszerűl a víz jelenlétének kimutatására fölhasználni. Ha e test-



11. ábra.

ből, melyet káliumnak nevezünk, egy kis darabkát veszek, s ebbe a vizes edénybe teszem, láthatjátok, hogyan mutatja meg a víznek jelenlétét: meggyúlad, a vízen uszkal s ibolya színű lánggal el ég. Elveszem már most a gyertyát, mely ezalatt a jég és só keverékével telt csésze alatt égett, (11. ábra) s ime egy vízesöppet láttok — a gyertya megsűrített égési termékét — az edény alsó részén lefelé csüggni. Meg fogom nektek mutatni, hogy a kálium ezen vízre ugyanazt a hatást gyakorolja, mint a minőt épen az imént észleltünk az edényben foglalt vízen.

Ime, meggyúlad s ugyanazon módon el ég. Egy másik csöppet ezen az üveglemezen fogok megsűríteni; ha káliumot teszek rá, rögtön látjátok, hogy itt is víz van, minthogy a kálium meggyúladt. Ezt a vizet a gyertya állította elő. Ugyan így, ha e borszeszlámpát ezen edény alá helyezem, mindjárt látni fogjátok, hogy az edény a reá verődő harmattól megnedvesedik, e harmat lévén az égés eredménye. Nem kételkedem benne, hogy az alátartott papirosra leeső vízesöppekből azonnal be fogjátok látni, hogy a lámpa égése alkalmával meglehetősen mennyiségű víz keletkezett. El fogom most e vizet tenni, később azután megnézhe-

titek, mennyi víz gyült össze. Ép így, ha egy gázlámpát veszek, és valami hűtőt helyezek fölibe, megint vizet fogok kapni, mely víz hasonlóan a gáz égése által állott elő. E palaczkban bizonyos mennyiségű — teljesen tiszta, lepárolt, desztillált — víz foglaltatik, mely egy gázlámpa égése által keletkezett; semmit sem különbözik attól a víztől, melyet a patak vagy az oczeán vagy a forrás vizének lepárolása alkalmával nyerünk, teljesen ugyanazon anyag. A víz mindig egy és ugyanaz, soha sem változik. Összekeverhetjük más anyagokkal vagy pedig külön választhatjuk s egyéb testeket nyerhetünk belőle, azonban a víz, mint víz, mindenkor ugyanaz marad, akár szilárd akár cseppfolyó, akár terjengős állapotban legyen is. Itt meg (egy más palaczkot véve elő) egy olajlámpa égéséből kaptam ezt a vizet. Egy liter olaj, szép egyenletesen égve el, egy liter víznél valamivel többet ad. Ebben az edényben pedig egy viaszgyertya hosszabb ideig tartó égéséből előállított víz van. És ugyan így bánhatnánk el majdnem minden éghető anyaggal, s mindig tapasztalnók, hogy ha e testek, mint a gyertya, lánggal égnék, vizet szolgáltatnak. E kísérleteket önmagatok is véghezvihetitek; egy vaslapátnak a vége pl. igen alkalmas e célra; a gyertya fölé tartva elegendő ideig hideg marad, és a vizet rajta csöppekké lehet sűríteni. Ugyane célra egy evőkanalat, leveses kanalat vagy bármi más alkalmas tárgyat is használhattok, föltéve, hogy tiszta, s a meleg szabadon emelkedhetik föl; ez esetben a víz megsűrűdik rajtok.

Hogy már most áttérjek a víznek az éghető anyagokból és az égési folyamatok közben végbemenő képződésének történetére, mindenekelőtt el kell mondanom, hogy a víz különböző alakokban fordulhat elő, s ámbár ezek előttetek már ismeretesek ugyan, jelenlegi célunkra mindamellett szükséges lesz rólok röviden megemlékezni, hogy láthassátok, miszerint a víz proteusi alakcseréiben is mindenkor tökéletesen ugyanaz az anyag marad, képződjék akár a gyertya égése által, akár eredjen a folyó vagy tenger vizéből.

Először is a víz leghidegebb állapotában — jég. Mi, mint ter-

mészetvizsgálók — azt hiszem, hogy most mind titeket, mind magamat ide sorozhatom, — a vízről, mint vízről beszélünk, legyen az akár szilárd, akár cseppfolyó, akár terjengős állapotban; chemiailag tökéletesen ugyanaz. A víz két anyag összetételéből áll, egyiköket a gyertyából származtattuk le, a másikkal egyebütt fogunk találkozni. A víz előfordulhat mint jég, s a mult télen ilyet eleget láthattatok. A jég átváltozhatik viszont vízzé, ha a hőmérsék emelkedik. A víz pedig kellő hevítés mellett gőzzé változik. Az előttünk levő víz legsűrűbb állapotában van ⁽¹¹⁾ (4^0 C.), s jóllehet súlya, állapota, alakja és több más minősége tekintetében változhatik, anyagára nézve mégis ugyanaz marad; s akár lehűtés által jéggé, akár pedig hevítés által gőzzé változtatjuk, térfogatára nézve nagyobbodik, egyik esetben igen különös módon és hatalmasan, s a másik esetben igen nagy mértékben és csodálatosan. Például eme hengerbe kevés vizet fogok önteni. Láthatjátok mennyi vizet öntök bele, s ebből könnyen megítélhetitek, mily magasan áll a víz a hengerben, t. i. körülbelül két hüvelyknyire. E vizet már most gőzzé fogom változtatni, hogy bemutassam nektek a különböző térfogatokat, melyeket a víz különböző halmazállapotaiban, mint víz és vízgőz fölvesz.

Vegyük most elő a víznek jéggé alakítását; ezt megtehetjük a víznek só és törött jég keverékében⁽¹²⁾ való lehűtése által. Meg is fogom tenni, hogy megmutassam a víznek nagyobb térfogatra való kiterjedését, midőn alakját így változtatja. Ezek a palaczkok — felmutat egyet — erős, öntött vasból készültek, igen erősek s igen vastagak, azt hiszem, vastagságuk $\frac{1}{3}$ hüvelyk; igen gondosan megtöltettek vízzel, úgy hogy a levegő teljesen kiszorítottatott belőlök, azután pedig csavar által légmentesen elzárattak. Látni fogjuk, hogy a vizet e vasedényekben megfagyasztván, nem lesznek képesek többé a jeget magukba zárni, s a jég kiterjedése épúgy fogja a palaczkokat darabokra törni, mint a hogy ezek a palaczkok is széttörték (néhány törött darabra mutatva), melyek ezekkel teljesen egyforma palaczkok voltak. E két palaczkot

a sóból és jégből álló keverékbe fogom tenni, annak megmutatására, hogy mily feltűnően nagyobbodik a víz térfogata, midőn jéggé alakul át.

E közben nézzük meg azt a változást, mely a melegített vízen ment végbe; a víz elvesztette cseppfolyós halmazállapotát. Ezt két vagy három körülményből lehet következtetni. Ez üvegpalaczknak a nyakát, melyben víz forr, óra-üveggel fődtem be. Vesszitek észre mi történik? zörög, mint egy mozgó szelentyű, mivel a forró vízből képződő gőzáram a szelentyút — óraüveget — fölfölemeli s le-leejti, s a nyíláson erőszakosan kinyomakodik s e közben idézi elő a zajt.

Igen jól láthatjátok, hogy e palaczk tele van gőzzel, különben nem igyekeznék kifelé hatolni. Azonban azt is látjátok, hogy a palaczk az előbb benne volt víznél sokkal nagyobb térfogatú testet tartalmaz, mert e test az egész palaczk térfogatát újra és újra megtölti, s a képződő nyíláson elillan a levegőbe, s mindamellett nem igen észlelhetni az edényben foglalt vízen a térfogat csökkenését. Ebből láthatjátok, hogy a víznek vízgőzzé való alakulásakor a térfogat rendkívül nagyobbodik.

Vizes vaspalaczkjainkat a hűtőkeverékbe tettem, hogy meg-nézhessük, mi fog így történni. Láthatjátok, a palaczkokban levő víz s a külső edényben foglalt jég között semmiféle érintkezés nincsen. Azonban a meleg egyikből a másikba mégis átmegy, s ha sikerül — bár e kísérletre jóval több idő kellene — hiszem, hogy nem sokára, a mint t. i. a palaczkok és tartalmuk kellőleg lehűlt, recsesenést fogunk hallani, melyet az egyik vagy másik palaczknak szétrepedése idéz elő; s a palaczkokat jól megvizsgálva, jeget fogunk bennük találni, a vasburoktól, mely az egész tömeg befoglalására szük volt, részben még befödve, jeléül annak, hogy a jég a víznél nagyobb térfogatú. Jól tudjátok, hogy a jég a vízen úszik; midőn pl. a fiú a jégen egy nyíláson át a vízbe esik, ismét a jégre iparkodik jutni, hogy ez őt a víz fölött tartsa. Miért úszik a jég? gondolkodjatok rajta s fejtsétek meg e kérdést. Mivel a jég nagyobb térfogatú mint az a víz-mennyiség, a

mely képződésére szükséges; a jég tehát könnyebb, a víz pedig nehezebb.

Térjünk most vissza a víz melegítésére. Nézzétek mily erős gőzáram tolul kifelé az ónedényből. Észreveszitek, hogy az edénynek egészen tele kell lenni gőzzel, hogy ily nagy mennyiségben áramolhassék ki belőle. De épúgy, a mint képesek vagyunk a vizet melegséggel gőzzé változtatni, ugyan úgy átváltoz-



12. ábra.

tathatjuk ezt lehűtés által megint folyékony vízzé. S ha üveget, vagy valami más hideg tárgyat tartunk a gőz fölé, látjátok, mily hamar lecsapódik reá a gőz; a víz megszűrődik, s a míg az üveg még nem melegszik — megszűríti a vizet, mely ime már az üveg szélein lefoly. Ime egy másik kísérlet, mely szintén a víz megszűrítésének bemutatására szolgál, a gőz alakból a cseppfolyó halmazállapotba, és pedig ugyanazon gőznek, a mely az imént a gyertya égési termékeként képződött és egy edény fenekén

megsűrítettett, s hogy láthassátok, mily híven és teljesen megy végbe ez az átalakulás, ím ezt a bádogg-palaczkot fogom elővenni, mely egészen tele van vízgőzzel s e fedővel jól elzárom. Meglátjuk, mi történik, ha az edény külső részének hideg vízzel való leöntése által a cseppfolyó halmazállapotba kényszerítjük visszatérni. (Az előadó az edényre hideg vizet önt, mely azonnal behorpad.) (12. ábra). Látjátok, mi történt. Ha a dugaszt bele tettem volna a nyílásba, s azután az edényt lassan hevítettem volna, az edény szétrepedt volna; most azonban, midőn a vízgőz ismét cseppfolyó vízzé változott át, az edény behorpad, mivel belsejében a vízgőz megsűrődése által légüres tér állott elő. E kísérleteket azért mutatom be nektek, hogy bebizonyítsam, miszerint mind e folyamatokban semmi olyas nem ment végbe, mintha a víz valami más testté változott volna át — mindig víz maradt; s így az edénynek engedni kell, azaz befelé horpad, épen úgy, mint ellenkező esetben, tovább hevítve, szétrepesztett volna.

És mit gondoltok, mekkora a víz térfogata, midőn a gőz nemű halmazállapotba jut? Látjátok (egy köblábra mutatva) ezt a kocz-



18. ábra.

kát. (13. ábra.) Oldalvást mellette egy köbhüvelyk van, mely a köblábbal teljesen egyező alakú, s ez a víztömeg (a köbhüvelyké) elegendő ekkora térfogatú (a köbláb) vízgőz képzésére; és megfordítva, hűtés által e nagy mennyiségű vízgőz ily csekély mennyiségű vízzé húzódik össze. (E pillanatban a vaspalaczkok egyike szétrepedt.) Ah! palaczkjaink egyike szétrepedt, s itt az egyik oldal hosszában egy $\frac{1}{8}$ hüvelyk szélességű repedést lát-

hattok. (A másik palaczk most reped szét, s a hűtőkeveréket minden irányban szétfeccsenti.) A másik palaczk szintén elrepedt; s bár a vas közel egy fél hüvelyk vastagságú volt, a jég mégis szétrepesztette. Ily változások mindig történnek a vízben; s nem is szükséges azokat mesterséges úton előidézni, — mi most csupán azért alkalmaztunk mesterséget, hogy e palaczkok körül kis telet csináljunk, a szigorú és hosszú tél helyett.

Ha Kanadába vagy éjszak felé mennének, a hőmérséket a házak ajtai előtt épen olyannak találnátok, mint a minő itt e hűtőkeverékben volt. Azonban térjünk vissza csendes elmélkedéseinkhez. Ezentúl tehát a víznek semmiféle változása által nem fogjuk magunkat megeszaltni. A víz mindenütt ugyanaz, akár tengerből akár a gyertya lángjából állott légyen elő. Hol is van a gyertya égéséből gyűjtött víz? Azonban itt egy kissé előre kell bocsátanom valamit. Világos dolog, hogy a víz a gyertyából állott elő, mint annak egyik része. Azonban beufoglaltatik-e a gyertyában? Nem! sem a gyertyában, sem pedig a gyertya körül a levegőben, mely az égésre szükséges volt, nem volt benne. Sem az egyikben sem a másikban, nem volt, hanem ezeknek kölcsönös egymásra való behatásából áll elő, s az egyik rész a gyertyából, a másik a levegőből vétetett. Ezt kell most tovább fűznünk, hogy az asztalunkon égő gyertyának chemiai történetét világosan megérthessük. Hogy fogjunk hozzá? elég utat-módot tudnék, de azt szeretném, ha saját eszetek s az eddig mondottak fölött való helyes okoskodás útján *magatok* jutnátok el hozzá.

Azt hiszem, hogy e dologban már meglehetősen tiszta belátások van. Az imént láttunk egy kísérletet, melyre SIR HUMPHREY DAVY tanított bennünket ⁽¹⁸⁾, hogy a vízre egy bizonyos test micsoda hatást gyakorolt; de hogy a dolgot előttetek még érthetőbbé tegyem, a kísérletet ezen a tányéron még egyszer ismételnem fogom. Oly anyaggal van dolgunk, melylyel nagyon ovatosan kell bánnunk; mert lássátok, ha e testet csak egy cöpp vízzel nedvesítem is meg, egy része azonnal égni kezd. S ha a levegővel szabadon érintkezhetnék, az egész tömeg rövid idő alatt tüzet

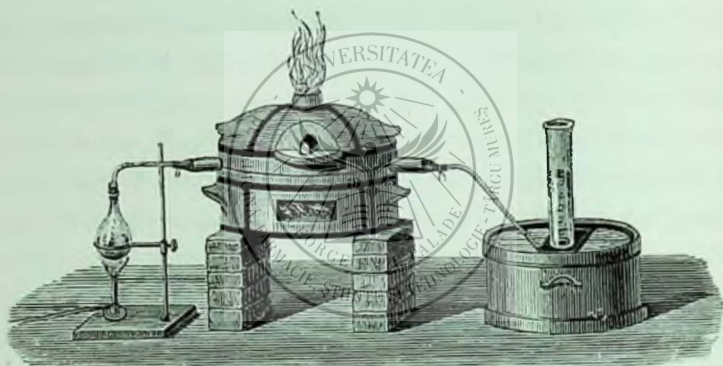
fogna. E test szép és erős fényű fém, mely a levegőn, és a mi-ként tudjátok, a vízben rendkívül gyorsan megváltozik. Egy kis darabkát e testből már most a vízre fogok vetni, s ime mily különös módon látjátok égni : sajátságos úszó lámpát képez s égésekor a levegő helyett vizet használ föl. Vegyünk továbbá kevés vasreszeléket vagy vasforgácsot, s tegyük vízbe, azt tapasztaljuk, hogy ezek is szintén meg fognak változni. A változás nem oly szembeötlő, mint a káliumnál, de egészben véve teljesen egyező minőségű. Hatást gyakorolnak a vízre, s ha a behatás foka csekélyebb is, mint a minőt az a szép fém idézett elő, mindamellett a hatás iránya teljesen azonos a káliumával. E különböző tényeket kérlek jegyezzétek meg jól. Itt van ismét egy más fém (cink). Ezt a midőn az égéskor képződött szilárd testre vonatkozólag vizsgáltuk, alkalmunk volt látni, hogy ez is ég; azt hiszem, ha e cinkből vékony szalagot veszek, s a gyertya lángjába tartom, a kálium égése s a vasnak vízre való hatása között valami közép utat fogtok észlelhetni. Valami égés fajtát láttok. A fém elégett, fehéres, hamúforma tömeget vagy salakot hagyva hátra. Itt is azt találjuk, hogy e fém is képes bizonyos hatást gyakorolni a vízre.

Lassanként eljutottunk annak ismeretére, hogyan kell e különböző testek hatásait módosítani, s elmondani velök, a mit tudni akarunk. Először is a vasat fogom elővenni. Általánosan azt tapasztaljuk bármely efféle chemiai behatásnál, hogy a meleg a hatást elősegíti s ha a testeknek egymásra hatását pontosan és gondosan akarjuk tanulmányozni, a melegség befolyására gyakran kell utalnunk. Mindenesetre tudni fogjátok még, hogy a vasreszelék a levegőn igen szépen ég; azonban egy más efféle kísérletet szándékozom bemutatni, mert ebből még világosabban ki fog tűnni, a mit a vasnak a vízre való hatásáról mondani akarok.

Egy lángot veszek elő s belől üressé teszem; jól tudjátok miért? mivel levegőt akarok hozzá és bele vezetni; ezért csinálom üresre. Azután vasreszeléket szórok a lángba, igen szépen lehet látni, hogy a vas ég. Ezt az égést az a chemiai hatás idézi elő, mely a vasrészecskék meggyújtásakor lép föl. Ha már most

e különböző hatásokat gondosan összehasonlítjuk, szintén eljuttunk annak megértésére, hogy mi történik a vassal, midőn vízzel találkozik. Történetét oly szépen, fokozatosan és rendszeresen fogja elmesélni, hogy merem állítani, mindnyájatoknak nagyon fog tetszeni.

Ime, itt van egy kis kemencze; egy vascső, egy puszkacsőhöz hasonló megy rajta keresztül. E csövet fényes vasforgácssal töltöttem meg s bele tettem a tűzbe, hogy megtűzesedjék. A csövön körösről vagy levegőt vezethetünk, (14. ábra) hogy a vasforgácssal érintkezzék, vagy pedig e kis lombikból a cső végénél vízgőzt bocsáthatunk bele. Itt van egy csap, mely a vízgőzt a

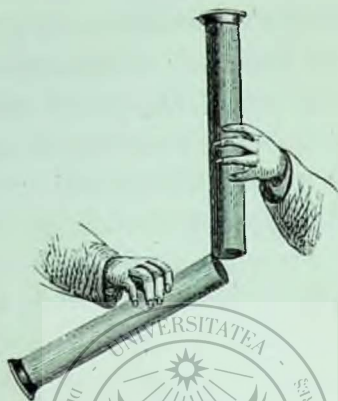


14. ábra.

csőtől mindaddig elzárja, míg keresztül nem akarjuk bocsátani. Ezekben az üvegpoharakban víz van, melyet kékre festettem, hogy jobban láthassátok mi fog történni. Jól tudjátok, hogy a vízgőznek, ha e csövön, azután pedig e hideg vízen vezetem keresztül, ismét meg kellene sűrűdnie: láttátok ugyanis, hogy a vízgőz nem képes terjengős halmazállapotát megtartani, mihelyt lehűtetik. Láttátok (a bádognalaczkra mutatva) mily kis térre huzódott össze, elannyira, hogy e palaczkot a külső levegő behorpasztotta. Ha tehát vízgőzt vezetek a csövön keresztül, a vízgőz meg fogna sűrűdni, föltéve, hogy a cső hideg volna. Hogy azonban a kísérletet, melyet be akarok mutatni, véghez vihessem, szükség-

ges volt a csövet fölhevíteni. A vízgőzt most csekély részletekben át hagyom a csövön áramlani, s ti magatok fogjátok megítélni, vajjon vízgőz-e még, midőn a cső másik végén kijön. A vízgőz vízzé sűríthető; hőmérsékét csökkentve cseppfolyó vízzé változik, s ámbár a gáznak hőmérsékét, melyet ezen edényben fölfogtam, csökkentettem, midőn a puskacsőből való kilépése után vízen vezettem át, még sem akar ismét vízzé átváltozni. Még egy más próbát fogok vele véghezvinni. (Az edényt nyílásával lefelé fordítva fogom tartani, nehogy a benne levő anyag elillanjon.) Ha már most az edény nyílásához gyertyával érintek, az edény belseje kis pukkanással meggyulad. Ez világosan mutatja, hogy ez az anyag nem vízgőz; a vízgőz a tüzet kioltja s meg nem gyúlad, ti azonban látjátok, hogy az ezen edényben foglalt anyag meggyuladt. Ugyanezt az anyagot ugyan így előállíthatjuk abból a vízből is, melyet a gyertya lángjából, vagy valamely más forrásból kaptunk. Ha ez anyag a vasforgácsnak a vízgőzre való hatása közben képződött, ez esetben a vas egészen hasonló állapotban marad hátra, mint a vasreszelék, midőn elégett. A vas ezáltal súlyosabbá vált. Mindaddig, míg a vas a csőben magára van hagyva, s a levegő vagy vízgőz hozzájárulása nélkül hevítették és ismét lehűttetik, súlyára nézve semmiféle változást nem szenved; ha azonban gőzáram vonult rajta keresztül, súlyosabbá válik, mert a vízgőzből valamit magához vett, míg a többi, a mit itt az üvegedényben láthatunk, tovább haladt. Minthogy pedig még egy edényünk van tele ezzel az anyaggal, még egy igen érdekes tüneményt fogok bemutatni. Ez anyag éghető gáz, s ennek bebizonyítására az edény tartalmát egyszerre meggyújthatnám; de ha sikerül, ennél többet akarok mutatni. A szóban forgó anyag szerfölött könnyű. A vízgőz megsűríthető; ez azonban föl száll a levegőbe, s meg nem sűríthető. Hogyha előveszek már most egy más üveg edényt, melyben csak levegő foglaltatik; és ha megvizsgálom egy viaszgyertyával, azt fogom találni, hogy semmi mást nem tartalmaz mint levegőt. Előveszem most az imént szóban volt gázzal telt üvegedényt, s úgy fogok vele el-

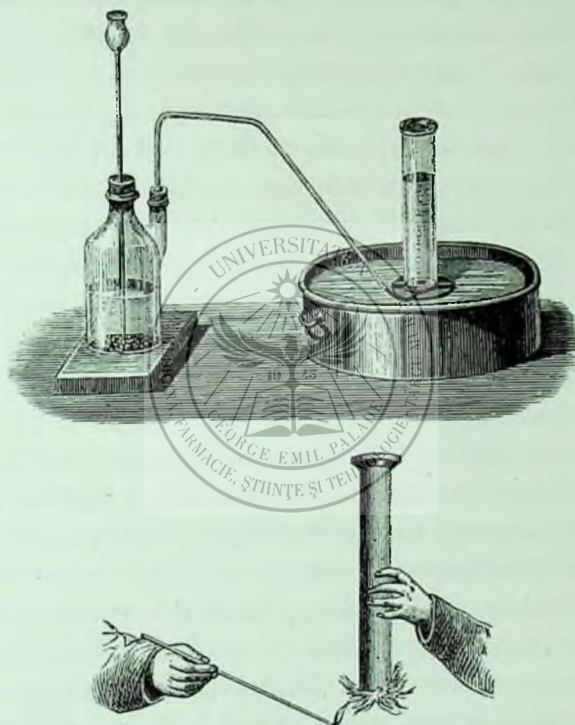
bánni, mintha igen könnyű test lenne. Mindkettőt nyílásával lefelé fordítva fogom tartani, s az egyiket a másik alá borítom; (15. ábra) s mit tartalmaz már most az az edény, melyben a vízgőzből előállított gáz foglaltatott? Azt fogjátok találni, hogy



csupán levegőt tartalmaz. De nézzetek csak: im itt, (elővéve a másik edényt) van a gyúlékony gáz, melyet az egyik edényből a másikba öntöttem át. A gáz teljesen megtartotta még minőségét, halmazállapotát és önállóságát, s ennél fogva a gyertya elégségi termékeinek további vizsgálatát illetőleg ránk nézve szerfölött nagyfontosságú.

Ámde, ezt az anyagot, melyet ép az imént a vasnak a vízgőzre vagy vízre való hatása által állítottunk elő, a többi testek segélyével is előállíthatjuk, melyeket oly szépen láttatok már a vízre behatni. Egy darabka káliumot veszek elő, s megtévén a szükséges intézkedéseket, így is előállíthatom e gázt. Ha pedig e helyett egy darabka cinket használok, igen pontos vizsgálat után azt fogom találni, hogy a leglényegesebb ok, melynél fogva a cink nem képes a vízre állandóan behatni, mint azt a másik fém teszi, abban rejlik, mivel a víznek a cinkre való behatása által képződő termék mintegy köpenybe burkolja be. Volt alkalmunk az előbb látni, hogy ha egy edénybe csak cinket és vizet

teszek, e testek ily körülmények között nem igen hatnak egymásra, s az eredmény nem feltűnő. Föltéve azonban, hogy a buroktól — a befedő anyagtól — megszabadítom, a mit egy keves sav hozzáadása által eszközölhetek, e pillanatban azt tapasztalom, hogy a cink a vízre ép oly hatást gyakorol mint a vas, csak hogy közönséges hőmérséknél. A sav legkevésbé sem változott meg, kivéve hogy a képződött cinkoxyddal egyesül.



16. ábra.

Ime most a savat bele öntöttem az üvegbe, s a hatás majd olyan mintha az edény tartalmát forralnám. A cinkről most nagy mennyiségben emelkedik valami fölfelé, a mi azonban nem vízgőz. Ezt az edényt megtöltöttem ezzel az anyaggal, s meg fogjátok látni, hogy az edényben ugyanaz a gyúlékony gáz van, mint

a minőt a vasesővel való kísérlet alkalmával kaptam. S ez a gáz, melyet a vízből kapunk — ugyanaz az anyag, mely a gyertyában is foglaltatik. (16. ábra).

Próbáljuk meg már most e két tűnemény összefüggését pontosan meghatározni. Ez itt hydrogen — egy olyan anyag, melyet a vegytanban az elemek közé számítunk, minthogy e testet egyszerűbb részekre fölbontani nem bírjuk. A gyertya nem tartozik az elemek közé, mivel belőle szénét állíthatunk elő, továbbá a hydrogen is leválaszthatjuk belőle, vagy legalább abból a víz-mennyiségéből, mely a gyertyából keletkezik. E gázt *hydrogénnek* szokás nevezni, mivel ez az az elem, mely egy más elemmel kapcsolatban a vizet képezi.* Miután ANDERSON úrnak sikerült már e gázból két vagy három palaczkot megtölteni, néhány kísérletet fogok vele bemutatni, hogy láthatóvá tegyem az eljárást, miként kell az efféle kísérleteket véghezvinni. Legkevesebbé sem habozom nektek e kísérleteket bemutatni, sőt azt szeretném, ha magatok is később véghez vinnétek őket, csak hogy ovatosan és jól, s környezetek beleegyezésével tegyétek majd. Minél előbbre haladunk a chemiában, annál gyakrabban kell oly anyagokkal foglalkoznunk, melyek rossz helyen gyakran könnyen bajt okozhatnak. Ilyenek a savak, a magas hőmérsék, némely gyúlékony anyagok, mely utóbbi testekkel gondatlanul bántva könnyen sérülést szenvedhetünk. Ha hydrogen akartok előállítani, azt igen könnyen megtehetitek, e célra czinket és kénsavat vagy sósavat használván. Ime itt van egy palaczk (17. ábra) azelőtt «a philosophusok lámpájának» nevezték. Dugaszzsal fölszerelt kis palaczk, melybe vékony nyílású üvegcső merül. E palaczkba most néhány darabka czinket tesztek. E kis készüléket igen jól fölhasználhatjuk annak megmutatására, hogy miként állíthatok vele hydrogen elő, s mi módon vihetek véghez, a kinek kedve lesz hozzá, otthon néhány kísérletet. Elmondom, miért töltöm a palaczkot oly ovatosan majd tele, de mégsem egészen tele. Ezt azért te-

* "ὕδωρ «víz», γεννάω «képezek».

szem, mivel a belőle kiáramló gáz, mely mint láttátok igen könnyen gyúlékony, levegővel keverve nagy erővel eldurran és így könnyen bajt idézhetne elő, ha a cső végén a gázt előbb gyújtánók meg, mielőtt még a folyadék fölötti térből az összes levegő ki nem áramlott. Most kénsavat öntök bele. Igen kevés ezinket s több kénsavat és vizet vettem, mivel a készüléket hosszabb ideig szándékozom működtetni. Előre gondoskodtam tehát ez irányban a használt testek kellő viszonyának megállapításáról, hogy t. i. egyenletes áramot kapjak, se túlságos gyorsat, se túlságos lassút. Ha most egy üvegedényt veszek, s a cső vége fölé megfordítva ráborítom, mint-hogy a beleömlő hidrogén könnyű, azt hiszem, hogy rövid ideig meg fog maradni az edényben. Vizsgáljuk most meg az üvegünk tartalmát, hogy lássuk vajjon hidrogén van-e benne. Úgy hiszem, bátran mondhatom (meggyújtva a hidrogént), hogy az van. Ime itt van, hisz látjátok! — Meg fogom most a cső végén gyújtani. És lám, a hidrogén ég. Nekünk is van tehát philosophus-gyertyánk. De szörnyű gyöngye kis láng, fogjátok mondani, hisz alig világít; gyenge az igaz, de mondhatom oly forró, hogy nem igen találunk más közönséges lángot, mely vele egyenlő meleg lenne.



17. ábra.

Egyenletesen s állandóan ég. E lángot most egy e célra szolgáló készülék alatt hagyom tovább égni, hogy megvizsgálhassuk az égés eredményét és lehető nagy hasznot húzhassunk a vele járó tanúságból. A gyertya égése vizet fejleszt, e gáz pedig a vízből származik, lássuk, mi lesz belőle, ha ugyanazon égési folyamat alá kerül, mint a minőnek a gyertyát is alá tettük, midőn a levegőn égett. S e lámpát azért teszem e készülék alá, hogy megsűrítsem azt az anyagot, a mi a hidrogénlángból beléje száll. Rövid idő múlva meglátjátok a nedvességet, a mint a hengerben lecsapódik, s a mint az ebből képződő víz a henger falain lefoly; már most ez a hidrogénlángból keletkezett

víz tökéletesen ugyanazt a hatást fogja kémszereinkre gyakorolni, mint a hogy ezt az előbbi esetekben, hasonló eljárás mellett tapasztalhattuk. A hydrogen pompás egy anyag. Oly könnyű, hogy más testeket fölemel: tetemesen könnyebb a légköri levegőnél, sőt e sajátságát egy kísérlettel is láthatóvá tehetem, melyet kellő ovatossággal némelyek közületek mindenesetre ismételhetnek. Itt van a hydrogen fejlesztő készülékünk, s itt van egy kis szappanvíz. (18. ábra.) A hydrogen fejlesztő készüléket egy kancsukcsővel, s a cső végét egy közönséges cseréppipával kapcsoltam össze. A pipát a szappanvízben alámeríthetem, s benne a hydrogen segítségével buborékokat állíthatok elő. Látjátok, hogy a



18. ábra.

buborékok bizonyos magasságból visszahullanak, ha meleg lehellettemmel fúvom föl őket; de hasonlítsátok össze a különbséget, midőn hydrogennel fúvatnak föl. (Az előadó néhány hydrogennel telt szappanbuborékot állít elő, melyek az előadási helyiség padlásáig emelkednek.) Látjátok ebből, mily könnyűnek kell e gáznak lenni, mivel nemcsak a tulajdonképeni szappanbuborékot, hanem még az erről lefelé csüggő nagy vízecsöppet is magával fölfelé ragadja. Azonban könnyű voltát ennél még sokkal szembevetném is bemutatathatom; az előbbieknél nagyobb buborékokat is föl bír emelni; s régebben csakugyan használták is e gázt a léggömbök megtöltésére. ANDERSON úr össze fogja kötni e csövet készülékünkkel, s az átfolyó hydrogen-gáz áramot egy

collodium-gömb megtöltésére fogjuk fölhasználni. Azzal nem is igen törődöm, hogy a gömbből a lég összes mennyisége kiszoríttassék, mivel gázunk emelő erejét nagyon jól ismerem. (Két collodiumgömb, megtöltetvén, föleresztenek; az egyik zsinoron van megkötve.) Itt egy másik, vékony hártából készült nagyobb gömb van, ezt is megtöltjük, azután föl fogjuk eresztetni. Meglátjátok, e gömbök mindaddig fognak lebegni, míg belőlök a gáz összes mennyisége el nem illan.

Minő viszony van már most ez anyagok súlya között? E számok itt tisztán mutatják a viszonyt, melyben súlyaik állanak. A mérés egységül egy litert választottam, s a megfelelő számokat melléje állítottam. Egy liter hydrogen csak $\frac{9}{1000}$ grammot nyom, holott egy liter víz 1000 grammot. Láthatjátok ebből, mily rendkívüli különbség van egy liter víz s egy liter hydrogen súlya között.

A hydrogennek nincs oly vegyülete, mely akár az égési folyamat alatt, akár pedig később, mint égésének terméke, szilárd alakot öltene magára. Égése alatt csupán víz képződik belőle; ha egy hideg üveget veszek elő, s azt a láng fölé tartom, a vízgőz reá lecsapódik, s vizet kapunk belőle azonnal, még pedig meglehetősen mennyiségben; égése alatt semmi egyéb nem képződött, mint ugyanaz a víz, melyet már a gyertya lángjából is láttatok keletkezni. Czélszerű emlékezetben tartani azt, hogy csupán a hydrogen az az anyag az egész természetben, melyből égésekor egyedüli termékül víz képződik.

Okvetetlenül szükséges azonban még néhány, a víz általános sajátságaira és összetételére vonatkozó kísérletet utólagosan véghezvinnünk; ez okból a rendesnél kissé hosszabb ideig foglak ma itt tartani benneteket, hogy legközelebbi összezejövetelünk alkalmával jobban el legyetek készülve előadásunk tárgyára. Módunkban van a czinket, melyet sav segélyével láttatok a vízre hatni, úgy működtetni, hogy összes ereje ott legyen összeponosítva, a hol épen akarjuk. Mögöttem egy VOLTA-féle oszlop van elhelyezve, be fogom majd mutatni sajátságait és erejét az előadásom végén, hogy lássátok, mit vihetünk vele legközelebbi összezejöve-

lünkör végbe. Kezeimben tartom a drótok végeit, melyek az erőt mögülem tovább vezetik; működtessük ezt az erőt a vízre.

Futólagosan láttuk már micsoda égő ereje van a káliumnak, a cizinknek vagy pedig a vasreszeléknek; ezek közül azonban egynél sem jelentkezik oly nagy erő, mint ennél. (Az előadó a drótvégeket egymáshoz érinti és egyszerre egy vakító fénysugár tűnik elő.) E fény valóban 40. cizink-lemez égési ereje által állítatott elő; oly erő ez, melyet kezeim között e drótokon át tet-szésem szerint kormányozhatok, pedig ha ezt az égési erőt tes-temhez értetném, pórul járnék. Oly igen erős valami ez, s az erő, melyet benne kifejlesztve láttok, azon rövid idő alatt, míg 5-ig számláltok, oly nagy, (e közben a sarkokat összeérinti s ezáltal a villanyos fényt előidézi), hogy fölről némely zivatar erejével ⁽¹⁴⁾. Hogy rendkívüli erélyéről némi fogalmat szerezzetek, e drótvégeket, melyeken át az erő a telepből tovább vezetetik, elővén, velők e vasreszeléket képes vagyok elégetni. Lássátok ezt a hatalmas chemiai erőt fogom legközelebbi összejövételünk-kor a vízre működtetni s majd meg fogjátok látni, minő eredmé-nyeket érhetünk el vele.

IV. ELŐADÁS.

HYDROGÉN A GYERTYÁBAN, ENNEK ELÉGÉSE VÍZZÉ, A VÍZ
MÁSİK RÉSZÉ : AZ OXYGÉN.

Úgy látom még nem elégedtetek be a gyertyával, különben nem érdeklődnétek iránta annyira, mint a hogy ezt tapasztalom.

Gyertyánk égésekor ugyanolyan vizet láttunk képződni, mint a minő körülöttünk a természetben előfordul. Ezen víznek további vizsgálatánál egy sajátos anyagot, hydrogént találtunk benne, azt a könnyű anyagot, melyből valamelyes ebben az edényben elő van készítve. Később láttuk e hydrogén égő tulajdonságát és azt is, hogy ekkor víz képződik belőle. Ha nem csálódok, figyelmetekbe véstem egy készüléket is, melyről röviden csak azt jegyeztem meg, hogy ez a chemiai erőnek vagy erélynek oly tulajdonságú elrendezése, hogy az erőt e drótokon tovább szállíthatjuk; azt is mondtam, hogy ezzel az erővel a vizet darabokra fogom tépni, hogy lássuk, mi foglaltatik még benne a hydrogénen kívül. Mert, a mint emlékeztek, mikor a vizet a vascsővön vezettük át, közel sem kaptuk meg annak a víznek a súlyát, melyet vízgőz alakjában alkalmaztunk, ámbár igen nagy mennyiségű gáz származott. Meg kell tehát vizsgálnunk, miféle más anyag van még benne. Hogy e készülék szerkezetét és használatát megértsétek, vigyünk vele végbe egy-két kísérletet. Rakjunk mindenk előtt néhány általunk ismert anyagot össze, s vizsgáljuk meg, micsoda hatást fog készülékünk rájuk gyakorolni. Itt van egy kevés réz (meglátjátok, mily különféle válto-

záson mehet át), itt pedig egy kevés salétromsav. Ez utóbbi anyag igen erős chemiai ágens; erős hatást gyakorol a rézre, mihelyt hozzáértetem.

Ime most igen szép vörös színű gőzt láttok fölemelkedni; minthogy azonban e gőzre nincs szükségünk, ANDERSON úr rövid időre a kémény alatt fogja tartani, hogy e kísérletünk hasznos és szép oldalát alkalmatlanság nélkül megfigyelhessük. A réz, melyet a palaczkba tettem, föl fog oldódni, a savat és vizet kék színű oldattá fogja átváltoztatni, mely rezet és egyéb anyagokat foglal magában. Szándékozom azután megmutatni, hogy a VOLTA-féle telep miként bánik el vele. E közben pedig egy másféle kísérletet viszünk véghez, hogy lássátok, mily ereje van e telepnek. Itt van egy anyag, mely előttünk csak olyan mint a víz — azaz tartalmaz alkatrészeket, melyeket most még nem ismerünk, épen úgy, mint a víz is tartalmaz valamit, a mit eddig még nem ismerünk. Már most e sóoldatot ⁽¹⁵⁾ papirosra fogom önteni s a papiroson szétfolynatni, s aztán működtetem reá a telep erejét. Lássuk mi történik már most? Három-négy, fontos dolog lesz észrevehető, melyekből később majd hasznót húzhatunk. E megnedvesített papirost egy önlevélre fogom tenni, a mely igen jó mód arra, hogy mindent tisztán tartson, és így itt is az erőnek czélszerű alkalmazását elősegíti.

Az oldat, mint látjátok, legkevésbbé sem változott meg, sem a papiros, sem az önlevél, sem valami egyéb által, a mi talán hozzáért, és így most már hadd működjék reá a készülékünk. De nézzük meg mindenekelőtt, vajjon rendben van-e? Itt vannak a drótok. Lássuk csak, vajjon abban az állapotban vannak-e még, mint a legutóbbi alkalommal. Ezt legott megmondhatjuk. Ha egymáshoz értetem a drótokat, semmiféle erőnyilvánulást nem veszünk észre, mert most még a vezetők — melyeket elektródoknak szoktunk nevezni — vagyis a villanyosság útjai el vannak zárva. Azonban ANDERSON úr épen most sürgönyözi (a drótok végén e pillanatban jelentkező villámra mutatva), hogy minden rendben van. Mielőtt a kísérlethez hozzá fognék, meg

fogom ANDERSON urat kérni, hogy a mögöttem levő villanyos telepben az érintkezést ismét szakítsa meg. A sarkok közé t. i. egy platinadrótot fogok kifeszíteni, s ha azt találjuk, hogy e drótot meglehetősen hosszú darabon megtüzesíti, egész biztosak lehetünk sikerében. Azonnal látni fogjátok a telep erejét. (A kapcsolat helyre állván, a közbe ékelt platinadrót vörös izzóvá válik.) Ime az erő mily gyönyörűen halad át a dróton, melyet szándékosan vékonynak vettem, hogy megmutassam, mily tetemes erő áll szolgálatunkra. Már most készen levén az erő, tovább haladunk a víz vizsgálatában.

Itt van két darab platina, ha e darab papirosra (az önlevélben lévő megnedvesített papirosra) teszem őket, semmiféle hatást sem fogtok észre venni; s ha leveszem, mint látjátok, semmit sem változtak meg, az egész csak olyan maradt, mint volt azelőtt. De figyeljetelek csak, mi történik most; ha a két sarkot előveszem, s az egyikkel vagy a másikkal külön-külön megérintem a platina-lemezeket, semmit sem tesznek, azaz teljesen hatás nélkül maradnak; ha azonban mindkettőt ugyanabban a pillanatban értetem hozzájuk, nézzetek csak, mi történt (a telep mindkét sarkánál barna folt állott elő). Itt láthatjátok a bekövetkezett hatást; láthatjátok, hogy a fehérből valami barnát választottam ki. Nem kétkedem legkevésbé sem, hogy ha a dolgot úgy rendezem be, hogy a sarkok egyikét a papiros másik oldalán levő önlemezhez értetem, a hatás a papirosra gyönyörű szép lesz. Meg is kísérem, vajjon nem tudnék-e vele, ha megengeditek, egy telegrammot írni. (Az előadó ekkor a vezető drótok egyikével a papirosra e szót: «ifjú» írja.) Látjátok, mily gyönyörű eredményekre jutunk.

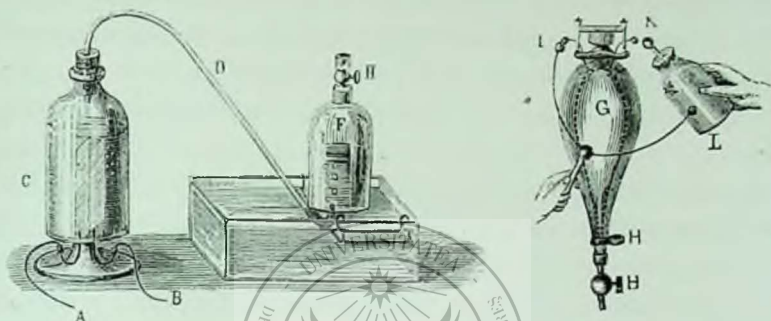
Az oldatból, mint látjátok, valamit kiválasztottunk, a mit előbb nem ismertünk. Kérjük el ANDERSON úrtól a palaczkot, s lássuk mit vonhatunk ki belőle. A benne levő folyadékot, mint tudjátok, éppen az imént állítottuk elő rézből és salétromsavból, miközben többi kísérleteinket végeztük. S ámbár e kísérletet, nagyon hamarosan teszem, s meglehet, hogy egy kis hibát is kö-

vetek el, mindamellettt elöttetek akarom megtenni a mit tesztek, mintsem hogy azt előre elkészítsem.

Már most nézzétek, mi történik? E két platinalemmez e készülék két végét képezi (vagyis jobban mondva, azzá fogom tenni azonnal); szándékom már most ezt az oldathoz értetni, épen úgy, mint azt pár percz előtt a papirossal tettem. Az mindegy, vajjon az oldat a papirosson vagy az edényben van-e, csak a készülék végeit hozzá értessük. Ha a két platinát beleje mártom, oly tisztán és fehéren jönnek ki, mint voltak a bemártás előtt, (bele teszi a folyadékba, anélkül hogy a telephez kapcsolná). Ha azonban az erőt is működtetjük (a platinalemzeket összekapcsolja a teleppel, s ismét az oldatba mártja őket), látjátok már most (kivéven a platinalemzek egyikét) egyszerre megrezesedett, mintha csak tiszta rézből állana, rézlemezhez hasonlít; és ez (a másik platinalemezt kivéve) egészen tiszta maradt. Hogy ha e rézzel bevont lemezt a másikkal fölcserélem, úgy, hogy a réz a jobb kéz helyett a bal kéz felé essék; a mi előbb meg volt rezesedve, az most tisztán jön ki a folyadékból, s a lemez, mely előbb tiszta volt, rézzel vonódott be. És így láthatjátok, hogy ugyanaz a réz, melyet ebbe az oldatba tettünk, ismét kivonható belőle e készülék segítségével.

Most félretéve ez oldatot, lássuk minő hatást gyakorol a telep a vízre. Itt két platinalemmez van, melyeket a telep sarkaira fogok erősíteni, és ez (C) egy kis edény, mely szerkezeténél fogva részekre is szétszedhető és így a berendezése megmutatható. E két mélyedésbe (A és B) higanyt öntök, mely a platinalemzekkel kapcsolatban lévő drótok végeit érinti. A (C) edénybe vizet öntök kevés savval keverve, (mely utóbbi azonban csak a működés könnyítésére szolgál, a folyamatban semmi változásnak sem lesz alávetve); az üveg nyakával egy meghajlítot üvegcső van kapcsolatban, mely emlékeztethet titeket arra a csőre, mely a kemencze-kísérletünkben a puskacsővel volt kapcsolatban, és mely most az (F) edény alá vezet. Felszereltem e készüléket és már most valami módon bántani fogjuk a vizet. Az előbbi eset-

ben a vizet tüzes csövön hajtottam keresztül, most villanyosságot fogok ez edény tartalmán át eresztetni. Talán forni fog a víz? Ha forralom, gőzt kapok; és tudjátok, hogy a gőz, ha lehül, megsűrűdik, s ebből látni fogjátok, vajjon forr-e a víz, vagy sem. Meg lehet azonban, hogy a víz nem fog forni, hanem valami más hatás jó létre. Előttetek lesz a kísérlet és láthatjátok. (19. ábra.) Itt van egy drót, melyet erre az oldalra erősítek



19. ábra.

(A), itt van a másik drót, ezt a másik (B) oldalra erősítem, s azonnal meglátjátok, hogy jött-e létre valami változás. Forni látszik, de kérdés, csakugyan forr-e? Vizsgáljuk meg, vajjon a mi kijön belőle, gőz-e vagy sem. Azt hiszem mindjárt megtelik a párájával az (F) edény, ha gőz száll föl a vízből. De lehet-e az gőz? Bizonyosan *nem*, mert a mint láthatjátok, változatlanul marad. Ott van a víz fölött, következőleg nem lehet vízgőz, hanem valami állandó gáznak kell lennie. Mi lehet hát? Hydrogén-e vagy más valami? Nos, vizsgáljuk meg. Ha hydrogen: égni fog. (Az előadó ekkor a gázból egy bizonyos mennyiséget meggyújt, mely robbanással elég.) Bizonyos tehát, hogy éghető valami, de nem olyan égő anyag, mint a minő a hydrogen. A hydrogen nem okozott volna ily zajt, de a láng színe, midőn e gáz égett, hasonló volt a hydrogenéhez; azonban a levegővel való érintkezés nélkül is elég. Ezért választottam a készüléknek ezt a másik alakját, hogy bemutassam nektek e kísérlet lényeges körülményeit. Nyitott helyett zárt üveget veszek (telepünk oly gyönyörűen működik,

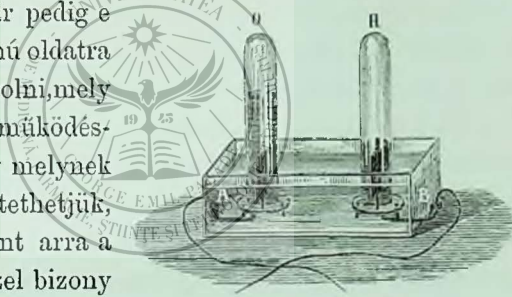
hogy a higanyt is képesek vagyunk vele fölforralni, és mindent a lehető legszigorúbb rendben végezhetünk); s már most meg fogom nektek mutatni, hogy ez a gáz, bármi legyen is, a levegő hozzájárulása nélkül is képes égni, e tekintetben tehát elűt a gyertyától, mely levegő nélkül nem éghet. Az eljárás, mely szerint ezt teszszük, a következő: — Itt van egy üvegedényem (*G*), mely két platina-dróttal (*JK*) van kapcsolatban, s ezeken át villanyosságot vezethetek. Az edényt összeköthetjük egy légszivattyúval s belőle a levegőt kiszivattyúzzhatjuk, s a midőn a levegőt eltávolítottuk belőle, ide helyezhetjük s ezzel az edénnyel (*F*) kapcsolhatjuk össze, s így az edénybe azt a gázt vezethetjük be, melyet a VOLTA-féle telepnek a vízre való hatásával kaptunk, s melyet a víz fölbontásával állítottunk elő, — sőt ennél még tovább mehetek és azt mondhatom, hogy a vizet e kísérletünkkel ezzé a gázzá alakítottuk át. Nemcsak halmazállapotát változtattuk meg, hanem egészen és igazán átalakítottuk azzá a légnemű anyaggá, s minden víz, mely e kísérlet által felbontatott, benne van. Ha már most a (*GH*) edényt a másikra (*H*) rácsavarom s a csöveket jól összekötöm, a csapokat (*HHH*) megnyitom, a víznek az (*F*) edényben való emelkedésén láthatjátok, hogy a gáz kifelé áramlik. A csapokat már most bezárom, mert már annyit vezettem be, a mennyi csak befér az edénybe. Az edényt ovatosan levéve, villámszikrát csapatok rajta át ebből a leydeni palaczkából (*L*), mire az edény, mely most még tiszta és átlátszó, kissé elhomályosodik.

Most nem fogunk durranást hallani, mivel az edény elég erős, hogy a robbanást elfojtsa (az edényen egy szikra csapott át, s a durranó keverék meggyújtott). Vettétek észre ezt a ragyogó fényt? Ha már most az edényt ismét ráerősítem az alsóra, s azután a csapokat megnyitom, a gázt újra emelkedni látjátok. (Rámutatva, a csapokat megnyitja.) Az imént beeresztett gázok az edényből a villámszikra által meggyújtatván, a mint látjátok, eltűntek; helyük üres, s friss gázmennyiség tódulhat be. Víz lett belőlök, s ha műtétünket ismételjük, megint üres tért fogunk

kapni (az utolsó kísérletet ismételi), mit a víz emelkedésén tapasztalhattok. Minden eldurranás után üressé válik az edény, minthogy a gőz vagy gáz, melylyé a telep a vizet alakította, a szikra átugrásakor eldurran s ismét vízzé változik; s a felső edényben apránként néhány csöppet fogtok látni az oldalakon lefolyni s az edény fenekén összegyűlni.

Ez esetben tisztán s egyedül vízzel van dolgunk; a légkör itt tekintetbe sem jön. A gyertyából képződött víznél a légkör is segített, de így a levegőtől függetlenül állítható elő. Ennélfogva magában a vízben kell foglaltatni annak a másik anyagnak, melyet a gyertya a levegőből von el, s mely a hydrogénnel egyesülve vizet alkot.

Épen az imént láttátok, hogy a telep egyik vége rezes húzott ki az edényben foglalt kékszerű folyadékból. E kihúzást ez a drót végezte; ha már pedig e telep egy fémtartalmú oldalra ily erőt képes gyakorolni, mely erőt tetszés szerint működésbe hozhatunk, vagy melynek működését megszüntethetjük, nem jövünk-e önként arra a gondolatra, hogy ezzel bizony lehetséges a víz alkotó ré-



20. ábra.

sezeit is egymástól szétfeszégetni s az egyiket ide, a másikat oda elrakni? Előveszem megint a sarkokat (20. ábra) — a telep fémes végeit — s nézzétek, mi fog a vízzel történni e készülékben, melynél a telep végeit egymástól meglehetősen távolságra helyeztük el. Az egyiket ide kötöm (A), a másikat pedig ide (B); itt pedig kilyukgatott deszkácskák vannak, melyeket a sarkokra fektetek, hogy az, a mi a telep két végén fejlődik, külön-külön legyen összegyűjthető. Láttátok ugyanis az imént, hogy a víz nem vízgőzzé, hanem valami gázzá alakult át. A drótok most a vizes edénynyel jól össze vannak kapcsolva; s buborékokat láttok fölfelé emelkedni; gyűjtsük össze e buborékokat s vizsgáljuk meg, mik azok.

Itt van egy üveghenger (*O*); megtöltöm vízzel s a telep egyik vége fölé teszem (*A*); egy másik hengert pedig (*H*) ugyan így a telep másik vége fölé (*B*) fogok borítani. Így most kettős készülékünk van, mindkét részén bizonyos gáz fejlődén. Mind a két edény meg fog gázzal telni. Nézzétek csak, a gázfejlődés már észrevehető, a jobb oldalon levő (*H*) igen gyorsan telik, a balon levő (*O*) lassabban; s ámbár néhány buborékot el hagytam illanni, a folyamat mindamellett megglehetősen szabályossággal megy végbe, s ha az egyik edény nem lenne kisebb a másikonál, észrevehetnétek, hogy ebben itt (*H*) kétszer annyi foglaltatik, mint emebben (*O*). Mind a két gáz szintelen; a víz fölött állanak anélkül, hogy megsűrűdnének; teljesen egyformáknak látszanak. Azonban most van jó alkalmunk ez anyagok megvizsgálására s valódi természetök kipuhatólására. Elég van belőlük, hogy kísérleteket vihessünk velök végbe. Először is ezen edényt (*H*) fogom elővenni, s kérlek benneteket, legyetek elkészülve, hogy benne megint a hidrogént ismerjük fel.

Gondoljatok vissza sajátosságaira — az a könnyű gáz, mely nyílásukkal lefelé fordított edényekben eltartható volt, a palaczk nyílásán halavány lánggal égett — s most figyeltek, vajjon nem felel-e mege gáz mindezen föltételeknek. Ha hidrogén, úgy itt fog maradni mindaddig, míg az edényt meg nem fordítom. (Az előadó égő gyertyát értet hozzá, mire hidrogén elég.) De mi van a másik edényben? Tudjátok, hogy a kettő együtt durranó keveréket alkotott. De mi lehet az a mit a víz másik alkatrészeül kaptunk, s a mi a hidrogénnal eldurran? Azt tudjuk, hogy az edénybe tett víz kétféle anyagból áll. Az egyik közülök a hidrogén, mi lehet az a másik, minek a kísérlet előtt a vízben kellett lennie s a mit itt ez edényben elkülönítve fogtunk föl. Ezt az izzó faforgácsot bele mártom e gázba. Nézzétek csak, a gáz maga nem ég, a forgács égését azonban nagy mértékben élénkíti. (Az előadó a forgács végét meggyújtja s a gázzal telt edénybe teszi.) Ime, mennyire erősíti a fa égését, sokkal jobban ég benne, mint a levegőn. Ebből már most azt is látjátok, hogy a vízben levő másik alkatrésznek a

gyertya égésekor a légköri levegőből kellett elvonatnia. Hogyan nevezzük már most (A), (B) vagy (C)-nek? Nevezzük (O)-nak — oxigénnek — e név nagyon illik rá. Ez tehát, az oxigén, a víz másik alkotórésze.

Már most könnyebben megérthetjük kísérleteinket s vizsgálódásainkat, s ha e dolgokat egyszer vagy kétszer átgondoljuk, meg fogjuk érteni, miért ég tulajdonképen a gyertya a levegőben. A víznek ily módon való elemzésekor, vagyis alkotórészeire való fölbontásakor két térfogat hydrogént és egy térfogat oxigént kapunk. E viszony az alább következő rajzban van előtűntetve súlyaikkal együtt; miből tisztán kitűnik, hogy az oxigén igen nehéz test a hydrogénhez képest, ennél sokkal nehezebb. Ez a víz másik alkotórésze.

1 hydrogén	8	oxigén	88.9
	9	hydrogen	11.1
		víz	100.0

Miután már most láttuk, minő úton választhatjuk ki az oxigént a vízből, meg fogom nektek azt az eljárást mutatni, hogyan állítható elő nagy mennyiségben. Az oxigén, a mint elgondolhatjátok, megvan a légköri levegőben is, mert hogyan képződhetnék különben az égő gyertyából víz? Ez teljes lehetetlenség lenne; a víznek oxigén nélkül való előállítása chemiai lehetetlenség.

Előállíthatjuk az oxigént a légkörből? Vannak egyes igen hosszadalmas és bajos folyamatok, melyek útján a levegőből is megkaphatjuk; de sokkal jobb módokat is ismerünk. (21. ábra.) Itt van egy anyagom, melynek neve barnakő, nem valami feltűnő de nagyon hasznavehető ásvány ez. Ezt megtüzesítve, oxigén válik ki belőle. E vaspalaczkban barnakő van, s a palaczk nyakába egy vezető cső van illesztve. A kemenczében ég már a tűz s

ANDERSON úr a vaspalaczkot a tűzbe fogja tenni; nem kell félnünk, hogy ki nem állja, hiszen vasból van. Itt van egy só, chlórsavas kálium, mely jelenleg nagyobb mennyiségben gyártatik, s fehérítésre, tűzijátékokra, chemiai, orvosi és egyéb célokra hasz-



21. Ábra.

náltatik. Ebből bizonyos mennyiséget a barnakőhöz keverek (réz-oxyd vagy vasoxyd ugyanazt a szolgálatot tenné), s ha e keveréket lombikba teszem, a vörös izzásnál sokkal alacsonyabb hőmérsék is elegendő már az oxgyémek kiválasztására. Nem akarok nagy mennyiséget fejleszteni, csupán annyit, a mennyi kísérleteinkhez szükséges; azonban észre fogjátok venni, ha nagyon keveset teszek bele, a kezdetben kifejlődő gáz már a lombikban a levegővel keveredik, s így kénytelen leszek az első részletet feláldozni, mivel nagyon sok levegőt tartalmaz; a kifejlődő gáz legelső mennyiségét tehát el hagyom illanni. Tapasztalni fogjátok, hogy ez esetben az oxgyén előállítására közönséges borszeszlámpa is teljesen elegendő, és így a fejlesztésére kétféle folyamat van most működésben. Nézzétek, mily bőségesen áramlik a gáz ebből a kevés keverékből. Meg fogjuk már most vizsgálni és sajátságait közelebbről meghatározni. A mint látjátok, ezen az úton oly gázt kapunk, mely teljesen megegyezik azzal, melyet a teleppel való kísérletünkben állítottunk elő: átlátszó, a vízben oldhatatlan, s a levegő közönségesen látható sajátságaival egyező. (Miután az első részlet levegőt tartalmaz, mely a kezdetben fej-

lődő oxygénnel együtt jön ki, ezt is el fogjuk távolítani s így előkészültünk, hogy kísérleteinket teljesen szabályszerűen és biztosan vigyük véghez.) Az imént, a VOLTA-féle telep segélyével a vízből leválasztott oxygénen világosan tapasztalhattuk azt a sajátságot, hogy a faforgácsnak, gyertyának stb. égését nagy mértékben elősegíti, s így bizton várhatjuk ugyan e sajátságot itt is. Kísértsük meg. Jegyezzétek meg, hogy a közönséges levegőn e viaszgyertyácska ime így ég, (és itt lebocsátja az edénybe) midőn a gyertyát az edénybe mártom! (22. ábra) Látjátok mily fényesen és szépen ég? Ennél többet is láthatok, azt is észre veszitek, hogy e gáz nehéz, míg a hydrogén léggömb módjára vagy jobban mondva még ennél is gyorsabban emelkedik föl a levegőbe, merta gömmbel a burok súlyát is kell emelni. Könnyen belátjátok, hogy ámbár a vízből az oxygénnél kétszer nagyobb térfogatú hydrogént kapunk, ebből még nem következik, hogy a hydrogénnek kétszer nehezebbnek is kell lennie, mivel az egyik nehéz, a másik pedig könnyű. E lég- vagy gáz-nemeket meg is mérlegelhetjük, azonban anélkül, hogy e tekintetben hosszas fejtegetésekkel jelenleg sok időt elpazarolnék, egyszerűen megmondom aránylagos súlyaikat. Egy liter hydrogén 90 milligrammot nyom; ugyanoly mennyiségű oxygén súlya 1440 milligramm. A különbség igen tetemes; az oxygen 16-szor nehezebb, mint a vele egyforma térfogatú hydrogén.



22. ábra.

Hogy az oxygénnek az égés fenntartására vonatkozó tulajdonságát, a levegővel összehasonlítva, még jobban feltüntessem, vegyük elő e kis darabka gyertyát, ámbár az eredmény kissé nagyon is durva fog lenni. Gyertyánk itt a levegőn ég; hogyan fog égni az oxygénben? Itt van egy oxygénnel telt edényem, melyet most a gyertya fölé fogok borítani, hogy e gáznak hatását a levegőével összehasonlíthassátok. Nézzétek csak, a fény majdnem olyan, mint a minőt az imént a VOLTA-telep sarkainál láttatok. Mily rendkívülinek kell itt a hatásnak lenni, s mégis az egész folyamat alatt semmi más nem képződik, mint a mi a

levegőn való égéskor is előáll. Itt is csak víz fejlődik — teljesen ugyanazon folyamat megy végbe, akár a levegőn, akár e gázban égessük is el a gyertyát. Miután ez új anyaggal most már egy kissé jobban megismerkedtünk, részletesebben is megvizsgálhatjuk, hogy a gyertya termékének e részéről általában helyes felfogásunk legyen. Csodálatos, hogy mekkora ez anyagnak az égés táplálását illetőleg az ereje. Itt van pl. egy lámpám, mely egyszerűsége daczára is többféle lámpára mintául szolgált — a világító tornyoknál, góresővi világításra és egyéb czelokra készített lámpák mintájául. Ha már most igen fényesen akarjuk égetni, úgy-e azt fogjátok mondani: «Ha a gyertya az oxgyénben jobban ég, miért ne égne a lámpa is?» Csakugyan a lámpa is jobban ég. ANDERSON úr egy csövet fog adni, mely oxgyéntartónkkal van kapcsolatban, ezt a lángra fogom vezetni, melyet készakarva rosszul gyújtottam meg. Már jön az oxgyén — s mily pompás égést idéz elő! Ha azonban az oxgyén-áramot megszüntetem, vajjon mi fog a lámpával történni? (az oxgyén-áram elzáratik, s a lámpa előbbi pislogó lángjával ég tovább). Valóban csodálatos, mily nagy mértékben segíti elő az oxgyén az égést. Ne gondoljátok azonban, hogy ez csak a hydrogénláng, a gyertya vagy szén égésénél van így; így van ez általában minden közönségesen égésnek nevezett folyamatnál is. Például már láttatok vasat égni a levegőn, kísértük azt meg az oxgyénnel is. Itt van egy palaczk tele oxgyénnel (23. ábra), itt pedig egy vasdrót —



23. ábra.

azonban hüvelyknyi vastagságú pálcza is lehetne, akkor is csak úgy égne. Először egy darabka fát fogok e drótra erősíteni; a fát meggyújtom, s együtt bele mártom az edénybe. A fa már most meggyúladt és úgy ég tovább, mint általában fának oxgyénben égni kell, az égés azonban nem sokára a vasra is ki fog terjeszkedni.

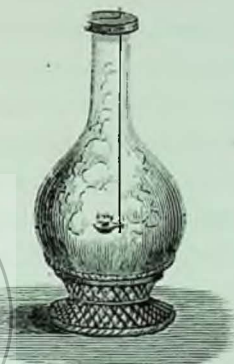
Ime, mily gyönyörűen ég most a vas, s húzamosabb ideig fog így tovább égni. Ha folytonosan új meg új oxgyén-mennyiséget

vezetnék be, a vasnak elégetését mindaddig folytathatnók, míg teljesen el nem ég.

Elégedjünk meg azonban ennyivel, s vegyünk elő inkább még néhány más anyagot, mert minden egyes kísérletnek teljes véghez vitelében a szűkre szabott idő akadályoz. Vegyünk elő egy darabka kén; tudjátok hogy ég a kén a levegőn; tegyük már most az oxgyénbe, ismét csak azt fogjátok látni, hogy minden test, mely a levegőn éghet, sokkal hevesebben folytatja égését az oxgyénben. E tapasztalat mindenesetre föl fogja bennetek ébresztetni a gondolatot, hogy a levegő is az ő képességét az égést fönttartani tisztán és egyedül e gáznak köszöni. (24. ábra.) A kén most egész nyugodtan ég az oxgyénben tovább; de egy pillanatra sem ismerhetitek félre a fokozott élénkséget, összehasonlítva a kénnek szabad levegőn való égésével.

Meg akarom még egy más anyagnak, a phosphornak égését is mutatni. Ezt e helyen sokkal jobban vihetem végbe, mint a hogy otthon tehetnétek. Mint tudjátok, a phosphor könnyen gyúlékony. Már most mennyivel élénkebben fog teljesen tiszta oxgyénben égni. Kár, hogy a tűneményt nem mutathatom be teljes erélyében, minthogy így egész készülékünk a levegőbe röpülne; annyira; hogy így is alig leszek képes e palaczk szétrepedését meggátolni, pedig nem szeretek semmit gondatlanságból megrongálni. Látjátok hogyan gyúlad meg, s ég tovább a phosphor a levegőn. Azonban mily vakító fényt áraszt most az oxgyénben. (A meggyújtott phosphort az oxgyénnel telt edénybe mártja.) Nézzétek csak mint szakadnak le egyes szilárd részecskék, s minden ily részecske magában ég el igen hevesen; ez okozza e különösen tündöklő fényt.

Az iméntiekben bebizonyítottuk az oxgyénnek e nevezetes



24. ábra.

sajátságát és bemutattuk azt a heves égést, melyet más anyagokkal létrehoz. Legközelebbi föladatunk a hidrogénhez való viszonyát közelebbről megtekinteni. Emlékeztek, miként bontottuk föl a vizet oxigénre és hidrogénre, s hogy azután ezek keverékét meggyújtván egy kis durranás támadt. Emlékeztek továbbá arra is, hogy oxigént és hidrogént együttesen égetvén el egy edényben, kevés fényt, de rendkívüli nagy melegséget kaptunk. Ime ez edényben a két gázt ugyanazon viszonyban kevertem össze, mint a hogy a vízben foglaltatnak, e keveréket meg fogom gyújtani. Ez edényben épen egy térfogat oxigén és két térfogat hidrogén van; a keverék teljesen ugyanaz, mint abban a gázban, melyet az imént a víznek a VOLTA-féle teleppel való fölbontásakor nyertünk. Miután azonban sok lenne az egész tömeget egyszerre meggyújtani, szappanbuborékokat töltök meg vele; ezekbe fogok a gázkeverékből egy részt bevezetni, s e buborékokat fogom majd meggyújtani. Így a hidrogénnek oxigénben való égését igen jól megfigyelhetjük. Kísértsük tehát meg mindenekelőtt, tudunk-e szappanbuborékokat fújni. Ime ott megy a gáz. (A gázkeveréket ezen agyagpipán át vezetem be a szappanoldatba.) Egy buborék már képződött. E buborékot tenyeremen fogom föl. Azt fogjátok mindenesetre mondani, hogy ez tölem nagy könnyelműség; de meg akarom mutatni, hogy a pusztalármának és zajcsinálásnak nem kell hinni, hanem csak a való tényeknek. (Az előadó a tenyerén levő buborékokat meggyújtva eldurantja.) Ovakodnom kell azonban, a buborékot az agyagpipából való kibúvásakor rögtön meggyújtani, mivel ekkor a robbanás a vezető csövön át az edénybe is visszaesapna s így ezt darabokra zúzná. Az oxigén tehát, mint e példából láthatjátok, s a durranásból hallottátok, rendkívül hevesen egyesül a hidrogénnel és minden ereje a hidrogén sajátságainak közömbösítésére használtatik föl.

Már most föltehetem, hogy a víz egész történetét, a mennyiben az oxigénre és levegőre vonatkozik, jól megértettétek. A káliumdarab, vízre vetve, miért bontja föl a vizet? Mivel a vízben

oxygént talált. Mit szabadít ki, ha vízre teszem? Hydrogén szabadul ki, s ez a hydrogén ég, míg a kálium maga egyesül az oxygénnel. E darabka kálium tehát, mialatt a vizet fölbontja — mondjuk azt a vizet, mely a gyertya égésekor képződött — ép úgy vonja el a vízből az oxygént, a mint a gyertya a levőgőből elvonja s e közben a hydrogént kiszabadítja. Még ha a káliumot egy jégdarabra teszem is, az oxygénnek és hydrogénnek ez a szép rokonsága csak úgy ki fog tűnni, mert ugyanabban a pillanatban, a mint látjátok, a jég meggyújtja a káliumot. Mindezt még ma akartam nektek bemutatni, hogy az afféle dolgokról eszméiteket kibővítssem, s hogy lássátok, mennyire módosulnak az eredmények a körülményekhez képest. Ime a kálium a jégen minő vulkáni hatást képes előidézni!

Ha a legközelebbi alkalommal összejövünk, megmutatom, hogy efféle különös és idegenszerű hatásokkal soha sem találkozunk és semmi efféle veszedelmes dolgoktól soha sem kell tartanunk, csak kövessük mindenben, valamint a gyertyának a szobában való használatánál, ép úgy a világító gáznál az utcákon, vagy a tüzelésnél a kemenczéinkben azokat a törvényeket, melyeket a természet biztonságunkra alkotott.

V. ELŐADÁS.

OXYGÉN A LÉGKÖRBE, A LÉGKÖRI LEVEGŐ TERMÉSZETE,
SAJÁTSÁGAI, A GYERTYA EGYÉB TERMÉKEI, SZÉNSAV, ENNEK
SAJÁTSÁGAI.

LÁTTUK MÁR, hogy a gyertya égésekor képződött vízből hydrogen és oxygen állíthatunk elő. Mint tudjátok ez a hydrogen a gyertyából származik; az oxygen pedig, úgy vélték, a levegőből jön. De így egész jogosan vethetitek fel e kérdést: «Hogyan van az, hogy a levegőben és az oxygenben a gyertya nem egyenlőn jól ég?» Ha emlékeztek, mi történt akkor, midőn az oxygenrel telt edényt borítottam a darabka gyertya fölé, emlékezni fogtok arra is, hogy az egész ez alkalommal egészen más-ként ment végbe mint a levegőben. Nos, miért történt ez? E kérdés nagyon fontos, s igyekezni fogok ezt előttem lehető-leg érthetővé tenni: közvetlen viszonyban áll a légköri levegő természetével, és így nagyon fontos reánk nézve.

A testek égésén kívül még egyéb kémszereink is vannak az oxygenre. Láttátok, hogy a gyertya ég az oxygenben vagy a levegőn; láttátok továbbá phosphort is égni a levegőben vagy az oxygenben; valamint azt is láttátok, hogy a vasreszelék az oxygenben ég. Azonban ezeken kívül még egyéb bizonyosságaink is vannak s ezek közül még egy-kettőt föl akarok említeni azon okból, hogy tapasztalástok és áttekintésetek világosabb legyen. Itt van egy edény oxygenrel telve; jelenlétét megmutathatom, egy pislogó gyújtó szálát vévén elő s belemártván az oxygenbe; tudjátok a legutóbbi kísérletekből mi fog történni. A gyújtószál

belemártván az edénybe, mondjátok meg magatok, vajjon van-e oxgyén benne vagy sem? Igenis van benne. Kimutattuk jelenlétét égés által; s ime itt egy másik bizonyíték az oxgyénre, és ez nagyon sajátságos és hasznos. Itt két, gázzal telt edényem van, közöttök egy lemez van elhelyezve, hogy ne keveredhesse-nek; el fogom venni a lemezt s a gázok át fognak ömleni egyik a másikba. «Mi történik itt?» fogjátok kérdezni, «hiszen nem megy itt végbe égés, mint a hogy ezt a gyertyánál láttuk». De nézzétek csak, az oxgyén jelenléte tisztán kitűnik e másik anyaggal való összekapcsolódása által ⁽¹⁶⁾. Mily gyönyörű színű gázt nyertem ezen az úton, mely az oxgyén jelenlétét tisztán mutatja! Ugyan ily módon vihetjük végbe e kísérletet a kémszerül szolgáló gáznak a légköri levegővel való összekeverése által is. Itt van egy levegővel telt edény — ugyanaz a levegő van benne, melyben a gyertya is égne; ez a másik edény vagy palaczk pedig a kémszerül szolgáló gázzal van tele. Összeereszttem őket víz fölött, az eredményt látjátok: a kémszerül szolgáló gázzal telt palaczk tartalma átömlik a levegős edénybe, s láthatjátok, hogy teljesen ugyanaz a hatás áll be, mint az imént, a mi tisztán mutatja, hogy a levegőben oxgyén foglaltatik, ugyanazon anyag, melyet a gyertya égésekor keletkezett vízből leválasztottunk. De hát mégis hogyan van az, hogy a gyertya nem ég ép oly jól a levegőben mint az oxgyénben? Erre azonnal át fogunk térni. Itt van két edény; mindkettő egyenlő magasságig meg van töltve bizonyos gázzal; e gáz külsőleg mindkettőben egyenlőnek látszik s valóban e pillanatban magam sem tudom biztosan, melyik edény tartalmazza az oxgyént és melyike a levegőt, ámbár tudom, hogy az előbb e gázokkal töltettek meg. De hisz itt van a kémszerül használt gázunk, s már most ezt fogom e két edény tartalmára egymás után működtetni s megvizsgálni, vajjon a gáz megpirosításában mutatnak-e észrevehető különbséget. Bele fogom most önteni e gázt az egyik edénybe s meg fogom figyelni mi történik e közben. Mint láthatjátok megvörösödött; ez edényben van tehát oxgyén. Vizsgáljuk már most meg a másik edényt, lát-

játok azonnal, hogy ez nem oly határozott piros színű mint az előbbi; de e mellett még egy másik sajátságos tűnemény is észrevehető, ha a két gázt vízzel jól összerázom, a vörös gáz a víz által el fog nyeletni, s ha ezután újra bizonyos mennyiségű kémszergázt vezetek bele s ismét összerázom, megint elnyelethető. Ezt mindaddig folytathatom, míg az oxigénnek, mely e hatást előidézi, nyoma sem marad az edényben. Ha levegőt vezetek bele ilyesmi nem történik; de azon pillanatban midőn vízzel hozom össze, a vörös színű gáz eltűnik; ezen az úton haladhatok tovább újra és újra, hozzá adva e gázból mindaddig míg oda jutok, hogy a gáznak új mennyisége vörös színezést többé elő nem idéz. Mi lehet ennek az oka? Az első pillanatra beláthatjátok, hogy az, mivel az oxigénen kívül még valami van jelen a levegőben, a mi megmarad. Kissé több levegőt fogok az edénybe bocsátani s ha a vörös szín előáll, tudhatjátok, hogy e vörösre festő gázból még valami hátra maradt benne, s hogy ennek folytán nem e testnek hiánya okozta, hogy a levegőből valami megmaradt.

Már most könnyebben meg fogjátok érthetni, a mit mondani akarok. Láttátok, a midőn phosphort égettem el egy edényben, hogy az elégetés után a phosphor és az edény oxigénjéből képződött füst megsűrűdvén, a gáznak tetemes része fölhasználatlanul maradt meg, ugyanoly módon, mint a hogy e vörös gőz is érintetlenül hagyott hátra valamit, s valóban ugyanaz a gáz maradt ott is hátra, melyre a phosphor nem volt képes hatni, s melyre itt a vörösítő gáz sem birt hatást gyakorolni, — s ez a valami nem oxigén és mégis alkatrészét teszi a légköri levegőnek.

Ily módon találtunk egy utat, melyen a levegőt két alkotó részére bonthatjuk: oxigénre, mely gyertyáink, phosphorunk és egyéb anyagaink égését idézi elő; s arra a másik anyagra — *nitrogénre*, — mely azokat nem égeti el. A levegőnek ez a másik alkatrésze tetemesen nagyobb mennyiségben van benne, s vizsgálatakor nagyon furcsa egy testnek fogjuk találni. Nagyon

furcsa anyag ez, s talán azt fogjátok mondani, «furcsa lehet, de bizony nem érdekes». Némely tekintetben érdektelennek nevezhető ugyan, már azért is, mert a szép égést nem idézi elő. Ha viaszgyertyával érintem, a mint ezt az oxgyénnel és hydrogénnel tettem, nem gyúlad meg mint a hydrogén, és a viaszgyertya égését nem is segíti elő, mint az oxgyén tette. Akárhogy próbálom is, sem az egyiket sem a másikat nem teszi meg; nem akar meggyúladni, a viaszgyertyát pedig nem engedi tovább égni; minden égést kiolt. Nincs anyag, mely közönséges körülmények között benne égne, szaga nincs, íze sincs, vízben nem oldódik föl; nem sav, nem is alj, teljesen közönbös minden érzékünkre, annyira a mennyire csak valami közönbös lehet. Erre talán azt mondanátok: «Hisz ez semmi, nem méltó chemiai figyelemre, mit keres ez a levegőben?» Oh-hó! Hallgassuk csak meg, mi minden szépet tud róla a figyelő természetbúvár elmondani. Föltéve, hogy nitrogén helyett vagy nitrogén és oxgyén helyett légköri levegőnk tiszta oxgyénből állana, mi történnék így velünk? Jól tudjátok, hogy tiszta oxgyénnel megtöltött edényben a vasdarab teljesen elég. Gondoljátok már most egy vasrostélyt a kemence tüzeiben; képzeljétek el, hova lenne e vasrostély, ha az egész légkör oxgyénből állana? A vasrostély sokkal erősebben égne el mint a szén — mivel a rostély vasa még ékekenyebb a szénnél, a mit rajta égetünk. A lokomotivban elgyújtott tűz, ha a levegő tiszta oxgyénből állana, úgy égne, mint a kőszén-bányák vagy tárházak tüze. A nitrogén csökkenti hatását és alább szállítja s így ránk nézve hasznossá teszi, sőt ezen felől magával ragadja az égés közben képződött termékeket, melyeket a gyertyánál előállani tapasztaltatok; eloszlatja őket az egész légkörben s oly helyekre szállítja, a hol egy más, az emberre nézve szerfölött fontos folyamat lefolyására szükségesek, t. i. a növény-élet föntartására; és így egy bámulatos munkát végez, noha ti azt mondtátok: «mégis teljesen közönbös egy test ez». Ez a nitrogén közönséges körülmények között teljesen hatástalan elem, még a legerősebb villanyos áram sem képes reá sem-

miféle, legcsekélyebb fokú hatást sem gyakorolni. És semmi sem képes a nitrogént közvetlenül egyesíteni a légköri levegő másik alkatrészával vagy bármiféle más körülötte levő anyaggal. Teljesen közömbös, s ennél fogva biztos anyagnak nevezhető. De mielőtt eljutnánk erre az eredményre, szólanom kell előbb a légkörről. E táblázatba a légköri levegő száz részének összetételét irtam föl :

	Térfogat	Súly
Oxygén	20	22·3
Nitrogén	80	77·7
	100	100·0.

Ez a légkör valódi összetétele, a mennyiben az oxygént és nitrogént illeti. Az elemzés azt mutatja, hogy 5 liter levegő csak 1 liter oxygént és 4 liter nitrogént tartalmaz. Ez a légköri levegő összetétele. Ily nagy mennyiségű nitrogén szükséges az oxygén heves hatásának lecsökkentésére, hogy gyertyánkat kellően égesse és a levegőt olyanná tegye, hogy tüdők benne biztosan és egészségesen lélegezhessen, mert mindkettő, légzésünk épügy mint gyertyánknak vagy tüzelő szereinknek égése, a levegőben foglalt oxygénnek és nitrogénnek ezen helyes keverékétől függ.



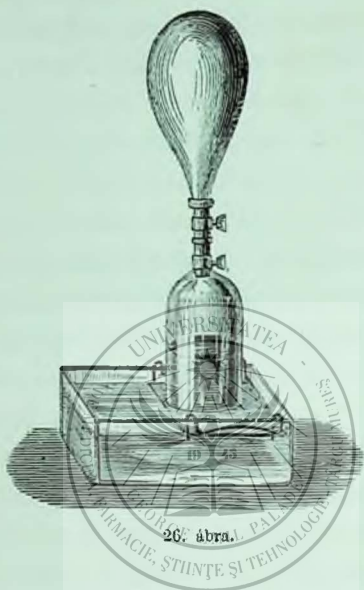
25. ábra.

De szóljuk most a légkörről. Mindenekelőtt hadd mondjam el mekkora súlyuak e gázok. Egy liter nitrogén $1\frac{26}{100}$ grammot nyom. Ez a nitrogen súlya. Az oxygén nehezebb: ebből egy liter $1\frac{44}{100}$ gramm súlyú. Egy liter levegő körülbelül $1\frac{30}{100}$ gramm.

Többször kérdeztétek már, — és én ennek valóban nagyon örültem — «Hogyan lehet a gázok súlyát megmérni?» Most megmutatom, igen egyszerű és könnyű dolog ez. Itt van egy mérleg s emitt

egy rézpalaczk, (25. ábra) ez oly vékonynak és könnyűnek van készítve, a mennyire csak lehetséges, de mégis úgy, hogy egészen szilárd és légáthatlan legyen, a mint ez esztergályozással egész csinosan megtehető. Az edénynek csapja van, melylyel könnyen lehet bezárni vagy kinyitni; most épen nyitva van, ennél fogva tehát az egész palaczk léggel van telve. Ime már most itt van egy csinosan elkészített finom mérlegem, s azt hiszem a palaczk a jelen körülmények között a mérleg másik csészéjére rakott súlyok által épen egyensúlyban fog tartatni. Itt van egy légszivattyú; ezzel benyomhatunk a palaczkba levegőt és pedig többszörösen fogjuk a szivattyúba egyszerre elférő levegőt beszorítani. (Húsz ily térfogatnyi levegő nyomatik bele.) Ezt be fogjuk most zárni s reáteszszük a mérlegre. Látjátok mennyire lenyomja! sokkal nagyobb a súlya mint volt előbb. De miért? A levegő következtében, melyet a szivattyúval bele erőszakoltunk. A levegő csak olyan *térfogatú* most mint előbb, de *súlyosabb* levegő van benne, mivel levegőt erőszakoltunk bele. Hogy már most egész pontosan megtudjátok, mekkora súlya van a levegőnek, e czélra itt egy vízzel telt palaczkom van. E rézedényt e palaczkkal fogjuk összekötni (26. ábra) s így a levegőt előbbi alakjába hagyjuk visszatérni. Mindenekelőtt tehát egymásra fogom őket csavarni s kinyitom a csapokat, a midőn is, mint látjátok, a húsz szivattyú-nyomással megsűrített levegő a rézedényből a palaczkba egész háborítlanul átömlik, s így eredeti térfogatát ismét fölveheti. S hogy arról a mit tettünk még nagyobb biztosságot szerezzünk magunknak, hogy helyesen tettük, a rézpalaczkot ismét rá fogjuk tenni a mérlegre s ha az eredetileg használt súly megint egyensúlyban tartja, egészen nyugodtak lehetünk, kísérletünket szabatosan végeztük. A mérleg egyensúlyban van, e szerint meghatározhatjuk a légmennyiség súlyát, melyet kívülről bele szorítottunk az edénybe; ebből pedig meggyőződhetünk, hogy egy liter levegő csakugyan $1\frac{3}{10}$ grammot nyom. De ez a kisebb fajta számadat magában véve nem tüntetné fel előttetek a dolog szó szerinti jelentését. Csodálatos, hogy mennyivel szembe-

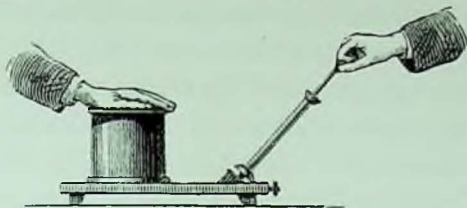
tűnőbbé válik, ha nagyobb térfogatokat veszünk. E térfogat levegő (1 liter) $1\frac{3}{10}$ grammot nyom. Mit gondoltok, mennyi van abban a szekrényben ott, melyet épen e célra csináltattam? A benne foglalt levegő egy fontot nyom — egy teljes fontot;



s kiszámítottam az ezen szobabeli levegő súlyát is — nem igen fogjátok elhinni, de 20 mázsánál még valamivel többet nyom. Ily roppant mértékben növekednek a súlyok s ily nagy jelentőségű a légköri levegő s a benne levő oxygen és nitrogén jelenléte. Ebből ismét következtetést vonhatunk a rendkívüli haszonra, mely belőle reánk háramlík, minthogy a benne levő különböző anyagokat egy helyről a másokra szállítja s az ártalmas párákat oly helyekre viszi magával, a hol hasznosak, a helyett hogy ártóanának.

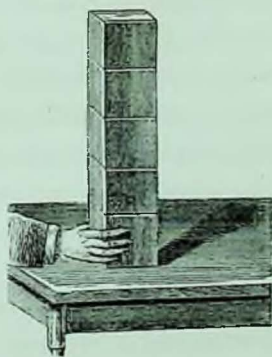
Miután e kis experimentumot bemutattam, mindjárt némely következtetéseket vonhatunk belőle. Ezekre szükségünk lesz, mivel nélkülök sokat nem lennétek később képesek megérteni. Emlékeztek talán egy ehhez hasonló kísérletre? vagy talán még soha sem észleltetek ehhez hasonlót? Föltéve, hogy egy hasonló

szerkezetű légszivattyút veszek elő, mint a minővel az imént levegőt nyomtam be e palaczkba s föltéve, hogy akként fogom alkalmazni, hogy kellő előkészületek után kezemmel a nyílását be-



27. ábra.

földhetem: kezemet a levegőben oly könnyen mozgathatom, hogy alig érzek valami ellenállást, s igen nagy gyorsasággal kell kezemet mozgatnom, hogy a levegőnek némi ellentállását vegyem észre. Ha azonban kezemet ide teszem (a légszivattyú borítójára, mely alól azután a levegőt kiszivattyúzták) észrevehetitek, mi történik. Hogy oda szorult a kezem egyszerre e helyre! s miért húzhatom el az egész szivattyút vele együtt? És lássátok, hogyan van az, hogy alig bírom kezemet innén elvenni? mi az oka ennek? Oka a levegő súlya — a fölötte levő levegő súlya. Itt van egy más kísérletem, azt hiszem még jobban föl fog titeket világosítani. Ha a levegőt e hólyaggal bevont és reá erősített üvegedény alól kiszivattyúzzuk, a hatást más alakban fogjátok észrevenni. Most a hólyag egész simára van rajta kifeszítve, a mint azonban egy kissé járatom a szivattyút, nézzétek csak, hogy behajlik, mennyire befelé van már nyomatva. Látjátok, hogy a hólyag mind inkább és inkább behúzdik, mindaddig míg végre a reá nehezedő légnyomása következtében alkalmasint szétreped és darabokra szakad (a hólyag végre erős durranással beszakad). Ime, ezt tisztán és egyedül a reá nehezedő levegő tette, s ez a folyamat könnyen megérthető. A levegőben egymás fölött levő



28. ábra.

rétegeket úgy képzelhetjük magunknak, mint ezeket az egymásfölé rakott koczkákat. (28. ábra.) Látjátok, hogy öt koczka közül négy a legalsón nyugszik, s ha ezt elveszem, a többinek le kell süllyedni. Ugyan így van ez a légköri levegővel is : a fölül levő levegőt az alul levő hordja s ha az alsó részről a levegőt szivattyúzás által eltávolítjuk, ugyanazon hatásnak kell beállani, mint a minőt kezemenek a légszivattyúra bilincselésekor és a minőt a hólyaggal láttatok, vagy a minőt még jobban itten fogtok látni. Erre az edényre itt egy kaucsukhárttyát feszítettem s már most a levegőt el fogom az edény belsejéből távolítani ; s ha a kaucsuklemez, mely a külső és az edény belsejében levő levegő között válaszfalként szerepel, jól figyelemmel kíséritek, látni fogjátok, hogy a szivattyúzaskor mennyire benyomódik. Ime, mennyire benyomult már, úgy hogy az öklömet betehetem már az edénybe ; s ez az eredményt egyes egyedül a külső levegő roppant nagy és erős nyomása idézte elő. Mily pompásan elárulja itt magát ez a különös jelenség !

Itt van valami, a min erőteket mai előadásom után megkísérthetitek. Két üres sárgaréz-féltekéből áll, melyek egymásra pontosan ráillenek ; kapcsolatban vannak egy csapos csővel, melyen át a belsejéből a levegőt eltávolíthatjuk ; és ámbár most a két félteke oly könnyen elválasztható egymástól, mivel levegő van bennök, meg fogjátok látni, hogy ha lassanként kiszívjuk belőle, nem lesz bármelyik kettőtöknek annyi ereje, hogy képes lenne őket egymástól elválasztani. A zárt és kiszivattyúzott teke felületének minden négyszög centiméternyi részére körülbelül 1 kilogramm súly nehezedik, s erőteket mindjárt próbára tehetitek, vajjon le bírjátok-e győzni a levegő nyomását.

Itt egy más, igen csinos készülékem van, egy szívó — gyermekek számára, csak hogy a természettudós kissé finomított rajta. Ifjak, mint mi vagyunk, teljes joggal nyulhatunk a játékszerekhez s őket vizsgálatunk tárgyává tehetjük, ép úgy mint megfordítva mai napság néha a tudománynyal üznek játékot. Itt van tehát a szívó, csak hogy ez kaucsukból készült, ha az asztal lap-

jára borítom, láthatjátok, rajta marad. Miért marad ott? Ideoda rángathatom, de ha föl akarom emelni, úgy látszik, mintha az asztalt magával akarná ragadni. Egész könnyen húzhatom egy helyről a másikra, és csak ha az asztal élére húzom, emelhetem föl. Ez is csupán a levegőnek nyomása következtében tartatik vissza. Itt van egy pár belöle; s ha e kettőt egymásra nyomjátok, látni fogjátok, mily erősen összetartanak. S valóban használhatók is arra a célra, a melyre ajánlottak, t. i. az ablakokon és síma falakon való megerősítésre a hol akár az egész napon át megmaradnak s így rájuk tetszésszerűen kis tárgyakat lehet akasztani. Úgy vélem azonban, hogy ti mint gyermekek leginkább oly kísérleteket szerettek látni, melyeket otthon magatok is képesek vagytok megcsinálni; erre vonatkozólag van itt igen csinos kísérlet a levegő nyomásának kimutatására. Itt van egy pohár víz. Ha már most azt a kérdést intézném hozzátok, vajjon tudnátok-e e poharat úgy fölfordítani, hogy a víz ki ne folyjon belöle, de a pohár nyílását kezetekkel ne tartsátok be, hanem egyedül a levegő nyomása által tartassék benne. Képesek volnátok-e ezt megcsinálni? Vegyetek egy egészen vagy csak félig vízzel telt boros poharat, tegyetek reá egy lap síma papirost, azután fordítsátok föl, figyeljétek meg mi történik a papirossal és vízzel. A levegő nem melhet a pohárba, mivel a víz hajcsövességi vonzása következtében a papirost a pohár szélén erősen tartja.

Azt hiszem e tények kellő felvilágosítást adnak nektek a levegő anyagi mivoltát illetőleg; s ha azt mondom, hogy abból e szekrény itt egy fontot s e szoba 20 mázsánál többet tartalmaz, be fogjátok látni, hogy a levegő csakugyan nyomatékos egy test. Be akarok mutatni még egy más kísérletet, hogy meggyőződjetek a levegő tényleges ellenállásáról. Ez t. i. az a szép kísérlet a toll-puskával; a mint tudjátok, ez nagyon szépen és könnyen készíthető tollszárból, csőből vagy más efféle eszközből, melyhez pl. egy darabka burgonyát vagy almát veszünk s a csővel egy kis részletet kiszúrunk, mint a hogy azt most teszem s az egyik végére toljuk. Így a cső egyik végét légzáróvá tettem; most még

egy darabkát szúrok ki s a másik végen belenyomom. Ily módon a csőben levő levegőt teljesen bezártuk s bármekkora erőt alkalmazunk is, teljesen lehetetlen az egyik darabot a másikig betolnom. Ezt lehetetlen megtenni. Egy bizonyos fokig összenyomhatom a levegőt, de jóval előbb mint a másik darabot elérte, a sűrített levegő puskapor módjára fogja kilökni; a puskapor csakugyan egy részt ugyan e hatástól is függ, melyet e példában láttok.

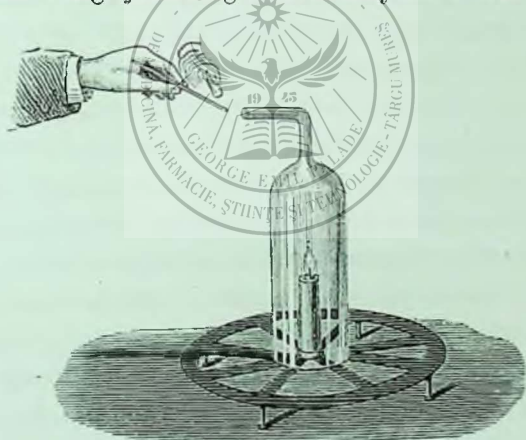
E napokban egy kísérletet láttam, mely annyira megtetszett, hogy föltettem magamban a mi célunkra is hasznát venni. Négy-öt perczig nem kellett volna beszélnem, mielőtt e kísérlethez hozzá fognék, mert a kísérlet sikere tudomtól függ. E tojást a levegőnek ügyes felhasználásával, lehelletem erejénél fogva, képes vagyok egyik csészéből a másikba hajtani; ha nem sikerül, ez csak rajtam múlik; nem ígértem a kísérlet sikerét, mert sokkal többet beszéltem máris, mint a mennyit e kísérlet biztos sikerülte megengedne.

(Az előadó hozzáfog a kísérlethez, s a tojást egyik csészéből a másikba bírja fújni.) Láttátok, hogy a levegő, melyet ráfújtam, a tojás és a csésze között lefelé haladva, légáramot idézett elő a tojás alatt, mely képes egy nehéz testet is megmozdítani — mert a teli tojás nehéz test arra, hogy a levegő mozgásba hozza. Ha e kísérletet véghez akarjátok vinni, ajánlatos előbb a tojást egészen keményre megfőzni, így aztán némi elővigyázattal igen könnyen fújhatjátok az egyik csészéből a másikba.

Azt hiszem eleget időztünk már a levegő e tulajdonságánál, de még van itt egy más említésre méltó dolog is. Láttátok, hogyan lehetett a toll-puskában a második burgonya-darabot egy fél, sőt kétharmad hüvelyknyire benyomnom, a mielőtt az első darab kilöketett volna; ez a levegő rugalmasságánál fogva történt, épen úgy, mint a hogy a rézedénybe szivattyú segítségével a levegőt benyomtam. Ez a levegőnek egy csodálatos sajátságától, nevezetesen a rugalmasságtól függ, és szeretném ha azt előttetek szépen megmagyaráznom sikerülne. Ha valamit előveszek, a mi a levegőt teljesen elzárja, mint ez a hártya, a mely egyszersmind

összehúzódhatik és ki is terjedhet, mi által a levegő rugékonyságának fokát is megmutatja, s ha így ebbe a hólyagba bizonyos mennyiségű levegőt bezárok s annak külső felületéről a légkört eltávolítom, látni fogjátok, hogyan terjed ki mindig jobban és jobban, mindaddig, a míg teljesen meg nem tölti e harang üregét. Ez világosan mutatja a levegőnek eme csodálatos sajátságait: rugalmasságát, nagy fokú összenyomhatóságát és terjedékenységet, a mi valóban igen fontos és lényeges a természet háztartásában vitt szerepére.

Tárgyunknak egy más, szintén igen fontos részére térünk át. Visszaemlékezve arra, hogy a gyertyát égésében megvizsgáltuk s azt találtuk, hogy különféle termékeket hozott létre, láttuk a kormot, vizet és más egyebet, a mit még nem vizsgáltunk meg. Összegyűjtöttük a vizet, de a többi termékeket a levegőbe hagytuk szállani. Vizsgáljunk meg most némelyeket e termékek közül.



29. ábra.

A következő kísérlet, úgy gondolom, meg fogja nektek könnyíteni e dolgot. Gyertyánkat ide fogjuk helyezni s kéményt teszünk fölébe. Azt hiszem a gyertya szabadon fog égni, mint-hogy a levegő szabadon járhat a csúcsra és az alján. Először is a nedvességet látjátok megjelenni, a melyet már ismertek. Ez víz, melyet a gyertya termelt, a levegőnek az ő hidrogénjére

gyakorolt hatása folytán. (29. ábra.) De ezen kívül valami elszállt a tetején; nem nedvesség, nem víz, nem sűrítethető meg és igen különös tulajdonságai vannak. Tapasztalni fogjuk, hogy a kémény tetején kiáramló lég képes a fölibe tartott égő gyertyát kioltani, és ha az égő szálat oda tartom, csakugyan eloltja. Azt fogjátok mondani, úgy történt a mint történnie kellett; és azt hiszem, ti azt gondoljátok, az onnan van, hogy a nitrogén nem táplálja az égést és így ki kellett aludni az égő szálnak, mert a gyertya nem éghet nitrogénben. De nincs-e ott egyéb valami, csak nitrogén? Itt előre kell valamit bocsátanom — azaz saját ismereteimből kell előlegeznem, hogy az ily dolgokról megbizonyosodhassatok és efféle gázokat megvizsgálhassatok. Egy üres palaczkot veszek — itt van egy — s a kémény fölébe helyezem, az alatta levő gyertya égési terményeit a palaczkba gyűjtöm, és azt fogjuk azonnal találni, hogy ez a palaczk nemcsak olyan levegőt fog tartalmazni, mely a belemártott viaszgyertya égésére nem alkalmas, hanem más egyéb tulajdonságú is.

Előveszek egy kis oltatlan meszet s közönséges vizet öntök rá; megkeverem és tölcserbe illesztett szűrőpapírra töltöm, nem sokára egészen tiszta víz gyűl össze az üvegben, mely felett a tölcser áll. Van még az efféle mészvízből bőségesen egy másik üvegben is; ezt is vehetném ugyan, de tudjátok, hogy jobb szertem vizsgálódásainkban csak azokat a dolgokat használni, mik szemetek láttára készültek. Ha e szép tiszta, meszes vízből egy keveset töltök abba a pohárba, melyben a gyertyakéményéből származott léget felfogtam, azonnal változást fogtok észre venni. Látjátok-e, hogy a víz egészen tejessé vált? És most nézzétek, mi történik, ha közönséges levegőt használok. Ime ez üvegben csak közönséges levegő van, és ámbár a mészvízből töltöttem bele, sem az oxygen s sem a nitrogén, melyek a levegőben tartalmaztatnak, nem okoznak benne változást. A víz egészen tiszta marad, bár meddig is rázzam a levegővel; de mihelyt az üveget, melyben a mészvíz van, úgy tartom, hogy ez a gyertyából fejlődő léggel érintkezésbe jöhet, rövid idő alatt megtejesedik. S az,

a mi a vízben a tejszint előhozta, nem egyéb mint oltatlan mész, melyet a mésvíz készítésére használtunk, vegyítve egy bizonyos valamivel, mi a gyertyából származott, azaz a gyertyának ama szüleményével, melyet épen kutatni akarunk, s melyről ma szándékozom szólni. Ez oly anyag, melyet mindig csak a mésvízre gyakorolt hatásából ismerünk, a minő hatást sem az oxigén, sem a nitrogén a mésvízre, sem amaz ismeretlen valami a közönséges vízre nem gyakorol: ez az anyag itt csak a gyertya terménye lehet. Ha a vizet zavaró testet leülepedni engedjük, azt találjuk, hogy a fehér üledék krétához hasonlít, s ha közelebbről megvizsgáljuk, meg is győződünk arról, hogy az csakugyan nem egyéb mint kréta. Ily módon ha kísérleteink egyes körülményeit figyelemmel átgondoljuk, a gyertya égésének tanulmányozása közben egész váratlanul a kréta képződésére bukkanunk rá s azt találjuk, hogy az a valami, mi a gyertyából ennek elégeése alatt kibontakozik, tökéletesen azonos azzal az anyaggal, mely egy retortából kifejlik, ha abban egy kis nedves meszet izzásig hevítünk.

De van czélszerűbb módunk is ezt az anyagot nagyobb mennyiségben előállítani, ha tulajdonságait tanulmányozni akarjuk. Nagy bőségben találjuk e testet ott, a hol legkevésbé sem vártuk volna. Valamennyi mészkő tartalmazza e gázt, melyről tudjuk, hogy az égő gyertyából kifejlik, s melynek *szénsav* a neve. A krétának, kagylóknak és koralloknak egyik alkatrészét teszi ez a különös légnem. Dr. BLACK «Aër fixus»-nak nevezte el, mert e testekben gáz-természetét elvesztette és a szilárd testekét öltötte magára. Márványból igen könnyen tudjuk előállítani. Ime itt van egy pohár, melybe egy kis sósavat töltök, s itt van egy égő gyertya darab, melyet a pohárba teszek. A mint látjátok, a gyertya tovább ég, jeleül annak, hogy a poharat eltöltő lég nem más mint közönséges levegő. Itt van végre egy darab szép, tiszta márvány, ⁽¹⁷⁾ s a mint azt a pohárban lévő sósavba dobom, azonnal nagy forrás támad. De az nem gőz, a mi itt kibontakozik, hanem gázféle test; s azonnal észreveszitek, hogy e gáz ugyan azt a

hatást gyakorolja a lángra, mint az a bizonyos lég, mely az égő gyertya feletti kéményből kijött: azonnal eloltja. A hatás ugyanaz, és a gáz, mely azt gyakorolta, szinte ugyanaz, mely a gyertya elégesénél kifejlődött. Ily módon nagy mennyiségben állíthatjuk elő a szénsavat: edényünk már telve van vele.

De nemcsak a márvány tartalmazza e gázt. Ebbe az edénybe egy darab csiszoló krétát teszünk, azaz közönséges krétaport, melyből ülepítés által a durvább részecskéket eltávolították. Vízrel felkeverem és erős kénsavat töltök reá. Ez az a sav, melyet használatra ajánlok, ha e kísérletet ismételni akarjátok; csak-hogy ha e savat mészkőfélével használjatok, vízben oldhatatlan test marad meg, míg ellenkezőleg a sósav után egy oldható test támad, mely a folyadékot nem homályosítja el oly nagy mértékben. A folyamat ugyanaz marad s ha most e nagy kupában csiszoló krétából fejlesztem ki a szénsavat, természete és tulajdonságai nem mások, mint a melyekkel az a gáz is bírt, mely a gyertya égéséből a levegőben keletkezett. Nem tesz semmit, hogy az előállítás módora különböző: a kísérlet folyamában át fogjátok látni, hogy egyre megy, akár így akár amúgy állítjuk azt elő.

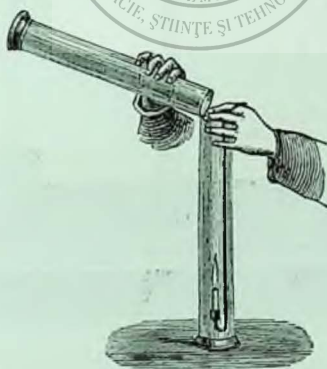
Menjünk most át e gázt illetőleg egyéb kísérletekre, hogy természetét jól kipuhatholhassuk. Ezen edény tele van szénsavval; nézzük meg, mint azt már több másféle gázzal tettük, miképen viseli magát, ha el akarjuk égetni. Látjátok, hogy sem maga nem tud égni, se nem engedi, hogy más testek égjenek benne. A víz sem nyeli el tetemesebb mennyiségben, mert minden nehézség nélkül összegyűjtöttük víz felett. Azon kívül tudjátok, hogy tejessé teszi a mészvízet, azaz hogy vegyül a vízben tartalmazott mésszel s így a szénsavas méssznek vagyis a krétának vagy mésszkőnek egyik alkotórészévé válik.

De a víz mégis jó nagy mennyiséget tud belőle elnyelni, nagyobbat mint az oxigén- vagy nitrogénből. Van itt egy készülékem, melynek segédelmével ezt az elnyeletést megtétethetjük. A készülék alsó részében márvány és sav van, felső részében

hideg víz. A szelentyük úgy vannak elrendezve, hogy a kifejlő gáz az alsó részből a felsőbe eljuthat; a készülék az egész éjen át már működésben volt, s ha most újra működésbe hozom, meglátjátok, miképen törnek a gáz buborékai a vízen keresztül. Ily módon egy részét a gáznak a víz elnyeli. Ha most a vízből egy keveset lecsapok és megkóstolom, úgy találom, hogy íze savanyós; a víz szénsavval van telítve. Nehány cseppet töltök belőle mészvízbe, azonnal megtejesedik, jelül hogy szénsavval van dolgunk.

Egy másik tulajdonsága az, hogy igen súlyos, sokkal súlyosabb mint a körlég. A következő táblázatban kitettem a szénsav súlyát, egybehasonlítva azon gázok súlyával, melyekkel már előbb megismerkedtünk. Nyom t. i.

	Egy liter
Hydrogéból	90
Oxygéból	1440
Nitrogéból	1260
Levegőből	1293
Szénsavból	1971 milligrammot.

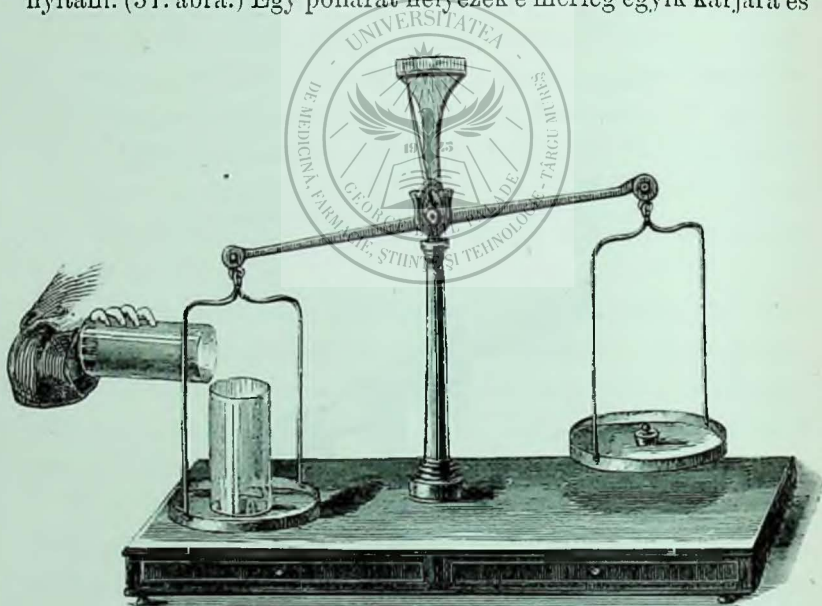


30. Ábra.

A szénsav tehát több mint másfélszerre nehezebb a közönséges levegőnél. Nagyobb súlyosságáról sokféleképen meggyőződhetünk. Ime e pohárban (30. ábra) közönséges levegő van; megkísértem

most a szénsavat tartalmazó edényből valamit beletölteni, mintha víz volna benne; a külszínből nem fogom megismerni, átömlött-e valami vagy sem. De a gyertyával megtehetem a próbát. (Bemártja az égő gyertyát a pohár fenekére.) Ime látjátok, hogy a szénsav átfolyt, gyertyánk elaludt. S ha a pohár fenekén levő gázt mésvízzel vizsgálom meg, ez megtejesedik. Leeresztem e kis vödröcskét szénsav-kútunkba — s valóban gyakran fordulnak elő igazi szénsav-kútak, — s ha van benne szénsav, ezen mélységben már rá kellett akadnom s vödröcskénknek meg kellett vele telni. Megvizsgálom égő gyertyával, s meggyőződöm, hogy csakugyan meg is telt szénsavval.

Más kísérlettel fogom most a szénsav nagyobb súlyát bebizonyítani. (31. ábra.) Egy poharat helyezek e mérleg egyik karjára és



31. ábra.

a mérleg másik csészéjébe rakott súlyokkal egyensúlyoztatom. Amint most szénsavat töltök az eddig levegővel telt pohárba, ennek súlya növekszik és a pohár leszáll. Megvizsgálom a pohárban lévő léget gyertyával, és ennek elalvásából meggyőződöm, hogy

a pohár szénsavval telt meg; minthogy az égést már nem képes fentartani. Fúvok most egy szappanbuborékot, mely természetesen közönséges levegővel van meg telve. Lebocsátom e pohárba és ime a szénsavon úszik. Előveszem most egyikét ezen levegővel telt kis gömböcskének, megpróbálom vele, mily mélységben kezdődik a szénsavtartalom a pohárban. Ott akadok a szénsav színére, hol a gömb úszni kezd; ha most több szénsavat ereszték a pohárba, színe emelkedik és vele az úszó gömb is; ime már tele van a pohár szénsavval és kiömlik, a buborék lefordul róla. Annak oka pedig, hogy a levegővel telt szappanbuborék vagy hólyag a gáz színén úszik, nem más mint a szénsav nagyobb súlya.

Már most ismeritek a szénsav történetét, miként ered a gyertyából; ismeritek természettani tulajdonságait és súlyát; következő összejövételünkkel megmutatom miből áll és honnan veszi alkatrészeit?



VI. ELŐADÁS.

SZÉN ÉS KÖSZÉN, VILÁGÍTÓGÁZ, LÉLEGZÉS ÉS ANNAK HASON-
LATOSSÁGA A GYERTYA ÉGÉSÉHEZ, BEFEJEZÉS.

Egy hölgy, ki a jelen előadásokban résztvételével megtisztelt, még további hálára is késztetett, e japáni gyertyákat küldvén hozzám. Ezekről azt hiszem, hogy abból az anyagból készültek, melyet már egy előbbi előadásban megemlítettem. Látjátok hogy dúsabban vannak felezifrázva mint a francia gyertyák, és külszínükről itélve, fényüzési gyertyáknak kell őket tartani. Egy különös sajátságnál fogva tűnnek ki: üres béllel bírnak t. i., oly béllel, melyet ARGAND hozott be a lámpáknál, a mi által ez utóbbiak valódi hasznavehetőségre tettek szert. Azok hasznára, kik efféle ajándékot kapnak keletről, meg akarom említeni, hogy ezen és a hozzá hasonló anyagok időjárással bizonyos változást szenvednek, mely felületüknek silány kinézést ad; de eredeti szépségüket könnyen lehet ismét helyrehozni, megdörzsölván őket egy tiszta vászon vagy selyem zsebkendővel, mi által azon kis egyenetlenségek, melyek felületüket elborítják, lesuroltatnak, úgy, hogy a színek szépsége ismét helyreáll. Ily módon csiszoltam e gyertyák egyikét, s látjátok a különbséget e közt és a le nem súrolt gyertya közt; az utóbbit egyéb aránt ugyane módon lehet helyreállítani. Jegyezzétek meg azonfelül azt is, hogy e japáni gyertyák sokkal kúpalakúabbak, mint akármelyik a mi vidékünkön öntött gyertya.

Utolsó együttlétünkön meglehetősen bőven tárgyaltam a szén-savat. Azt találtuk, hogy ha a gyertya vagy lámpa lángjából eredő gőzt üvegben felfogjuk és mésvízzel megvizsgáljuk, ez

utóbbiban (melynek tulajdonságait megmagyaráztam úgy, hogy azt magatok is el tudjátok készíteni) ama tejforma, fehér átlátszatlan test keletkezik, mely nem egyéb mint az a meszes anyag, melyből a kagylók és korallok állanak, és mely sok szikla és ásványnak teszi alkatrészét. De mindamellett a szénsavnak, a mint az a gyertya lángjából ered, történetét eléggé tűzetesen és világosan még nem mondtam el. E tárgyra most vissza kell térnem. Láttuk, hogy e gáz a gyertyából keletkezik, és kutattuk is annak tulajdonságait; de valamint a víz alkatrészeit nyomoztuk, úgy szintén szükséges, hogy a szénsavéit is kitaláljuk, és megtudjuk, miképen szállítja azokat a gyertya anyaga. E czélt egy pár kísérlettel elérhetjük. Tudjátok, hogy a rosszul égő gyertya koromot terjeszt; ha ellenben jól ég, koromnak nyoma sem mutatkozik. Azt is tudjátok már, hogy a gyertyaláng fényét a koromnak köszöni, mely izzó állapotban lebeg benne. Bebizonyíthatjuk ezt a következő kísérlettel: mindaddig, míg a korom a lángban marad és benne izzik, a gyertya szépen világít és semmi fekete részecskéket ki nem választ. Most oly anyagot gyujtok meg, mely nem ég tisztán; ilyen a terpentín-olaj, ha azt szivacsdarabra öntöm. Látjátok, miképen bontakozik ki a kormos füst és nagy gomolyokban terjeszkedik a légkörbe, és most jegyezzétek meg, hogy ebből a koromból, ebből a szénből támad a szénsav, a mint azt a gyertyából kapjuk. Hogy ezt bebizonyítsam, a szivacson égő terpentín-olajat oly üvegbe teszem, mely bőségesen tartalmaz oxygént, a körlég azon alkatrészét, mely az égést táplálja; s ime látjátok, hogy a korom mind eltűnt. Ez kísérletünk első része: ime a második. A szén, melyet a terpentín-olaj lángjából oly sűrűen láttatok füstalakjában a levegőbe emelkedni, az oxygénben teljesen elégett és ezen bár durva és felületes kísérletből ugyanarra a következtetésre és eredményre jutunk, a melyre már a gyertya égéséből jutottunk. Ezt a kísérletet csak azért rendeztem el e módon, hogy léptenként követhessétek a bebizonyítás fokait, úgy hogy lehetetlen legyen okoskodásom fonalát egy pillanatig is szem elől veszíteni, ha figyelemmel kíséritek. Az egész szén,

mely az oxygenben vagy a körlégben elégett, szénsavvá válik, míg azok a részek, melyek nem égtek el, a szénsav másik alkotó részét mutatják, t. i. a szenet, azaz azt a testet, mely a lángot fénylővé tette, midőn elégséges oxygen állott rendelkezésére, de mely a lángból kivált, ha elégetésére az oxygen hiányzott.

De még tüzetesebben akarom megmutatni nektek, miképen egyesülnek szén és oxygen egymással szénsavvá; s most már jobban meg is fogjátok azt érteni. Ez az edény itt oxygennel van telve, s itt van egy kis szénpor, melyet e tégelyben izzásig hevítettem. Hogy ez valóban szén (porrá tört faszén), azt abból láthatjátok, miként ég el, ha a tégely tartalmából valamit a szabad levegőbe hintek. Most oxygenben fogom ezt a szenet elégetni, s meglátjátok majd a különbséget. Távolról úgy látszik, mintha lánggal égne; de ez nem így van. A faszén mindegyik részecskéje szikránként ég el, és így égven képezi a szénsavat.

Ezzel a kísérlettel leginkább csak azt szándékoztam megmutatni, hogy a szén nem ég lánggal. Most a szénpor helyett egy nagyobb faszéndarabot veszek elő, s hogy azt meggyujthassam, egy gyújtószálat illesztettem hozzá. Itt is észrevehető, hogy a faszén nem ég lánggal, s ha ez esetben mégis egy csekély kis láng mutatkozik, annak oka az, hogy felületén egy kevés szén-oxyd képződött, mely kékes lánggal ég. Most fokonként terjed az égés, s a terméke szénsav, mely t. i. a szén (s a faszén sem más mint szén) és az oxygen egyesülése következtében támad. — Most másfajú faszénből veszek egy darabot, t. i. olyanból, mely fakéregből égettetett, s melynek az a sajátsága, hogy a hőség következtében az égés alatt apró darabkákra szétbomlik, és mindegyike ezen részecskéknek parázsként ég; számtalan égő pontot, de sehol lángot nem lehet látni. Alig lehet szebb kísérlettel bizonyítani, hogy a szén szikránként ég.

Itt tehát szénsav képződött elemi alkatrészeiből. Ha meszes vízzel megteszszük a próbát, látni fogjuk, hogy ugyanazon testtel van dolgunk, melyről már multkor szó volt. Ha hat súlyrész szenet (mindegy akár veszszük azt a gyertya lángjából, akár pedig

porrá tört faszénből) tizenhat súlyrész oxygénnel egyesítünk, huszonkét rész szénsavat kapunk, s ezen huszonkét súlyrész szénsav huszonnyolcz súlyrész égetett mészszel egyesítve, ötven rész szénsavas meszet vagy közönséges mészkövet képez. Ha egy osztriga-kagylót elemeznének, s egyes alkatrészeit megmérnék, azt találhatók, hogy annak ötven-ötven súlyrészében hat rész szén és tizenhat rész oxygen van egyesülve huszonnyolcz rész mészszel. De nem akarlak benneteket ez apró részletek felsorolásával untatni, nincs is időnk többre mint tárgyunk általános philosophiájának fejtegetésére. Nézzétek, mily szépen fog a széndarab tömege, miképen oszlik szét láthatatlanul a levegőben (a faszéndarabra mutatva, mely az oxygénés palaczkban csendesen ég) s ha egészen tiszta szent gyújtottunk volna meg, a minőt elő is lehet állítani, úgy végtére semmi sem maradna belőle hátra; a tökéletesen tiszta szén hamut nem hagy. A szén mint szilárd test ég el, melynek állományát a hőség maga nem tudja megmásítani, s mégis oly gázzá válik, melyet rendesen sem folyós, sem szilárd testté nem lehet átváltoztatni; s a mi a legkülönösebb, az a tér, melyet a szénnel egyesült oxygen az egyesülés után elfoglal, csakis akkora mint a milyen az oxygené az egyesülés előtt volt: más változás nem állott be, mint az, hogy az oxygen helyett most szénsav tölti be az edényt.

S hogy a szénsav természetével teljesen megismerkedjétek, szükséges, hogy még egy kísérletet tegyek. Miután e gáz összetett test, mely szénből és oxygenből áll, kell hogy azt alkatrészeire ismét szét is tudjuk bontani. Valamint ezt a vízzel megtettük, így tehetjük a szénsavval is; el tudjuk választani alkatrészeit egymástól; még pedig legegyszerűbben tehetjük azt oly módon, hogy valamely testtel hatunk rá, mely belőle az oxygént kiveszi, mialatt a szén hátra marad. Még nem felejtettétek el, hogy midőn káliumot vízre vagy jégre tettem, az a hydrogéntől elragadta az oxygént. Ehhez hasonlót tegyünk a szénsavval is. De most ne próbáljuk meg előzetesen a meszes vízzel, hogy csakugyan szénsavval van-e dolgunk; mert e próba későbbi kísérletünket meg-

zavarná. Inkább vizsgáljuk meg súlyáról vagy valamely égő testtel; ez elégséges, hogy a szénsav jelenlétéről meggyőződhesünk; mert tudjátok, hogy a szénsav nehezebb mint a körlég, s hogy égő testek benne elalszanak. Lánggal égő testet ereszték belé és ime a láng elalszik. Látjátok, hogy még az égő phosphort is eloltja, ámbár ez igen élénk lánggal ég; csak hogy a phosphor újra kigyulad, mihelyt a levegőre ismét kihozzuk. Most hadd vegyek egy darab káliumot, mely még a közönséges hőmérséklet alatt is képes a szénsavat szétbontani; de ennek hatása a felforgó esetben nem teljes, mert felülete nem sokára védő réteggel vonódik be, mely a szénsavat nem engedi hozzáférni. Ha ellenben a káliumot addig hevítjük, míg a légből égni kezd, a mint azt a phosphorral is tettük, a szénsavban tovább fog égni, még pedig azért, mivel a kálium a szénsavban tartalmazott oxygént magához ragadja. És ha a szénsav valóban szénből és oxygénből van összetéve; akkor ez esetben a szénsavban tartalmazott szén szükségképen ki lesz választva. Most hát legelőbb is meg fogom a káliumot hevíteni (e folyamatnál nem ritkán megesik, hogy a kálium szétreped) és beleteszem ezen görbenyelű kis kanál segítségével a szénsavba; látjátok, hogy tovább ég; lassabban ugyan mint az oxygénben, mert a szénsavban az oxygén meg van kötve; de mégis csak ég és elveszi a szénsavból az oxygént. Ha most a kis kanalat a rajta fekvő elégett káliummal együtt vízbe teszem, a keletkezett káliumoxyd (mely egyébiránt e pillanatban nem érdekel bennünket) a vízben feloldódik, és bizonyos mennyiségű szén finom korom alakjában hátramarad. Ezen kísérletünk csak igen durva; de higgyétek el, hogy ha több gondot s öt percz helyett egy egész napot tudtam volna reá fordítani, akkor az elégett faszén egész súlyát lehetett volna a kanálon megtalálni, úgy hogy az eredmény helyessége iránt legkisebb kétség sem támadhatna. De mind a mellett most is látjátok a szenet, a mint azt a szénsavból fekete por alakjában visszanyertük, s így minden kétségen felül be van bizonyítva, hogy e sav szénből és oxygénből áll. S most már el fogjátok hinni, hogy akármikor is

égetjük el a szenet rendes körülmények közt, azaz bőséges oxigén jelenlétében, mindannyiszor szénsav az eredménye.

Ha egy darab fát meszes vízbe tesztek, bármennyig is rázzam azt benne, a víz tiszta marad. De most meggyújtom a fát; azt tudjátok már, hogy ekkor vízgőz támad; de támad-e szénsav is? majd meglátjuk. Az égő fából eredő gázt a meszes vízbe bocsátom s a rögtön támadt szénsavas mészből azt kell következtetnünk, hogy a fa, ha elég, nemcsak vízgőzt, hanem szénsavat is képez. De tudjuk, hogy a szénsav egyik alkotórésze a szén; ha tehát akár a fa, akár a gyertya vagy más anyag elégéséből szénsav támad, az arra mutat, hogy a fában és a gyertyában szén tartalmazzatik. S ti magatok bizonyára egy azt bebizonyító kísérletet már több ízben tettetek: meggyújtottatok egy fa-szalacszkát és azt ismét eloltván, láttátok, hogy szenes a vége. De nem minden test árulja el széntartalmát ily módon; a gyertya már nem teszi; mégis tudjuk, hogy szén tartalmaz. Ez az üveg itt tele van világító gázzal, úgynevezett légszeszszel; ez ha elég, bőségesen ad szénsavat. Nem látjátok ugyan benne a szenet, de könnyű szerrel meg lehet mutatni: meg kell gyújtani: addig fog égni, míg csak van valami belőle az üvegben; szén nem mutatkozik, de igen fénylő lánggal ég s ebből azt fogjátok következtetni, hogy szén tartalmaz, mivel a lángnak fénye a benne lebegő izzó szénrészekéből szokott eredni. De egyenesen is rá lehet a világító gázra a szén jelenlétét bizonyítani. Ebben az edényben itt szinte világító gáz van, de elegyítve oly testtel, mely ha ez elegyet meggyújtjuk, a világító gázból csak a hidrogént égeti el, míg annak másik alkotórésze a szén, sűrű fekete füst alakjában hátramarad. — Most úgy reményelem e három vagy négy kísérlet alapján magatok is ki fogjátok tudhatni, vajjon van-e valamely testben szén, és meg fogjátok érteni, mily vegyületeket ad valamely anyag, ha a kör-légben elég.

Mielőtt a széntől megválnánk, még néhány megjegyzést és kísérletet kell tennem, melyek e test elégésének módját különös fényben tüntetik elő. Megmutattam, hogy a szén, ha égésben van,

csak szilárd testként, mint parázs ég, de mindamellett ha elégett, megszűnik szilárd testnek lenni. E tulajdonsággal igen kevés tüzelőszer bír : tényleg ilyenek csak a széntartalmú sajátlagos tüzelők : a fa-, kőszén és a faneműek. Én legalább nem ismerlek a szénen kívül más elemi anyagot, mely hasonlót mutatna ; s ha a szén vagy a széntartalmú testek e tulajdonsággal nem bírnának, céljuknak semmiképen sem tudnának megfelelni. Tegyük fel, hogy ezek is úgy égnének mint a vas, azaz hogy elégésük eredménye szinte szilárd test lenne. Ez esetben lehetetlen volna oly égést létrehozni, mint a minőt e tűzhelyen láttok. Ime e csőben szintén egy égékeny test van, az úgynevezett *ólom-pyrophor*, melyet szintén tüzelőnek lehetne tekinteni, még pedig ha nem jobbnak, legalább ép olyan jónak mint a szenet. Ha a légmenyesen eldugaszolt csövet megnyitom és az ólomport kiszórom, ez önkényt meg fog gyuladni, mert részecskéi oly felette finomra vannak elosztva, hogy a körleg oxigénjének mindenütt hozzájárását engednek s ennél fogva ez utóbbival igen is könnyen tudnak egyesülni, hasonlólag mint a tűzhelyen a rakás szén, melynek hézagaiba a lég mindenfelől betódulhat. De ha az ólom-pyrophort tömeges rakásba halmózom, miért tud az csak felületén s nem belsejében is meggyuladni ? Egyszerűen azért, mert ez esetben a lég nem járhatja át. S ámbár nagy hőséget képes kifejteni, csaknem akkorát, mint kályháinkban vagy kazánaink alatt szoktunk alkalmazni, de nem tudja e hőséget nagyobb távolságra elvezetni, mert az elégés terméke szilárd test, mely ott marad, a hol az égés végbement, s minthogy egyszersmind a rakás belsejét eltakarja, elégetetlenül megmarad. Mennyire különbözik e folyamat a szén égésétől ! nem más az ugyan mint az ólomé s nem kevésbbé élénk hőséget gerjeszt, ha a kályhában, vagy akár hol is meggyújtjuk ; de az égés eredménye légalakú test, mely tova száll és a még el nem égett szenet nem takarja el. Lássátok mint tűnik el lassanként az égő szén, s ha tiszta volt, még hamva sem marad ; holott az ólom több hamut hagy mint önsúlya volt, mert ez utóbbi az égésre szolgáló oxigén súlyával még

meg lett szaporítva s e körülményben rejlik a szén s az ólom vagy vas égése közt létező különbség, mindamellett, hogy ez utóbbiak szinte tetemes hőséget és fényt árasztanak. Ha a szén elégesének terméke szilárd test volna, e szoba egy átlátszatlan anyaggal töltenék el, mint a midőn phosphort égetünk; de mivel az égő szén szilárd testből oly gázzá alakul át, melyet csak nagy nehezen lehet folyós vagy szilárd halmazatba átvinni, a benne felgyült hőséget céljainknak megfelelőleg bárhová el tudjuk vezetni.

S most tárgyunknak egy igen érdekes oldalára kell átmennem: azon hasonlatosságra, t. i., mely a gyertya égése és azon égési folyamat közt létezik, melynek színhelye élő testünk belseje. Mindegyikünkben égés megy végbe, mely a gyertyához igen hasonlít. Nemcsak költői értelemben lehet az ember életét fáklyához hasonlónak mondani; e hasonlatosság tényleg fennáll. Hogy ezt megértsetek, a következő készüléket állítottam össze. E kis deszkába csatornát véstem, melynek felső nyílását egy



32. ábra.

rányvezett lemezzel elcsuktam. (32. ábra.) A csatorna két végére függélyes üvegcsőveket illesztettem, úgy hogy a levegő az egyik csövön és a vízszintes csatornán át a másik csőbe akadály nélkül folyhat. Az egyik csőbe égő gyertyát állítok, mely a mint látjátok, nem kevésbé jól ég, mint midőn szabad levegőben áll; ez pedig csak azért történhetik, mert a lángot élesztő légnek az

egyik első nyílásán be, a vízszintes csatornán keresztül s onnan ismét a másik csövön át szabad járása van, úgy hogy a lángot körül tudja ömleni. Ha az első cső nyílását elzárom, a lég folyását megakasztom és a gyertya elalszik. Egy előbbi kísérletben megmutattam, hogy az égő gyertya szinte elalszik, ha egy másik égő gyertyától eredő gáz bocsáttatik hozzá. Ha most azt a levegőt, mely egy égő gyertyától jön, valamely módon készülékünk első csövébe tudnám hajtani, következménye az lenne, hogy a másik csőben égő gyertyánk elaludnék. De mit szóltok ahhoz, hogyha égő gyertyánkat nem valamely más gyertyából jövő léggel, hanem lehelettemmel el fogom oltani? nem hogy egyenesen kifújnám, hanem annak folytán, mivel leheletem oly természetű, hogy az égés fenntartására éppen nem alkalmas. Ezt pedig úgy teszem, hogy az első csövet számba veszem, s a nélkül hogy belefújnék, más léget nem ereszték be mint olyant, melyet kilehelek. Látjátok, nem fújtam el a gyertyát, mégis elaludt; jeléül annak, hogy az a lég, melyet kileheltem, s melynél mást a lánghoz nem bocsá-



33. ábra.

tottam, az égés fenntartására alkalmatlan, s hogy oxygént már nem tartalmaz; a levegőből, melyet kívülről beszíttam, tudom vette el az oxygént; s észre lehetett venni, hogy addig égett a gyertya, míg csak a tüdőmből kilehelt leg hozzá el nem jutott. Mivé vált tüdőmben az az oxygen, melyet beszíttam, azt egy másik készülék segítségével meg fogom mutatni; mert ez vizsgálatunknak egy igen jelentékeny részét teszi. Itt van egy üveg,

melynek fenekét elrepszttettem, szájába pedig egy parafadugaszt (33. ábra) szorosan illesztettem, mely a közepén keresztül van fúrva, úgy hogy e fúráson át egy üvegcsőt dughattam. Az üveget

vízzel telt csészébe állítom. Most számba veszem a csövet s az üvegben lévő levegőt kiszívom; ennek következtében az alsó csészéből a víz fölemelkedik s az üveget betölti. A mint ismét kilehelek, a víz leszáll és az üveg a tüdőmből jött levegővel telik meg. Ha most az üveget oly módon hajtom meg, hogy alsó nyílásának egy része a vízből kiér, és e nyíláson égő gyertyát teszek bele, ez azonnal elalszik: lélegzésem által a lég az égés fenntartására alkalmatlanná vált; még pedig egyetlenegy lélegzés már képes volt az üvegben tartalmazott levegőt minden oxigénjétől megfosztani, s meg is fogjátok érteni, mi oknál fogva oly ártalmas a szegényebb sorsú nép lakásaiban a légújításra szolgáló berendezések hiánya: a lég ott újra meg újra be- és kiszívatik, s a romlott helyébe kívülről friss levegő be nem juthatván, amaz lassanként a lélegzésre mindinkább alkalmatlanná válik.

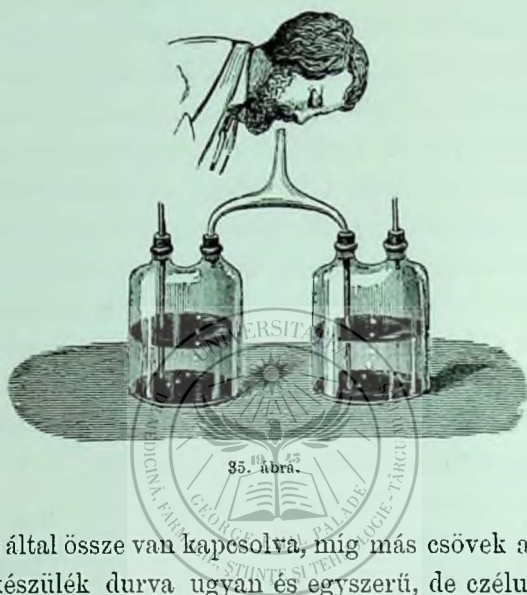
S most nézzük, mi hatása van a kilehelt légnek a meszes vízre. Ebbe az üvegbe ilyen vizet töltök (34. ábra); a szájába szorosán illesztett dugaszon át két üvegcső van téve; egyikök egészen az üveg fenekéig ér, a másik közvetlenül a dugasz alatt végződik. Ha ez utóbbit *A*-t számba veszem és a levegőt kiszívom, a külső lég a hosszú *B* csövön betődul s buborékok alakjában a meszes vízben keresztül megy. Ha ellenkezőleg a *B* csövön a tüdőmből jövő leget kilehelem, ez más utat szintén nem talál, mint buborékok alakjában a meszes vízben keresztül törni. Már most láthatjátok, hogy bármily sokáig szívom is az *A* csövön át a levegőt tudombe, a *B* csövön és a meszes vízben keresztülátoduló külső lég ez utóbbiban legkisebb változást nem hoz elő. De ha tüdőmből a *B* csövön és a meszes vízben át a levegőt többször egymás után kitolom, a víz azonnal megtejesedik, s ezzel megmutatja azt, milyen a hatása a kilehelt légnek a meszes vízre; s világos ebből, hogy a körleget lélegzésünk által oxigénjétől megfosztván,



34. ábra.

ennek helyébe szénsav jő, a mint azt a meszes vízzel való érintkezéséből észrevehetjük.

Két üveg van itt, melyeknek egyike meszes vizet tartalmaz, míg a másikban közönséges víz van (35. ábra); e két üveg egy-



mással cső által össze van kapcsolva, míg más csövek az üvegekbe érnek. A készülék durva ugyan és egyszerű, de czélunknak igen jól megfelel. Ha most ez üvegbe felváltva belehelek és a levegőt ismét kiszívom, a csövek elrendezésénél fogva a lég csak a vízen tud keresztül menni. Ha lélegzetet szívok, a külső lég számba és tüdőmbe jő, s ha ismét kitolom, útját a meszes vízen keresztül veszi; ily módon lélegezván, kísérletem lényegére nézve e készülék igen czélszerűnek mutatkozik s megfelelő eredményeket nyújt. Látjátok, hogy a jó levegő a meszes vízen semmi változást nem tett; a másik esetben pedig a meszes vízhez más nem ért mint leheletem, s látjátok a különbséget.

S most hadd menjünk egy lépéssel tovább. Mi jelentése van ezen lélegzési folyamatnak, mely szünet nélkül éjjel-nappal tart, s melyet a teremő úgy rendezett el, hogy még szabad akaratunktól is teljesen független? Ha lélegzésünket feltartóztatjuk, mit bizonyos fokig tehetünk ugyan, éltünknek végét vetjük. Még

ha alszunk is, lélegzési szerveink és testünk mindazon részei, melyek velök kapcsolatban állanak, szakadatlan működésben vannak: olyannyira nélkülözhetlen ezen lélegzési folyamat, tudónk ezen érintkezése a lég oxigénjével! Ezt most a lehető legrövidebb módon meg akarom nektek magyarázni. Táplálékot veszünk magunkhoz; a táplálék szervezetünk edényeinek bonyolódott hálózatán megy végig és testi rendszerünk különféle, kivált az emésztésre szolgáló részeibe eljut; s ezekben átalakulván, az egyik edény-csoportozat azt tudónkba viszi, míg egy másik edény-rendszer, mely ott az előbbitől csak véghetetlen vékony hártyák által van elválasztva, a beszítt és ismét kilehelt léget az átváltozott tápszerrel a legbensőbb érintkezésbe hozza. Így alkalma van a légben tartalmazott oxigénnek a vérre ugyanazon hatást gyakorolni, melyet az égő gyertyára is gyakorol: valamint a lég ezen alkatrészével egyesül s szénsavat szülvén, hőséget fejt ki, ép ily csodálatos változás történik tudónkben is. A beszítt lég a szénnel egyesül, mely a táplálék egyik alkatrészét képezi, s a vérben oly állapotba vitetik át, melyben ily egyesülésre közvetlenül alkalmas; ezen vegyülés terméke a szénsav, melyet kilehelünk; a táplálékot a szó szoros értelmében tüzelő szernek is tekinthetjük. Nézzük e darab czukrot; alkatrészei szén, hydrogen és oxigén, melyek a gyertyát is alkotják, ámbár ez utóbbiban eltérő mennyiségű arányban tartalmaztatnak. A czukorban ezen anyagok aránya a következő:

Szén . . .	72
Hydrogén . .	11
Oxigén . . .	88

Feltűnik, hogy a hydrogen és az oxigén oly arányban foglaltatnak benne, melyben vízzé egyesülnek, úgy hogy a czukrot 72 súlyrész szén és 99 súlyrész vízből alkotottnak is tekinthetnők. Ha most czukrot veszünk be eledelül, csak a benne tartalmazott szén lesz az, mi a belehelt lég oxigénjével egyesül, s ezzel szénsavat képezvén, épen úgy mint a gyertyában tartalma-

zott szén, hőséget fejleszt s azonfelül egy igen szép egyszerű folyamat után még másféle igen csodálatos eredményeket szül, melyek szervezetünk fenntartására nélkülözhetetlenek. Hogy ezt jobban megértsétek, egy darab czukorra, vagy egy telített czukor-oldatra, azaz czukor-szörpre, mely mintegy háromnegyed részben czukorból s egynegyed részben vízből áll — vitriol-olajat öntök. Ez utóbbi a czukorból a vizet magába ragadja s a fekete test, mely megmarad, nem egyéb mint szén és vegyileg semmi-ben sem különbözik a faszéntől. Mi a czukorban mást nem szoktunk látni, mint valami eledelt, s mégis egy darab szenet is találtunk benne, mit legkevésbé sem vártunk volna. S az eredmény még szembeszökőbb lesz, ha a czukorból eredt szenet oxydálom. A lég aránylag csak lassan oxydálná; de van itt egy anyag, mely azt sokkal gyorsabban teszi, s ha azt czukorral vegyitem, czukor-tüzelőnk oxydáltatik, egy oly folyamat következtében, mely alakjára nézve különbözik ugyan a lélegzés folytán történt oxydálástól, de nem a mi a lényegét illeti. A szén itt is elég, érintkezésbe jöven az oxygènnel, melyet nem a körleg szállított hozzá, hanem a vele vegyített oxydáló anyag; de a folyamat ugyanaz: a mi egyébként tudományban történt volna a körlegből vett oxygén segélyével, csak hogy itt a pohárban és nagyobb gyorsasággal megy végbe.

El fogtok csodálkozni, ha elmondom, mennyire megy a szénnek ez a különös fogyasztása. Egy gyertya három, egész hét óra hosszáig ég. Mennyi szénsav kell, hogy e módon naponként a légkörbe elillanjon? Mennyit tesz az egy nap alatt kilehelt szénsav? Mily csodálatos mérveket ölt az égés és a lélegzés útján átváltozott szén mennyisége? Huszonnég óra alatt egy ember 210 gramm szenet éget el tüdejében; egy fejős tehén 2100 grammot, egy ló 2370 grammot; s ez annyit tesz, mintha egy ember, egy tehén, egy ló az említett mennyiségű faszenet testi melegének fentartására égetné el lélegzési szerveiben. Minden melegvérű állat testének hőmérsékletét e módon tartja fenn, szénsavvá változtatván a szenet, melyet nem ugyan elkülönített állapotban,

hanem vegyileg kötve vesz be eledelében. S mekkorának kell mind ezek szerint azon változásnak lenni, melyet e folyamatok légkörünkben előidéznek? Csak egyedül Londonban, s pusztán a lélegzés folytán mindennap mintegy harmadfél millió kilogramm vagyis 50,000 mázsa szénsav képeztetik. S ez a roppant mennyiség mind a levegőbe megy. S mi történnék, ha a szén eléégésének szüleménye, úgy mint az ólom vagy vasé, szilárd test volna? Akkor sem égésnek sem lélegzésnek nem lehetne helye. Ha faszén ég, gázzá válik és a légben szétoszlik, mely azt mindenfelé tova vezet; s ott mi válik belőle? Csodálatra méltó, hogy az a változás, melyet a lélegzés eszközöl, s mely reánk nézve oly ártalmas (mert egy és ugyanazon léget nem bírjuk kétszer beszívni) a földünk színén termő növényzet valódi életfentartója. S nem másként van ez a nagy vízmedrek mélyében is; mert a halak és más állatok ugyanazon módon, ámbár nem egyenesen a körléggel érintkezve, végzik lélegzési folyamatukat.

Az aranyhalak, melyek ezen edényben itt úszkálnak, a víztől elnyelt oxygént lehelik s azzal szénsavat képeznek; s így ők is elősegítik azon nagy célt, melynél fogva az állat- és a növényország egymást kölcsönösen szolgálja. És minden növény, mely a földszínén terem, szénsavat nyel el; levelei széntartalmukat a körlégből veszik, melybe mi azt szénsav alakjában kileheltük, s ezáltal nőnek és gyarapodnak. Ha tiszta levegőbe tesszük őket, a milyen a miénk, nem tudnak benne megélni; de adjunk nekik egyebek közt szenet, s élni és fejlődni fognak. E darab fa, mint minden más fa vagy növény, a benne tartalmazott szenet a légkörből veszi, mely a mint láttuk, azt a mi nekünk árt s a mi egyúttal amazoknak használ elviszi; — a mi az egyik lény vesztét okozná, a másiknak üdvére szolgál. Így függünk valamennyien nemcsak felebarátainktól, hanem mind attól, mi körülöttünk létezik: az egész természetet kölcsönös kötelék fűzi egybe, mely az egyik javát a másiktól föltételezi.

S van tárgyunknak még egy másik érdekes oldala, melyet nem szabad említés nélkül hagynom, — egy oldala, mely az

érintett működések összegét illeti s szoros összeköttetésben áll a szénben levő anyagok, az oxygen, hydrogen és szén különböző állapotaival. Megmutattam nektek az ólom-pyrophort ⁽¹⁸⁾ s látátok, hogy azon pillanatban, melyben a levegővel érintkezik, még mielőtt üvegcsővéből kiszabadult volna, azonnal működésbe is jött. Ez szép példája ama chemiai vonzó erőnek, mely minden műveletünkben nyilvánul. Ha lélegzünk ugyanaz történik testünk belsejében. Ha gyertyát égetünk, egyes anyagok kölcsönös vonzása tevékenységbe lép : az ólom meggyuladása szinte csak annak köszöni eredetét. S ha az elégés terméke az ólom felületétől el lett volna távolítva, az egész készlet tűzre kapott és elégett volna ; de a mint fogtok emlékezni, az volt éppen az ólom és a faszén közti különbség, hogy amaz azonnal működésre lép, mihelyt az oxygennel érintkezésbe jő, míg a szén napokig, hetekig, évekig változatlan marad, daczára annak, hogy az oxygennek szabad hozzájárása van. A Herculanium romjaiból kiásott kéziratok széntartalmú tintával íratlak, de az 1800 év alatt, bár a levegővel számtalanszor lehettek érintkezésben, e tinta legcsekélyebb változást sem szenvedett. Már most mi az, a mi ezt a szén és az ólom közti különbséget okozza ? Feltűnő, hogy az a test, mely [tüzelőnek van szánva, elvár, míg tevékenységbe kell lépnie : nem gyulad meg azonnal, mint az ólom és még számos más anyag. A szénnek ez a várákozása a különös és csodálatos valami. Gyertyák — például im e japáni gyertyák — nem lépnek azonnal működésbe, mint az ólom vagy mint a vas (mert ha a vasat finomra elosztatjuk, az öngyuladás tulajdonságát szinte megkapja), hanem várákoznak éveken, talán korszakokon át, a nélkül hogy változást szenvednének. Itt világítógáz van ; bár kieresztem a csapon, még sem gyulad meg ; kijön a levegőre, de várákozik, hogy eléggé hevítettessék, mielőtt égni kezdene. Ha elegendően hevitem, azonnal meggyulad. Ha eloltom, akkor a gáz, mely azontúl foly ki, várákozik, míg a gyertyával ismét neki-megyek. Különös ez a várákozás, a különféle anyagoknál : az egyik addig vár, míg hőmérsékét egy kissé feljebb emeljük, a másik

pedig addig, míg jóval feljebb emeljük azt. Itt van egy kis lőpor és egy kis lögyapot: még ezen anyagok is különböznek meggyuladásuk tekintetében. A lőpor össze van téve szénből és még más anyagokból, melyek igen gyúlékonytá teszik, s a lögyapot szinte igen gyúlékony egy készítmény. Mind a kettő várakozik, de különböző hőfok mellett vagy különböző körülmények közt lépnek működésre. Ha egy hevített dróttal megérintem, majd megválik, melyikök gyulad meg előbb. Látjátok, hogy a lögyapot fellobbant, de a drót legmelegebb része sem képes a löport meggyújtani. Mily szépen tűnik ki ebből, hogy mily fokban térnek el egymástól az anyagok e tekintetben. Az egyik esetben megvárja a test, míg egyesült alkatrészei hevítés által tevékenyekké válnak; de a másikban, teszem a lélegzés esetében, épen nem várakozik. A mint a lég tüdőkbe jő, azonnal vegyül a szénnel; még a legmélyebb hőmérséklet mellett is, melyet testünk a megfagyás veszedelme nélkül csak elbír, rögtön megkezdődik az a működés, melynek eredménye a kilehelt szénsav. Látjátok mily szép és szembeszökő a lélegzés és az égés közti hasonlatosság. S valóban ezen előadásaim végen (s kell, hogy előbb vagy utóbb véget érjenek) más ohajnak nem tudok kifejezést adni, mint annak, hogy legyetek hasonlóak a fáklyához; árasztatok fényt köröskörül; igazoljátok tetteitekben a fáklya szépségét azáltal, hogy becsületesen és hathatósan teljesítsetek embertársaitok iránti kötelességeket.

JEGYZETEK.

(¹) A «Royal George» nevű hajó Spithead mellett 1782. augusztus 29-én süllyedt el. Pasley ezredes a hajórom megmentését 1839. aug. havában kezdé meg. Az a gyertya tehát, melyet Faraday előmutatott, ötvenhét évnél tovább volt a sósvíz behatásának kitéve.

(²) A zsír vagy fagygyú többféle zsírsavaknak glicerinnel való vegyületéből áll. A méz a palmitin-, elain- vagy stearinsavval egyesül és a glicerint kiválasztja. Az oldhatatlan méz-szappant kimossák és meleg hígított kénsavval szétbontják. A megolvadt zsírsavak erre olajként szállnak fel a vízszíneré, a honnan lecsapoltatnak. Újra megmos-sák és vékony lemezalakra öntik, mely lemezek kihűlésük után kókuszdiószálakból készült szövetek közé rakatnak és igen nagy, hydraulikus nyomásnak tétetnek ki. E módon a folyós elainsavat kisajtolják s a szilárd palmitin- vagy stearinsav megmarad a szövetek közt. E szilárd savak azután magasabb hőmérséklet mellett sajtolás és meleg hígított kénsavban történő megmosás által újra megtisztíttatnak, s így gyertyamintákba való öntésre készek. E savak keményebbek és fehérebbek mint azok a zsírok, melyekből készültek, míg egyúttal tisztábbak és az égésre alkalmasabbak is.

(³) Néha egy kis borax- vagy phosphorsóval vegyíttetnek, hogy hamvok könnyebben olvadjon.

(⁴) A hajcsöves vonzás vagy taszítás határozza meg a folyadékok fel vagy leszállását a hajszál-csövekben. Ha egy hőmérő csövéből egy mindkét végén nyílt darabot vízbe teszünk, ennek állása a csőben jóval magasabb lesz mint künn. Ha ellenben a csövet higanyba mártjuk, vonzás helyett taszítás lép fel, s a higany a csőben mélyebben áll mint a csövön kívül.

(⁵) Azt hiszszük, hogy Sussex herczeg volt az első, ki megmutatta, miként lehet a tengeri rákot ezen elv szerint kimosni. Ha

farkát, miután legyező-forma részét letéptük, egy pohár vízbe tesszük, és fejét a pohár szélén kicsüngen elengedjük, hajcsöves vonzás folytán a víz felszívatik, s szakadatlanul mindaddig folyik ki a fején, míg csak a fark vége még a vízbe ér.

(⁶) A 16. laphoz. A borszeszben rézchlorid volt feloldva; az igen szép zöldre festi a lángot.

(⁷) A *Lycopodium* sárgás por, mely a korpafű magvában (*Lycopodium clavatum*) fordul elő. Tűzi játéokra is használják.

(⁸) BUNSEN kiszámította, hogy a durranó léggel működő fűvónál a hőség 8061° C. fok. Ha a hydrogen a körlégben ég, 3259° C. a hőmérséklet; a körlégben égő világító gázé pedig 2350° C.

(⁹) Midőn a kénsav a kén-antimón és chlórsvas káliból álló keveréket meggyújtja, a folyamat következő: ez utóbbinak egy része chlór-oxidra, kettőskénsavas kálira és felchlórsvas kálira bomlik. A chlór-oxíd oxydálja a kén-antimont, mely igen éékeny, minél fogva az egész keverék azonnal lángba borul.

(¹⁰) Az «égető»-nek, mely a laboratoriumokban oly nagy becsben tartatik, következő elven alapszik az előnye. Egy hengerded fém-kéményből áll, t. i. melynek felső nyílása egy meglehetősen ritkás szemű vas-drót szövettel van betakarva. E kémény egy ARGAND-féle égető felett áll, úgy hogy a gáz annyi körléggel tud elegendni, mely elegendő arra, hogy a szén és a hydrogen egyidejűleg eléghessenek. Ennél fogva a lángban semmiféle izzó szén ki nem fog válni, mely azután koromalakban csapódnék le. A láng, mely a drót-szöveten át nem mehet, folytonosan, majdnem láthatatlanul ég felette.

(¹¹) A víznek, ha sűrűsége legnagyobb, 4° C.-nyi hőmérséke van.

(¹²) A konyhasóból és tört jégből álló keverék a hőmérséklet 0° C.-ról minus 18° C.-ra szállítja le. A jég egyúttal folyékonynya válik.

(¹³) A káliumot, a növényi lúgsó fémjét, SIR HUMPHREY DAVY fedezte fel, kinek egy igen erőteljes villanyos telep segítségével sikerült e fémet a káliból kiválasztani. Az oxygenhez való nagy chemiai vonzásánál fogva szétbontja a vizet, kiszabadítván abból a hydrogent, mely a fejlesztett nagy hőség következtében meggyulad.

(¹⁴) FARADAY kiszámította, hogy annyi villanyosság kívántatik meg egy szemér víz szétbontására, mint a mennyi egy hatalmas villámban van.

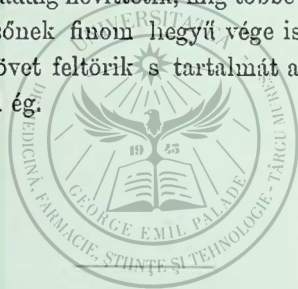
(¹⁵) Ecetsavas ólomoldat, mely a VOLTA-féle áram hatásának ki van

téve, a negatív sarkon ólmot, a pozitív sarkon pedig barna ólom-peroxydot választ ki. Salétromsavas ezüst-oldat ugyanezen körülmények közt a negatív sarkon ezüstöt, a pozitív sarkon pedig ezüst-peroxydot választ ki.

(¹⁶) Az a gáz, mely ily módon az oxygen jelenlétének kimutatására használtatik, a nitrogén-oxyd. Színtelen gáz, mely ha oxygennel érintkezik, azzal alsalétromsavvá egyesül, azzá a veres gázzá, melyről említés tétetett.

(¹⁷) A márvány szénsavból és mészből áll. A sósav amannál erősebb lévén, elfoglalja a szénsav helyét, mely a gázalakban elillan, míg a maradék sósavas mészből áll.

(¹⁸) Ólom-pyrophor úgy készül, hogy kiszárított borsavas ólom egy üveg-csőben (melynek egyik vége le van forrasztva, míg a másik finom hegygyé van kihúzva), addig hevítettetik, míg többé gőzök nem bontakoznak ki belőle. Ezen csőnek finom hegyű vége is a forrasztó lámpán beforrasztik. Ha a csövet feltörik s tartalmát a levegőbe szórják, ez utóbbi vörösös lánggal ég.



A LÉG VISZONYÁRÓL

A RUHÁZAT-, LAKÁS- ÉS TALAJHOZ

HÁROM NÉPSZERŰ ELŐADÁS.

TARTOTTA A DREZDAI ALBERT-TÁRSULATBAN 1872. ÉV MÁRCZIUS 21, 23 és 25-ÉN

DR. PETTENKOFER M.

A MÜNCHENI EGYETEMEN AZ EGÉSZSÉGTAN NY. R. TANÁRA ÉS ORVOSI FŐTANÁCSOS.

FORDÍTOTTA

DÉRI MIKSA.

A SZÖVEGBE NYOMTATOTT FÁMETSZETEKKEKEL.

I. A lég viszonyáról az ember ruházott testéhez	Lap 105
II. A lég viszonyáról az ember lakásához	141
III. A talajlégről	179



I. ELŐADÁS.

A LÉG VISZONYÁRÓL AZ EMBER RUHÁZOTT TESTÉHEZ.

BÁTORSÁGOMBÓL, melylyel ily számos és válogatott hallgatóság előtt megjelentem, azt lehetne következtetni, hogy rendkívül fontos közlendőim vannak, melyeket nem írhattam meg Münchenből Drezdába, hanem a melyek előadása végett személyesen kellett ide jönnöm. Figyelmeztetem hallgatóimat, hogy ha nem óvakodnak e föltevéstől, nagyon csatlakozhatnak várakozásukban, mert előadásaim már rég ismert dolgokat fognak tárgyalni, miket a mindennapi életben már mindenki tapasztalt; és tán mindazt, a mit én ezekről önökkel közölni akarok, már el is mondták valahol élő szóval vagy könyvekben.

Az Albert-társulat igazgatósága részéről azon megtisztelő felhívás érkezett hozzám, hogy itt Drezdában néhány népszerű előadást tartsak egészségügyi kérdésekről. Talán nem is lesz helyenkívüli előszó, ha bevezetesképen nyíltan kimondom véleményemet a népszerű előadásokról.

Vajjon mik a népszerű előadások s mily reményeket lehet hozzájuk kapcsolni? Én nem számítom ugyan magamat azok közé, kik mindenben a mit tesznek, vagy a mire törekeshetnek, mindenek előtt az úgynevezett gyakorlati hasznót keresik, melyet mint valamely elhelyezett tőkepénz perzentjeit kiszámítani, s megbecsülni lehet; de azért nem örömezt oldom fel magamat teljesen a kötelességtől, hogy a némelyek nézete szerint nem valami nagyon hasznos tevékenységnek célját megvilágítsam. Népszerű előadás által senkit sem lehet annyira kiképezni, hogy

legott szakértővé legyen. Mondhatnók, hogy a közérthető előadások inkább ártalmasak, mintsem hasznosak, mert ama dilettantismust szülik s terjesztik, a mely napjainkban oly sok baj forrása, s a mely már iskoláinkban is oly nagy tért kezd hódítani, hogy komolyan meg kellene félemlenünk gyermekeink roppant kiterjedésű tudása miatt, hacsak ennek csekély mélysége nem nyugtatna meg ama tünemény ártalmatlanságáról; mert így lehet ugyan akármennyit tanulni, de lehet ismét el is felejtetni. Őszintén bevallom, hogy én nem vagyok képes erejét venni azon ellenvetésnek, miszerint népszerű oktatás nem teremthet szaktudókat.

De úgy hiszem, nem is ez forog kérdésben, nem is ez a népszerű előadás rendeltetése. Ez sem kimerítő elméleti, sem gyakorlati oktatás, hanem csupán tudományos okulás, épületes buzdítás, melynek célja, hogy a szellemet és a kedélyt fölemelje, mely ránk úgy hasson, mint valamely jó hangversenynek, valamely symphoniának meghallgatása, a melynek ép oly kevésbé az a föladata, hogy minden hallgatót zenészsé képezzen. Elég csak átérezni az összehangzást, mely az előadott tárgyban természeténél fogva rejlik. Minden emberi tudásban és cselekedetben, minden gondolatban és törekvésben, a mennyiben igazságon alapul, van harmónia, mely iránt az emberi érzék szerencsénkire ép oly általánosan elterjedt, mint a zene iránti fogékonyság. Ezen harmónia, mely minden igazságban befoglaltatik, mindenkinek tudomására s érzésére hozható és hozandó is, hogy minél többben gyönyörködjenek benne, hevüljenek érte; hogy előbb barátkozzanak meg az új eszmékkel és utóbb talán foglalkozzanak is velük; vagy hogy legalább meggyőződésből avagy rokonszenvből támogassák azokat, kik hivatásuknál fogva mélyebben hatolnak be ama tudományszakba. Sőt e tekintetben a népszerű oktatásnak igen komoly s magasztos föladata van: ennek kell helyes általános fogalmakat teremteni, azok megértését könnyíteni, szeretetet kelteni s azt öregbíteni az idő és az élet sokféle föladata iránt; ennek kell baráti köteléket fűzni a tárgyak, eszmék

és az emberek között. A miről az emberek mitsem tudnak, és a miről semmi vagy téves fogalmok van, arra nézve igazság szerint nem is követelhetünk tőlök részvétet s még kevésbbé áldozatkészséget.

Én tehát néhány előadás által a közegészségügy vagy hygienia iránt óhajtanám önök részvétét felkelteni, nevezetesen pedig eleven érzést óhajtanék önökben kelteni az iránt, hogy mennyi még ez irányban a teendő, mire kell mindnyájunknak adózni s közreműködni.

A tárgy, melyet ezen előadásokra kiválaszték, igen ismertnek s egyszerűnek látszik: *a levegő*, melyben élünk, miként a hal a vízben.

Az embernek szüntelenül levegőre van szüksége, legyen bárhol, vizen vagy szárazon, a föld fölött vagy alatt, a szabadban vagy a zárt, szűk lakásban.

A levegőt különféle czelokra használjuk, de főkép kettőre: táplálkozásra és lehülésre. — Már azon légmennyiség, melyet egy felnőtt ember 24 óra alatt be- s kilehel, átlag 9000 litert, azaz körülbelül 360 köblábat tesz. A mit szilárd vagy folyós táplálék alakjában ugyanennyi idő alatt magunkba fölveszünk, közepértékben 3 liter térfogatát, tehát a fogyasztott lég térségének csak háromezredrészét tölti ki. Egy év alatt a légfogyasztás 3,285,000 literre rúg. Csaknem meghökken az ember e nagy tömegben, midőn először kiszámította vagy hallja, és sajátságos érzés szállja meg, ha megfontolja, hogy ez a munka éjjel-nappal szakadatlanul foly. — Születésünk órájától a halálig szüntelenül tevékenységben kell tartanunk a fuvót, hogy életünk orgonája el ne némuljon.

Azon légtömeg azonban, mely testünk egész felületét állandóan körülölel, még sokkal sokkal tetemesebb.

Azt lehetne ellenvetni, hogy a lég oly könnyű test, hogy súlya tekintetbe sem jöhet. Igaz ugyan, de azért nem súlytalan; jöllehet 770-szer könnyebb a víznél, de a 9000 liter, melyet naponta beszívunk, máris 11·5 kilogrammot vagyis 23 vámfontot

nyom. De nem szándékom, most a légfogyasztásról, mint oxigén-tápszerről körülményesen szólni; az anyagcsere viszonyairól, táplálkozásunkra vonatkozólag, inkább más valaki szóljon e helyen; én ma csupán a lég második hatását, testünknek, működő gépünknek, lehűtését akarom szemügyre venni.

Önök mindnyájan tudják, hogy az összes élettevékenység vegyefolyamatokhoz van kötve, melyek belsőkben szakadatlanul működnek és a melyeket szilárd és híg tápszereknek és a lég oxigénjének bevétele által tartunk fen. Ezen tevékenység rendes folyása egyéb föltételeken kívül bizonyos hőmérséklettől is függ, mely fölött és alatt nem szűnik ugyan meg a működés, de másként foly, úgy, hogy az a rendes élet céljainak többé nem felel meg — és betegséget vagy halált idéz elő. Az ember szerveinek ezen egyenletes hőmérséklete egyike a legfontosabb életföltételeknek. A szerencsenynek, ki az egyenlítő táján a forró égöv alatt lakik, alig $\frac{1}{10}$ fokkal melegebb vére van, mint az eszkimónak a legmagasabb északon, a legfagyosabb évszak idején; mindkettőé állandóan 37.5 Celsius fok. A hőség határai, melyek közt emberek élnek, a forró földövön 35—40 fok meleg és a sarkvidéken 32 sőt 47 fokú hideg, tehát a különbség mintegy 100 foknyi. Némely vidéken még a havi közép hőmérséklet is több mint 40°-kal változik, és az ember szervei mégis mindenütt egyenlő hőfokúak.

Mi úton módon képes az ember ily roppant különbségeket kiegyenlíteni? Mily fegyvereket használ ez óriási küzdelemben?

Vizsgáljuk meg közelebbről a hőmennyiségeket, melyek az élő szervezetnek rendelkezésére állanak. A vegyefolyamatok, melyek egy testileg kifejlődött emberben rendes körülmények között működnek, 24 óra alatt megközelítőleg 3 millió hőegységet hoznak létre. — Hőegység alatt azon hőmennyiséget értjük, mely szükséges, hogy 1 gramm víz mérsékletét 1 C. fokkal emelje. — A hő, melyet egy ember naponta előidéz, képes volna tehát 3000 liter vizet 1 fokkal, vagy 30 litert 0°-tól 100°-ig, azaz a forráspontjáig fölhevíteni.

Vannak állapotok, midőn az ember hol több, hol kevesebb meleget fejleszt, például a szerint, a mint több vagy kevesebb élelmet fogyaszt, izmait többé vagy kevésbé fárasztja; és ez az eltérés a középértéktől néha az összes mennyiség felényire emelkedhetik, de mindenkor föladata a testnek, és egészségének elkerülhetetlen föltétele, hogy a vér melege lényegesen ne változzék, hogy legfőljebb egy fok határán belül szálljon az föl-alá.

Úgy kell magunkat tekintenünk mint meleg, nedves testeket hidegebb körlemben. Ilynemű testek három úton vesztenek meleget: 1. kisugárzás, 2. elpárolgás, 3. elvezetés által. Hogy a hőkészlet nem egy, hanem háromféle módon fogy, az nagy előnyt nyújt a test melegének háztartásában, mert a különböző utak használata lehetővé teszi a meleg fogyásának szükséglet szerinti finom szabályozását. Mit egy esetben mértéken túl veszünk sugárzás által, azt csekélyebb fogyasztás által a másik két irányban ki lehet pótolni, és viszont. A sugárzás és elvezetés általi veszteség egyenlő körülmények közt a legállandóbb, a vízpárolgás pedig a főtényező a fejlesztett hőmennyiségekből származó különbségeknek, vagy a másik két úton mutatkozó rendetlenségeknek kiegyenlítésére.

Érdekemben van, hogy mindenkinek fogalma legyen a hővesztés ezen három útjáról; legyen tehát megengedve, hogy önöket néhány mindennapi tüneményre tegyem figyelmessé, a melyekben azok igen világosan előtűnnek.

Tegyük például, hogy fagyos téli időben utazás közben fogadóba szállók és hamar szobát akarok magamnak fűtetni. A kályha nagyon forró, a hőmérő bizoyítása szerint a szoba levegője már magas hőfokot ért el — de én mindamellett nem jól érzem magamat; daczára a 16 R. fokú melegnek, borzongat a hideg, s ha a tűz a kályhában kialszik, a légmérséklet is gyorsan süllyed, a meleg nem tartós, a szoba rögtön kihűl. Néhány nap múlva, miután naponta rendesen tüzeltettem a szobában, egészen más állapotban találom magamat; — míg az előtt 16^o-nál fáztam, most 14^o-nál igen jól érzem magamat. Ez önök előtt bizonyára

nem új, és azonnal meg is magyarázhatnák, miért fáztam eleinte 16°-nál ugyanazon szobában, hol később 14° meleggel meg valék elégedve; egyszerűen azt fogják mondani, hogy a szobát, mely több napon át hidegen maradt volt, előbb — mint mondani szokás — át kell melegíteni, ki kell fűteni, és ez nem történhetik rögtön, hanem hosszabb időt igényel. De vajjon mi az oka, hogy a ki nem fűtött s a jól átfűtött szoba közötti különbséget hőgazdaságomban oly élenken érzem? Semmi egyéb, mint a nagyobb melegveszteség, melyet a még át nem melegült szobában a tetemesebb *sugárzás* okoz. A sugárzás két egyenlőtlen hőfokú test között arányosan nő ezeknek hőkülönbségével. Minthogy a szobában nemcsak 16°-ú lég, hanem falak, bútordarabok stb. is vannak körülöttem, a melyek tán csak 2 vagy 3 fokúak, midőn a levegő már 16°-ot ért el, azért az én sokkal melegebb testemről több hő sugárzik feléjük, mint midőn már ezek is 12 vagy több fokra melegedtek. Ilyen át nem fűtött szobában úgy járok, mint a kályha, mely a tüzelőszer egyenlő fogyasztása mellett is eleinte sokkal gyorsabban hűl ki, mint azután, midőn a szoba már jól átmelegült. A közönséges kifejezés tehát helyesen mondja, hogy a szobát fűtjük, és nem a levegőt a szobában. Mindent át kell fűteni, a mi benne foglaltatik.

Ugyanerre a tapasztalatra ellenkező módon is rájöhett bárki közülünk oly esetekben, midőn a sugárzás általi hőveszteség rendkívül korlátozva volt. Gondoljunk csak egy néppel tele zsufolt teremre, meleg, nedves levegőnél. Mennyire felhevül itt az ember feje és egész teste! és ha véletlenül egy hőmérőre pillantunk, azt hiszszük, hogy az csal, mert gyakran csak 16°—17°-ot olvasunk le róla, oly mérsékletet, melynél szobánkban egészen másként és igen kellemesen érezzük magunkat. Ezt a tüneményt is helyesen magyarázzák, midőn állítják, hogy az a tolongó sokaságtól származik. Mennyivel szabadabban veszünk lélekzetet, ha a tömegeből kiszabadulva, valamely mellékszobába lépünk, hogy ott — mint mondjuk — friss levegőt szívjunk; és ha a hőmérőt nézzük, azt találjuk, hogy itt ugyanazon hőmérsék uralkodik, mint az imént

elhagyott teremben; ha pedig a levegőt vegyileg megvizsgáljuk, úgy az alkatrészek arányában oly csekély különbséget találunk, hogy abból különböző érzéseinket nem tudjuk megmagyarázni. Vajjon mi különbség van tehát az emberekkel telt és az üres terem között, ha mindkét helyen a hőmérséklet egyenlő? A tolongásban a hő oldalra való sugárzása nagy részt elesik. Minden test más, egyenlően meleg testektől van körülveve, a sugárzás általi bevétel és kiadás fődözi egymást, és így az egyes személyek lehűlése leginkább a másik két módra szorítkozik: a föltte elvonuló lég által való elvezetésre és a test fölületén való vízpárolgásra. A bőr likacsai ily alkalommal felnyílnak mint mindmegannyi zsilipek. Egyszersmind arra ösztönöztetünk, hogy a levegőt gyorsabban, azaz nagyobb tömegekben hajtsuk magunk föltt, hogy az elvezetés és a párolgás is lehetőleg könnyítse a hő eltávozását, legyezökhöz nyúlunk tehát és ennek segélyével igyekszünk a növekvő höségtől menekülni.

A sugárzás általi veszteség olykor igentetemes lehet; az öszszes hőkészletnek fele rendszeren ez úton vész el, s ennél fogva teljes figyelmiinket megerdemli. Legártalmasabb pedig az egyoldalú hösugárzás, például az ülés vagy fekvés hideg fal mellett, a mely nincs rossz vezetökhöz elszigetelve, vagy ablak mellett stb. (Az iskolapadok sarokhelyein a tanulónak ablak felé néző testrészei mindig másként melegülnek, mint a szomszédhoz fordult oldala.) Egyátalán a gyakorlati eseteknek egész sora létezik erre nézve, és ezeket még korántsem méltatták elegendő figyelemre.

Tekintsünk csak néhány esetet, melyben a párolgás általi lehűlés lép előtérbe, vagy melyben az túlnyomólag jut érzésünkre. Igen ismert azon kísérlet, melyet szabadban, felhötlen ég alatt, látszólag tökéletesen csendes légben tenni szoktunk, ha meg akarunk gyözödni, mely oldalról fú a gyenge szellö. Mutatóujjunkat megnevedesítve fölemeljük a nyugodt légkörbe. Ekkor rendszeren érezzük, mint hűl ki újjunk egyik oldala és ez jelöli az irányt, honnét a légáramnak jönnie kell, mivel itt több víz párolog el. Némileg száraz légben a kísérlet mindig sikerül, ellenben

nedves vagy vízgőzzel egészen telített légkörben eredménytelen marad az, mivel ekkor az ujjról sokkal kevesebb víz párolog el, semhogy tisztán érezhető tetemesebb kihűlést hozhatna létre.

Ehhez hasonlóan működik szervezetünk mindazon esetekben, midőn vagy a rendesnél több hő létesül belsejében, vagy a másik két úton kevesebb meleg vezettetik el, mint rendes körülmények közt. Szervezetünk hatalmában áll, a bőrben és a belszervekben lévő legfinomabb véredényeket kitágítani s ismét összehúzni. Az edényidegek, melyek ezen mozgástünetmények okozói, edénymozgatóknak neveztetnek; ezen idegek önkényüinktől függetlenek ugyan, azonban valamely külső befolyás, úgynevezett inger, képes azokat önkénytelen, visszaható mozgásra ösztönözni. A ki elpirúl, azon a szó szoros értelmében kiverődik a hőség, annak véredényei ugyanis az arczbőrben kitágulnak, több vér áramlik onnan a felületes edényekbe s ennél fogva több meleg is foly el. Hasonló körülmények között, edényizgató ideghatások következtében egyáltalában több vér tödül a rendesnél a bőrbe s a fölszín felé mint rendesen, testünk egész fölületén felhevül s vízben dúsabb lesz, s ekkor nem csupán nagyobb hőmennyiség folyhat el sugárzás és elvezetés által, hanem egyszersmind több víz is párologhat el.

Hogy mily hatályos a lehülésre nézve az elpárolgás, abból következtethető, hogy egy gramm víz, míg légneművé válik, 560 hőegységet köt le vagy nyel el. Én Vort tanárral egyetemben egy lélegző készülékkel, mely a müncheni egyetem egészségügyi tan-székének tulajdona és mely II. Miksa bajor királynak ajándéka, meghatároztam az emberből és az állatból 24 óra alatt elgőzölgó vízmennyiséget, és állandóan azt találtam, hogy különben egyenlő körülmények mellett a fokozódó anyagcserénél mindenkor több víz párolgott el, származott légyen bár e fokozódás gyakoribb élelmezésből vagy az izmok nagyobb megfeszítéséből. Tettünk továbbá kísérletet nyugvó s alvó emberrel, és azt találtuk, hogy míg nyugalomban néha csak 900 gramm, fárasztó munka mellett 2000 gramm víz párolog el egy nap alatt leheletében és bőrén át,

ennélfogva első esetben 504,000, másodikban 1,120,000 hőegységet veszített a test párolgás által.

Ez magyarázza meg egyszersmind, miként lehetséges az, hogy vérünk a legfárasztóbb munka mellett sem lesz forróbb, sőt nem ritkán még alább is száll hőfoka. Ez utóbbi tényről újabb időben több ízben, különösen hegymászás közben győződtek meg. LORTER lyoni tanár, a Montblanc megmászása alkalmával, szájában s hónaljában a rendesnél csekélyebb hőfokot észlelt, és a rendes mérséklet csak pihenéskor tért ismét vissza. Oly magas hegyeken már a légnyomás kisebbedése könnyíti a vérkeringést, továbbá az erőlködés sokkal több elpárologható vizet szállít a test felszínére és ez a csekélyebb légnyomásnak megfelelőleg gyorsabban is gőzölög el ott fent, mint a völgyben. Léghajósok is rendszeren panaszkodnak, hogy torkuk tetemes magasságban kiszárad. Hasonlót tapasztaltunk VORT tanár és én kísérleteinkben, melyeket RECKNAGEL tanárral egyetemben a hőökonomia tanulmányozása végett tettünk, mi végből a fent említett lélegző készüléket mint calorimétert rendeztük be egy ember számára. Nevezetesen, hogy ezen ember hat órai fárasztó munka után csekélyebb hőmérsékkel lépett ki a készülékből, mint a milyennel abba bocsátottuk vala, vagy a milyennel hat órai nyugalom után lépett ki onnan. A készüléknek azonban szükségképen erősen kell szellőznie, úgy hogy ily kísérlet alatt óránként 50,000 liter, azaz 50 köbméter lég áramlik rajta keresztül. Csekélyebb szellőzésnél kevesebb víz gőzölöghetne el s ennek megfelelőleg kisebb hőmennyiség is távoznék el ez úton.

Látjuk ezekből, mily hathatós hűtőszere testünknek a gyorsított vérkeringés, valamint az élénkebb vízpárolgás akkor, ha a másik két úton nem távozhatnak el elegendő hőség; de láthatjuk egyszersmind azt is, mily veszélyessé válhatik tevékenységében e segédszer, mihelyt a másik két úton is tetemesebb hőmennyiségek vesznek el. Ha fölhevülten s izzadsággal elborítva rögtön hideg térbe lépünk, hol a hősugárzás legott fokozódik, hol továbbá sokkal több hő vezettetik át a hideg légbe, akkor oly rendkívüli

hővesztéseget szenvedünk és oly erőszakos, rögtöni változások történnek a vérkeringésben, hogy ezek után megbetegszünk. A meghűtés okozta betegségek nagyon gyakoriak és nem ritkán fájdalmasak s veszélyesek is. Midőn ellenben oly nagy hő-változást nem teszünk rögtön, hanem óvatos lassúsággal, akkor a melegvesztés három módja önmagától egyensúlyba jő. Szervezetünk hű szolgánk, és magának is, urának is használ, ha nem zaklatjuk túlságosan, s nem élünk vissza vele. Mikor a szellőzést fogom majd tárgyalni, beszélni fogok a légvonatról is.

Nagy fontosságú továbbá a hővesztésnek harmadik módja, az *elvezetés*, azaz a bennünket minden oldalról környező közegnek, a levegőnek testünk általi fölmelegítése; ennek nem ritkán feladata, hogy a melegvesztés másik két módját bizonyos körülmények között tetemesen helyettesítse. A míg testünk melegebb mint a környező lég, érintkezéskor az utóbbi mindenkor megmelegszik, ugyanazon pillanatban könnyebb lesz és a körülötte áramló hidegebb s nehezebb légtömegektől kiszoríttatik helyéből; ezek ismét, miután szintén átvettek bizonyos meleget, egy következő rétegnek engedik át a helyet. Minden ember, midőn a szobának lát-szólag csendes levegőjében áll egy fölfelé áramló légáramot hoz létre, épúgy mint akármely kályha, fűtése közben. Ha a kabát alá egy érzékeny szélmérőt illesztünk, észrevehetjük, hogy az emelkedő áram oly élénk, hogy a műszer kis szélkereke is mozgásba jön. Mi a levegőt ezen teremben csendesnek hiszszük és mind-egyikünk megnyugszik azon tévedésben, hogy tökéletes szélcsendben ül, pedig valósággal az ezen térbe zárt lég is ezer felé mozog s szüntelenül háborog; mi azonban szerencsénkre oly idegekkel birunk, melyek mindezt nem is érzik, azért állítjuk szilárd bizalommal, hogy itt általános nyugalom uralkodik, épen úgy, mint a rövidlátó tagadja valamely tárgynak jelenlétét, mivel ő nem látja, pedig láthatná, ha szemét czélszerűen felfegyverezné. — Aki láthatna vagy érezhetne minden mozgást, melyet a levegő most e teremben végez, az okvetetlenül elkábulna. Állításomat legjobban bizonyíthatják szagos anyagok a levegőben.

Ha valahol átható, erős szag fejlődik, ha például világító gáz ömlik ki, néhány pillanat alatt az egész teremben lehet azt érezni. Idegeink szervezete szerencsénkre olyan, hogy a levegőt mint mozgó testet csak akkor kezdik érezni, midőn ennek sebessége másodpercenként már egy métert elért, ellenben $\frac{1}{2}$ vagy $\frac{1}{3}$ méternyi sebességnél még tökéletes nyugalmat vagy szélcsendet véliünk észlelni. A legtöbbször ez valószínűtlennek fog tetszeni, mert bebizonyítása nem esik közvetlenül érzéki felfogásunk alá — amely meg inkább az ellenkező véleményre indíthatna — hanem más észleletekből vont következtetéseken alapszik; s mégis mindenki bármikor meggyőződhetik valamely szobának csendes levegőjében arról, hogy idegeink $\frac{1}{2}$ méternyi légsebességet még nem képesek észrevenni. Bizonyára egyenlő a hatás, akár a lég marad mozdulatlanul és például kezem mozog bizonyos gyorsasággal, akár kezem nyugszik és fölötte a levegő vonul el. Ha pedig kinyújtott kézzel e terem levegőjében egy másodpercz alatt egy félméternyi utat végezek, ezen sebesség idegeimre minden behatás nélkül marad, és hogy a levegő ellentállását vagy nagyobb lehülést érezhessek, kezemet sokkal gyorsabban kell mozgatnom.

Megragadom az alkalmat, hogy egyúttal a szabad lég középsebességére figyelmeztessék önöket, mert ez oly tárgy, melyet igen kevesen ítélnék meg helyesen, és a melynek helyes ismerése nélkül sohasem lehet senkinek sem tiszta fogalma a különbségről, mely a szabadban és a szobában való időzés közt fenáll. A szélsebesség megmérése a szél-mérő (anemometer) szolgál, melynek közelebbi leírásába azonban nem bocsátkozhatom. A szabad kör lég mozgási sebessége tudvalevőleg igen változó, a meteorologusok mégis, mérsékelt égövünk alatt, középtértékben 3 méterre becsülik azt másodpercenként. A lég tehát átlag véve 10—11 kilométernyi utat tesz egy óra alatt, [7·24 kilométer tesz 1 német mérföldet]. Képzeljük ezen sebes áramot egy oly nagy keresztmetszetre vagy keretre hatva, melyben körülbelül egy ember elfér, tehát közel 2 méter magasra s több mint $\frac{1}{2}$ méter

szélesre, a mi épen 1 négyszögméternyi felületet képez, akkor könnyen kiszámíthatjuk, hány köbméter lég vonúl el a szabadban középsebességgel egy ember fölött; csak a keresztmetszet és a sebesség szorzatát kell keresnünk, és találjuk, hogy

1 másodperczen	3 köbméter
1 perczben	180 " "
1 órában	10800 " "

Egy legközelebbi előadásomban e számokra ismét utalni fogok, a midőn a lakások szellőztetését fogom tárgyalni. Én azért közöltem önökkel már most azokat, hogy később ne ütközenek meg bennük és hogy ne higyjék túlzott követelésnek, ha a szellőztetésnél, például kórházakban 60 köbméter friss levegő kívántatik óránként egy-egy ágy számára. Ezen légtömeg, mely az avatatlanoknak oly szerfölött soknak teszik, tulajdonképen csak 180-ad része azon mennyiségnek, mely az embert középsebességnél a szabadban elárasztja. Láthatják ezek után, hogy a szabadban sokkal több meleget fogyasztunk a harmadik úton, elvezetés által, mint a szobában, és hogy ennél fogva a szobában aránylag több hő távolítandó el sugárzás s párolgás által.

Hogy mily hatalmas tényező az elvezetés általi hőveszteség, legérzékenyebben tapasztaljuk, ha a környező levegőt más, folyékony közeggel, a vízzel cseréljük fel, melynek hővezető képessége nagyobb a levegőénél és a mely egyáltalában sokkal több meleget képes fölvenni. Egynéhány fokú meleg légben módjával öltözve igen jól meg lehetünk, de ha ugyanazon öltönyben vízbe megyünk, mely szintén csak néhány fokú, testünket átjárja a hideg — és egy pár óra múlva agyon fáznánk, jóllehet a párolgás egészen megszűnnék és a kisugárzott hő legkisebb értékére süllyedne le. Forró vidékeken tehát a mindennapi fürdő igen üdvös a test szükséges lehütése végett, habár a víz nem sokkal, vagy épen semmivel sem hidegebb a levegőnél.

Az elvezetett hőmennyiség a levegőben is annál tetemesebb, minél alacsonyabb a környező lég mérséklete és minél nagyobb áramlási sebessége. Ez magyarázza egyrészt, miért látszik fölös-

legesnek, csendes, hűvös légben legyezőt használni, míg magasabb hőmérséknél ezen segédszer oly jótékonyan hat; s másrészt miért tetszik nekünk a mozgó meleg levegő sokkal hűsebbnek, mint az ép oly meleg, de csendes lég. Gondoljanak csak a zivatar előtti hőségre; mily tikkasztó a lég, a míg egészen csendes s mennyire könnyebbül lelkünk, midőn az első széláram ér minket. A lég ekkor még nem hűlt ki, s épúgy páratelt mint annakelőtte, és mégis annyival több meleget vesz át tőlünk, hogy nem tetszik már oly rekkenőnek; sőt hűvösnek találjuk, csakis azért, mert gyorsabban vonúl el fölöttünk. Ugyanez történik, ha forró, nedves légben legyezzük magunkat, ekkor is csupán nagyobb légtömegek áramlanak körülöttünk. A legyező nem változtatja a lég mérsékletét és páratartalmát, csupán csak gyorsaságát emeli s a testnek, nevezetesen a födetlen vagy könnyen födött részeknek hűsséget szerez az által, hogy a meleget gyorsabban elvezeti. Ily körülmények közt a legyező inkább hölgyek mint férfiak számára való műszer, részint azért, mert a hölgyeknél nagyobb fölületek maradnak mez nélkül, részint mert könnyebben vannak öltözve mint a férfiak, kiváltképen a nyak és váll körül.

A míg a levegő a bennünket körülözlő közeg, az elvezetés általi nagyobb melegveszteséggel rendszeren tetemesebb párolgás is társul, legalább addig, a míg bőrünkben a peripherikus vérkeringés élénk marad, s míg a levegő vízgőzzel egészen meg nem telik. A legyező ritkán hűsít kizárólag csak szaporább elvezetés által, hanem többnyire fokozott elpárolgás által is. A száraz lég legyezése tehát még sokkal hatályosabban hűsít, mint az egyenlő hőfokú nedves levegőé. Mindnyájan tudjuk, hogy a felöntözött út, a nedves vászonnemű mennyivel gyorsabban szárad heves szélben mint csendes időben. Vizzel egészen telt légáramban azonban — legyen az bármily erős — semmi sem szárad. Ha testünket izzadság lepi el, akkor a bőr duzzadása alkalmat nyújt arra, hogy nagyobb hőmenyiség áradjon szét a körülöttünk folyó légbe; és pedig nem csak a bőredények tágulása által, hanem többnyire még elpárolgás által is.

Az egyenlítői tájakon a legforróbb és legnedvesebb évszakban

a test hidegebb testek felé sugárzás által nehezen adhat túl a melegen, mivel a környező lég mérséklete időnként vérünkéhez nagyon közeledik, sőt néha — legalább bizonyos órákban — fölül is múlja azt; ilyenkor az európai gyakran eleped a hőségben, és eltekintve a koronkénti fürdéstől, nincs más alkalmas ellenszere, mint az árnyék és a legyező. Árnyékban a levegő nem csak hűsebb, hanem inkább áramlik is, mint a napsütötte helyeken. Az árnyékba borúlt fölületet a napsugarak nem melegíthetik annyira mint a környezetet, melyet közvetetlenül érnek. De minden hőkülönbség a szomszéd légrétegek közt egyszersmind légáramot is okoz, mert a különböző hőfokú légtömegek súlyban is eltérnek egymástól, igyekeznek tehát a hiányzó egyensúlyt mozgás által ismét helyreállítani. Erről meggyőződhetik akárki, ha nyáron csendes időben valamely tágas téren, mezőn vagy szántóföldön jár, melyre felváltva majd a Nap árasztja sugarait, majd felhő borítja árnyékát. Míg a Nap süt reánk, nem érzünk légmozgást, szélesend uralkodik, de mihelyt a felhő, egy ház vagy fa árnyékába jutunk, azonnal gyenge szél támad. Az árnyékban tehát nem csak azon érdeme van, hogy a napsugarak közvetetlen érintkezését elhárítja tőlünk, hanem elősegíti egyszersmind az árnyas terület szellőzését is.

A legyező ugyanily módon hat. Az indiai félsziget déli részén bizonyos évszakban minden angol néhány benszülött szolgát tart a végből, hogy lakásában, a szellős bungalov-ban, egy legyezőgépet, a pankát, szüntelenül mozgásban tartsák, hogy ennek segítségével a déli levegő is annyi hőt vegyen át gyarapodó elvezetés s párolgás által az idegen úrtól, hogy vére ne legyen forróbb, mint északi hazájában, 37.5 Cels. fok. A midőn a kör lég melegebb a vérnél, péld. 40° C., a mi a forró égő alatt gyakran történik és napota több óráig tart, s a mennyiben ez idő alatt is meg kell élnie az embernek, akkor, különösen ha a ház falai sem elég hűsek, hogy némi hőt vesztenénk feléjük sugárzás által, egyedül a párolgás általi lehülésre vagyunk utalva. Ennek hatása többek közt nevezetesen attól is függ, hogy milyen száraz, vagy milyen nedves már

a környező lég. Minél szárazabb a forró levegő, annál több vizet szí föl bőrünkéről s légző szerveinkből vagy szándékosan nedvesített környezetünkől, és következőleg annál több meleget is ragad el: — ellenben annál kevesebbet, minél nedvesebb már önmaga.

Hogy tiszta fogalmok legyen önöknek arról, mily mennyileges különbségek forognak itt kérdésben, vizsgáljuk meg a lélegzés általi lehűlést a fölvelt lég különböző hőfokainál és különböző víztartalmánál. Egyenlő testi állapot mellett lélegzési szükségletünk 0° és 30° C.-nál tökéletesen ugyanaz marad; ezen szükségletet föntebbi fejtegetésünk alapján 24 óra alatt 9000 literre becsüljük. Számítás szerint egy kifejlődött ember lélegzés által 293,040 hőegységet vesz, ha a belehelt lég 0° fokú és ezenkívül egészen száraz; 279,090 hőegységet, ha félig vízgőzzel telített, és 265,050-et, ha tökéletesen páratelt az. — A legnagyobb és legkisebb érték közti különbség 28,000 hőegységet tesz, tehát az összes veszteségnek alig 1 századrészt. De midőn 30° fokú levegőben lélegzünk, 274,050 hőegységet veszünk tökéletes szárazságnál, 189,720 egységet félig telített légben, és csak 105,390-et, ha a levegő egészen páratelt. Ezen magasabb hőfoknál a legtöbb s legkevesebb hőveszteség 168,660 egységgel különbözik egymástól, tehát hatszor annyival mint előbb alacsony hőfoknál.

Igen tanulságos a párhuzam a lélegzés általi hőveszteség nagyságai közt tökéletesen száraz és vízgőzzel telített légben, 0 és 30 foknál.

0 fokú száraz légben 293,040 hőegységet

30 " " " 274,050 "

vesztünk, a különbség tehát mintegy 19,000 egység.

0 fokú egészen nedves légben 265,050 hőegységet

30 " " " " 105,390 "

vesztünk, a különbség majdnem 160,000 hőegység, azaz nyolcszor több a nedves légben, mint egyenlő hőfokú szárazban. — Belátható ebből, mennyivel többet tesz a levegő különböző szárazsága, mint mérséklete, és hogy miért találjuk ugyanazon hőfokú levegőt majd hidegebbnek, majd megint melegebbnek.

Látják továbbá, hogy gyakran sokkal nehezebb a forró föld-
övön helyesen gazdálkodni a hővel, mint a hidegben. Átlag vére
sokkal jobb szereink vannak, mikkel magunkat melegen tarthat-
juk, mint a melyek segítségével testünket lehűthetjük. Ezért
fajúl el elkerülhetetlenül az európai emberfaj az egyenlítő körül.
Az emberi test munkaképessége bizonyos anyagfogyasztástól függ,
s ez okvetetlenül egy bizonyos hőmennyiséget hoz létre, melynek
szabályosan el kell illannia. Indiában a hindu, kinek kötelessége,
hogy az európaiot ott legyezze, a hőséget azon mértékben tűri
könnyebben, a mint kevesebbet eszik s kevesebb meleget létesít
önmagában, melyet tovább kellene vezetnie. De összes munka-
ereje ismét arányban van összes anyagfogyasztásával. Az európai
addig fog fajulni a forró földövön, míg módot nem találанд bár
melyik úton szükségletehez mért könnyebb és szabályosabb kihű-
lésre. Egy meglehetősen hatályos módszerre már ráakadtak a
gazdag angolok Indiában; igen vastag falakkal s nagy kövekkel
építik házaikat. Ily falak a forróbb évszakban csak kevéssel mele-
gednek magasabb hőfokra mint az év középmeiséklete. Ily falak
továbbá nemcsak hűtik a levegőt, mely a házban ki-bejár, hanem
testünk is vesz általuk meleget, feléjük sugározván azt, úgy mint
nálunk egy át nem fűtött szobában. Az egyetlen különbség az, hogy
ezen veszteség a forró éghajlat alatt jótékonyan, nálunk a hidegebb
ég alatt ellenben kártékonyan hathat. Egy másik segédszer az
volna, ha a levegőt a házban vizétől megfosztanók, kiszáritanók.

Kissé soká időztem az ember lehűlésének kérdésénél, pedig
ez csak bevezetésül szolgál kitűzött előadásaimhoz, de nem
kímélhettem meg önöket tőle és nem is tudnám azt rövidebbre
szabni. A kinek nincs helyes fogalma ezen dolgokról, az sohasem
fogja helyesen megérteni öltözetünk s lakásunk működését. Ezért
hittem, hogy elnézésükre és türelmükre számíthatok.

Egyike azon főfegyvereknek, melyeket az ember a létért való
küzdelemben a föld legkülönbözőbb pontjain használ, a ruházat.

A mindennapi életben a ruhának élettani alapon nyugvó kulturai jelentőségét már alig veszik tekintetbe; rendesen csak az erkölcsi és aesthetikai czélokat említik, a mi pedig másodrendű rendeltetése a ruhának; a tulajdonképeni főczélról, a mely tisztán egészségi, csak ritkán emlékeznek meg. Szerintem ez nagy baj; mert a főfeladat ezen mellőzése az embert lassanként a mellékes dolgok uralma alá vitte, úgy hogy most már sokkal gyakrabban vezérelteti magát ruházataiban a véletlen szokástól és a divattól, mint a ruha czélszerűségétől. Az erkölcsiség és a szépség nem függ a ruhától; ez nem teremtheti s nem is tarthatja fen azokat; ily fenséges tulajdonságok ruha nélkül is létezhetnek, mint meztelen erény és meztelen szépség, de az emberi test, úgy a mint születik, egünk alatt épen nem, vagy igen bajosan s tökéletlenül tarthatná fenn magát ruha nélkül, a mely egészségünkre nézve sokkal nélkülözhetetlenebb, mint erényünkre és szépségünkre nézve.

Azon kérdésre, hogy vajjon mit változtatunk testünk érzésén, midőn ilyen vagy olyan ruhával takarjuk azt be, igen hosszú válasz illenék; oly hosszú, hogy egynéhány óra alatt sem lehetne azt kifejtennem; azonban habár nem is felelhetek meg e kérdésre tökéletesen, legalább töredékesen mégis megkísértem azt.

Ha testem valamely részét akárminemű szövettel eltakarom, a hőeltávozás mindhárom módját változtatom, anélkül hogy csak egyet is egészen elzárnék.

Tekintsük legelőbb a sugárzás útját. Ebben akadály támad, a mennyiben testünk nem sugározhatik közvetlenül a hidegebb testek felé a térbe, hanem legközelebb a takaró-szövet felé, mely a meleget átveszi. A testemből a ruhaszövetbe átsugárzott hő a hővezetés és a sugárzás törvénye szerint most a szöveten keresztül tovább sugárzik vagy tovább vezetetik és csak miután annak felszínére hatolt, képes megint távolabbi hidegebb testekre átsugározni, a mi különben a meztelen test fölületéről egyenesen történhetett volna. A ruha tehát a meleget, mely ezen közeg nélkül tüstént ellillanna, testünk fölületének közvetlen közelségében még hosszabb ideig visszatartja. Már a legkönnyebb mez is ész-

revehetőleg akadályozza a sugárzást, már a legvékonyabb fátyol is több meleget tart vissza, mint épen semmi mez. A mi testünk ép úgy viseli magát ez irányban, mint anyáknak, a földnek teste. Szélcsendes derült éjszakákon a föld melegét pazarul szórja ki a hideg világűrbe, ez által felületén oly hideg támad, hogy a lég vízpárái harmatként, sőt néha dér alakban mint jég csapódnak le, miként a meleg szobalég nedvessége a hideg ablakra rakódik, mikor ez kívülről lehűtetik; ellenben ha a föld éjjel csak felhőfátyolba burkolódik is, sohasem hül le annyira, hogy harmatképzés jöhetne létre.

Vannak oly anyagok, melyek a hősugarakat nem nyelik el, hanem sértetlenül keresztül bocsátják, az úgynevezett diathermán testek, melyek közé például a konyhasó-kristály tartozik, de öltözetünk nem áll ily anyagokból, nincsen egy diathermán ruhakelménk sem, mert a kelmék az érkező hősugarakat felszívják. Az elnyelt melegnek előbb az egész ruhán át kell hatolnia és csak felületén sugározhatik az ismét tovább, úgy, a mint az a meztelen bőrrel sugározhatik. A hőnek ezen mesterséges testfelületen való áthatolása főleg a ruhaanyag hővezető képességétől és tömegétől függ, azaz az időtől, mely alatt a hő a bőr felületéről a ruha túlsó oldalára kerül és az úttól, melyet ekkor le kell írnia. Ily módon az elsugárzó hővel testünknek közvetlen környékét oly egyenletesen fűtjük, hogy idegdús bőrünket a számos, részint kellemetlen, részint ártalmas befolyástól megóvjuk, melyet a hő rögtöni cseréje gyakorolna, ha az közvetlenül bőrünkön történnék.

A hő nem marad ruhánkban, hanem folytonosan áthalad rajta, majd gyorsabban, majd lassabban, és bizonyos mértékben azon légréteget is melegíti, mely ideg- és edénydús bőrünket a ruha alatt körülveszi, és a mely, mint azonnal látni fogjuk, szüntelenül változik, s a melynek szükségképp változnia is kell, hogy jól érezzük magunkat. Télnek idején a szabadban a jól választott ruhából testünk melegét odább adjuk, anélkül, hogy legkevésbé is fáznánk, csupán azért, mivel azt a helyet, ahol vérünk és a fagyos levegő

mérsékletének tetemes különbsége kiegyenlítődik, idegdús bőrünk-ről áttettük az élettelen s érzéstelen darab kelmére; bőrünket így megóvjuk a hidegtől, s helyettünk a ruhának kell fáznia. Az állati bőr idegnélküli képződményei, a szőr és a toll, épen oly szerepet visznek mint az ember ruházata, a mint azt azonnal látni is fogjuk.

Azon mértékben, a mint a hőveszteség kifelé gyarapodik, míg a hőképzés belsőkben körülbelül ugyanaz marad, érezzük a szükségét, hogy a meleget lassabban bocsássuk el testünk közvetlen közeléből. A szabályozás ezen műtételét egy bizonyos fokig már a meztelen test maga is végezi hozzájárulásunk nélkül is. — Egy bizonyos hőveszteség edénymozgató idegeink bizonyos mozgását idézi elő, épen úgy mint a vér bizonyos szénsavtartalma a lélegzési mozgásokat. — Az idegek ezen befolyása következtében testünk felszínén minden finom vér-edény összehúzódik, ennelfogva kevesebb vér és kevesebb hő is áramlik a felszín felé, hogy onnét elillanjon, és mi fázhatunk egy ideig, a nélkül hogy belső lehűléstől is kellene tartanunk. A hideg érzése bőrünkön nem mértékadó a test belsejének hőmérsékletére nézve; sőt létezik egy betegség, az úgynevezett hidegláz vagy váltóláz, melynél a hideg kitörésekor a belső szervek hőfoka tetemesen emelkedik, mivel a bőrben támadó edénygörcs következtében, — melyet itt nem külső hidegség hoz létre, mint mikor az egészséges ember fázik, hanem valószínűleg a maláriaméreg — nem elég meleg jut a bőrbe. A hővesztés ezen természetes szabályozója azonban csak bizonyos határig s bizonyos ideig tesz eleget a hőgazdaságnak. Nagyobb hidegben, vagy húzamosabb csekélyebb hidegben sem elegendő a peripherikus vérkeringésnek visszaszorítása, részint mivel a hőpadás túlságos nagy, részint mivel a szabályozó ideg ereje lassan-lassan ellankad; s így tehát helyesebben cselekszünk, ha a hőelillanást több ruha közvetítésével lassítjuk és az edénymozgató erőt kíméljük. Ilyenkor, gyakori tapasztalatra támaszkodva, több ruhadarabot veszünk egymás fölé; most az alsó ruha a felső irányában úgy viseli magát, mint bőrünk a legalsó s legelső irányában. Ezen szempontból tessék

az inget, mellényt, kabátot, felöltőt, köpenyt stb. megítélni, melyek által az edénymozgató idegeket munkájuk legnagyobb részétől megkíméljük.

Nyílt kérdés még, melyre egészségtudományunk jelenlegi tökéletlen volta mellett kellőleg megfelelni nem lehet, az, vajjon mely határig kell mérsékelnünk a hőapadást ruházat által, és mely pontig bízhatjuk előnnyel szervezetünkre s ennek képességére, hogy több vagy kevesebb hőt kerítsen a belső gyűlöhelyekből a test külső rétegeibe. A szervezet ezen öntevékenysége s a jártasság, melyre ezen működés gyakorlása által szert teszünk, rendesen megedzettségnek, az ellenkező tulajdonság pedig elpuhultásnak neveztetik. A megedzés ugyan sohasem leendő teljesen nélkülözhető, de nem is szabad értékét túlbecsülni vagy azt túlságos módon gyakorolni. Kell, hogy e képességgel rendelkezünk, de nem szükséges azt egyre használnunk. Minden tökéletesedés célja az, hogy a legnagyobb hatást a legkisebb erőpazarlással érjük el; mindig oly eszközöket kell azért választanunk, melyekkel célunkat valósíthatjuk, a nélkül, hogy erőnket kimerítenők, hogy ezektől, magasabb célok rovására, megfosztanók magunkat; ennélfogva azon feladatok megfejtésénél is, melyeket a hógazdaság élénk tűz, minden megfelelő esetben a ruhának adjuk az elsőséget a fölösleges edzés fölött. Nemcsak fölösleges, hanem épséggel káros is, ha az ember magát koptatja.

Hogy testünk melege ruhánk fölületéről részben elsugárzik, azt — úgy hiszem — nem kell többé különös érvekkel bizonyítanom; a felett nem kétkednek, sőt természetesnek tartják; de meglehet, hogy a felületsugárzó-képessége az anyag természete, alkata s színe szerint igen különböző. Erre nézve Dr. KRIEGER,* egyike azon csekély számú orvosoknak, kik behatóbban foglalkoztak a ruházattal, tett kísérleteket gyapjún, mosható bőrön, selymen, gyapotkelmén, vásznon s kaucsukszöveten, és lényeges eltéréseket nem talált.

* Lásd végül a függelékben.

KRIEGER forró vízzel telt bádoghengereket különféle kelmékkel, különböző módon borított be és a víz hőfogyását bizonyos időközökben megfigyelte. Midőn különböző szövetekből, például vászonból és gyapjúból, vászonból és selyemből stb. kettős borítékot alkalmazott, meg lehetett vizsgálni, hogy több meleg sugárzik-e ki, ha vászon vagy ha gyapjú stb. képezi a külső mezt. A különböző anyagok szerint következő arányszámok találtattak :

Gyapjú	100
mosható bőr	100·5
selyem	102·5
gyapot	101
vászon	102

A kelme színének sincs lényeges befolyása a hősugárzásra, mert ez úton fekete kabátban keresztül sem több, sem kevesebb hőt nem veszünk, mint fehér vagy kék kabátban.

Másként áll a dolog az ugyanevezett sugárzó hő *fölvételénél*, azon hősugaraknál, melyek sugárzó testektől, például a naptól, lángtól indulnak ki : itt mutatkoznak különbségek, melyek ugyan egyszínű, különböző szöveteknél szintén jelentéktelenek, azonban különböző színeknél nagyon föltűnőek. Fehér vagy általában véve egyenlő színű kelméknél következő viszony mutatkozott :

gyapotkelme	100
vászon	98
flanel	102
selyemszövet	108

Különböző színű sirtingnél következő viszonzszámok eredtek :

fehér	100
halvány kénsárga . . .	102
sötétsárga	140
világos zöld	155
sötét zöld	168
veres	165
világos kék	198
fekete	208

Ebből látjuk azt, amit már oly gyakran tapasztaltunk, hogy a nyári nap hevét leginkább érezzük, ha feketebe öltözködünk, legkevesebbé, ha fehérben járunk. Tulajdonképen csak az oly föltűnő, hogy a halványsárga kivételével minden szín a sugárzó hő elnyelését jelentékenyen fokozza és hogy a kék e tekintetben a feketét majdnem eléri. De mihelyt árnyékban vagy ernyő alatt járunk, alig létezik különbség.

Ha a ruházott ember hőveszteségénél leginkább a sugárzást vesszük szemügyre s a másik két utat egyelőre mellőzzük, kérdeznünk kell még magunkat, mennyivel lassúdik a sugárzás általi hővesztés, midőn a hő a ruházott ember bőréről több kelmerétegen kénytelen keresztül hatolni, míg a legfelsőbről ismét eloszolhatik? Ez tulajdonképen a szövetek és kelmék hővezető képességének kérdése.

Méltó a megjegyzésre és világos tanújele annak, hogy mily kevésbé fogták fel eddig az egészségtant a kísérleti tudományok álláspontjáról, hogy ezen kérdésre vonatkozólag még oly kevés kísérletet tettek. Jól ismerik a különböző fémeknek, számos ásványnak s vegyületnek, az ezüst, réz, vas, mészpát, ólomfehér, szén stb.-nek hővezetési viszonyait — de nem a gyapjút, vászonét vagy bőrét. Általánosan emlegetik ugyan, hogy a ruha mint rossz vezető szerepel, de azon egyetlen sor kísérlet, melyet tudtommal e kérdésre nézve tettek, merően ellentmond a mindennapi felfogásoknak. KRIEGER meghatározta, mennyivel kevesebb hőt vesz egy forró vízzel telt bádoghenger bizonyos időben, ha egy vagy két réteggel van szorosan körülgöngyölve. Mivel a sugárzás általi veszteség mindkét esetben ugyanaz marad, azért a kettős begöngyölítésnél mutatkozó különbség a hőveszteség azon lassúdását fejezi ki, melyet a vezetés okozott. Ekkor azonban a különböző kelmék föltűnően csekély eltéréseket mutattak. A következő számok jelentik, hány százalékkal kevesebb hő illant el a feszesen alkalmazott borítékon keresztül akkor, midőn az kétrétben használtott, ahhoz képest midőn csak egyrétben borította.

A hőveszteséget akadályozza e szerint

a kétrétű vékony selyemszövet	3	százalékkal
a guttapercsa	4	„
a sirting	5	„
a finom vászon	5	„
a vastagabb selyemszövet	6	„
a vastagabb házi vászon	9	„
a mosható bőr	10—12	„
a nyári buckskin	12	„
a flanel	14	„
a téli buckskin	16—26	„
saja szövet	25—31	„

azaz, ha egyrétű vékony selymen keresztül 100 hőegység vész el, akkor ugyanolyan szövet kettős rétegén át csak 97 hőegység távozik.

Ezen kísérletekkel ugyan a hővezetés kérdése koránt sincs teljesen kimerítve, de az kétségtelenül kiviláglik eme számokból, hogy nem az anyagtól és súlytól, hanem alakjától és térfogatától függnek a főkülönbségek. Vékony és vastag selyemszövet, finom és durva vászon ugyanegynemű anyagok és egyenlő felületek, súlyban sem különböznek annyira, mint mennyire különbözőleg gátolják a hővesztést vezetés által, ami kettős rétegnél nem egészen 10 százalékkal csekélyebb, mint egyrétű meznél.

Be lehet továbbá bizonyítani, hogy az anyag tökéletesen egyenlő állománya s változatlan súlya mellett a hővesztéséget lényegesen lehet változtatni csupán alakjának s térfogatának módosítása által. Ha egy meleg vízzel telt kísérleti hengert közönséges vattával beborítunk és a belesülyesztett hőmérőn a hőcsökkenést vizsgáljuk, nagy különbség mutatkozik, mihelyt ugyanazt a vattát szorosan laposra sajtoljuk, mi által csupán térfogatát kisebbitjük és súlyán semmit sem változtatunk. Ekkor a hőapadás 40 perczenttel nő. Ez magyarázza meg egyszersmind a mindenki előtt ismert tényt, mely szerint egy vattával bélelt ruha ujdón állapotban melegebbnek tetszik, mint kopottan. A vatta meny-

nyisége ugyanaz marad, csak rugalmassága, térfogata változik viselés közben.

Ezen tünemény minket egy más tanulságos kísérletre vezet, melylyel a kettős rétegek befolyását vizsgáljuk. Ha csak az első réteget feszítjük a melegített hengerre, a másodikat pedig $1/2$ vagy 1 cm. távolságban tartjuk tőle, körülbelül úgy, a mint valamely kényelmes ruhadarabot viselünk, akkor a felső mez a hőapadást ily körülmények közt tetemesen lassítja. A vezetés értékének levonta után a második ruharétegtől származó akadály a különféle kelménél közel egyenlő, de mindnyájánál jelentékeny értékű.

vászonnál a lassítás	32 százalék
sirtingnél	33 "
selyemnél	32 "
flanelnál	29 "
mosható bőrnél	30 "
guttapercsa-szövetnél	36 "

Ebből az a fontos gyakorlati szabály foly, hogy tömegre nézve egyenlő anyagokkal igen különböző melegséget szerezhetünk öltözékünkben a szerint, a mint testünkön feszesen vagy tágan viseljük. Mindenki tud erre vonatkozó ezer bizonyítékot saját tapasztalásából, én csupán az igen szűk téli cipőre és kez-
tűre figyelmeztetem önöket.

Ez a tény engem a tényeknek egy más sorára vezet el, melyek megmagyarázzák, miért melegít a vatta, a míg rugalmas és laza, jobban, mint midőn már lelapult. — Ezt a ruha légtartalmára kell visszavezetni.

A ruhát rendesen úgy tekintik, mintha arra volna rendelve, hogy a levegőt tőlünk távol tartsa. Ezen felfogás egészen téves; ellenkezőleg, mi nem is viselhetünk oly ruhát, mely testünk felületének szellőztetését akadályozza; sőt ha a különböző ruhakelméket s szöveteket azon képességük szerint megvizsgáljuk, melylyel levegőt áthocsátanak, nagy meglepetésünkre kitűnik, hogy épen azon kelméken, melyek tapasztalásunk szerint legjobban melegítenek, sokkal nagyobb légtömeg jár keresztül, mint

amazokon, melyek hűsebb kelmék gyanánt ismereteseek. Én megvizsgáltam több kelme átjárhatóságát, tekintettel a levegőre (2); ez nem nehéz feladat. Egy sor egyenlő átmérőjű üvegcsövet különféle kelmével elzárunk és kémleljük, mennyi lég hatol egyenlő nyomás mellett bizonyos idő alatt egyik s másik kelmén keresztül. Ily módon egymással összehasonlítható értékeket nyerünk. Egyenlő időben, egyenlő nyomás mellett, egyenlő felületeken keresztül következő kelméknél következő viszonylagos légmenynyiségek jutottak keresztül:

a flanelen	100
a középfinom vásznon	58
a selyemszöveten	40
a buckskinon	58
a fehérén cserzett lágybőrön .	1
a mosható bőrön	51

ha a flanelnak, mint a megvizsgált anyagok legszellősebbjének áthatóságát 100-ra tesszük.

Ha a ruhák melegtartó képessége azon mértéktől függne, mely szerint a levegőt testünktől elzárják, akkor a fehér keztyűbőr százszor jobban tartana minket melegen, mint a flanel; de mindenki tudja, hogy nem úgy áll a dolog, hanem ellenkezőleg; dacára annak, hogy a flanel százszor több levegőt bocsát keresztül, mégis sokkal tartósabb a melege, valamint a mosható bőr, melyet posztó helyett, gyakran keztyűre, nadrágra stb.-re használunk jóval melegebb, mint a fehérén cserzett bőr, jöllehet 50-szer több levegőt bocsát keresztül mint emez.

Ha valamely kelmét többrétűen borítunk egymás fölé, akkor a második rétegnél a légmozgás már csak kevéssel csökken az elsőhöz képest, mert a gyorsaság, melyet a lég az első rétegen áthatolván elér, a következő által már nem változik lényegesen, mivel ez csak úgy tekintendő, mint ugyanazon csatorna vagy cső folytatása vagy meghosszabbítása, mely csatorna, ha változatlan átmérőt tételezünk föl, a benne áramló folyadék egyszer fölvetett sebességét legfeljebb a surlódási együttható szerint lassíthatja.

Ruhánkat tehát állandó légáram járja át, melynek nagysága — mint minden szellőzésnél — a nyílások nagyságától, a künn és benn levő hő közti különbségtől s a környező lég sebességétől függ. Ruháink tehát ne akadályozzák a lég bejárását, csak szabályozzák és mérsékeljék azt azon fokig, hol ideoeink többé nem érzik a levegőt mint mozgó testet, a mely fokot szélesendnek nevezzük. Ezen állapot azonban még korántsem a levegő mozdulatlansága. Ha a szabadban szélesendet érzünk, akkor a légsebesség — mint már mondtam — legalább még egy fél métert tesz másodpercenként vagy közel 2 kilométert óránként.

Ruházatunk nemcsak lecsendesíti a levegőt, hanem hőmérsékletét is szabályozza. Azon meleggel, mely testünkől kiáramlik, fűtjük a ruhakelméket, ezek ismét a szövet burkolatán s likaesain ki-bejáró levegőt melegítik. Ruházatunkat valamely hőgéppel vagy kályhával hasonlíthatjuk össze, mely a testünkől jövő hő által fűtetik, hogy viszont azon légréteget fűtse, mely testünket közvetlenül körülveszi, midőn felületén elvonul. Mi nem is érezzük, hogy a levegő, mely a leírt módon előkészítetik, tőlünk meleget vesz, de éreznők, ha a lég elő nem készítve érné bőrünket, amennyiben a hőkülönbség kiegyenlítődése a ruházó kelmében történik, hová bőrideoeink már nem érnek. Ruháinkban a szabad légben, de sőt magas északon is, mérsékelt déli levegőt hordunk magunkkal. Ha megmérjük a hőmérsékletet ruhánk és a testbőr között, átlag 24—30 Cels. fokot veszünk észre. A ruhában úgy élünk, mintha édeni állapotban, csendes 24—30° fokú szabad légkörben tartózkodnánk.

Most megmagyarázhatom azt is, miért melegít a lazán összerülő göndör kelme jobban, mint az ócska s kopott, és miért legalkalmasabb ruhaneműre a finom szálakból s fonalakból szőtt szövet. Tudják mily meleg a ködmen, mely szőrös bőrből készül. Chemiailag tekintve a szőr azonos a bőrrrel. A ködmennél a bőr tömege vagy súlya aránytalanul tetemesebb a szőrökénél, mindazáltal a finom szőrök, melyeket elfűhatunk, ha magukban vannak, tulajdonképen azok, a melyek a ködmennek melegtartó tulajdon-

ságát adják. Erre nézve igen érdekes kísérleteket lehet tenni. KRIEGER úgy vizsgálta a hő fogyását, hogy hengerét szőrös bőrrel és azután lenyírt vagy leberetvált bőrrel borítá be. Ha a sértetlen prémen keresztül illant hőmennyiséget 100-ra teszszük, akkor ugyanazon bőrnél kopasz állapotában 190-re rúgott föl a hőveszteség. A száraz bőr tudvalevőleg némileg még mindig likacsos. Ha ily lekoppasztott bőrdarabot lenolajjal bemázolunk, akkor a hőveszteség 100-ról 258-ra, sőt ha arabmézgaoldattal bekenjük, 296-ra száll föl.

Bebizonyúlt egyszersmind, hogy az élő szervezet sugárzás és elvezetés általi hőadózását tekintve épúgy viseli magát, mint egy forró vízzel telt bádoghenger. Rég ismert tény az, hogy szőrös állatok, milyenek a kutya, macska, tengeri nyúl stb. elhálnak, ha minden szőrüktől megfosztva, bőrüket olajjal bekenjük. A halált közönségesen abból következtették, hogy a bőr kigőzölgése megszűnt vagy megnehezítettett, azonban be lehet bizonyítani, hogy ezen állatok meglehetősen meleg szobában is a szó legszorosabb értelmében megfagynak. Krieger lenyírt egy tengeri nyulat, miután testének hőmérsékletét és lélegzésének gyorsaságát meghatározta volt. Az állat 39·8 Cels. fokú meleget mutatott és 100-szor vett lélegzetet egy perczben. Miután lekoppasztotta és hogy ne akadályozza a gőzölgést testének felületén, mely hatást a firnájsznak tulajdonítottak — csak egy nedves kendőbe burkolta, mégis oly szobában, hol a mérséklet 19° volt, annyi hőt vesztett, hogy 5 óra múlva a hőmérsék az állat belsejében 39·8°-ról 24·5°-ra és a lélegzések száma 100-ról 50-re süllyedt. Ily állapotban azután egy fűthető kalitkába tette, hol 30° fokú levegőben ismét teljesen felüdült.

A prém légbe nyúló szálaival minden meleget felfog, mely a bőrfelületről sugárzás vagy elvezetés által elillan és finom szerkezeténél fogva az egyes szőrszálak közt áramló légnek átadja; minél finomabb a prém szőre, annál jobban használja fel a levegő a távozó meleget és emélfogva téli hidegben is mint mérsékelt levegő éri bőrdegeinket, úgy hogy hideget nem is éreznünk. A szőrös állatok, ha felületükön tapintjuk, hidegek, csak

a bőr közelében meleg a szőrük. Nagy hidegben bizonyára kevés hő érkezik a testtől a szőrszálak hegyéig, hogy ott kisugározzék, vagy elvezetés által a légbe eloszolják: a szőrszálak közti légáram kihűti ezeket hegyüktől a tövük felé, nagyobb hidegség csak mélyebben hatol be a prémbé mint az enyhébb, de azért nem nyomul okvetetlenül a bőrre. Ez csak akkor történik, ha a külső lég rendkívül fagyos vagy szeles. A magas éjszak látogatói, a sarkvidéki felfedezők teljesen összeegyezőleg tudósítanak minket arról, hogy igen alacsony hőfok csendes légben még meglehetősen tűrhető, ellenben erős szélben szörnyen hat a testre. Ez mutatja, hogy rendkívüli hidegben a bőrön keresztül veszített hő már lényegesen csak egy úton, a vezetés által megy át azon levegőbe, mely a prémben és ruhában van, nem sugározhatik el a prém fölületéről meleg, mielőtt a szőrszálak hegyei a környék mérsékletét elérték. A párolgás is legcsekélyebb értékére száll alá, mert 20°-nál a fagyópont alatt már minden páráképzés megszűnik, s így csaknem minden a prémben és a ruhában lévő hő arra fordítatik, hogy a benyomuló levegőt melegítse, melynek sebessége a mérsékletkülönbségnek megfelelőleg nő. A jó bundával ellátott állatoknál a külső, változó meleg és hideg tulajdonképpen csak a szőrökben lévő légnak hideg s meleg égaljait s ezek viszonylagos szélességi fokait változtatja, csak a test- s lég-mérséklet kiegyenlítődési határa mozdíttatik ide-oda a szőrszálak töve és hegye közt, ennél fogva azon állatok bundájuk daczára nyáron sem igen érzik magukat melegebben, mint télen, vérük mindenkor egyenlő hőmérsékletet mutat, nyáron t. i. csak a szőrszálak hegyén adják odább sugárzás és elvezetés által a hő tetemes részét, télen pedig a szőr tövéhez közelebb.

Ennél fogva légmentes anyagok ruházatra épen nem, vagy csak nagy megszorítással használhatók. Kaucsuk- vagy guttapercsanyagokban meg nem lehetünk, mielőtt kevés mozgást teszünk vagy más valamely módon több meleget veszítünk. Terhünkre lesznek, nem azért, mivel a légváltozást tökéletesen megszüntetik — hisz ezt nem is teszik, mert például felöltőnél a lég alul-

ról a bő újjakon keresztül tetszés szerint behatolhat és fölül kijárást talál — hanem azért nincsenek kényünk szerint, mivel az alsó ruhákban a minden oldalról történő légeserét korlátozzák. Ezek arra valók, hogy bennünket külső nedvességtől megvédjenek; könnyen történhetik azonban, hogy bőrünket más módon nedvesítik, a párolgás megakadályozása által. Igen jó szolgálatot tesz tehát ily esőköponyeg esőben, hidegben s erős szélben, de nem nedves, meleg s csendes időjárásnál.

Végül még figyelmeztetem önöket a ruhaanyagok magavi-seletére a víz irányában, a mely működéseket jelentékenyen megváltoztathatja. Minden ruha nedvszívó test, azaz képes bizonyos vízmennyiséget a körüléből fölvenni s megsűríteni. A hygro-skopikus (nedvszívó) tulajdonság, mely különböző testeknél nagyon eltérő, a lég hőfokának súlyos arányosan növekszik, úgy, hogy minden anyag a fagyópontnál több vizet sűrít, mint magasabb melegségi foknál. Másrészt a levegő viszonylagos víztartalmától is függ az, azért egy hygrokopikus test 20° fokú légben több vizet vesz föl, ha a lég majdnem telített vízgőzzel, mint mikor távol van a telítés pontjától. Ezen viszonyokat, a mennyiben ruhánkra vonatkoznak, mostanig csak igen tökéletlenül vizsgálták meg. Én tettem néhány ideiglenes kísérletet (3), csupán azért hogy lássam, miféle viszonyokkal van körülbelül dolgunk: s az eredmény magasabbra ütött ki, mint előre vártuk volna. Én a ruhára való anyagok két legfontosabbját, a növényi s az állati rostot, egyenlő területű vászon- és flaneldarabbal képviseltettem s ezeket 100° mellett megszáritottam; ily mérsékletnél csaknem minden magukba vett vizet elveszítene. Most jól elzárt bádogszelenczékben, melyeknek súlya meg volt határozva, megmértem azokat. Azután különféle hőmérsékletű helyeken kitettem a légnek és helylyel-közzel újra bezártam a bádogszelenczékbe, hogy a szükséges elővigyázattal megmérjem. A következő tábla mutatja a felszívott (hygrokopikus) vízmennyiségeket 1000 súlyrész vászon- és gyapjúhoz viszonyítva, a különböző helyiségek, hőmérsékletek, és időközök szerint.

A kísérlet folyó száma	Helyiség	Hőmérsék	Idő	Hygroskopikus víz 1000 gram	
				vászonban	flanelban
1	Pincze	3-1° Cels.	12 óra	77	157
2	Tanterem	1-2° »	12 »	74	143
3	Szoba	19 0° »	12 »	41	75
4	Laboratorium . .	12-2° »	12 »	63	105
5	Pincze	4 4° »	12 »	111	175
6	Tanterem	4 5° »	4 »	93	160
7	»	4 5° »	3 »	91	148
8	»	5 5° »	15 »	85	146
9	Szoba	21 0° »	10 percz	73	113
10	»	21 0° »	10 »	52	96
11	»	21 5° »	10 »	45	87
12	»	21 5° »	10 »	43	82
13	»	20 5° »	15 »	42	78
14	»	20 0° »	15 »	42	77
15	»	19 0° »	30 »	41	75
16	»	17 0° »	1 óra	43	76
17	»	16 5° »	2 »	45	77
18	»	15 5° »	—	46	78

Mindenek előtt feltűnik, mennyivel múlja fölül a gyapjú nedvszívó képessége a vászont, mert minden esetben a gyapjúban sokkal tetemesebb hygroskopikus vízmennyiség mutatkozik, sőt olykor kétannyi is, mint a vászonban. A flanel által megköttött legnagyobb értéke 175, a vászoné 111, annak legkisebb értéke 75, ezé 41 súlyrész 1000-rész szövetben.

Szembeszökő továbbá, hogy a vászon hygroskopikus víztartalmát aránylag gyorsabban változtatja, mint a gyapjú. Ez világosan kitűnik az 5-dik egész 8-dik számú kísérletekből. — A gyapjú- s vászondarab 12 óra hosszat pinczében volt, közvetlenül utána 4 óráig fűtetlen tanteremben, mely időközben a vászon sokkal csekélyebb víztartalmából 18 ezredrészt veszített, míg a gyapjú csak 5-öt. A következő 3 órában a vászomból már csak 2, a gyapjúból ellenben még mindig 12 ezredrész illant el.

Midőn a két kelmedarab a fűtetlen tanteremből fűtött szobába került (9—15 kísérlet), hasonló tünetény mutatkozott: a vászon sokkal gyorsabban szűnt meg vizet elbocsátani, mint a

gyapjú. Ugyanezt látjuk ellenkező irányban a 15—18-ik számú kísérleteknél, midőn a hőmérséklet a szobában 19°-ról 15°-ra süllyedett. A kihűléssel a testek nedvszívó tulajdonsága növekszik, de a súly gyarapodása, épúgy mint apadása, aránylag gyorsabban következik be a vászonnál mint a gyapjúnál.

Minél inkább kiszorítja a víz a levegőt valamely kelméből, annál kevésbbé képes ez meleget tartani, mert annál gyorsabban vezeti a hőt; innét származik a könnyű meghűlés nedves ruhában, innét a nedves hideg érzékeny hatása. Mikor hideg száraz időben a szabadba megyünk, ritkán fázunk oly mértékben, mint midőn ép oly hidegben, nedves léghen tartózkodunk. Az utóbbi esetben ruhánk is sokkal hamarabb átnedvesedik és aztán több meleget vezet el. Nem szabad e mennyiségeket kicsinylenünk. Láttuk elébb, hogy 1000 súlyrész flanel pinczelégben 157 súlyrész, tehát mintegy 16 százalék vizet vett föl. Egy tökéletes gyapjűöltöny súlyát 10 fontra becsülve a fölszitt s lekötött víz 1¹/₂ fontot tehet, minek elgőzölgéséhez 420,000 hőegység szükséges.

Amint a hygroszkopikus víz irányában, épúgy viseli magát a vászon és flanel a cseppfolyós vízzel való megnedvesítésnél, nemkülönben a szárításnál, ha elébb áztatott volt. Vászon könnyen nedvesedik át, gyorsan szí magába vizet, sokkal lassabban a gyapjú; a cseppfolyós vízből is kevesebbet vesz föl a vászon, de jóval sebesebben mint a gyapjú. Vászonneművel könnyen szárítjuk fel a vizet, gyapjával nehezebben. Ennek megfelel a párolgás; a vászon felületéről gyorsabban gőzölög el a víz, mint a gyapjűéről. Vászon és flanel vízbe áztatva, azután kézzel addig facsarva, míg egy csepp sem csordul ki, igen különböző vízmennyiségeket tartanak vissza. Vászon 740 részt ezer rész száraz anyagban, flanel 913-at; így tűnt az ki egy kísérletemből. De még tetemesen nagyobb különbség mutatkozik a vízmennyiségek közt, melyek egyenlő időben nedves vászonról és nedves flanelről elpárolognak. A következő tábla arra szolgáljon, hogy a száradás folyamatának egyidejű haladását ábrázolja, melyet fűtött szobában ama két anyag közt megfigyeltem.

	A szoba hőmérséklete	Idő perczekben	A víz sulya, 1000 gramm	
			vászonban	flanelban
1	21° Cels.	—	740	913
2	20° „	15	521	701
3	20° „	30	380	603
4	19.5° „	30	229	457
5	19° „	30	99	309
6	19° „	30	55	194

Az első 75 perczben 1000 súlyrész vászonról 511, ugyanannyi gyapjúról csak 456 súlyrész víz párolgott el; azután fordulat áll be; a következő 30 perczben a vászonról 130, a flanelról 148 ezredrész és a további 30 perczben a vászonról csak 44, a flanelról még 115 ezredrész víz vált párává. A vászon tehát minden tekintetben gyorsabban működik mint a gyapjú, és gyorsabban enged a nedvesség minden változásának. Hogy mennyivel egyenletesebben halad a száradás a gyapjában, kitűnik, ha tekintjük, mennyi párolgott el a 135 percznyi idő első és utolsó 15 perczében. Vászon az első 15 perczben 219, az utolsóban már csak 28 ezredrész vizet pároltatott el, a mi körülbelül oly viszonyban áll egymáshoz mint 8:1-hez, flanel eleinte 212 részt, és végül még 97-et veszített, a mi közel 2:1 viszonyának felel meg.

Megjegyzendő még, hogy az ezen kísérletekhez használt száraz kelmedaraboknak egyenlő súlyai csaknem egyenlő nagy felületeknek feleltek meg, mert ugyanegy minta szerint metszettem őket; a használt vászondarab 11.731, a flanel 10.049 grammot nyomott.

Magától érthető, hogy minden anyag, azon mértékben, a mint átázik, elveszti áthatóságát a lég irányában, mivel a víz legalább részben berekeszti a likacsokat. Durvább, nagyobb likacsú kelmen a levegő tovább járhat keresztül; egyenlő likacsosságnál a víz tapadása az illető kelme anyagához dönti el, vajjon gyorsabban vagy lassabban, tartósabban vagy csak ideiglenesen dugulnak-e be a likacsok. E tekintetben tehát nagy különbség létezik egyrészt a vászon, pamut és selyem, másrészt a gyapjú közt. Amazok

nedves állapotban igen gyorsan rekednek be légmentesen, emez sohasem, vagy legalább csak az állandó nedvesség hosszantartó behatása következtében. A katona a táborban tapasztalhatja, milyen páratelt a levegő a sátorban eső idején, a míg a nedvesség tart, és mily gyorsan tisztul az, midőn száradni kezd. Mivel mindennemű szövet likacsossága leginkább a szálak rugalmasságától függ, azért jelentékeny befolyást gyakorol az, vajjon ama szálak rugalmassága nedves és száraz állapotban egyenlő-e, vagy mely fokig egyezik össze. Ez tehát ismét egy jelentékeny különbség a gyapjú és a többi három fönnevezett anyag közt, mert csak a gyapjúsál tartja meg némileg rugalmasságát nedves állapotban is, míg a többiek majdnem teljesen elvesztik e tulajdonságot, ha átáztak. Nedves vászon, nedves selyem ép úgy viseli magát, miként a firnájszszal vagy mezgaldattal bekent bőrdarab, milyent Dr. KRIEGER kísérlet végett hengerére feszített volt. Minél könnyebben szorul ki a víz által az összes levegő a vászon- vagy selyemszövetből a gyapjúsövethez képest, annál könnyebben hűthetjük meg magunkat vászon és selyemben, mint gyapjúban ha megázunk. Azért is a nedves flanelharisnya kevésbbé hűti a lábat, mint a nedves vászonkapcza.

Másrészt pedig a vászon és a selyem ezen tulajdonsága nagy előnyt nyújt az esetben, ha a testet hűvösen s szárazon kell tartaniok. Vászon- vagy selyemíggel a meleget és a nedvességet sokkal jobban vezetjük el a bőr felszínéről és adjuk át messzebb rétegeknek további feldolgozás s elosztatás végett.

Most tulajdonképen a sorrend kedvéért az egyes ruhadarabokról és a ruhaneműekről, melyek egyes különös czélokra szolgálnak, kellene szólnom, de részint az idő már nagyon előre haladott, részint sok részletet illetőleg, melyeket itt nem lehetne mellőznöm, még csak igen kevés kísérletet tettek, hogy tudományosan lehesen azokat tárgyalni. — Legyen tehát megengedve, hogy csak nagyon röviden még egy ruhaneműre figyelmeztessem önöket, már azért is, mert közönségesen nem is számítják a ruházathoz: az ágyat értem. Ez azon ruha, melyben az ember

születésétől kezdve mind halálig, tudvalevőleg, életének nagy részét tölti. Egészségesnek és betegnek egyaránt van rá szüksége és már a legrégibb idő óta a legsanyarúbb inség jelének nézték, ha valakinek nem volt hórá fejét lehajtsa. — Az ágy nemcsak fekhelyünk, hanem hálóköntösünk is, és föladata, hogy bennünket a napi munka számos nélkülözéseért kárpótoljon s új tevékenységre üdítsen. Ugyanazon anyagokból készül, mint a nappali ruha: vászon, selyem vagy gyapjuból azok a részek, melyek minket közvetlenül takarnak, továbbá állati rostokból, lószőr vagy tollakból, gyapjú takarókból stb. az ezek feletti rétegek. Az ágynak is szellősnek és egyidejűleg melegnek kell lennie. Testünkkel melegítjük az ágyat épen úgy mint ruhánkat, és az ágy melegíti a benne állandóan alulról fölfelé áramló levegőt. A meleget szabályozó rétegek itt hatalmasabbak, mint minden más meznél, melyet nappal viselünk, mi két okból kívánatos: először teljes nyugalomban és alvásakor az anyagforgalom tetemesen süllyed és kevesebb hő fejlődik, aztán mert testünk vízirányos fekvésében a fölemelkedő légáram által sokkal inkább hűttetik mint merőleges állásban, hol az alsó részek melegeiből valami mindig a felsőknek válik hasznára. Az ágy melege tetemesebb anyagszere nélkül, csekélyebb hőképzés s tökéletes nyugalom mellett is bizonyos mágaslapon tartja a bőrben a vérkeringést, ez által megkíméli a belső szerveket, hogy ezek ilyképen kipihenhessenek. Az ágy tehát igen fontos készülék hő- és vérgazdaságunkat illetőleg. Ki több napon át nem alhatik ágyban, nem csak rosszul pihen, hanem gyakran hőökonomiája és vérkeringési működése is érzékenyen megzavartatik, a mely kártékony rendetlenségektől különben ágya megóvjá. Azért említem ezt és emelem ki, hogy jótékonyosságuk a szegények iránt ne csak élelemre, lakásra s rendes ruházatra, hanem még az ágyra, erre a rendkívüli ruhadarabra is kiterjedjen.

Ezekkel korántsem tárgyaltam még kimerítően a ruha működéseit, de úgy hiszem, figyelmessé tettem önöket oly pontokra, melyek által meg lesznek győződve, mily fontosak a

tudományos vizsgálatok, melyek az emberi test hőgazdasága érdekében ez irányban teendők. Mivel egészségünk testünk meleggazdaságával szorosan összefügg, azért a különféle melegtartó segédszerek czéljainak s működésének szorgalmasabb kutatása végre az általános egészségnek is javára szolgálnak. Az utolsó német-francia háború különösen arra figyelmeztetett bennünket újól, mily fontos a hadseregek ellátása nem csak élelmiszerekkel, hanem ruhaszerekkel is, és arra, hogy néhány napi szűk élelem sokkal kevesebb katonát tesz a harcra képtelenné betegség által, mint az oly érzékeny zavarok a hőgazdaságban, minőket az 1870-iki ősz utója Franciaországban magával hozott.

A ruházat azon fegyver, melylyel a polgárosult ember a légkör ellen küzd, ha ez ellenséges támadással fenyegeti; vele hódít egy elemet, a körleget. Természetszerű, s mondhatom ösztönszerű kötelessége minden jóra való embernek, hogy becsülje meg a csinos ruhát, és mindenkor tartsa jó rendben; azonban ismerjük meg egyszersmind ezentúl helyesebben a főczélt; minden pipere maradjon mellékdolog, a divat ne nyerte el soha a főhatalmat, a ruha czélszerűségét ne rendeljük soha a szabó ollója alá. A mai világban új után törekszünk minden irányban, új alakokat s szerkezeteket keresünk a ruházatban úgy mint az építésben, de nem érhetünk el semmi újat, míg elavult szempontból tekintjük a dolgokat. Új szempontok pedig ez irányban csakis úgy szerezhetők, ha a ruha s a ház működését szorgos és gyakori búvárlások tárgyává tesszük. A működés megismerése hozza létre a külső formát, a működésmódok azonban csakis elméleti tanulmányozás által ismerhetők meg. — Csak akkor találták fel a turbinát, miután már a fölül- s alúlcsepő kerékről helyes elmélet létezett.

Az elméletnek sokkal nagyobb befolyása van a gyakorlati fejlődésre, mint közönségesen hinné vagy elismerné az ember. A mechanika törvényeinek alkalmazását gőzgépekre, vasútakra s gőzhajókra, meg kelle előznie ezen törvények felfedezésének és megállapításának; és könnyű volna észszerűleg megmagyarázni, miért

nem tétettek WATT s STEPHENSON nagyszerű találmányai előbb, és hogy ezek csupán azon magvaknak következményei vagy gyümölcsei valának, melyeket COPERNIKUS, KEPLER s NEWTON elméleti búvárlataikkal szórtak volt el.

Talán a hógazdaságunk rendben tartására szolgáló eszközök egykor a mostaniaktól külalakra, azaz szerkezetre nézve nem kevésbé fognak különbözni, mint a turbina az ódonszerű malomkeréktől, vagy a gőzgép a lóhajtotta emelőcsigától különbözik.

Ezennel bezárom első előadásomat; a másodikban a ház levegőjéről fogok szólni.



MÁSODIK ELŐADÁS.

A LÉG VISZONYÁRÓL AZ EMBER LAKÁSÁHOZ.

MA a háznak egynémely egészségügyi szerepével fogunk foglalkozni. Általában véve a ház az egészséget illetőleg ugyanazon czélokat követi, mint a ruházat; annak a közlekedést a bennünket környező körléggel szakadatlanul fenn kell tartania s egyúttal szükségleteinkhez képest szabályoznia. A ház, miként a ruha, sohase legyen úgy készítve, hogy bennünket a küllégtől elzárjon. A ruha és a ház bizonyos formákban egymásba ügyszólván átmennék. A köpeny és sátor közel áll egymáshoz. Az a bő, nehéz köpönyeg, melyet azelőtt oly gyakran viseltek, hordozható sátor-nak is beillenék, a sátort pedig helyhez szegzett köpenynek tekinthetnők, melybe beburkolódzunk, melybe egész testünkkel bebúvunk, úgy, a mint karunkkal a kabátujjba bújni szoktunk. A kalap a ruházat födele, a háztető a ház kalapja.

Azért már előre várhatjuk, hogy az épületszerek, — azon anyagok, melyeket lakásaink építéséhez előnnyel használunk, a lég, víz s hő iránt bizonyos mértékben hasonlóképen viselik magukat mint ruházatunk alkatrészei. Minden fal átbocsátja a levegőt és kell is hogy bizonyos fokig a lég által átjárható legyen, ha teendőinket a négy fal közt némi kényelemmel és egészségünk veszélyeztetése nélkül akarjuk végezni. A közhiedelem ugyan még sokkal inkább ellenkezik állításommal a falak áthatóságát, mint a ruha áthatóságát illetőleg, de bebizonyítható, hogy a közvélemény téves s azon alapszik, hogy összes érzékeink képtelenek a levegőben történő mozgástüneményeket észrevenni, ha sebes-

ségük nem nagyobb, mint másodpercenként $1\frac{1}{2}$ méter. Semmi-féle légmozgás sem érezhető bármely érzékünk által, a melynek sebessége egy másodperczenben a fél métert nem haladja túl, és ez csábít minket azon álokoskodáshoz, miszerint a levegő nem mozog; ezt azonban nem nagyobb joggal tetelezzük fel, mintha állítanók, hogy a Föld sem forog másodpercenként 400 méternél nagyobb sebességgel tengelye körül, mivel mi ezen szédítő sebességet észre sem vesszük. Csak későn és nagyon lassan győződtek meg az emberek arról, hogy a Föld kering a Nap körül és nem a Nap földünk körül, jóllehet mi mitsem érzünk a Föld mozgásából, míg a Napnak Föld körüli forgását szemeinkkel csalhatatlanul látni véljük. Kitünik ebből, hogy okvetetlenül létezik valami, a mi hatalmasabb mint az első érzéki behatás, és ez az észlelt jelenségek megfontolása s tanulmányozása, a tudomány. A tudománynak nincs ugyan hatalma a természet fölött, a természet nem változtathat semmit, nem szabhat neki törvényt — csupán megismerheti a természet törvényeit. Ez által a természettörvényeket nem változtatja ugyan, hanem igen az ember fogalmait; ezeket néha épen az ellenkezőre fordítja, miként a hitet a napnak földünk körüli keringéséről. A tudomány által megállapított nézetek részint közvetlenül, részint közvetve gazdagítanak minket oly eszközökkel, melyek segítségével felhasználhatjuk a természettörvényeket; csak miután a csillagászat az ég mechanikájának törvényszerűségét megtalálta s megalapította, haladott az emberi ész, az érzéki salaktól ment, tisztább fogalmaival a mechanikai elmélet azon fejlődési fokáig, mely iparban s közlekedésben a jelen műveltségi korszak büszkesége s hatalma.

Törekedjünk tehát mindenek előtt arra, hogy belátásunkat, ismereteinket gyarapítsuk; ennek haszna nem marad el, mert minden hasznos, a mit az ember fel tud használni. Míg ezt megtanulja, az persze időt kíván, néha nagyon hosszú időt, miként régi tapasztalásból tudjuk.

A tudománynak feladata, hogy minden észrevehető dolgot megragadjon és átkutasson, legyen az kicsiny vagy nagy; a tu-

domány előtt a szunyog s élete époly érdekes és fontos, mint az elefánté, s ezért azt hiszem, szabad azon parányi kevés levegővel is törődnöm, a mi a falon áthatol, jóllehet mozgása oly lassú, hogy nem érezzük a léghezamot.

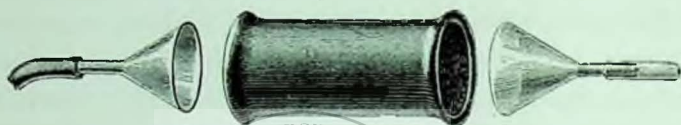
Hogy a levegő a falakon átmehet, azt minden egyéb tényleges bizonyítás nélkül már sok más ismert tényből lehet következtetni. Senki sem állítja, hogy a lakások falai vízhatlanok, sőt mindenki tudja, hogy a víz a köveken keresztül könnyen szivárog át. Tudjuk továbbá, hogy bárhol érintkezik a fal állandóan vízzel, ott egészen átázik, míg a víz végre a tulsó oldalon lecsurog. Már pedig minden természettanilag kiképzett ész magától vonhatja a következtetést, hogy ott, a hol víz átfér, még sokkal több lég mehet át, mivel a lég 770-szer könnyebb s mozgékonyabb a víznél. Mindennapi tapasztalásból tudjuk, hogy vízhatlan edények s műszerek könnyen készíthetők, nem úgy a léghatlanok; a gépműves, kinek légzáró eszközöket kell előállítani, azt szokta mondani, hogy a légnak igen vékony, kis fejecskéje van, melylyel ott is keresztülbúvik, hol nem is várná az ember. Azon általános meggyőződés mellett, hogy a víz a falon átmehet, hogyan csodálkozhatik még valaki a fölött, hogy a lég a falon ki-bejár? Ennek megmagyarázása egyszerű: a vizet a falon látjuk, érezzük, a falban lévő levegőt ellenben nem foghatjuk fel közvetlenül érzékileg.

De vannak segédeszközök, melyekkel a lég átmenését az épület anyagain keresztül érzékileg is érezhetjük; például, ha a levegőt, mely nagyobb felületen észrevétlen lassúsággal jutott keresztül, egy aránylag szűk csövön vezetjük tovább. A kísérletben, melyet mutatni fogok, nem látnak egyebet, mint a mit már gyakran láthattak, midőn egy nagyobb vagy kisebb tavat néztek, melynek vize szűk csatornán érkezett s folyt odább. A csatorna vize élénk mozgásban látszik, sőt malmot is hajthat, midőn a tónak egész fölületén látszólag általános nyugalom uralkodik. Ha a be- s kifolyó víz be van földve vagy föld alatt foly s szemünk elől él van zárva, azt hinnők, hogy álló vizet lá-

tunk, azonban ha ezt állítanók, szintén igaztalan volna mon-
dásunk.

Itt van egy hengeralakú közönséges vakolat-darab (légvako-
lat), mintegy 12 czentiméter hosszú s 4 czentiméter átmérőjű.
A henger palástfőlülete olvasztott viasszal légmentesen be van
vonva, a két szemközt lévő körfelület szabadon maradt és a ter-
mészetes vakolat felületét mutatja.

Itt egy üvegtölcsér, a mely csőben folytatódik. Az egyik sza-
bad vakolatfőlületre ráillesztem és ragadó viasszal légmentesen



összekötöm a henger légmentes palástsíkjaival (1. ábra). Ha most
a csőbe befúvok (2. ábra), akkor, ha a vakolat levegőt át-



2. ábra.

bocsát, ez a túlsó főlületen fog előlépni, mivel oldalt a viaszbo-
rítékon keresztül nem távozhatik el. — Az egész szabad felüle-
ten elillanó légnak még oly csekély a gyorsasága, hogy általa egy
égő gyertya lángja legkevesebbé sem térítettik el merőleges álla-
sából. Ha azonban a még szabad vakolatfelületre egy ép olyan
üvegtölcsért ragasztok, akkor a vakolatdarabon átmenő lég
csak a tölcser csőven jöhet ki. A mennyivel a cső keresztmet-
szete kisebb mint a vakolat szabad főlülete, annyival lesz na-

gyobb a csőben a légsebesség, épen úgy, a mint a víznél a tónak be- s kifolyásánál történt.

A gyorsaság a csőben már oly tetemes, hogy egy gyertyaláng általa merőleges állásából kitérítettetik. — Ha most a tölcésérsövet megtoldjuk egy másik még szűkebb nyílású csővel, mely a forrasztócső módja szerint hegyesre van kinyújtva, akkor a lángot teljesen vízirányos helyzetbe fújhatjuk, sőt képesek vagyunk, ha jól sikerül a kísérlet, a lángot a vakolaton keresztül egészen elfújni.

Ha az egyik cső végét víz alá mártjuk, és a vakolatdarabon átfúvunk, a lég buborékokban zajjal távozik el a vízen keresztül.

Ugyanezt lehet egy darab fán is kimutatni, vagy egy téglán, ha ezeket is úgy zárjuk el, mint a vakolatot.

A legtöbb homokkő szintén, oly likacsos, hogy a víz s lég könnyen áthatolhat rajta.

Sűrű mészkövek vagy úgynevezett terméskövek igen kevés levegőt bocsátanak át, és azt hinné az ember, hogy egy téglafal sokkal szellősebb, mint egy tömör mész- vagy terméskőből épült fal. Bizonyos fokig való is e tény, de nem oly mértékben, a mint a tégl és terméskő áthatósága különbözik. A legkülönbözőbb épületanyagokhoz ugyanegy kötőanyagot használunk, midőn a falat az egyes darabokból összeillesztjük, t. i. a vakolatot. Igen kevés embernek van helyes fogalma arról, hogy a falnak hányadrésze áll vakolatból. Általában föl lehet tenni, hogy minél szabálytalanabb az épületkövek alakja, annál nagyobbak a vakolattal kitöltendő rések; minél szabályosabb alakúak a kövek, annál vékonyabbak a vakolatrétegek.

Mivel pedig a terméskő majdnem soha sem használtatik szabályosan kifaragva a fal elkészítéséhez, azért az ilyen falban a vakolat-hézagok mindig jelentékenyebbek, mint a téglafalban, és a mennyivel a vakolat inkább átjáratos a lég irányában, mint a tégl, annyival kisebb a falnak légmentessége mint a terméskőé a téglához viszonyítva. Megfigyelték, hogy mekkora a vakolattömeg, melyet átlag véve a különféle termésköveknél használnak. Megközelítőleg számíthatjuk, hogy a vakolattömeg térfogata a mészkő-

nél az egész falnak $\frac{1}{8}$, a mésztuffnál $\frac{1}{4}$, a téglánál $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$, a faragott homokkőnél $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ -ad részét teszi. — Látható ebből, hogy a vakolatmenyiség a kövek likacsosságának csökkenésével emelkedik s ez által a falnak légtartalmát némileg kiegyenlíteni igyekszik.

Magától érthető, hogy a légmenyiség, mely bizonyos vastagságú épületanyagokon átmehet, azok felületével arányosan változik, hogy 2 négyszögméteren 2 annyi lég szivárog át, mint 1 négyszögméteren. A szellőztetésről később fogok szólni és ott látni fogjuk, mennyi lég számítható 1 négyszögméter felületre.

Meglepő a hatás, melyet likacsos épületanyagoknak vízzel való megnedvesítése gyakorol. Azon mértékben, a mint a likacsok vízzel megtelnek, a lég elöl elzárják az átjárást. Megjegyzésre méltó, hogy a víznek tapadási ereje a kő s vakolat irányában annyival nagyobb, a mennyivel nehezebb a víz a légnél. Könnyen fújhatunk nagy mennyiségű levegőt száraz vakolaton, száraz téglán keresztül, ellenben csak nagy erőfeszítéssel egynehány csepp vizet. Én most ugyanazon vakolatdarabot, melyen az elébb levegőt fújtam, egyik oldalon meg fogom nedvesíteni az által, hogy egy csőszárat vízbe mártok és a helyett, hogy levegőt fújnék, levegőt szívok. A víz a csőben fölszállván az üveg-tölcsér s a vakolat között szét fog ömleni s az utóbbit egész felületén meg fogja nedvesíteni. Ha most, miután a vakolat elázott, ismét levegőt próbálok keresztülfújni, az többé nem sikerül, bármennyire erőködöm. — Ezen egyszerű kísérletből kiviláglik a nedves falak káros volta, mert eltekintve a többi kártékony hatásoktól, a lakást még légmentesen el is zárják.

Tudjuk mindnyájan, hogy az új épületeket általánosan kerülük nedvességük miatt. A legtöbb államban a törvény maga tűzi ki az időt, mikor szabad új házba költözni, s az engedelem csak akkor adatik meg, ha a ház, azaz falai eléggé szárazak. A mily általánossággal ismerik az idevágó tényeket, époly különbözők s ellentmondók a vélemények a nedvesség okaira s azon eszközökre vonatkozólag, melyek a nedvesség elhárítására szolgálnak. Azért

meg akarom magyarázni, miképen jut a víz az új épületbe s mi úton távolittatik megint el belőle.

Mikor egy ház építéséhez fogunk, még mielőtt egyik követ a másikra illesztünk, arról kell gondoskodnunk, hogy legyen elegető vízkészlet, és vagy kutat ásunk, vagy összeköttetést létesítünk valamely vízvezetékkel, mert a kőműveseknek nagy szükségük van vízre a kövek megnedvesítésére s a vakolat elkészítésére. A ki valamikor megnézte a munkálatokat egy ház építésénél, annak mindenesetre feltűnt, hogy mennyi vizet fogyasztanak ott és mily gyakran kér a kőműves vizet az adogatótól. Határozzuk meg azon vízmennyiség megközelítő értékét, mely egy új épülethez szükséges. Egy közönséges 2 emeletes ház, minden emeleten (földszint, 1-ső s 2-dik emelet és pinczesor) 5 szobával és konyhával, körülbelül 167,000 (4) téglát igényel. — Egy közönséges nagyságú téglát, a milyen a müncheni tégláégető kemenczéből kerül ki, közel 5 kilogrammot nyom. Egy közép keménységre égetett téglát több vizet képes felszíni, mint a mennyit súlyának 10 perzentje tesz. Föltéve, hogy a pamacsos való megnedvesítés, a bemártás, a vakolattal s néha vízzel való leöntés által csak 5 perzent vizet vesz föl, a 167,000 téglát a házépítés folyama alatt már akkor is 41,750 kilogramm, azaz 41,750 liter vizet szí föl. A vakolat rendesen a faltömeg $\frac{1}{5}$ részét képezi, de sokkal több vizet tartalmaz mint a téglák. Csekélyre becsülöm a vakolat víztartalmát, ha egyenlővé teszem az épület tégláiéval, 41,750 literrel, tehát összesen 83,500 liter vizet tételzek föl, mit legnagyobb részt ismét el kell távolítani, mielőtt a házban az egészség veszélyeztetése nélkül lakni lehet.

Ha keressük, hogy miben rejlik a nedves fal hátrányossága, akkor leginkább két körülményben találjuk fel azt. 1. Akadályozza a szellőztetést és a légátömlést, a mennyiben a fal lika-csai vízzel vannak berekesztve vagy szűkítve. 2. Zavarják testünk hőgazdaságát. Nedves falak úgy működnek, mint egyoldalúlag hűtő testek, mivel a párolgás által bennünk támadó hideg következtében hatásuk részint olyan, mint az át nem melegült szobáké,

részint mivel azok — a nedves ruha módja szerint — sokkal jobban vezetik odább a meleget, mint a száraz falak, és hővesztésünket az egy irányban szaporított sugárzás által tetemesen nagyobbítják. Az orvosok bizonyítása szerint az állandóan nedves lakásokban kivált oly betegségek gyakoriak, melyeket gyakran másféle meghűtés is hoz létre: csúsz és hurutbajok, továbbá chronikus vesebajok (morbus Brightii).

Hogyan üzhetjük ki ezen 83,500 liter vizet a házból, mielőtt beköltözünk, és milyen segédszerek vannak rendelkezésünkre ezen célra? Mindezen víztől csak egy úton szabadulhatunk meg; nem csapolhatjuk le, nem sajtolhatjuk ki, nem is forralhatjuk ki, hanem be kell várnunk, míg a lég önkényt el nem párologtatja. Ezen egyetlen módszer biztos ugyan, de kissé hosszantartó. A légnek képessége vizet fölszíni több körülménytől függ: a víz azon sajátosságától, hogy különböző hőfoknál különböző mértékben törekszik elpárologni, a vízmennyiségtől, melyet a nedves test fölött elvonuló lég már tartalmaz, s végre a gyorsaságtól, melylyel a lég áramlik. Az első két körülményt illetőleg, mérték gyanánt, éghajlatunknak évi közép hőmérsékletét (Drezdában mintegy 10 Cels. fokot) és a lég közép víztartalmát (telítendő légtömegnek mintegy 75 perzentjét) vehetjük fel. 10 Cels. foknál egy köbméter lég 9·7 gramm vizet vehet föl páraalakban; ha tehát e mennyiségből már 75 perzentet, vagy 7·3-et tartalmaz, akkor 1 köbméter lég egy új épületnek legfeljebb 2·4 gramm vizét veheti át, hogy telítve legyen. A hányszor tehát 2·4 gramm a 83,500 kilogrammban, vagy 83 millió grammban foglaltatik, annyi köbméter légnek kell a falak fölületén eláramlani és ezeknek vizével telülni, míg az épület megszáradhat; ez kerekszámban több mint 34 millió köbméter, azaz 1360 millió köbláb lég.

Itt egyszersmind egy oly jelenségről akarok említést tenni, melyet önök már tapasztalásból ismernek. Értem azon tényt, hogy látszólag kiszáradt épületek, mihelyt bennök lakni kezdünk, újlag nedvesülnek. Gyakran a falakon és a zúgokban csakhamar beköltözésünk után nedves foltokat látunk támadni, az ablaktáb-

lák izzadnak, a levegőt gőzteltnek s nyomasztónak találjuk. Honét származott megint e víz, miután szakértők már több ízben hivatalosan kijelentették, hogy a ház száraz és lehet benne lakni? Ezen tüneményt rendesen helytelenül fogják fel s magyarázzák. Itt is hiányos érzéki észlelésünk csal meg bennünket és vezeti tévútra ítéletünket, midőn azt hiszszük, hogy a víz csak most támad a falban, vagy hogy a bennlakás által lett szabaddá, mivel csak most jő napfényre. Igen kevés ember van tisztában azon körülményekkel, melyek mellett a falban lévő levegő szemmel látható lesz, midőn mint úgynevezett nedves folt lép elő. — Itt egy darab közönséges kárpit, színe kétes barnasárga. A hol ezen nedves ecsettel bekenem, ott a szín sokkal élénkebb, hatályosabb és sötétebb lesz, azt hinné az ember, hogy az ecset nem volt szintelen vízbe, hanem festékbe mártva; de ha bevárjuk, míg a kárpit megszárad, akkor az áztatott és pillanatig sötétebbeknek látszó helyeken is visszanyeri eredeti színét. Talán csodálkoznak némelyek önök közül merészsegem fölött, melylyel ily előkelő gyülekezet előtt ezen mindennapi kísérletet tettem, melyet mindenki ismer.

Csupán azért tettem, hogy hozzá azon kérdést kapcsolhassam, hogyan van az, hogy a víz, a mely a legtisztább kristályüvegnél is átlátszóbb test, oly annyira megváltoztathatja a színt? Ezen hatását a víz csak likacsos festékekre vagy likacsos festékekkel bemázolt felületekre gyakorolja, és sohasem tömören összefüggő festékekre. — Csak vízfestmény vagy freskókép változtatja színét ha megázik, porcellán- vagy üvegfestmény alig észrevehetőleg. Ha a víz nem hatolhat be a festékbe, kinézésén nem változtat többet, mint egy ráborított szintelen, átlátszó üvegréteg.

Az olajfestmények kezdetben úgy viselik magukat a víz irányában, mint az üveg- vagy porcellánfestmény, újdonságban vagy újlag befűrésztelve nem változik színük; ellenben ha régi kép húzamosabb ideig a légnak volt kitéve, némely színe homályosulni látszik — akkor a nedvesítés az olajfestményen hasonló fénytani hatást idéz elé mint ezen kárpiton. Míg a víz el nem

párolgott, a színek sokkal élénkebbeknek látszanak. Minden olajfesték a levegőnek kitéve, idővel likacsos lesz.

De ha a víz a testekbe ily módon behatolhat, mit kell ebből okszerűleg következtetnünk? Azt, hogy a festékben üres tér van, melyet a víz kitölthet. Ezt a tért az anyag hézagjai, likacsai képezik. Egy további kérdés, vajjon ez az üreg előbb, midőn még nem volt benne víz, ki volt-e más valami által töltve, mit a víz azután kiszorított helyéből, hogy ezt elfoglalja? Nem fogják többé valószínűtlennek tartani, ha meggyőződésemet nyilvánítom, miszerint a nedvesülés előtt lég foglalta el a víz helyét és a víz a levegőt kiszorította a festett felületről. A fényhatás különbsége azon eltérés következménye, mely a lég és víz fénytani sajátosságából ered; előbb — az úgynevezett száraz állapotban — léggel, azután pedig vízzel vegyítettük festékünket. A víz tudvalevőleg egészen másként tör, szórja szét és veri vissza a fényt, mint a levegő, tehát okvetetlenül egészen másként kell hatnia, ha lég helyett ez vegyítették a festék közé. Ezt kimerítően tárgyaltam egy dolgozatomban az olajfestékekről és a képtárak épentartásáról (5), most elég ha tudják, hogy nedves foltok csak akkor támadnak a falon, ha a likacsok vízzel vagy más valamely nem légnemű átlátszó anyaggal töltetnek ki. Helyes érzésünkről tesz bizonyosságot, hogy általában, mikor a lakások minőségéről van szó, ezen kifejezéseket: száraz és szellős mindig együtt használjuk, valamint a nedves és nyirkos szavakat is.

Ha tehát korán egy új épületbe költözünk, hol a likacsok épen annyira szabadultak meg a víztől s teltek meg léggel, hogy a falak festéke léggel van vegyítve, a hol a festékrészececskék csak lég- s nem vízrészececskék által vannak egymástól elválasztva, akkor még nem szabad hinnünk, hogy minden víz eltávolított a falból. Mert hogy a szárazság fényhatása létre jöjjön, csak a felületes likacsoknak kell bizonyos mélységig léggel megtelniök, a midőn különben még sok víz lehet a falban elrejtve.

Miből magyarázható tehát, hogy midőn az ily új épületet emberek lakják, a fal likacsai helylyel-közzel ismét megtelnek

vízzel? A közönséges magyarázat, melyet erre nézve adnak, nagyon tudományosnak s észszerűnek látszik; minden vegytani előadásban lehet hallani ezt és minden tankönyvben benne áll, és mégis egészen helytelen. Szerintök ezt a szénsav hatásának kellene tulajdonítani, melyet az a fal vakolatában levő oltott mészre gyakorol. A vakolat nagyon érdekes anyag, sajnálom, hogy természetével s keményülési folyamával nem foglalkozhatom behatóbban, de annyit mégis meg kell mondanom, hogy a készítésére használt égetett s oltott mész a mészföldnek vagy calcium-oxydnak vízzel való egyesüléséből áll, mely a légben szénsavas mészszé változik, még pedig kezdetben, körülbelül felenyire, igen gyorsan, azután mindig lassabban, úgy, hogy szét nem bomlott mészhidrát gyakran még nagyon régi falakban is lelhető. A mészhidrát vagy oltott mész egészen száraz állomány, mely nem enged át vizet a száraz, szénsavtól ment légnek. Midőn azonban szénsavas mészszé változik, akkor a mészföld és szénsav egyesül, és a víz, az úgynevezett hidrátvíz, kiszabadul. Ezen szabaddá lett víznek tulajdonítják közönségesen bevett szokás szerint az új lakásokban itt-ott fölüjlülő nedves foltokat, és következőképen okoskodnak: Az emberek lélekzetükkel több szénsavat állítanak elő mint a mennyit különben a levegő tartalmaz, a falban tehát megfelelő mennyiségű száraz mészhidrát szénsavas mészszé és szabad vízzé változik, a midőn a megszabadult hidrátvíz megnedvesíti a falat, azaz elzárja likacsait. Ezen magyarázat egyetlen egy, közvetlenül a falon tett észlelésen sem alapszik, hanem csupán doctrinaer okoskodás. Sohasem látott még vegyész oltott meszet attól megnedvesülni, hogy ez szénsavtartalmú szobalégben feküdt, dacára annak, hogy szénsavas mészszé változott. Nem tagadom, hogy ha a légben több szénsav van, az a falban is több mészhidrátot bontszét, s ez által hidrátvizet tesz szabaddá, de határozottan tagadom, hogy a hidrátvíz által támadt nedvesség a falnak már részben légtelt likacsait ismét kitölthetné, mert ez föltételezné, hogy a mészhidrátban szilárd alakban kötve volt víz vagy semmi tért nem

foglalt volna el, vagy hogy az megszabadulása után olyféleképen kiterjedne, mint például a cseppfolyós víz kitágul, midőn gázalakba megy át. Ezt azonban minden tudományos analógia és minden észlelet megegyeztet; a mily nagyok a térkülönbségek a cseppfolyós állapotból a gáznemübe való átmenetkor, ép oly csekélyek s jelentéktelenek, midőn szilárd test folyós lesz, sőt nem ritkán a folyós testek szilárdulás közben ki is terjednek. Ha a méshydrát vize szilárd állapotban nem volt képes a fal likacsait berekeszteni, akkor nem sikerül ez neki, ha folyóssá változik is, pedig csak a likacsok tökéletes kitöltése vízzel, csak a légnek végképeni elűzése a fal felületéről hozhatja létre a nedvfoltokat. Azon csekély térbeli kiterjedés, melyet az oltott mész a vakolatban nyer, midőn szénsavat szív magába, itt inkább vehető tekintetbe, de ez is sokkal csekélyebb, semhogy a likacsokat berekeszthetné. Egészen más úton támadnak a nedves foltok új házakban, midőn először lakják; mindig úgy keletkeznek azok, hogy víz csapódik a levegőből a falra.

Az ember sok vízgőzt fejleszt lakásában nemcsak tüdejének s bőrének működése, hanem a háztartás számos teendői által, főzés, mosás, törülés, tisztogatás stb. által is. Ha a lakásban lévő lég hőfokának megfelelőleg körülbelül telítve van vízgőzzel, akkor a falnak csak csekély hidegsége is képes a levegőt arra kényszeríteni, hogy víztartalmát cseppfolyó alakban a falra rakja le, úgy, amint gyakran az ablakokra rakódik a vízpára. Az üvegtábla nem képes a sűrített vízből elenyésző keveset is fölszívni, a likacsos fal ellenben nagyon sokat nyelhet el. Ezért izzadhatnak régi, száraz épületekben az ablakok erősen, míg a falak egészen szárazaknak látszanak. Ezen állapot sokáig tarthat, anélkül hogy egy rendesen épült falon a nedvességet észre lehetne venni, jöllehet természetesen a víznek a légből épúgy kell a hidegebb falra, mint a hidegebb ablaküvegre lecsapódni. A fal addig sűríthet vizet anélkül hogy nedves foltokat mutatna, a míg likacsai a felületen meg nem telnek vízzel és a levegő belőlük végképen ki nem szorúlt. Innét van, hogy ily nedves foltok nem tűnnek elé lassanként,

hanem rögtön; a fal jó ideig egészen száraznak látszott és hirtelen számos vízfoltot mutat.

Most könnyen magyarázható meg, hogy miért támadnak új épületekben gyakrabban e foltok, mint régiebbekben. A falak csak nemrég vesztek annyit az építési vízből, hogy a likacsok mindenütt a víz egy részétől megszabadulni és léggel megtelni kezdetek, úgy, hogy legalább a ránézés szerint száraznak látszanak; ilyenkor nem sok víz kívántatik arra, hogy a likacsok helyelyel-közzel ismét teljesen elzáródjanak, és a hol ez történik, ott nedves foltok lépnek elő. Igen tanulságos a fűtésnek hatása; misem csálja ki új épületben a vizes foltokat könnyebben mint az első tüzelés jól zárt ajtók s ablakok mellett. A kályha melege legelőbb környékét hevíti és ez sok vizet gőzölögtet el a szoba levegőjébe, úgy hogy ez csaknem tökéletesen telül. A hol tehát a kályhától nagyobb távolban a fal hidegebb mint a levegő, ott harmat képződik, ha azonkívül a likacsok még nagy mennyiségű vizet is tartalmaznak, mely az építéstől származott, akkor kevés is elegendő arra, hogy egészen megtöltse a likacsokat.

Hogy a vakolat mészhidrátjában szilárd állapotban foglalt víz nem töltheti ki a likacsokat, midőn folyós lesz, és nem szoríthat ki belőlük minden levegőt, azt aránylag csekély tömegéből lehet következtetni. Becslésem szerint egy 167,000 téglával épült ház legfeljebb 25,000 kilogramm égetett meszet tartalmaz, a mely, még ha tökéletesen tiszta is, nem fog 8000 kilogrammnál több hydrátvizet lekötni. — Míg a vakolat megkeményszik és míg a házba költöznek, a mésznek fele valószínűleg már szénsavas, e szerint még csak 4000 kilogramm víz marad hydrát állapotban, tehát nem is 5 perzentje az összes víztömegnek (83,500 kilogramm), mely az épületbe bejutott. Ha tehát az építési víz többi 95 perzentje elillant volna, akkor az az 5 vagy legfőlebb 10 perzent, mely kiszabadul, midőn a mészhidrát szénsavas mészszé változik, kényelmesen elérne a likacsos falban, a nélkül hogy a nedves folt tűneménye rajta csak csekély mértékben is létrejönne.

Annak helyes megmagyarázásától, hogy honnan származnak az új épületben előforduló vizes foltok, függ egyszersmind a vakolattal működése az ember háztartásában fejlesztett víz nagy részének kivezetése körül. Falaink gyakran kénytelenek sűrített vizet elhyni s tömegükön átszállítani, hogy künn a szabadban elpárologtassák. Azért nedvesek oly nagy mértékben az észak felé fordult, vagy más valami okból naptól nem ért helyiségek, azokhoz hasonlítva, melyek különben egyenlő berendezés mellett dél felé fekszenek vagy a napfénynek ki vannak téve. Ezt kívált fűtetlen termekben tapasztaljuk. Némely évszakban, különösen a tél s tavasz közti átmenetkor, az ily termek hidegebbek mint a küllég. Ha már most az ablakokat felnyitjuk, hogy az első tavasznapok meleg levegőjét bebocsássuk, akkor nagy mennyiségű víz csapódik le a falakra s egyéb tárgyakra, bútorokra, könyvekre, írományokra, metszvényekre stb., mi által az ilyen helyiségek nedveseknek látszanak. Ezen nedvességnek is, mint valamely új épület vízenek, ki a körlégbé kell elpárolognia.

Ez oknál fogva csak likacsos épületanyag adhat száraz lakást. Nagyon praktikus emberek másként vélekednek ugyan s arról álmodoznak, hogy egykor a fát, téglát és vakolatot a cizink, vas és miniomtapasz fogja helyettesíteni. Nem mondom ugyan, hogy lehetetlen volna a vakolattal természetes működését más módon is létrehozni, de oly könnyű nem lesz az, a mint némelyek hiszik.

Egy igen tanulságos példát hozhatok fel arra nézve, hogy miként lehet látszólag igen észszerű terv daczára épen az ellenkezőjét elérni annak, a mire az ember törekszik, ha mélyebben nem tanulmányozza a falak működését. Vashámorok közelében, a mint tudják, gyakran az olvasztó kemence salakjával építenek. Ezen anyag más kövekkel összefalazva rendesen könnyű, szellős és száraz falakat szolgáltat. Többnyire úgy, mint a terméskő, szabálytalan darabokban használtatik, s ennél fogva igen nagy vakolattömegeket igényel a hézagok kitöltésére. Azon esetben, melyet például idézni akarok, a vastag vakolatrétegeket bajnak hitték és

mivel épen egy új közös-házat kellett építeni a munkások számára, ezen bajon lehetőleg segíteni és egy példányszerű épületet akartak teremteni, akként, hogy ezen építésnél csak nagy, koczkára faragott salakdarabokat alkalmaztak. A munka igen gyorsan folyt, a vakolatrétegek nagyon keskenyek lettek és mindenki gyönyörrel nézte a kész művet. Sokkal gyorsabban is száradt ki, mint a szabálytalan darabokból készült házak. Mindenki a legjobbat várta. Midőn az épület jól kiszáradt, és a munkások családotul beköltöztek, csakhamar mindenütt a nedvesség nyomai mutatkoztak és meg nem szűntek idővel sem. Ezen remek épület az egész kohónak a legnedvesebb háza lőn. A vékony vakolatrétegek a vizet, melyet a házban foglalt levegő a falaknak átadott, nem szállíthatták el úgy, mint a nagy vakolat-tömegek a szabálytalan salakdarabok között. A salakot magát, ami a víz irányában magatartását illeti, nem lehet a téglával vagy vakolattal összehasonlítani; ezek szívaesképen magukba szívják a nedvességet, a salak ellenben hólyagos üveg, melyre a víz lecsapódik úgy mint az ablaküvegre.

Már egyszer említettem, hogy a rendőrség vagy valamely egészségügyi bizottság szokta adni az engedélyt arra, hogy szabad-e valamely új épületbe költözni vagy sem. Mily szempontból kell tehát kiindulni, mily mértéket kell használni, ha egy lakás vagy ház nedvességi fokát meg akarjuk tudni? Nem tudom léteznek-e Szászországban is olyan rendőrszabályzatok, de másutt, a hol fenállanak, nagy zavarba jöhetnek az illető megbízottak, ha valamely kétség vagy viszály támad a kiküldött szakértőnek véleménye fölött. Mindenütt kifejlődnek ugyan a szokásos épületanyag, az építésmód és az éghajlat minősége szerint bizonyos szabályok azon időpontra nézve, mikor lehet valamely új épületet átlag véve száraznak tekinteni; de ha a rendőri orvosnak és az építési vállalkozónak a nézete nem egyezik össze, akkor az utóbbinak könnyű leend egy másik szakértő bizottságot összeremteni, mely az épületet száraznak nyilvánítja, legalább oly száraznak, mint a minő sok más ház is volt, melybe

szabad volt beköltözni, melynek megadták a lakhatás engedélyét. Eddig legalább eltekintve az épület korától, leginkább az úgynevezett praktikus meg szemlélésen, — tehát subjectiv felfogáson — alapúlt a szakértők ítélete; éles megkülönböztetés nem létezett. Hogy mennyit mond a nedvességnak folt-alakban látható jele, azt már tudják; a fal száraznak látszhatik ugyan, valósággal pedig mégis nedves lehet. A falaknak kézzel való megtapogatása, hogy vajjon melegebbek-e vagy hidegebbek, szintén nagyon önkényes becslés, nem különben a falak kopogtatása is kulcsal vagy kis pörölylyel. Nehéz egy bizonyos vízmennyiséget ily módon látás, tapintás vagy hallás által kipuhatolni. A legcélszerűbb még, ha a ház különböző helyein vakolatdarabkákat tördelünk le a belső falról és a vegyész által megvizsgáltatjuk, hogy mennyi párologható vizet tartalmaz még a vakolat. 4—5 súlyperczent víz jelöli a száraz és nedves háznak elválasztó határvonalát. De ezen eljárás is bizonytalan, a vakolat más-más helyen különbözően lehet nedves, és ekként egyáltalában véve a száraz épületet nedvesnek és a nedveset száraznak lehetne nyilatkoztatni. Az egyetlen biztos mód volna, ha kiderítenők, mennyi víz megy át bizonyos idő alatt az egyes szobákban oly levegőbe, mely még nem telt meg vízpárával, azaz mely fokig nedvesíti a fal vize a levegőt. Ezt legjobban lehetne némely szoba fűtése által és a fűtés előtt és után eszközölt összehasonlító légnedvmérés által megtudni. De ezen észszerű vizsgáláshoz hiányzanak még a szükséges előmunkálatok. Remélhetjük azonban, hogy nemsokára ehhez is hozzáfognak a szaktudósok.

De addig is tudni szeretné mindenki, hogy mi módon lehetne egy új épületet biztosan és gyorsabban kiszárítani, mint a hogyan ez magától történik. Remélem, hogy megingattam a hitet, mely az eddig ismert egyetlen szerhez ragaszkodott, miszerint a szobákban szénsavat kell fejleszteni, faszenet kell a kályhákban vagy nyílt tűzhelyeken elégetni. Igazságtalan s kegyetlen volnék, ha örülnék, hogy valamitől megfosztottam önöket és nem törekedném egyszersmind, hogy valamely kárpótlást szerezzek helyette.

Nem tehetek azonban egyebet, mint hogy azon egy szerre emlékeztetem önöket, mely a nedvességnek valamely új házból eltávolítására szolgál, t. i. a vizet a küllégbe el kell párologtatni. A párologás függ a hőmérséktől, a lég víztartalmától s a levegő változásától vagyis mozgásától. Gondoljunk egy közönséges tágas szobát, mely 100 köbméter tért foglal el és képzeljünk benne közép-mérsékletű s közép-víztartalmú levegőt, akkor egy köbméter lég még felvehet 2·4 gramm vizet, míg egészen telül. Ez 100 köbméternél 240 gramm vizet tesz. Ha a levegő nem mozog, egy évig s még tovább is maradhat a szobában, a nélkül hogy csak egy milligramm vizet is venne fel, miután már egyszer telült és az erre szükséges 240 grammot felszitta. A további száradás a légváltozás nagyságától függ, mert valahányszor újra felváltunk 100 köbméter telített levegőt ugyanannyi telítetlennel, mindannyiszor eltávolítunk 240 gramm vizet. Ha a légcseré a szobában csak 10 köbmétert tesz óránként, akkor ezen idő alatt legfeljebb 24 grammot, azaz 2 latnál kevesebbet távolíthatunk el. Fűtsük a szobát például 20 C. fokra, ez által a vízgőz feszültségét, azaz a légnak képességét vizet felvenni, 9·7 gramm vízről — egy köbméter légre számítva — 17·1 grammra emeljük. Ennélfogva minden kicserélt köbméterrel 2·4 gramm víz helyett 10·2 grammot üzünk ki. Mivel pedig a fűtés következtében a szoba levegőjének és a szabad körlégnek hőkülönbsége is nagyobbodik, ez által a szellőzés is fokozódik, talán többel mint 50 köbméterrel óránként, és így mi a fűtés által minden órában 510 grammot távolítunk el, tehát 20-szorta többet mint fűtés nélkül.

A kandallók és tűzhelyek is — azon esetekben, midőn sikerrel alkalmazták őket, csupán mint hőforrások, nem pedig mint szénsavfejlesztők működtek. Minden kályhának fűtése és a termeknek szüntelen nyitva tartása tehát az egyetlen okszerű s egyszersmind a legbiztosabb s leghatályosabb szer az új épületek gyors szárítására; minden egyéb művelet haszontalan, és csupán ámitás.

Látják önök, hogy én a falban is keresek életet s működést. Azért nem is találok «a szentiván-éji álomban» oly badarnak, hogy SQUENZ PÉTER mester darabjában, melyet SHAKESPEARE vele az athéni herczeg előtt színre hozat, nem csupán a halvány holdvilágot és a bőszt oroszlánt, hanem az «édes kedves» falat is, melyen keresztül Pirus Thisbéjével beszélget, személyesíti és a beszéd képességével felruhazza. Még sokat mesélhetnék a falról, de időm ki van mérve, és még egy másik tárgyra is át kell mennem, mely a házra nézve nagy jelentőségű: a légcserére, a szellőztetésre.

Már a ruházatnál láttuk, hogy testünk jólléte föltétlenül követeli, hogy szüntelen légáram környezzen bennünket, ennél fogva szükséges az is, hogy a szabad körlégből szakadatlan áramok járjanak lakásunkon keresztül. A legújabb időkig elhitettük magunkkal, hogy el vagyunk választva s zárva a küllégtől, ha szelcsendben ülünk a ház falai közt. Minket a látszat ámított el, mivel idegeink és érzeink nem vehették észre, hogy a levegő mégis és aránylag erősen mozog, habár az egészen csendesnek és mozdulatlanak látszik. Adjunk halát a teremőnek, hogy nem úgy volt a mint képzeltük, mert akkor már rég elvesztünk volna. Ha még oly óvatosan törekedtünk is elzárkózni a küllégtől, mégis mindig összefüggésben és csereviszonyban kellett vele maradnunk. Nincs ház, a melynek saját levegője lehetne; minden háznak az a levegője, mely künn környezi; s a környék lége majd sebesebben, majd lassabban vonúl, áramlik át rajta; a háznak pedig mindavval, a mi benne van s történik, nincs más hatalma, minthogy ezen légáramot, midőn rajta átjár, tisztátalanítja. Ezen tisztátalanításnak nem szabad bizonyos fokon túlmenni, és az lényegesen két körülménytől függ: először a beszenyezés nagyságától, másodsor a légáram nagyságától; mindkét értéket tulajdonképen állandóan egyenlő viszonyban kellene tartani, úgy, hogy minél nagyobb a tisztátalanítás, annál nagyobb legyen az áramnak sebessége is.

Legelőbb az a kérdés támad, hogy vajjon mi változtatja, tiszt-

tátalanítja házunkban a levegőt? Kétféle dolog: 1. minőségileg, oly anyagok hozzávegyülése, melyek a kívülről jövő levegőben nem tartalmaztattak; 2. mennyiségileg, midőn rendes alkatrészeinek vegyítési aránya változik. Mindkét változás elkerülhetetlen és állandó, de bizonyos határok közé van szorítva és nem is szabad azokat átlépnie.

A tisztátalanító anyag lehet légnemű és poralakú. Ha idegen anyagok vegyülnek a lég rendes alkatrészei közé, azt gyakran már érzékeink által is észreveszszük, szaglás, látás s ízlés által. Különösen a szaglás nagyon érzékeny számos anyag iránt; így például illó olajok nyomait megszagoljuk, ha jelenlétüket semmi más módon sem bizonyíthatjuk be. A vad embereknek, valamint némely állatnak szaglása csodálatra méltó. Ha meggondoljuk, mily parányi anyagot hagy hátra egy üldözött vad a földön, melyet sebes futtában alig érint, és hogy a vadászeb húzamosabb idő után is, midőn ezen helyhez közeledik, megszagolja az anyagot, a mely a nyomról a légbe szállott — valóban a szaglásnak ily finomságán bámulunk kell. — Más anyagok nem annyira a szaglás érzékét izgatják, hanem különféle physiologiai hatásuk által vehetők észre. Például a szénoxyd egyik érzékünkre sem hat, de azon levegőben, mely e gáznak csak $\frac{1}{2}$ perczentjét tartalmazza, rövid idő múlva ember s állat elhal. — Ha egy szobában egynéhány szemer veratrin nyílt csészében porrá dörzsöltetik, a jelenlevők kivétel nélkül tüsszenten fognak. — Más anyagok, például a glycerintartalmú zsiradékoknak száraz lepárlási termékei, a fa füstje stb. inkább a szem nyákhártyáját támadják meg s ezt a könnyezésig s gyuladásig ingerlik. — Más gőznek s poralakú testek a légben az ízlésre hatnak, például az áloepor.

Mi minden levegőt, mely érzékeinkre vagy állapotunkra más-ként hat mint a szabad lég, jogosan tartunk tisztátalannak.

Az alatt míg a légáramban tartózkodunk, mely a szabadból házainkba szétömlik, még különféleképen tisztátalanítjuk azt egy második úton, alkatrészeinek mennyileges változtatása által. Elvo-

nunk belőle oxygént lélegzésünkkel s tüzelés és világítás által, öregbítjük szénsav- s víztartalmát a tüdő- és a bőr tevékenysége és a háztartás számos művelete által.

Mind eme tisztátalanítás s változtatás részint elkerülhetetlen, részint elkerülhető. A legelkerülhetetlenebbek közé tartozik a tüdő s bőr általi tisztátalanítás, mert ha ezekkel nem akarnók a levegőt beszennyezni, úgy életünköt kellene megválnunk. Az elkerülhetők közé tartozik minden, a mi a tisztaságban való hanyagság vagy a hulladék könnyelmű megtűrése következtében a légbe átmegy, melyet kizárólag bőrünk s tüdőnk használatára kellene megtakarítanunk. A szellőzésnek semmiképen sem igazolható elpazarlása volna, ha a levegőt az elkerülhető tisztátalanság eltávolítására használnók, a mire különben rendesen sikertelen is. Ha a szobában a szemét összehalmozódik, sokkal okosabb ezt eltávolítani, semmint a szobát erősebben szellőztetni. Sokkal észszerűbben cselekszünk, ha már előre megakadályozzuk hogy lakásunk levegője beszennyeztessék, mint ha utólagosan szellőztetés által akarjuk a következményeket elhárítani. Szigorú tisztaság nélkül valamely házban vagy intézetben bármely szellőztető berendezés sem használ semmit vagy csak keveset, és a szellőztetés tulajdonképeni feladata csak ott kezdődik, a hol a légrontó anyagok gyors eltávolítása vagy azok gondos elzárása nem eléggé óvja a levegőt. A légnak lélegzés és kigőzölgés általi beszennyezése ellen, a mi ellen a tisztaság már mit sem tehet, egyedül a szellőztetés küzdhet; az ellen kell tehát ezt kizárólag fordítani.

Tekintsük előbb közelebbről a légmozgás különböző okait. A légnemű testek mozgását előidézhethi minden körülmény, a mely az összefüggő légtömeg egyensúlyát megzavarja. A nyugalom állapota nemcsak minden irányban egyenlő hőmérsékletet és egyenlő fajsúlyt, hanem még tökéletesen egyenlő minőleges és mennyileges alkatrészeket is föltételez. Hogy ily föltevés mellett nagyobb légtömegeknél tökéletes nyugalomról szó sem lehet, az magától érthető. A légnemek mozgását egymás között, azon törekvést, melylyel egymást keresztül-kasúl átjárni akarják —

habár ez fajsúlyukkal ellenkezik is, az erőt, melylyel a nehéz szénsav a föléje boruló 20-szor könnyebb hydrogen rétegbe fölemelkedik és viszont a hydrogen a szénsavba leszáll, az ilyen mozgást nem nevezzük szellőzésnek, hanem diffúziónak. A légcseré ezen módjáról, mely a természet háztartásában nagy szerepet visz, a szellőztetésnél nem kell beszélnem, mivel hatása itt csak jelentéktelen; a szellőztetésnél csak azon légmozgásokat vehetjük tekintetbe, melyeket mechanikai nyomás idéz elő valamely térben, még akkor is, ha egyébként a légnemű tömegek oly egyenletesen vannak összetéve, hogy részecskéik diffúziója nem kényszerítené őket helyük változtatására.

Szellőzést a lég egyensúlyának változtatása által hozunk létre és pedig főleg kétféleképen: 1. ha egymáshoz közel álló s szabadon közlekedő légrétegek közt hőkülönbséget támasztunk, 2. mesterséges nyomás vagy lökés által, melyet a légre bizonyos irányban gyakorlunk. Mindkét esetben ugyanazon egy mozgás jő létre, és mégis az elsőt légáramnak, a másodikat szélnek nevezzük; azt szoktuk mondani, hogy kályha, kemence által légáramot idézünk elő, míg legyező, szélvitorla vagy szelelő által szelet támasztunk.

A légváltozás e két tényezője házainkban szakadatlanul működik, de különböző időben nagyon eltérő erővel. A házak szabad légben állanak, a mely soha sincs teljes nyugalomban, még lát-szólagos szélcsendben is van valami kevés erő belőle a szellőzés rendelkezésére. Ezenkívül házaink vagy hidegebbek vagy melegebbek mint a környező lég, s ennél fogva hasonlóan működnek mint a nagy kémények. Ha hidegebbek, a levegő rajtuk kihűl és egy lefelé ereszkedő légáram támad; ha melegebbek, a lég maga is megmelegszik mellettük és a légáram fölfelé emelkedik. A levegő mennyisége, a mely valamely házat átjár, függ — természetesen — még attól is, miként van a ház elzárva, mennyi s mily nagy nyílás áll a levegő rendelkezésére. Valamely nyitott és nagy ablakon több levegő jár át, mint a kicsinyen, s két ablakon több mint egyen, valamely likacsos épületanyagon több mint a tömörön.

Szellőzés tehát mindig van jelen, minden mesterséges berendezés nélkül is, de nagysága függ 1. a benn és künn közti hőfokkülönbségtől, 2. a szélnek vagy a szabad légmozgásnak erejétől és 3. a nyílások nagyságától, melyek a légáramnak utat adnak. Az első két tényezőt légmozgatónak, az utóbbit közvetítőnek, a levegőt ki-bebocsátónak lehetne nevezni. Bizonyos határig egyik a másikat helyettesítheti is. Ha a hőfok-különbség hiányzik, például nyáron, akkor használhat a szél; ha pedig ez is gyenge, akkor a ház nyílásait (ablakot s ajtót feltárva) lehet nagyobbítani. Télen a külső s belső lég közti nagy hőfokkülönbség mellett a nagyobb súlykülönbség következtében ugyanannyi lég nyomulhat be, mint nyáron nagy nyílásokon. Ha télen hosszabb ideig tartózkodunk fűtetlen szobában, melyben a hőmérsék csak kevéssel múlja fölül a szabad légét, akkor a szellőzés ép oly gyenge mint nyáron, s a lég benttartózkodásunk által épúgy megromlik s épúgy kellene szellőztetni, azaz ablakot nyitni mint nyáron, de nem tesszük, mert fázunk és a hidegtől óvakodunk. A szegények lakásainak a téli évszak legnagyobb részén át többnyire ily hiányos szellőztetése van, minek szomorú hatása még növekedik, minél tovább tart a tél. Kezdetben még a nyár következtében szárazak s likacsosak a falak, s megengedik a szellőzést, a mennyiben a szél ezt elvégezi, de azon mértékben, a mint a falak kihűlnek, egyre több vizet sűrítanak a ház vagy viskó levegőjéből, végre bedugulnak s a levegőt többé nem bocsátják át, úgy a mint önök ama nedvesített vakolatdarabon látták. Rosszúl záró ajtók s ablakok, tört ablak, melyet csak akkor lehet megint kiegészíteni, ha a kedvezőbb időszak megérkeztével a pénzkereset is könnyebb lesz, gyakran a szellőzés egyedüli útjai. A szegény ember bajnak hiszi, s tulajdonképen nincs is különben, de a sok baj közt mégis a legkisebb, és nélküle gyakran még többet kellene szenvednie.

Sokan önök közt személyes elégtételt fognak érezni, ha a dolgok ezen összefüggésére gondolnak. A ki télen a szegényeket fűtőszerral segíve, az őket nemcsak a meleg szoba jótéteménye-

ben részesíti, hanem abba egyszersmind tisztább, egészségesebb levegőt is juttat nekik. Természettudományi hasonlatnak mondhatjuk ezt, arra nézve, hogy minden jó tettet még további áldás is követ, ha nem is sejtettük azt.

A szellőztetés ezen alapszabályaiból kiviláglik továbbá, hogy mily helytelen az eljárás, melylyel némely intézet hálóterméiben még ma is találkozhatunk, a hol sok ember lakik. Reggel, miután az alvók fölkeltek és az ágyak rendbe hozattak, felnyitják az ablakokat s így az egész napon át szellőztetik a hálótermeket. Lefekvés előtt ismét becsuknak mindent s a szegény bennlevők azt hiszik, hogy friss légből alusznak az éjszakán át. A ki reggel fölkelés előtt ily terembe lép, csaknem visszaretten e friss levegő elől, mely éjjel csak igen keveset s csak esetlegesen újult meg, és a mely a bőr, tüdő s más szervek kigőzölgésével úgy megtelt, hogy a rögtön belépő légzésére nyomasztólag hat. A külső s belső lég közti csekély különbség miatt, a hálószoba ablakainak részben nyitvatartása éjszakán át szellőzés szempontjából télen ép oly szükséges volna mint nyáron.

Az alvó ember teste ugyan maga is egy gyenge hőforrás, és az ily hálótermet az ágyakból szétömlő emberi hő is fölmelegíti lassankint a fa és szén helyett, de úgy átmelegíteni a szobát, hogy a falak is kapjanak egy kevés meleget, ez úton sohasem lehet. Az alvóktól kilehelt vízgőz megsűrűdik a falakon s reggel felé egyre jobban zárja azoknak likacsait. Ha e víznek egy része nappal el is párolog a nyitott ablakokon át, mégis nem ritkán történik, hogy az ily termék a téli évszakban tisztán látható nedves foltokat nyerne a falakon.

Elhitették magukkal az emberek, hogy egészséges ily hidegben hálai. Kérdezzük azonban, mily tényeken alapúl e theoria — senki sem tud észleleteket s számokat felhozni, melyekkel az emberek egészségi állapotát fűtött s fűtetlen szobában össze lehetne hasonlítani; csak úgy szokták mondani, úgy hallották másoktól, és én esküszöm rá, hogy ezen elmélet nem minden önző szándék nélkül keletkezett, hisz a fűtés pénzbe s fáradságba

kerül, míg hidegben hálva kályhát s fűtőszert lehet megtakarítani.

Őszintébb volna ha azt mondanák, hogy hidegben, azaz fűtetlen vagy fűthetetlen szobában az alvást nem tartják valami nagyon ártalmasnak, hisz a szegények is fűtetlen szobában töltik az éjszakát és mégis megélnek. Ha valaki télen egyedül hál egy tágas, fűtetlen teremben jól zárt ablakok s ajtók mellett, elhihetjük, hogy ez neki nem árthat, ha jó ágya van és ha a tér elég tágas. Egy személy természetesen nem ronthatja el valamely helyiségnek levegőjét annyira, mint két-három vagy több személy, ha nem is szellőztetjük azt. Az ágy oly ruhadarab, oly készülék, mely a hőgazdaságban kitűnő szolgálatot tesz, úgy hogy mellette a leghidegebb hálóteremben sem fázunk, de nem szellőzteti egyszersem a terem levegőjét, a melynek változtatásáról tehát más módon kell gondoskodnunk. Aki egészségesen akar aludni, annak nemcsak jó ágy kell, hanem a mellett nagy terem vagy igen rosszul záró ablakok s ajtók, vagy igen likacsos falak is szükségesek, vagy pedig télen is mint nyáron egy ablakot nyitva kell tartania.

Most már kívánhatják önök, hogy megmondjam, mennyi légre vagy szellőztetésre van tulajdonképen szüksége egy embernek bizonyos időben, miután már hallották tőlem, hogy minden telve van levegővel, hogy ez mindenütt átjár, és csak a legnagyobb óvatossággal lehet keresztüljárását megakadályozni. Hallgatóim közt némelyek kérdezni fogják, hogy ugyan minek még különös szellőztető készülék, ha úgylis minden téglán, a vakolaton, a fán átmegy a levegő; hisz inkább oly eszközökre volna szükségünk, melyekkel magunkat a mindenünnen tóduló lég támadása ellen megvédehnők.

A léggel is úgy vagyunk mint minden tárggyal, melyre nagy szükségünk van, úgy, mint a pénzzel is; nem elég, ha van valami kevés, legalább annyi kell, a mivel szükségletünket kielégíthetjük. Valami pénzecskeje van végre mindenkinek, még a legnyomorultabb koldusnak is. A legújabb időkig inkább minőle-

gesen fogták fel a szellőztetés kérdését, csak légváltozást kívántak, s megelégedtek, ha a teremben egy nyílást lehetett mutatni, melyen lég befért, s egy másikat, melyen az távozhattott. Ha ez megvolt, büszkén mondhatták: Ime, van szellőztetésünk. Azt nem kérdezték, hogy vajjon mennyi lég megy ki-be; ha ismerték volna a légszükségletet s kielégítésének nagyságát, akkor a szellőztetés, melyre oly nagy büszkeséggel hivatkoztak, rendesen csak szegényesnek tetszett volna. Még alig húsz éve, hogy e fölött tisztába jöttek az emberek.

Minden zárt tér levegője okvetetlenül romlik, minthogy a lélegzésnek s kigőzölgésnek, a tüdő s bőr tevékenységének fentartására szolgál. Mily fokig szabad tehát bőrünk s tüdünk kiválasztott anyagaival valamely elzárt helyiség levegőjét megváltoztatni, azaz tisztátlanítani, a nélkül, hogy jólétünk tapasztalás szerint szenvedne? Ezen kérdés megfejtését egy másiknak kell megelőznie, t. i. annak, hogy mily mértékkel mérhetjük tulajdonképen a levegő tisztátalanságát? Régtől fogva a lég romlottságának ha nem is megmérése, de legalább megközelítő megítélésére, annak szagát vették irányadónak, a melyet az az emberek bőrének kigőzölgésétől, légzésétől nyer. Ezen mérték hasonló ahhoz, mint midőn a fal víztartalmát a látás érzéke által határozzák meg, a szerint, a mint az száraznak vagy nedvesnek látszik. Valami száraznak tetszhetik és mégis egészen nedves lehet, épúgy valamely légnek kisebb-nagyobb szaga lehet, a nélkül, hogy az ennek megfelelő mértékben szolgált volna lélegzésre és kigőzölgésre.

A szaglás továbbá egészen egyéni érzés, más és más embernél igen eltérő finomságú s fogékonyságú az, úgy hogy tíz ember közt alig lesz kettő egy véleményen. Ámbár a szaglásból kiindulva bizonyos általános szabály képződhetik a szobalég jóságára vonatkozólag, kétes esetekben az eldöntés azért mégis csupán az egyéni nézettől fog függni. Másként állana a dolog, ha volna módszerünk, a mely által a szobalég szaganyagait töményíteni, egy bizonyos légtömegből kiválasztani, leülepíteni vagy elnyeletni

s azután megmérni lehetne. Erre azonban nincs módszerünk, s mindent az orrunkra kell bízunk.

Szükségesnek láttam tehát, egy más támaszpontot keresni, a mely egyéni felfogásunktól független. Én az élő ember szénsavfejléséből indultam ki, melynek mennyiségét a légben könnyen s biztosan meg lehet határozni. A szabad körlég is tartalmaz szénsavat, de csak igen keveset; az volt tehát a feladatomban, hogy különböző lakott szobákban, melyekben nyilvánvalóan jó, vagy ellenkezőleg rossz lég volt, a lég szénsavtartalmát meghatározom, és ezeket egymás közt összehasonlítsam. Ezen mérték helyessége egy föltételtől függ, t. i. attól, hogy a lakott helyiségben ne legyen más szénsavforrás a bennlakó emberek kivül; hogy például ott ne égjen láng, ne dohányozzék senki stb., ezen föltétel beteljesedését könnyen lehet elérni. Midőn a szénsavat a szobalég romlásának mértékeül választom, nem állítom azért, hogy a szénsav a levegő legártalmasabb alkotórésze; az én szemeimben a szénsav csupán mérték, a melylyel a levegő egyéb változását is, a mely a légzés s bőrkiparoltság által a szénsavval párhuzamosan létrejő, mérem. Azon föltétel mellett, hogy minden más szénsavforrás ki van zárva a helyiségből, a szénsav gyarapodása valamely szobalégben arra használható, hogy megmérjük, mily fokig fordult már meg a kérdéses levegő a jelenlevők tüdőiben. Minden más testi működés, a mely a levegőt rontja, a lélegzéssel körülbelül arányosan foly.

Számos észleletből kitűnt, hogy 1 térfogat-rész szénsav 1000 térfogat-rész szobalégben, vagyis 1 pro mille szénsav átlag véve igen biztosan jelöli a határt a jó és rossz levegő között. Ezen határérték a jó szobalégre nézve általánosan elfogadtatott, s a gyakorlatban is helyesnek bizonyult; * ismétlem, hogy csupán azon

* PETTENKOFER által már régebben megállapított ezen határ-szám újabb — főleg angol orvosok által végzett — kísérletek nyomán magasnak mondható. A szobalég, a melyben a szénsav a kilégett levegő által 1 ezred térfogatra emeltetett fel, rendesen már kellemetlen szagú, sőt nyomasztó foglenni. — Nem vettek észre semmi kellemetlen benyomást az oly szobalég-

föltétel mellett, hogy az ember az egyetlen szénsavforrás legyen ama helyiségben.

Ha a szobában egy ismert bőségű szénsavforrás van, akkor a szénsav-meghatározások a szobalégben még egy más dolog mennyiségének megmérésére is szolgálhatnak, a mely különben nem volna megmérhető, értem a szellőztetés nagyságát bármely zárt térben. Képzeljünk egy szobát falaival, ablakaival, ezerféle házagaival, melyeken levegő ki- s behatolhat. A lég sebességét minden hasadákon, minden lyukon megmérni nem lehet; nem lehet minden egyes likacs átmérőjét meghatározni, a melyen a lég keresztül jár, még ha volna is eszközünk ily csekély sebességek s keresztmetszetek megmérésére, és mégis oly nagyon óhajtának tudni, mennyi lég váltakozik egy adott térben különféle külső körülmények között. Nekem e célra az egyetlen lehetséges eszköznek az látszott, hogy valamely térnek, mondjuk egy szobának, levegőjét bizonyos fokig szénsavval vegyítjük, azután megszakítjuk a szénsavfejlesztést és bizonyos időközökben meghatározzuk a lég szénsavtartalmának fogyását. Ha ismerjük a küllég szénsavtartalmát, akkor ki lehet számítani, a külső légből mennyinek kell állandóan a szénsavval terhelt szobalég közé vegyülni, hogy ennek szénsavtartalma bizonyos idő lefolyta alatt bizonyos mértékkel süljedjen. E számítás föltételezi, hogy a szénsav a térből csak a légsere, a szellőztetés útján távozzék s nem — vagy legalább ne jelentékenyen — szétömlés vagy elnye-

ben, a melyben a szénsav csupán 0.6 ezred térfogatig szaporodott fel. — Gyakorlati szempontból talán leghelyesebb az oly megállapodás, hogy: tiszta s egészséges az oly szobalég, a melyben a szénsav a légzés által nem emeltetett magasabbra, mint 0.6-ra 1000 térfogatban; míg szennyes s már egészségtelen az oly levegő, a melyben ugyanaz 1 ezredrészre rúg. Az előbbi levegőt elérni kell igyekeznünk lakásainkban, az utóbbit kerülni. Ennek megfelelőleg, igyekeznünk kell 100 köbméternyi szellőzést nyerni lakott helyiségeinkben óránként, s egyénenként, míg óvakodnunk kell, hogy az 60 köbméter alá süljedjen.

Fodor.

letés által is. A gyakorlat és a tapasztalás számos esetben valóban bebizonyította, hogy a hibák, melyek az utóbbi két föltétel tökéletlen teljesülése következtében előállanak, jelentéktelenek. Én magam sem tartom e módszert tökéletesen pontosnak, de a kifogások, melyeket hallottam, többnyire csak elméletiek; mindig attól tartanak, hogy ez vagy amaz a befolyás jelentékenyen módosíthatná a feltételeket; a kísérletek maguk azonban mutatják, hogy a tényleges befolyások eredménye a várt mennyiségekhez képest csak csekély. Én elégségesnek találtam a módszer pontosságát, mikor az épület egy pár éves s elég száraz volt. Minden esetre meg kell nyugodnunk egyelőre ezen módszerben, még ha tökéletlenebb volna is, mert ez az egyetlen mindaddig, míg más valaki jobbat nem találand.

Én meghatároztam ugyan a szénsavat, mely a levegőben volt, de nem tudtam segítségével a légcserét kiszámítani. Én rossz matematikus vagyok; van azonban egy barátom, ki e szakmának legkitünőbbjei közé tartozik, Dr. SEIDEL Lajos, tanár Münchenben, ki számomra egy képletet állított föl s ez után számítottam (6). Később Dr. KOHLRAUSCH Göttingában kissé eltérő körülményekhez egy más képletet készített, mely szerint HENNEBERG, SCHULTZE és MÄRKER urak dolgoztak.

Ez úton kiderült, hogy egy s ugyanazon szoba szellőztetése, zárt ablakok s ajtók mellett, különböző körülmények között nemcsak igen nagy s határozott változásoknak van alávetve, hanem többnyire sokkal jelentékenyebb is mint eddig sejtették. Átlag véve oly termekben, hol a levegő tapasztalás szerint jó állapotban maradt volt, több mint 60 köbméternyi szellőzés jutott óránként egy-egy személyre. — Eddig csak azt tudták, hogy az ember egy órában egy fél köbmétert sem lehel ki-be és így 60 köbméter lég óránként egy ember számára csaknem hihetlen mennyiségnek látszott.

Hogy ezen mennyiség valóban csak a legnélkülözhetlenebb szükségletet fejezi ki, arról Franciaországban nem számítás által, hanem tapasztalati úton győződtek meg. Az 1848-iki insé-

ges koleraidő után Párizsban elhatározták, hogy a Poissonière külvárosban egy példányszerű kórházat építtetnek, a «Hôpital la Ribouisière-t» (7), melyet egyúttal mesterséges szellőztető berendezéssel akartak ellátni. — A tervezetbe természetesen a légmennyiséget is meg kellett mondani, a melyet e célra szükségesnek tartottak. Azt hitték, hogy rendkívül sokat kívánnak, midőn a szellőztetési javaslatban, melyet GRASSI közzé tett, a 4., 5. és 7. pont alatt, következőket állapítottak meg:

4. A nagy termekben legyen állandó szellőztetés meleg léggel a téli, s hideggel a nyári évszakban, és pedig legalább 20 köbméter óránként egy ágy részére;

5. A megfelelő szárnyépület szobáiban csupán nappali szellőztetés, 10 köbméter egy ágyra;

7. A szellőztető készülék szerkezetének legyen oly erőfölöslege, hogy képesek legyenek minden teremben vagy ezek egy részében kétszer oly erős szellőztetést is létre hozni, mint a fentebbi.

A levegő részint gőzgéptől hajtott szélszárnnyak (ventilatorok), részint kürtök által hozott mozgásba. Csatornákon keresztül áramlott az ki-be a termeken, és sebessége szélmérő (anemometer) segítségével könnyen megmérhető volt.

Midőn egynehány előleges kísérletben elkezdtek egy kórszobát 1 ágyra s 1 órára számítva 10 köbméterrel szellőztetni, a levegő minden vegyi vizsgálás nélkül is, már egyszerű szaglás útján, oly rosznak találtatott, hogy szerencsének tartották, hogy nem 10, de 20 köbméter szellőztetés vétetett fel a tervezetbe. De mikor 20 köbmétert szellőztettek 1 ágyra s 1 órában, nagyon elcsodálkoztak, hogy a levegőt a teremben még mindig rosz szagúnak találták, és most elégedetten gondoltak az elővigyázatra, melylyel rendkívüli esetek szempontjából a kétszerest, tehát 40 köbmétert követeltek meg óránként s minden ágy után. De midőn ezen mennyiséget is elérték, még mindig sok kívánni valót hagyott a levegő szaga. Csak 60 köbméternél javult a levegő annyira, hogy az orvosok, hivatalnokok és ápolók meglegedtek vele.

Jelenleg a szellőztetésre vonatkozó szabályzatok Franciaországban egészen másként hangzanak, mint az ötvenes évek kezdetén. Most egy órára s személyre kívántatik

kórházakban, közönséges betegek számára	60—70 köbm.
„ sebesültek számára	100 „
„ ragályos betegségeknel	150 „
börtönökben	50 „
közönséges műhelyekben	60 „
egészségtelen „	100 „
kaszárnyákban nappal	30 „
„ éjjel	40—50 „
színházakban	40—50 „
termekben, hosszan tartó gyülekezetek számára	60 „
„ rövid gyülekezetek számára	30 „
iskolákban, gyermekek számára	12—15 „
„ felnőttek számára	25—30 „
Így változnak az idők.	

Most többé nem fog a sok hasadék, hézag, lyuk s likacs lakásunkban úgy feltűnni, mintha azok határtalan szellőzést volnának képesek eszközölni, miután tudják, mily nagyra kellene a légeserének lennie; most inkább a miatt fognak talán kissé aggódni önök, hogy honnan nyerjük ama roppant légtömegeket, midőn nyugodtan ülünk a négy fal közt, hol nem érezünk semmi léghuzamot, hol a függöny meg sem mozdul, hol egy pehely nyugton heverhet a földön. A béke ezen érzelmét csakis szerveink érzéketlenségének köszönhetjük, mert a lég mégis mozog.

Hogy csak megközelítő fogalmat kapjanak a hőkülönbség befolyásáról, a többé-kevésbé jól záró ajtók s ablakok értékéről, a szobában rakott tüzről és egy ablakszárny nyitva tartásáról, röviden összefoglalva akarom önökkel az eredményeket közölni, melyeket kísérleteimből egy téglafalú, 75 köbméter térfogatú szobában szénsavmérések segélyével nyertem.

19^o-ú hőkülönbségnél, midőn a szoba mérséklete 18^o meleg, a küllevegőé 1^o hideg volt, ezen szobában óránként 75 köbméter

lég ment keresztül, tehát annyi, mint maga a szoba térfogata.

Midőn ugyanazon hőkülönbség s ugyanazon külső körülmények mellett a kályhában tüzet gyújtottam és minden csappantyút s ajtót a kályha felé felnyitottam, a légváltozás óránként 94 köbméterre, tehát mintegy 20 köbméterrel vagy 25 perczenttel magasabbra emelkedett.

Miután minden hézagot az ablakokon s ajtókon, sőt még a kulcslyukakat is kemény papírral beragasztottam, ugyanabban szobában 19° hőkülönbség mellett még 54 köbláb változott óránként, tehát a légsere csak 28 perczenttel súlyedett.

Midőn a szénsav fogyasztását ugyanazon szobában 22°-ú belső hőmérséknél követtem, míg künn 18 fokú meleg uralkodott, a különbség tehát csak 4°-ot tett, egy órában átlag csak 22 köbméter lég változott.

Miután pedig egy 8 négyszögláb felületű ablakszárnyat felnyitottam, a légsere ismét 42 köbméterre szökken.

Ezen eredmények nagyon tanulságosak. Világosan látható, hogy 19°-ú hőkülönbség, még, miután minden ajtón s ablakon a hasadékokat s hézagokat igen szorgosan beragasztottam volt, nagyobb légváltozást (54 köbm.) hozott létre, mint egy ablakszárny felnyitása 4°-ú hőkülönbségnél (42 köbm.). Még a másik szárnyat is fel kellett volna nyitnom.

A lobogó tűz és a légvonat a kályhában csak 20 köbméternyi növekvést idézett elő, a mi csak egy harmada azon szellőzésnek, mely egy ember számára szükséges. — Én több kályhát, melyeket benn a szobában fűtöttek, megvizsgáltam szélmérővel a légmennyiségre nézve, melyet tovább vezettek, míg bennök tüzeltek. Még ezen kedvező körülmények közt sem lehet egy kályhától óránként 90 köbméternél többet várni.

Ebből önök azon következtetést vonhatják, hogy egy kórszobát vagy tantermet, melyben sok ember tartózkodik és melyben csak egy kályha van, korántsem lehet az által szellőztetni, hogy ezt nem künn, hanem benn fűtjük. Ezen gyermekies hit azon

időből származik, midőn a szellőztetést inkább minőlegesen, mint mennyilegesen vették tekintetbe. Látván, hogy levegő vonúl a kályhán keresztül, azt hitték, hogy ez elég, ez szellőztetés, de megfélekedtek azon kérdésről, hogy tulajdonképen mily erős az, és hogy mily erőse volna szükség.

Dr. HENNEBERG tanár Göttingában nagy terjedelmű s tanulságos kísérleteket tett a marhaistállók önkénytes szellőzését illetőleg különböző körülmények között, és hasonlókat tettek a mezőgazdaszat érdekében Dr. SCHULZE s MÄRKER urak. Ezen bűvárlatok némely tényt állapítottak meg, mely nemcsak a háziállatok, hanem az emberek lakására nézve is nagy fontosságú. A méréseket, melyeket én csupán a téglafalú szobák szellőzésére alkalmaztam, SCHULTZE s MÄRKER több más épületanyagra is kiterjesztették. Összehasonlítás végett megvizsgálták az önkénytes szellőzést homokkőből, termésmészkből, téglából, mésztuffból és szárított (nem égetett) agyagból épült falakon.

PAULI, müncheni építészeti főigazgató régibb kísérleteimből kiszámítá 75 köbméter térfogatú szobának a szabadba néző falfelületén a szellőzés nagyságát 1 négyszögméterre, 1 órára és 1^o hőkülönbségre viszonyítva. 0-0-245 köbmétert vagy 245 liter levegőt nyert eredményül. MÄRKER 1 négyszögméter falfelületre, 1 Cels. fok hőkülönbségre s 1 egy órára számítva talált.

homokkő-falon	0-169 köbm. levegőt		
termésmészkb-falon	0-232	"	"
tégla-falon	0-283	"	"
mésztuff-falon	0-364	"	"
agyag-falon	0-512	"	"

Nagyon feltűnő, hogy 1 négyszögméter falfelület szárított agyagtéglából, majdnem két annyit szellőztet, mint ugyanoly felület égetett agyag-, azaz téglafalon. Nyilván való tehát, mennyivel lesz sűrűbb az agyag égetés által. Hasonló mértékben különbözik a két anyag likacsossága is; szárított agyagnak likacsai mintegy 60, égetett tégláé körülbelül 25 perczentjét teszik a térfogatnak.

MÄRKER az találta, hogy a házi állatok aránylag csekélyebb légváltozást kívánnak mint az ember. Az istálló levegőjének szabad 3 pro mille szénsavat tartalmaznia. Míg az ember számára lakásában, hol állandóan kell tartózkodnia, 60 köbmétert számítunk óra számra; egy darab marhának, például tehénnek, 30 köbméter elég, noha az állat sokkal nehezebb és sokkal több levegőt lehel ki-be mint az ember. A marhaistállók szellőzése lényegesen függ a szabaddal közlekedő fal felületétől s likacsosságától. Az istállókra vonatkozó kísérletekből kitűnik, hogy a 30 köbmétert — a legkevesebb léget, mely egy nagy marha részére megkívántatik — átlag véve átbocsátja:

17·8	□méter	homokkő-fal
12·9	“	terméskő-fal
10·6	“	tégla-fal
8·2	“	mésztuff-fal
5·9	“	agyag-fal

Tehát az agyagból épült istálló egyenlő térfogat mellett sokkal több állatnak adhat szállást, mint egy homokkőből épült.

„Mintán az istálló természetes szellőzésének erőssége nem köbtartalmától, hanem szellőztető fölületétől függ, következik, hogy egy kisebb istállóban aránylag erősebb szellőzés történik, mint egy nagyobbban, mivel a kis istállóban egyenlő aránylagos köbtartalom mellett egy marhára több szellőztető falfölület jut, mint a nagyban.”

Ezen tétel természetesen emberi lakásra is alkalmazható. A levegő egészségesebb egy kis lakházban, mint egy nagy bérházban, egészségesebb egy czellabörtönben, mint egy tömlöczben, a hol a rabok társaságban őriztetnek, s a hol nagy, túltelt dolgozó- s hálótermek vannak.

Most azon kérdésre kellene megfelelnem, hogy mit kell mindazon esetekben tenni, midőn a lakás természetes szellőzése nem elégséges, és a lég szénsavtartalma az emberek lelegzése s kigőzölgése következtében az 1 pro millét fölülhaladja? Ekkor azonban sorban kellene tárgyalnom a különféle szellőztető

rendszereket, az egyes berendezéseket s készülékeket, a mi minta s rajz nélkül igen nehéz volna. Hallgatóim ugyan igen jól követhetnék magyarázatomat, de ha nem látnák egyszermind a rajzokat, melyekre szavaim vonatkoznak, sokban nem értenének vagy rosszúl értenének engem. Ilyféle részletes mutatóványok nem nagyon alkalmasak népszerű előadásokra nagyobb számú hallgatóság előtt. És ha mégis vállalkoznám rá, a hátralevő időt csakis technikai s szerkezeti részletekkel kellene eltöltenem, a nélkül, hogy elvileg sok új dolgot mondhatnék. A lakásunkban szükséges légszűrés alaptényeivel és alapföltételeivel, úgyhiszem, eléggé megismerkedtek, és ezentúl, ha valaki egy szellőztetési tervet terjeszt elő, meg fogják ítélni, vajjon okszerű-e vagy nem. Nincsen más mozgó szerűnk, melylyel a légszűrés könnyítenők, mint a hőkülönbség és a szélmozgás, a melyeket kényűnk szerint hő vagy szélkerekek mozgatása által létre hozhatunk, vagy a melyeket, ha azok a ház körűli levegőben már jelen vannak, czélszerűen felhasználhatunk. Ezen erők segélyével a levegőnek egyensúlyát megzavarhatjuk, s ez által légszűrés támogatunk. Ha ismerjük a bejárások s kijárások keresztmetszetét, e felületet csupán meg kell szoroznunk a légszűréssel és megtudjuk a légköbmennyiségét, mely bizonyos idő alatt a csatornán átáramlik. Ha a szükséges légmennyiség összege adva van, és ezt a csatorna keresztmetszetével osztjuk, akkor a csatornában megkívántató légszűrést nyerjük. Nem tanácsos ebben 3 méternél nagyobb sebességet használni, inkább a csatorna keresztmetszetét kell megfelelőleg nagyobbítani. Ezen mennyiségeket vonatkoztatásak tehát az embernek ismert légszűrésletére.

Ha a mesterséges szellőztetés kérdését mennyiregesen fogják fel, akkor már előre is számos tévedéstől megvannak mentve, melyekbe különben oly könnyen eshettek volna. Közöséges lakásainkban nem kell mesterséges szellőztetés, ezeket soha sem szabad annyira túlnépesíteni, hogy a szellőztetés természetes segédeszközei, u. m. hőkülönbség, légmozgás a szabadban, száraz, likacsos falak s az ablakok időnkénti felnyitása, továbbá a

legnagyobb tisztaság a ház minden részében és minden fölösleges mellőzhető légrontó oknak elkerülése, ne legyenek képesek, ezen legnélkülözhetetlenebb életszükségletet tisztán tartani.

Végre még egy kifejezésről akarnék említést tenni, a mely mindenütt használtatik és a mely a legtöbb embernél oly fogalmakat keltett, melyek mindazzal, mit ma önökkel közöltem, sokszoros ellentmondásban vannak. Értem a léghuzamot, légvonatot.

Egyvalaki köhög, rekedt és azt mondja, hogy léghuzam érte; egy másiknak foga fáj vagy arcza dagadt, és ő is panaszkodik, hogy léghuzamnak volt kitéve; egy harmadiknak csúza van, szintén a léghuzamtól; szóval, nincsen baj, melyet a léghuzam nem okozhatna az embernek. Gyermekkorunktól fogva semmiféle egészségi szabályt sem hallottunk oly gyakran említeni, mint hogy őrizkedjünk a léghuzamtól; ez egyike azon kevés egészségi alapfogalmaknak, melyek már népszerűek lettek, de sajnos, hogy belőle bizonyosan több kár mint haszon eredt, mert a legtöbb ember előtt még most is azonos a szellőzés a léghuzammal. A nyitott ablakon vagy ajtón léghuzam jő be és félünk, hogy tőle megbetegszünk. Ez hozza megint a legtöbb embert összeköztetésbe a szellőztetéssel.

Mit higgyen tehát az ember? Talán nem is való, hogy a léghuzam oly nagyon káros az egészségre? Talán csak azért állítják ezt, mivel az emberben azon ellenállhatatlan törekvés lakik, hogy bizonyos bajnak bizonyos okát is ismerje? E tekintetben valószínűleg sokat rágalmazták a léghuzamot, de mégis minden tapasztalásnak ellentmondana az, a ki a légvonatnak nagy s gyakori kártékonyágát tagadni merné. Azonnal rendben vagyunk ismét önmagunkkal, mihelyt a két fogalmat, szellőzést és léghuzamot, kellőleg különválasztva valódi értelmére visszavezetjük. Szellőzés egy zárt térben szükséges légváltozás, a légmozgás oly sebessége mellett, a mely tökéletes szélcsendnek látszik, tehát nem nagyobb a másodpercznyi fél méternél, s a mely mozgás egész testünket egyenletesen éri. A mit léghuzam-

nak nevezünk, az testünknek, vagy egyes testrészeknek egyoldalú lehűtése, a mely bár többnyire egyoldalúlag mozgó hidegebb lég által idéztetik elő, mint p. o. valamely testrésznek fűjtatóval folytonos megfűvése által, mely azonban más módon is származhatik, például nagyobbított egyoldalú sugárzás által is. A léghez-
zamban nem a levegő ártalmas, hanem az egy helyre szorítókozó háborítás hőgazdaságunkban, melynek részint helyi következményei vannak, részint pedig és kiválólag a hővesztést szabályozó szerveinket, edénymozgató idegeinket hozza rendetlenségbe, a mely utóbbiaknak a levegőhöz, mint olyanhoz, s annak mozgásához semmiféle közük nincsen. A szabadban sokkal erősebben mozog a lég mint a léghez-
zamban, ott szélnek stb.-nek nevezzük, de ritkán léghez-
zambnak, mert a légáram minden oldalról egyenlően, csak nagyobb sebességgel foly körül bennünket, úgy mint egy jól szellőztetett szobában a szélesendes áram.

Miáltal gyakorol tehát a testnek ezen részbeli lehűlése oly kártékony hatást, kivált ha az rögtön jó? Többnyire bizonyára azon rendetlenség által, melyet az edénymozgató idegek közt hoz létre, melyek a borbéli vérkeringést szabályozzák. Ezen idegek önkényünkől függetlenek, nem korlátozhatjuk tevékenységüket kedvünk szerint bőrünk bizonyos részeire; ezt külső benyomások, az úgynevezett ingerek eszközlik, a melyek önkénytelenül visszaható mozgásokat ébresztenek. A mennyiben ez a szerkezet a hőgazdaságra szolgál, egyszersmind arra is van rendelve, hogy a hővesztést csaknem minden irányban egyenletesen szabályozza. Ha már most a test egyik oldala jobban hűl le mint a másik, az egyetlen egy részen beható inger az egész edénymozgató gépezetben félreértést okoz; ez azt hiszi, hogy az inger az egész testen elterjedt és szokott buzgóságában úgy is működik, mintha az egész felület akarna lehűlni, mert ő rendesen nem érti különben és nem tanulta másként. Ha izzadság borítja testünket, s most nyakunkat vagy mellünket meztelenül kitakarjuk és nyitott ablakhoz lépünk, nemcsak a nyak s mell érzi a borzongást, hanem az egész test s az izzadság nemcsak a meztelen részekben fojtódik vis-

szá, hanem az egész bőrfelületen: szóval gépezetünk úgy dolgozik, mintha nemcsak egy részen, hanem az egész testen történt volna változás, és most azon rendetlenséget fogja előidézni, a mely annyi bajnak alapoka. Hogy miért vannak ily zavargásoknak annál ártalmasabb helyi s általános következményei, minél váratlanabbul lépnek föl, annak igen egyszerű az oka: ugyanazért, a miért nincsen veszedelem, ha egy poharat lassan teszünk le az asztalról a földre, van azonban, ha ledobjuk; vagy a miért veszély nélkül lehet egy ház legmagasabb emeletéről a lépcsőkön a pinczébe lemenni, ha nem siet az ember, és amiért másként áll a dolog, ha az ember a magasból lezuhan. A vérnek, mely e pillanatban még a duzzadó bőrben van, szüksége van helyére. Midőn azonban ily bőringer következtében az egész külső vérkeringés összes hajszáledényei rögtön összehúzódnak, a vér a legközelebbi pillanatban szükségképen más szervekbe szoríttatik. Ily rögtöni változásnál nem marad ideje, hogy szabályszerű lépcsőzetten lemenjen, hanem végig dobátik a lépcsőkön, és ha ez alkalommal valami törik vagy szakad, azon nem lehet csodálkoznunk. Hogy az egyiknek foga, a másiknak feje a harmadiknak meg lába fáj, kivált ha ezen testrészek régiebb változások által már úgys gyengültek, azt ép oly kevésbé csodálhatjuk. Ugyanezen módon írthat bensőleg az igen hideg ital, mikor a test nagyon fölhevült, mint a léghezám külsőleg. A légvonat tehát csak annyiban ártalmas, hogy zavart idéz elő hógazdaságunkban; mivel pedig e zavargások más módon is keletkezhetnek, s nem csupán a légvonat által, azért gyakran mindenféle más dolgot összetévesztünk a valódi léghezámmal.

Mily gyakran lehet ily panaszokat hallani: nem akarok ezen ablak, e fal mellett ülni vagy feküdni, igen finom léghezám jó onnan, úgy, hogy minden tagom megmerevül. Azt hiszi az illető, hogy légáramot érez, pedig nem ez, hanem csak az egyoldalúlag gyarapodó hőveszteség, melyet a közel hideg fal felé történő sugárzás által szenved, idézi elő a léghezám érzetét. Oly mélyen gyökeredzik már azon képzelet, hogy a hőveszteség, a mely való-

ban az által is létrehozható, hogy egy testrészsre szüntelenül szél fú, csupán a lég mozgásától keletkezik, hogy inkább elhiszik azt is, a mivel különben nem igen tudnának megbarátkozni, hogy t. i. a levegő a falon átfú. Pedig a sebesség, melyet a lég a falon átvonulván, elér, sokkal csekélyebb, semhogy mint mozgás észrevehető volna. Hogy a támadás nem a falon áttóduló légtől származik, legtisztábban látható, ha az ily falat, melyről gondoljuk, hogy a levegő rajta átszűrődik, vastag gyapjúszőnyeggel beborítjuk. Ekkor mindjárt megszűnik a léghezam, vagyis inkább az érzékeny, egyoldalú sugárzás általi hőveszteség, ámbár a szőnyeg ezerszer több levegőt bocsát keresztül, mint a fal.

Remélem, hogy ezentúl szellőzés s léghezam önök előtt nem fognak ugyanegynek látszani. Következő s utolsó előadásom tárgyát a földben lévő lég fogja képezni.



HARMADIK ELŐADÁS.

A TALAJBELI LEVEGŐRŐL.

M^{UTÁN} az előbbeni két előadásomban igyekeztem önöket a lég viszonyára ruházatumkhoz s lakásunkhoz figyelmessé tenni, ma utolszor még arra kérem, hogy fordítsák figyelmöket a talajban levő légre és ennek összefüggésére a talaj fölöttivel. A földben lévő lég közönséges fölfogásunk előtt mindeddig ismeretlen maradt és már a szokásos szójárás is némi ellentétet fejez ki a lég és föld között, úgy mint a víz és lég között. Azt szoktuk mondani, a hol a föld színe végződik, ott kezdődik a levegő. A közönséges emberi ész nehezen valik meg azon gondolat-tól, hogy a levegőnek ott van határa, a hol szilárd földön állunk s járunk. A legtöbb ember még mai nap is külön elemnek tekinti a földet, ellentétben a vízzel s léggel, melyek szintén megannyi elemek. Ezeknek legfőbb ismertető jele még most is az, hogy a földön biztosságban állni, járni s feküdni lehet, míg a vízben elsüllyedünk és a levegőben lezuhanunk, ha úszni vagy repülni nem tudunk. — Ha a föld felületét illetőleg azt mondjuk, hogy itt a földnek vége van és itt kezdődik a lég, akkor szigorúan s természettudományilag véve csak az első mondat való: itt végződik a földtömeg; de ritkán a második is: itt kezdődik a körlég. A lég a föld színe alatt már sokkal mélyebben veszi eredetét. Helyesen így kellene szólnunk: itt végződik a földkéreg, a mely többnyire föld, levegő s vízből álló keverék, es ezen felül egyedül a levegő folytatódik. Nem lehet csodálkoznunk, hogy a talajban levő levegőt oly soká nem méltatták különös figyelemre, hisz jelenléte

a földben egyik érzékünkre sem hat közvetlenül; jelenlétéről más tapasztalások útján s az ezekből vont következtetések által győződünk csak meg. Hisz általában a szabad levegőt hosszabb ideig valami anyagtalan, tisztán szellemi fogalomnak tekintették, daczára annak, hogy mozgása már régtől fogva gyakran oly hatalmas vala, hogy gyökerestül kitepte a fákat; annál kevésbbé csodálhatjuk, hogy a talajbeli lég tekintetre sem méltattatott, mert ez a kalapot sem képes fejünkről lefújni.

Itt megint találkozunk azon ténnyel, melyre már oly gyakran akadtunk, midőn a ruházatot és házat megvizsgáltuk, hogy t. i. leginkább az ébreszti föl képzeletünket, a mi ránk közvetlen érzéki benyomást gyakorol. Azt minden ember tudja, hogy a víz a földbe behatol és benne a hydrostatikai törvények szerint tovább mozog, mert ezt benyomulni látjuk; látjuk, mint gyülemlik és helylyel-közzel mint forrás ismét kifakad, és a kútakból szivattyúk s vedrek segítségével vissza is hozhatjuk a fölszínre; hogy azonban az egész földfelület, a hol líkacsos és a mennyiben líkacsai vízzel egészen meg nem teltek, egyszersmind légtartalmú is, és hogy a levegő a föld alatt is aerostatikai törvényeknek van alávetve, ezzel még csak kevesen jöttek tisztába. És miért? Mert nem érezünk semmit a földalatti légből, ez mindig csendes, nincsen színe, szaga, íze, szóval úgy tűnik föl, mintha nem is léteznék. Már megmutattam, mily nagyon tévedhet az ember, ha a szélcsendes levegőt mozdulatlanak hiszi. Oly levegő, melyet mi fegyvertelen érzékeinkkel csendesnek nyilvánítunk, még óránként 1000 méternél hosszabb útat tehet; de ha csak másznék is, mint a csiga, egy nap alatt mégis feljöhetne tetemes mélységből is a fölszínre. Ez az, a mit ma még csak kevés ember akar elhinni.

Talán sikerülend nekem, a föld színe alatti légcseréről még tisztább fogalmat nyújtani önöknek, mint a falban történő légmozgásról. Hogy a talajban lappangó légmennyiségről helyes mértékünk legyen, előbb tudnunk kell, mennyi levegő van ott, és a különféle földnemek hányadrésze áll légből. Vegyünk először kavics- vagy

homokföldet, a milyenen sok helyt a legnehezebb s legmagasabb épületek époly biztosan állanak, mint a sziklán. Itt e palaczk egy karczolatig a nyakán épen 1000 köbcentimétert, vagy egy litert foglal magában. A palaczk azon karczolatig kövecs-földdel van megtöltve, mely addig tömörítettett benne rázás s ütés által, míg térfogata többé nem kisebbedett, míg tehát elértük azt, a mit az építész biztos talajnak vagy termett földnek nevez. Mindnyájan tudják, hogy az ilyen föld likacsos, hogy a likacsok, a mennyiben száraz a talaj, léggel teltek; de nagyon kevesen tudják, mily mértékben. Azonnal meg fogjuk tehát határozni a likacsosság fokát. Ezen fokokra osztott hengerben 1 liter víz foglaltatik. Belőle a kavicscsal telt palaczkba addig öntök, a míg a víz oly magasra nem száll, mint a kövecsréteg, tehát míg a karczolatot a palaczk nyakán el nem éri. Most leolvasom, mennyi vizet fogyasztottam el és azonnal tudom, hány köbcentiméter levegőt szorítottam ki vele a kavicsföld likacsából.

Tetemes mennyiséget nevezhetek: több mint 350 köbcentiméter víz kellett hozzá, több mint az egész tömegnek 35 perczentje. Ha tehát ily talajon házat építünk, ennek súlya valóban a kövecseken nyugszik, ezek hordják az épületet s nem a levegő; de a talaj földje mindazáltal, mikor száraz, több mint egy harmadrésznyre légből áll. Kavicson épűgy a légbe építünk, mint czölöpzetten, czölöpökön, melyeket víz alá vagy víztartalmú földbe verünk és víz alatt levágunk — a vízbe építünk. Jól tudjuk, hogy a ház, mely czölöpökön épült, lábával állandóan vízben áll, hogy a víz a falakon felszívódik a víz fölötti légrétegbe és hogy a talaj vizének a házzal van valami köze; de nem vagyunk következtések, ha tagadjuk, hogy a száraz kavicsokra alapított ház alapja ép úgy áll levegőben is, és ha állítjuk, hogy a talaj levegője kevésbbé áll összefüggésben és nehezebben közlekedik a házzal, mint a víz. Az egyetlen jogos oka annak, hogy eddig a föld alatti levegőt tekintetbe sem vettük, tudatlanságunk, melynek egyetlen mentsége meg abban áll, hogy a lég és mozgása a földben egyik érzékünkre sem gyakorol benyomást.

A mit most a kavicsról állítottam, azt be lehet bizonyítani a homokról, agyagról és sok összefüggő közetről is, melyet sziklának nevezünk. Ime ez a cső, mely mindkét végén nyitva van, ezen vonásig alulról fölfelé 100 köbcentiméter vastartalmú kvarczhomokot foglal magában. Ha most ezen a fokokra osztott csövön, mely vízzel van telve és melyet ezen szintén vízzel telt kaucsukcső által az első csővel összekötök, ez utóbbiba fölülről vizet vezetek át, míg felszíne oly magasán nem áll mint a csőben lévő homok, akkor több mint 30 köbcentiméter víz fogy el, s ez méri, mennyi lég volt a homok likacsaiban.

A legtöbb homokkő nem sokkal kevésbbé likacsos mint a tört homok. A maltai szikláról LEITH ADAMS már rég kimutatta (9), hogy térfogata átlag vége egy harmadának megfelelő mennyiségű vizet képes magába felszíni, tehát száraz állapotban egy harmad része légből áll, ámbar e különös szigetnek meredek partjai s lejtői kinézések szerint ugyanazon hatást gyakorolják, mintha a svajcezi havasok gránitsziklaiból lennének alkotva. Ime egy darab ama maltai kőből, melyet ott sokféle építéshez használnak s Olaszországba is nagyban szállítanak. Sőt Rómában is nem ritkán ezen maltai kőből készülnek a szobakövezetek, mert ez a kő könnyebben fűrészelhető mint a fa. A maltai szikla nem tömörebb mint a berlini homok, a különbség köztük nem abban áll, hogy a levegőt s vizet különféle mértékben bocsátják át, hanem csupán abban, hogy a berlini homokszemek között nincs az az összefüggés, nincsenek oly jó kötőanyaggal egymáshoz ragasztva mint a maltai homokkő szemecsei. Likacsosságukat illetőleg pedig épúgy egyenlők mint a keményre fagyott és a közönséges talaj.

Az angol tengerészetben már régóta használják a maltai kőnek egy nagyszemű fajtát, mely legvilágosabban mutatja ama kőnek rendkívüli likacsosságát. Az ivóvíz tisztítása s leszűrése végett minden királyi hajón üstalakúlag kivésott kődarabok vannak (Maltese filterstones), melyeknek egy mintáját a valódi anyagból itt bemutathatom önöknek. — Ez a kő jobban s gyors-

sabban szűri át a vizet mint sok szűrőpapir. Most száraz, tehát likacsai egészen légteltek. Mielőtt a vizet szűrni kezdi, ennek a levegőt végképen ki kell szorítania. A vízmennyiség után, melyet e kö elnyel, meg fogják ítélni, mennyi lég rejlik benne. Én most megmért vízmennyiséggel megtöltöm. Ha ily üstöt átázottan teletöltünk vízzel, 170 köbcentiméter fér bele. Ha most a vizet, mihelyt az első csepp átsurog, visszaöntjük a kimért hengerbe, akkor megtudjuk, mennyi vizet nyelt el a kö. — A 170 köbcentiméterből, melyet a mélyedés befogad, 80 köbcentimétert, azaz tartalmának 47 perzentjét a kö elnyelte.

Valamely földet már akkor is nedvesnek nevezünk, ha likacsai részint vízzel, részint léggel telvék. Nedves talajon is átjárhat a levegő; csak miután a víz egészen elrekeszti likacsait, szűnik meg végképen a légnek átjárhatása, a mit már a vakolaton észleltünk. A likacsos talajnak azon nedvességi foka, melynél minden levegő kiszorult a likacsokból s ezek vízzel szívódtak tele, talajvíznek (Grundwasser) neveztetik. A likacsos földnek tehát csak ezen fokon túl tagadják meg a légnek az átmenetet. A míg a víz a likacsokat csak részben tölti ki, addig még mindig marad a levegő számára út.

A víz tudvalevőleg 0° alatti hőmérsékletnél szilárd testté változik, megkeményszik, jéggé lesz, e hőfok fölött pedig egész a forrópontig folyós marad. Megfagyván a víz, összefüggését jelentékeny mértékben változtatja, de térfogatát csak néhány perzenttel. 100 térfogatrész legnagyobb sűrűségű víz mintegy 106 térfogatrész jeget tesz. Ha tehát valahol a földkéreg megfagy — és ez csak olyanban történhetik, mely egy bizonyos vízmennyiséget tartalmaz s ennél fogva nedves állapotban van — akkor szilárd részecskéinek felülete többé nem folyós, hanem szilárd testtel van bevonva s helyenként összekötve. A szilárd alkotású jég által a nedves föld oly összefüggést nyert, melyet neki a folyós víz nem adhat. A keményre fagyott földet nem lehet többé ásóval, kapával vágni, sziklakeménynyé vált az a megfagyott kötőanyag által; a megkeményedett földdel most úgy kell bánni, mint a sziklával, de

esztelenség volna azt hinni, hogy a fagyással egyszersmind a lég irányában való áthatatlanság is keletkezett. A fagyott földre ásunk, kapánk be nem hatolhat, de a légnemű testek, úgy mint előbb is, átjárhatnak rajta.

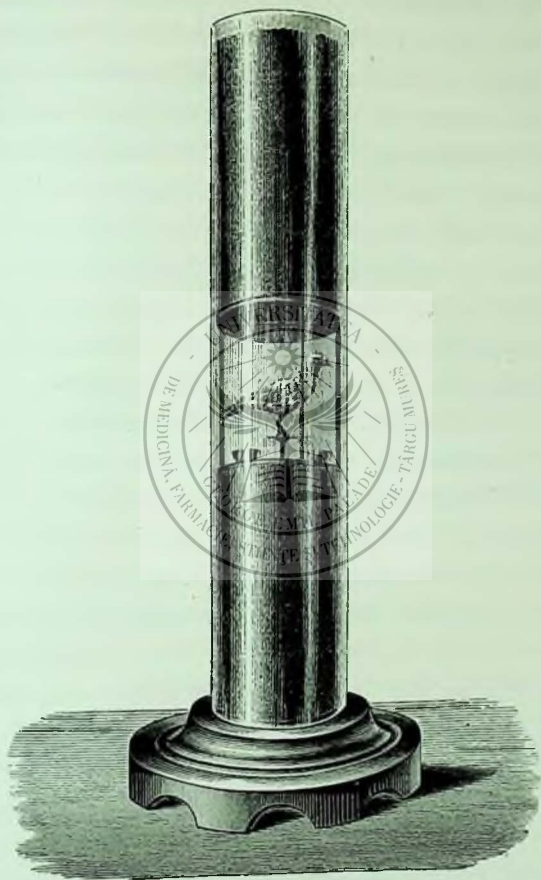
A föld likacsai, melyeket a víz nyitva hagyott, míg folyós volt, most sem lettek lényegesen szűkebbek, miután a víz jéggé szilárdult. Ennélfogva lég iránt való áthatatlanságot ép oly kevés joggal tulajdoníthatunk a szt. pétervári fagyott földnek, mint a maltai sziklakőnek. Ezen tárgyról mai napig egész általánosságban a legferdebb nézetek terjedtek el, nemcsak a köznépnél, hanem oly férfiaknál is, kik a tudomány más terén fényesen kitűntek.

Miután a likacsos föld légtartalmának képét adtam önöknek, még föladatomban leendő, hogy helyes fogalmat szerezzek a föld alatti lég mozgékonyaságáról, változásáról is. Mivel itt a közvetlen érzéki észlelet egészen cserben hagy minket, kerülő utakon kell célhoz jutnunk.

Sok dolognak szükséges voltát csak akkor érezzük, mikor már elvesztettük, mikor hiányzik. A hal valószínűleg ép oly kevéssé becsüli a vizet, mint mi a levegőt, míg egyszer künn nem hever a parton a száraz levegőben; akkor érzi csak, mi hiányzik. Így a légkörben élő teremtmények ennek oxigénjét valami magától értetődő dolognak tekintik, de ha valamely oxigénben szükölködő vagy szénsavban bővelkedő levegőbe jutnak, akkor úgy érzik magukat mint a hal a szárazon. Vannak légben élő állatok, melyeknek igen kevés, és mások, melyeknek igen sok oxigénre van szükségök. A madarak, ha nem is a legtöbbet, de aránylag igen sok levegőt fogyasztanak. A kanári-madár óránként mintegy 20 köbcentiméter oxigént emészt a levegőből. Egy liter légben mintegy 200 köbcentiméter oxigén van, a mi 10 óra alatt tökéletesen elfogyna. De még sokkal előbb hal el a madár, mert még mielőtt az oxigénkészlet félig felemésztetnék, kezdődik a nehéz lélekzés, melynek soká nem állhat ellent.

Ezen üveghengerben (3. ábra) látnak ily madarat, mely

reggel óta, 10 óra hosszat kövecsek közt van elzárva. A hengert fön és lenn egy-egy kövecsréteg rekeszti el. Mindkettő sodronyrostélyzaton nyugszik; egy szabad tért zárnak be, mely a madár kalitkáját képviseli. Ennek térfogata körülbelül egy litert



3. ábra.

foglal el. Így tehát egy madarat látnak itt olyformán föld alatt elzárva, mint gyakran munkások eltemettetnek, ha kútásás vagy aknaépítés közben ez rájuk dől, vagy a mint roskadó házak gyakran elborítják a bennlevőket. Ha az emberek ily szerencsétlenség

alkalmával nem veretnek agyon, léghiány miatt sohasem halnak meg, ha több napig várják is a kiszabadulás óráját. Egy embernek nem elég annyi lég, mint a mennyit egy kanári madár emészt, a felnőtt ember oxigénszükségletét általában véve épen annyi literre becsülhetjük, mint a hány köbcentimeterre a kanári madárét, tehát 1000-szer annyira. Mégis néhány év előtt Szászországban egy aknában két ember a földtől elborítva 10 napig maradt életben, míg őket kiásták és a viszonyokhoz képest elég jó egészségben a napfényre visszahozták. Ha nem így állna a dolog, a világ egy nagy férfit vesztett volna Münchenben egy ház összeroskadása alkalmával. E város egyik utcájában 1801-ik év július 21-kén egy üveges háza összedőlt és több lakót maga alá temetett. Egy helyen tisztán hallottak kiáltó hangokat. Csakhamar oda központosíták a mentő munkálatokat, a honnét az életjelek hallatszottak. Közelebb jutván, női hangot, talán a háziasszonyét, vélték hallani. De miután mindent félre hánytak és a kincset kiszabadíthatták, nem a derek háziasszony volt, a ki szerencsétlenül benn veszett, hanem az igénytelen, gyenge inas, kinek szintén oly vékony női hangja volt. E csodafiú, ki háziasszonya helyett hozatott napfényre, nem volt más, mint az utóbb oly nagy hírű látszerész s természettudós, FRAUNHOFER József.

Remélhetjük, hogy holnap ez a madárka is élve fog visszatérni rendes kalitkájába.

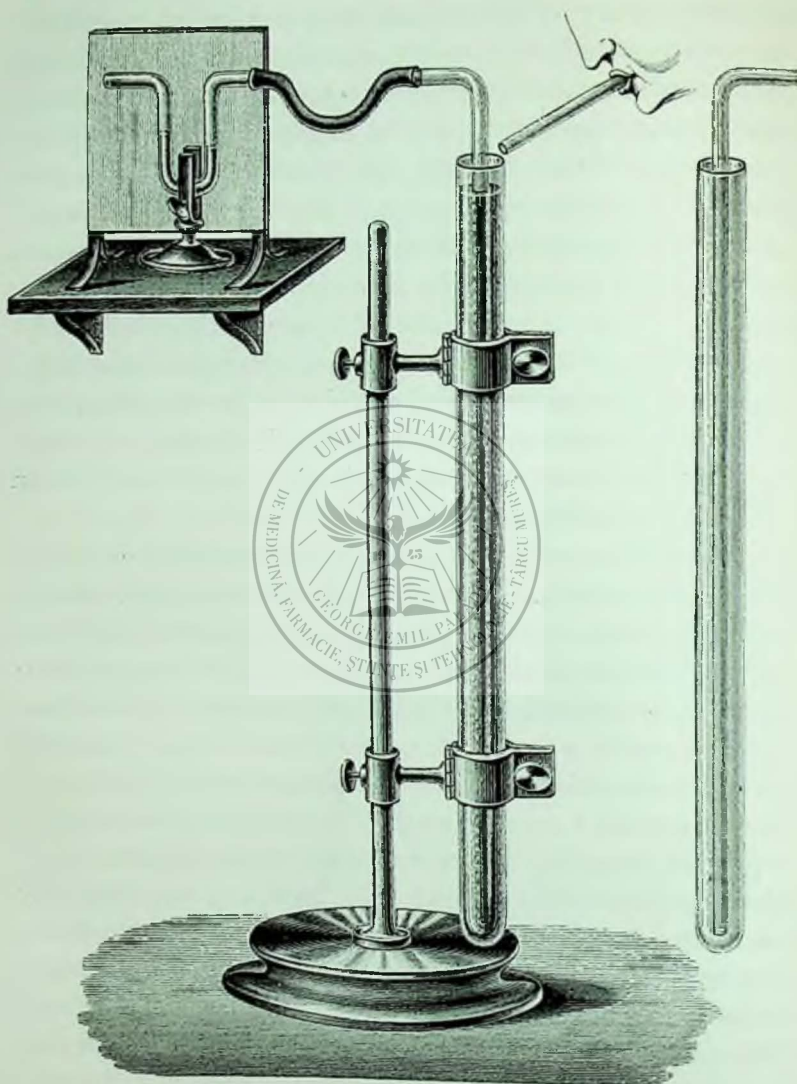
Ezen kísérletből következtethetnek a lég mozgására a kavicsföldben, mert belátják, hogy a szegény pára már rég elveszett volna, ha nem menne be mindig friss lég, de az önök érzékei még semmit sem vettek észre ezen légmozgásból, és hogy szilárdan higgyen az ember a valóságban, misem győzi meg oly hamar, mint ha bármiképen hallja, látja vagy érezi azt. Egy készülék segítségével megmutathatom a légnak átmenetét egy sokkal hatalmasabb kavicsrétegen, mint a milyenek közé rekesztettem volt ama madarat. Látni fogják, miként mozog a levegő a kavicsföldön keresztül.

Ezen csőalakú üveghenger ugyanolyan kavicsfölddel van megtöltve, milyent az Elba vidékén ásnak. A megtöltés előtt egy szűkebb üvegcső állítatott bele, a mely a henger fenekétől egészen fölére, és fölül-alúl nyitva van. Ezen üvegcső egy hosszú kaucsukcső közvetítése által össze van kötve ama manométerrel, mely színes folyadékkal van telve, és tisztán fogják láthatni, miként inog ez a fehér háttéren, ha a kövecsréteg fölületére csak fúvok, úgy, a mint mikor gyenge szellő érinti a földet. Látják, hogy azon pillanatban, a mint ráfúvok, mozog a manométerben a folyadék. A szél legelőbb a hengerbe öntött kavics fölületére hat, innét előbb a kavicsföldön a henger fenekéig kell tovább terjednie, hogy lenn a csőbe léphessen, ezen át a kaucsuktömlőbe és végre a manométerig juthasson, hol a folyadékoszlopra nyomást gyakorolván, azt mozgásba hozza. (4. ábra.)

Egy differentialis-manométerrel még nagyobb mértékben lehetne a mozgást szemléltetni.

Miért mozog tehát a folyadék a manométerben? Mivel a levegő a kavicsrétegen keresztül az egyik szár felületére, mely a szél felé fordul, nagyobb nyomást gyakorol, mint a másikra. Ha a manométercső üres volna, azaz, ha víz helyett levegőt tartalmazna, akkor a levegő a kavicscsel telt henger felszínéről fenekére szállván le, végre a manométercsővön kimenne. Láthatjuk is a lég ezen kiömlését, ha a manométer helyett egy egyenes csövet erősíték a kaucsuktömlőhöz és ezt vízszintesen egyenest egy gyertyaláng felé irányozom. A láng tisztán láthatóan eltérítetik merőleges állásából, talán el is fúvatik a levegő által, mely a kavicsrétegen, aztán az első üvegcsővön, a kaucsuktömlőn s végre a második csővön keresztülvonulni kénytelen. A számos akadály és a hosszú út miatt nagyon gyengül a szél sebessége, de mindazonáltal még sokkal tetemesebb, mint a mely a szélcsendnek megfelel.

Ily módon, úgy hiszem, a lég mozgását likacsos földben nem csak más tényekből vont okszerű következtetés nyomán, hanem érzéki szemlélés által is mindnyájuknak felfoghatóvá tettem.



4. ábra.

Ha a talajlég fölülről jövő szelek által mozgásba hozható, akkor önkényt következik, hogy a hőkülönbség, a szétömlés általában minden, a mi különben is megzavarhatja a légnemű testek egyensúlyát, itt szintén eszközölheti azt. A míg a lég a földben más hőmérsékletű vagy más alkotású, mint a föléje boruló szabad körlég, addig elkerülhetetlen a csere és a mozgás. Úgy hiszem, ennek bebizonyítására nem kívánnak egyéb érvet. Még csak néhány rég ismert tényre akarom önöket figyelmeztetni, mely a talaj légeseréjével szorosan összefügg és nem magyarázható meg mindaddig, míg am azt jól nem ismerjük s helyesen nem ítéljük meg.

Halottjait minden keresztény nép a földbe szokta temetni, hogy visszaadja a földnek azt, mi belőle származott. Léteznek azonban sírkertek, hol a tetem 6—7 év alatt tökéletesen elkorhad, és mások, a hol 25—30 év szükséges erre. E szerint módosul a temetkezési turnus, azaz azon időpont, midőn a sír újra felnyitattik és ismét használhatóvá lesz; és így történhetik, hogy két helységben tökéletesen egyenlő lakosság és halandóság mellett mégis különböző területű temetkezési helyek szükségesek; ugyanegy célra az egyikben 1 hektár föld elegendő, a másikban 4—5 hektár követeltetik. Az elkorhadásra ugyan más körülmények is gyakorolnak befolyást, de a főtenyező a talajban történő légsere nagysága s könnyűsége. A kavics- s homokföld sokkal gyorsabban működik, mint az agyag és a márgaföld. — Meggyőző tapasztalatokat szereztek a francia csatamezőkön, nevezetesen Sedannál, a hol egy belga vegyész Louis CRETEUR (10) a kormány megbízásából az ottani tömeges sírgödröket fertőztetleníté. Az elesettek holttestemei részint mészföldben, részint kvarcz-, kavics-, homok-, pala-, márga- s agyagföldbe valának temetve. A gyászos munka márczius 10-ikétől május 29-ikéig tartott. Valahányszor kavicsföldben nyitottak fel egy sírt, a rothadás már nagyon előrehaladott volt, agyagföldben föltünőleg épen maradtak a holttestek, úgy hogy még minden arcvonást meglehete ismerni. 1871-iki május végén Twar-

dowsky, porosz kapitány teteme, mely Lamoncelle mellett egy lepedőbe burkoltan agyagföldbe temettetett, Ritgen őrnagy parancsára ismét kiásatott és oly kevéssé változott volt meg, hogy a kiásatásnál jelenvolt fivére személyének azonosságáról meggyőződhetett és a sebeket szemügyre is vehette.

Minthogy a rothadás és elkorhadás folyamata bizonyos alsó rendű szervezetek tevékenységével összefügg, melyek a holttestet elborítják, tisztán kiviláglik, hogy ezen lények különböző föld-nemekben különböző mennyiségben tenyésznek. A talaj változó víz- s légtartalma erre nagy befolyást látszik gyakorolni; minél több levegő van a talajban, annál gazdagabb is a föld alatti élet.

A talaj és az alapfalak áthatóságának említésre méltó bizonyítványa továbbá a szétrepedt világító gázesövekből a gáz kiömlése az utczákon, mely már itt-ott a környéken fekvő házakban embereket is megölt midőn aludtak, ambár az illető házakban nyoma sem volt a csövezetésnek, a honnét a kiömlés történhetett volna. Oly esetekről van tudomásom, hol 2, 3, sőt 5 személy is megmérgeztetett földszinti lakásokban világító gáz által, mely a főfáltól gyakran 20 lábnyira az utcában nyomult ki a csőből. A világító gáz ilyenkor, hogy az embereket hálószobájokban megölhesse, kénytelen áthatolni a közbeeső talajon, rétegeken, a ház alapfalán, a pinczeboltozaton s végre a szobapadlón. Hosszú utat kell megtennie, míg áldozatát eléri, de ezt mindig rövid idő alatt végezi.

Ilynemű szerencsétlenségek tudtommal csak télen történnek; fordultak ugyan már nyáron is elő világító gáz által veszélyek, de csak ha magában a házban volt a világító gázt vezető cső és a repedés. Egyetlen oly esetet sem ismerek, melyben kizárólag az utcáról nyomúlhatott a gáz a ház belsejébe, és mely azon hónapokban történt volna, midőn nem fűtenek a szobákban. És az én tapasztalásom másokéval is megegyezik. Azon tény, hogy e balesetek lényegesen csak télen fordulnak elő, annak hamis magyarázására adott alkalmat, hogy miként juthat a világító gáz a ház belsejébe. Azt mondják közönségesen, hogy a keményre fagyott föld a világító gázt nem bocsátja magán keresztül a felső légkörbe, azért

az a házakba szorúl. Már elmondtam az érveket, melyeknél fogva a fagyott földet nem tartom tömörebbnek mint a közönségest. A megfagyott talaj nagyobb tömörségéről való egész föltevés helytelen theorián alapúl, egyetlen egy kísérleten sem; a kísérletek kivétel nélkül csak ezen theoria ellenkezőjét bizonyítják, míg az én magyarázatom az észlelés s kísérlettel megegyezik.

Én a világító gáz benyomulását az utcán keresztül a házba, mivel túlnyomólag vagy kizárólag télen történik, azon áramból magyarázom, melyet a ház a föld alatti légben, midőn alapjával benne áll, az által hoz létre, hogy belsejében a levegő melegebb, mint a küllég s ennél fogva egész környezetére úgy hat mint egy fűtött kályha. Ily körülmények közt a ház, mint rendesen mondjuk, minden oldalról levegőt szí magába. Ez természetesen nem a mechanika értelmében vett szívás, ép oly kevéssé, mint a kályha működése, mert egy merőleges csatorna, mely térfogatát nem változtatja és fön s lenn nyitva áll, nem szívhat; a szívás fogalmához lényeges egy üres térnek nagyobbodása, mint például a fűvónál, mellünknel, a mozgó dugattyús szivattyúnál; és ha a fölszívott lég vagy víz nem maradhat nyugodtan a nagyobbított ürben, hanem ennek kisebbedése által ismét ki kell szoríttatnia, még pedig más úton, mint a melyen bejutott volt, akkor e jelenségnél még egy csappantyú vagy szelentyű is szerepel. A lég, mely egy melegített kályha kéményén szüntelenül átömlik, nem szívatik föl általa, hanem rajta keresztül fölszoríttatik az ezt környező hidegebb lég által. A kémény, tűz vagy melegség nélkül nem működik; a meleg csupán segédeszköz, melylyel a belső s külső légoszlopok egyensúlya megzavartatik. A belső meleg lég könnyebb mint a hideg küllég, és az előbbi kénytelen fölfelé kitérni ugyanazon oknál fogva, a miért a víz az olajat fölfelé szorítja. A levegőnek, melynek melegítés után a kéményen keresztül a szabadba kell iramlania, előbb kívülről a kéménybe kell jutnia, és oda is jut, mivel a bennlévő lég mindaddig kitér útjából, a míg melegebb s könnyebb mint a vele szakadatlan összefüggésben lévő küllég. Ha a kályha kémé-

nyébe vezető bejárást kívülről léghatatlanul elzárjuk, úgy megszűnik a huzam a kéményben. Az a kifejezésmód, hogy a kémények levegőt szíznak, sok ferde felfogást idézett már elő, melyek a fűtés s szellőztetés technikai haladásának nem igen szolgáltak előnyére. A kémény egészen szenvedőleg viseli magát a légmozgásnál; az erő a hőben rejlik, melynek előbb a benn lévő levegőt ki kell terjesztenie, ez által a hidegebb küllégnek túlsúlyt szerez, hogy ez amaszt kiszoríthassa.

Ily módon házaink télen, ha ablakot ajtót zárva tartunk, nemcsak a falakon keresztül, hanem a ház alapján, az alatta levő földrétegen keresztül is szellőztetnek. Ha tehát az alatta terjengő lég világító gázt vagy más átható szagú anyagot tartalmaz, természetesen azt is magával ragadja mozgásában.

Münchenben egy érdekes eseménynek voltam tanúja, mely kétségtelenül bizonyítja, hogy a talajlég világító gáz szagot hozhat a házba, a nélkül hogy az utcán a világító gáznak csak nyoma is kiömlenék. Egy palota földszinti sorában egy rendesen erősen fűtött szobában tisztán éreztek világító gáz szagot. A palotát magát nem világították világító gázzal, de egy esővezetés az utcáról a kapu alatt az udvarig s az istállóig terjedt. Mindenütt kerestek valami hibás helyet, de nem találtak semmit. Mivel a világító gáz szaga a földszinti szobában meg nem szűnt, a tulajdonos a vezetést az utcái föcsötől tökéletesen elválasztatá és ama helyiségekbe, melyek egy ideig világító gázzal világítottak volt, ismét olajvilágítást rendelt. Most bizton várták, hogy a kellemetlen szag meg fog szűnni. De nem úgy történt. Ekkor kiásták az utcán a föcsövet azon meggyőződésben, hogy rajta valamely sérülést fognak találni. — Mindent épen találtak, a gázkiömlésnek semmi nyoma sem volt. Azonban ez alkalommal másra akadtak. A palota oly ponton állott, a hol az utca niveauja mindkét oldalról szállt. A palota előtt tehát egy úgynevezett syphon, vízgyűlőhely volt. Ennek a gyűjtőnek régies berendezése volt, melynélfogva az összegyűlt víz, mihelyt bizonyos magasságig felszaporodott, a földbe ömölhetett át. A kavicsföld tehát e helyen nem világító gáz-

zal, hanem csak világító gázos vízzel szívódott tele. Midőn a levegő a kövecseken keresztül az említett ház felé húzódott, azaz midőn a hidegebb légköri lég az utcáról a melegebb földalatti levegőt a még melegebb ház felé szorítá, ő maga is fölvette a világító gázvezetés kiömlött vizének szagos anyagait. Most kiásták a kavicsföldet, a meddig a világító gázvíz szagát érezteté és friss földdel pótolták, a syphoncsövet leszedték és a vízgyűjtőt szivattyúval látták el. Ezután minden világító gáz szagnak vége volt és az épületbe vissza sem tért többé.

Tapasztalásaimból még egy másikat akarok közölni, mely az utca alatti talajlégnek házak felé áramlását illeti és a mely szemlélhetővé teszi, miként ez az áramlás gyakran kiválólag egy bizonyos helyiség felé — több egymás mellett fekvő szoba közt épen egyik felé — irányzódik. Mintegy 14 év előtt valamely bajor városban egy paplakban több káplán lakott egymás mellett földszinti szobákban. Egy reggelen az egyik úr, kinek misét kellett volna mondania, nem jelent meg; szobájában felkeresték és ott eszméletlenül feküdvé találták. Orvost hívtak; ez nem habozott, hanem határozottan veszélyes hagymázt ismert fel, mely betegség a városban épen uralgott. Egy ápoló s utána egy irgalmas apácza rendeltetett melléje; ezek csak egy pár órát töltöttek a szobában és hasonló körjelek közt, mint a beteg, kit ápolniok kellett, elájultak és elszállíttattak. Kétségtelenül rájuk is ragadt ama roszindulatú hagymáz, és mivel a beteg óráról-óra roszabbul lett, szüleinek sürgönyöztek, hogy haladéktalanul jöjjenek, ha fiukat halála előtt, melyre az épen előkészítették, még látni akarják. A gyász hír csakhamar el is terjedt a községben, hol a fiatal lelkész köztiszteletben állott. Egy asszonyság az orvosi tilalommal s a ragály veszélyével daczolva nem tartatá magát vissza, hogy a derék úrtól búcsút ne vegyen. Az asszony vendéglősné volt. A káplán szobájába lépve, felkiáltott. «Itt gáz ömlik ki, ezen szagot én jól ismerem.» Azt válaszolták, hogy az lehetetlen; az egész házban nincs világító gázlámp vagy világító gázcső; hogy az egész házban nincs világító gázlámp vagy világító gázcső; hogy már másoknak is föltűnt e szag, de az részint a beteg kigőzölge-

sétől, részint az árnyékszéktől származik. — De a jó asszonynak józan esze volt, nem zavartatá meg magát és nem is nyugodott, míg a tisztelendő urat, ki addig ugyan felre beszélt, de most nyitott ablaknál kissé magához tért, ezen levegőből ki nem vitette kocsijába, daczára annak, hogy az orvos ismételve kijelenté, hogy a beteg veszélyes állapotban van és erélyesen tiltakozott elszállítása ellen. Sokáig feltartóztatna engem, ha elbeszelném az egész regényes eseményt; elég az hozzá, hogy az átszállításnak oly kitünő eredménye volt, hogy a beteg a friss léghen már egy fél óra múlva egészen magához tért és hinni sem akará, hogy hagymáz veszélyezteti életét. Még az este jó étvágyat mutatott.

A paplakban a káplán távozta után feltárták az ablakokat, hogy a betegnek rémséges kigőzölgését eltávolítsák és az éjen át nyitva is maradt minden. Most következett csak a legcsodásabb dolog. A rá következő éjjel T. káplán szomszédja ugyanolyan jelenségek közt szintén megbetegedett. Az orvos fényes bebizonyítását látta ebben megtámadott kórisméjének, mely szerint a betegség veszélyes hagymáz volt, a mely tegnap még a káplánt, ennek ápolóját, az irgalmas apácza s ma már megint egy káplánt, egyikről a másikra ragadás által fertőzteté. De amaz asszony-ság már odaizent a világító gázgyárba, feltörték tehát a megfagyott földkérget és mintegy 20 lábnyira a paplak főfalától hasadékot találtak a csövön. Ezt ismét rendbe igazították és minden hagymázos jelenség megszűnt a paplakban.

De miért ömlött a legtöbb világító gáz előbb T. káplán szobájába és a következő éjjel a szomszéd szobába? T. káplán szereté a jól fűtött szobát; szomszédja pedig valószínűleg kevéssel alantabb hőfokkal megelégedett. De miután T. káplán szobája annak távozása után többé nem fűtetett, s az ablakok nyitva maradtak, a szomszéd szoba a legmelegebb, s a világító gázkiömlésnek legalkalmasabb lön és a világító gáz mennyiséget, melyet előbb T. melegebb szobája nagyrészt elvont tőle, most — hogy a szokásos kifejezéssel éljek — maga szívta fel. Képzeljünk több tűzhelyet egy tető alatt egymás mellett, és különféle mértékben fűtve. Ha

a lég hozzáférése nem korlátolt, akkor a legtöbb lég a legmelegebb kályha felé tödül és a többi kevesebb levegőt szí magába. Ellenben, ha az egyik tűzhely hidegen áll, akkor a többi egyenlő tüzelés mellett jobban húz.

A tisztelendő úr élményét személyesen beszélé el nekem, sőt föl is írta azt (11) s megengedé, hogy nevét is közöljem, azon föltétel mellett, hogy életének megmentőjéről is dicsérrel tegyek említést. A történet színhelye Augsburg volt, a lelkész Türk Jakab úr, jelenleg k. tanácsos, udvari kanonok s tanár Münchenben; az eszes s elszánt asszonyság pedig a «három szerezseny» vendéglő tulajdonosnője, az öreg Deuringerné asszony vala. Én ez eseményt vonatkozással az Albert társulat hölgyeinek tevékenységére beszéltem el; belőle megismerhetik, mily üdvös lehet működésük, ha gyakorlott s ügyes orvosok tanácsa s vezetése után indulva, a szenvedő emberiség javára fáradoznak, mikor már egy egyszerű asszonynak ez esetben, melynek megítélésére egyébként egy nő ismeretei s tapasztalatai elegendők valának, sikerült egy ember életét az ügyetlen orvos akarata ellenére is megmenteni.

Elbeszélhetnék meg egy másik hasonló esetet is, mely Münchenben történt (12).

A világító gáz ezen mozgása a ház felé, hol átható szagával s ismert physiologiai hatásával gyakran oly nagy mennyiségben megjelenik, hogy embereket megölhet, intsen s figyelmeztessen bennünket arra, hogy a földalatti levegő, a talajlég, folytonos összeköttetésben van házaink alapjával, hogy hatalmában áll, időről időre mindenféle vendéget hozni a házba, melyek vagy azonnal okoznak károkat, mint p. o. a világító gáz, vagy csak némi idő múlva, miután szagtalanul s észrevétlenül valahol a házban befészkeltek magukat, s ott ellenséges elemmé képzódhettek, egyesülhettek, vagy más ártalmas anyagoknak, melyek más utakon jutottak a házba, helyenkint s időnkint táplálékul szolgálhattak, mely anyagok azután előbb el sem távoznak tőlünk, míg a talaj-lég ezen ártalmas terményeinek készlete el nem fogyott. Hisz az ártalmas anyagok, melyeket bármi alakban, lég-

ben, vízben vagy ételekben magunkba veszünk, nem hatnak mindig közvetlenül érzékeinkre.

Rövidlátók valánk eddig, midőn azt hittük, hogy a tisztátalan szomszéd legfeljebb a kutat mérgezheti meg; nem, megronthatja ő a föld alatti levegőt is, és ez annyival veszedelmesebb, a mennyivel a lég terjedtebb és mozgékonyabb mint a víz. Ha csak ez egy tényről győződnek is meg előadásom által, már akkor sem hiába jöttem ide.

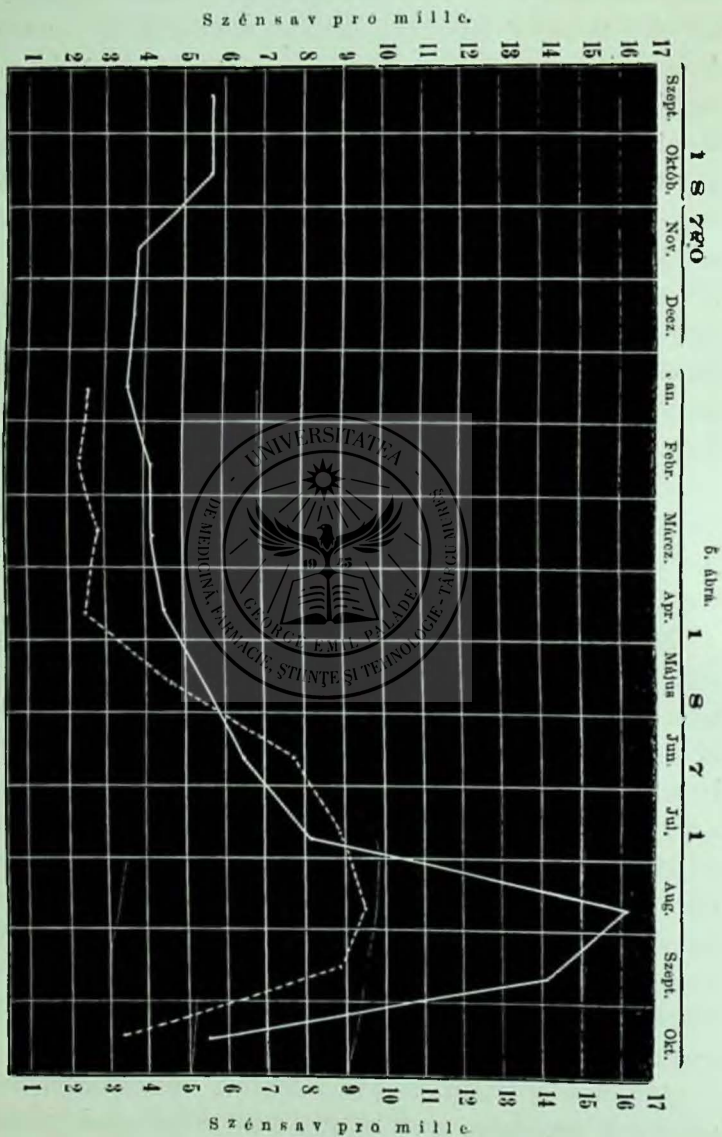
Angolország bebizonyítá, mennyit használunk a közegészségnek, ha a föld belsejét észszerű csatorna-rendszer, a szemétködrök megszüntetése, bőséges vízkészlet által tisztábban tartjuk. Eltérnék tárgyamtól, ha taglalni akarnám az egészségügyi berendezéseket, ha keresném, melyiknek jut az oroszánrész, a water-supply- (víz-szolgáltatás), a watercloset- (vízárós árnyékszékek) vagy a drainagenak (föld alatti csatornázásnak)-e? ha itt ezek felett oly vitatkozásba bocsátkoznám, melyet befejezni időm nem engedné; de meggyőződésemet nem akarom titokban tartani, hogy nekem a föld nagyobb tisztasága s a lakházak alatti szerves folyamatok korlátozása a legfontosabbnak látszik.

Ezt a föld alatti szerves vegyfolyamatot és hatását a légre eddig csak theoriának hitték. Ezen az állásponton azonban átjutottunk már, és találtunk tényleges támaszpontokat, melyekről a valóságot bebizonyíthatjuk. HUXLEY és HAECKEL kutatásaitól fölserkentve, nemcsak a tenger legmélyében, hanem minden likacsos földben is, mondhatnók mindenütt találták a szerves élet azon elemeit, melyek Monereknek vagy Protistáknak hivatnak, nyálkás képződményeket, melyek sem állatok sem növények. Midőn 1854-ben a bajorországi kolera jelentésének egy részét írtam, arra utaltam, hogy a talajban levő levegő nem kevésbbé megérdemli figyelmünket mint a talajbeli víz, és egy fölszólítást függesztettem hozzá, hogy vizsgáljuk meg amazt kísérletek által. Én nem fogtam azonnal a munkához, mások sem; csak másfél év óta vizsgálom meg rendszeren hetenkint kétszer a müncheni kavicsföldben a levegőt, változó szénsavtartalmára nézve. Az első 14 hónap eredményeit

már közzé tettem. A ki végig vizsgálja ezeket, csodálkozik a váratlan eredményen, és én ezentúl kénytelen leszek magamat és másokat nemcsak talajvízzel, hanem talajléggel is fárasztani. A hely, hol a müncheni talajléget vizsgálom, kavicsos talaj, melyben a növényzetnek semmi nyoma sincs, és a lég szénsavtartalma a rétegek mélységével nő. A gazdasági vegytan már rég kimutató ugyan, hogy a televénydús szántóföld valóságos szénsavforrás; hogy azonban terméketlen mészgörgetegben időnkint annyi szénsav rejlhessék, az mégis nagyon váratlan volt. Néhány lábnyira a földszín alatt már annyi szénsavat tartalmaz a lég, mint a mennyi a legroszabban szellőzött szobában sem fordul elő. Itt graphikai rajzát adom a szénsav mennyiségének a müncheni kövecsföldben 1870-iki szeptembertől 1871-iki októberig a havonkénti középértékek szerint, kétféle mélységre vonatkozólag összeállítva (5. ábra). A pontok magassága az alapvonal fölött jelöli ezredrészekben a talajlég szénsavtartalmát. Az összefüggő vonal 4 méter mélységre s a szakadozott vonal $1\frac{1}{2}$ méterre vonatkozik.

Ha ezen ábrát áttekintjük, azt látjuk, hogy $1\frac{1}{2}$ méter mélységben a szénsavmennyiség csaknem az egész éven át kisebb, mint 4 méternyire a földszín alatt. Csak június s július képez kivételt; ekkor a felső réteg szénsavtartalma az alsóét fölülmulja. Itt azonban az alsó rétegnél hatalmas emelkedés kezdődik, úgy hogy a felsőbbét nemcsak eléri, hanem messze túl is haladja. A mélyebb rétegben juliustól augusztusig valóságos szénsavkitörést észlelünk. Az 1870-ik évszeptember havában a szénsav sokkal alantabb maradt mint 1871-ben, midőn a szénsav mindkét mélységben még jelentékeny fokon állt, hogy azután szeptembertől októberig époly meredek vonalban sülyedjen, milyennel az alsó rétegben juliustól augusztusig fölszökkent vala.

Azt hinné az ember, hogy ezen tetemes szénsavmennyiség a müncheni talajlégben csak ritka kivételt képez, pedig látszik, hogy nem, mert itt Drezdában még sokkal több találtatott. Miután mult ősszel észleléseimet Dr. REINHARD, titk. tanácsos úrral



A folytonos vonal a szénssav-tartalom változását ábrázolja 4 méter mélyben.
A szaggatott vonal a szénssav-tartalom változását ábrázolja 1 1/2 méter mélyben.

közöltem, ő ugyanazon vizsgálatokat a helybeli közegészségügyi központi intézetben is eszközölte. Ezen korszerű intézet főnöke, Dr. FLECK tanár, a drezdai talajlég szénsavtartalmát különböző mélységekben vizsgálja 1872 óta. Szívesen megengedé, hogy naplójába betekinthessek. Mennyire csodálkoztam, midőn láttam, hogy a drezdai talajlégben, legalább ama helyeken, hol FLECK tanár tette észleléseit, a szénsavmennyiség már télen is kétszer oly tetemes mint Münchenben augusztus hóban. Ez felébreszthetné féltékenységemet, hogy Drezdában annnyival több van mint nálunk, de életünkben oly gyakran tapasztaljuk, hogy mások, bár később kezdenek valamit, mégis tovább haladnak, azért ez esetben is megnyugszom sorsomban és beismerem, hogy szén-savban túlszárnyaltattam.

Ez a föld alatti szénsav és annak időnkénti változása eddigelé oly tény, melyet mindenesetre több helyen, különböző földnemben, változó körülmények mellett és hosszabb ideig kell megfigyelni, mielőtt megmagyarázásához fogunk. Az első kérdés, mely az emberben támad, az, vajjon honnét jöhet e szénsav? A terület televényrétegéből nem származhatik, mivel mennyisége Münchenben s Drezdában ezen réteg közvetlen szomszédságában a legcsekélyebb, és oly mértékben nagyobbodik, a mint távolodik a felszíntől. Mivel a talajlég szénsavtartalma a talajvízhez közeledvén, rendesen növekszik, valószínűnek tetszhetik, hogy a szénsav a talajvízből párolog ki. Hisz a talajvíz, mely a kutakat s forrásokat táplálja, szénsavtartalmú, és tudjuk, hogy némely kútban a levegő annyi szénsavat rejt, hogy a gyertyaláng nem ég tovább, hacsak néhány lábnyira bocsátjuk le a kút torkába. Ezen észlelések azonban a Münchenben nyert tapasztalatok után nem volnának igazolhatók. Először vannak oly évszakok is, hacsak két hónapig tartanak is, midőn a felső rétegben, tehát távolabb a talajvíztől tetemesebb szénsav-mennyiség van, mint az alsóban, mely közelebb fekszik hozzá. Továbbá megvizsgáltam egy időben s egy helyen a talajvíz s a talajlég szénsavtartalmát és meglestem, vajjon a szétömlés s elnyelés törvényei szerint, melyiknek van szén-

savfölöslege, hogy belőle fölvehessen, vagy pedig rajta túladhasson. Mindenkor a talajlég szénsavtartalma mintegy 50 perczenttel állt magasabban a megvizsgált helyen mint a talajvízé, úgy hogy én bebizonyított ténynek tartom, hogy nem a talajlég veszi szénsavát a víztől, hanem megfordítva, a talajvíz a föld alatti levegőből.

Evvel ugyan a kérdés, hogy vajjon honnét származik a szénsav, még nincs megfejtve, de akkor sem lett volna megoldva, ha kitűnt volna, hogy a talajvízből jön, mert akkor tovább kellene keresni, honnét veszi ez utóbbi a szénsavat? Minden talajvíz a légköri csapadékból, esőből s hóból keletkezik. Midőn mint légköri víz a földbe behatol, csak elenyésző csekély mennyiségű szénsavat hord magában. A légköri lég szénsavmennyiségéből és a víz szénsav iránti elnyelési együtthatójából BUNSEN analitikai táblái szerint könnyen kiszámítható, hogy egy liter esővíz évi közép hőmérsék és közép légnyomás mellett éghajlatunkban egy milligramm szénsavnak csak törtresztét tartalmazhatja, és ezzel minden tapasztalás megegyezik. Ezzel szemközt a kutatásokból kitűnik, hogy Münchenben a szénsavban legszegényebb kútvíz is átlag 100—125 milligramm úgynevezett szabad szénsavat tartalmaz. A talajvíz azon a helyen, hol a föld alatti levegő megvizsgáltatott, 16 lábnyira (mintegy 5 méternyire) van a fölszíntől. Kell tehát, hogy a légköri víz, a talajvíznek ezen egyetlen forrása, eredeti szénsavmennyiségét, melyet a légkörből magával hoz, legalább százszorozta légyen, míg a föld felületéről a kútba érkezik. Mindenesetre a földből származik a szénsav; benne kell mindenesetre a szénsavforrást keresni, és már ez oknál fogva is egyelőre azon föltevés látszik a legtermészetesebbnek, miszerint a talaj az általa fejlesztett szénsavat egyidejűleg a benne lévő víznek s légnek adja át, de természetszerűen ennek sokkal könnyebben és nagyobb tömegben mint amannak. A földben levő szénsavforrásokat előbb pontosabb tanulmánynak kell alávetni. Valószínű, hogy a szénsav csakis a földben történő szerves vegyfolyamatokból származik.

Nem szabad türelmököt tovább igénybe vennem, azért igyekszem előadásomnak végére jutni. — Engedjek meg, hogy még néhány szóval búcsút vehessek.

Én a meghívást, hogy itt Drezdában a közegészségügy tárgyairól egy pár előadást tartsak, minden tétova nélkül elfogadtam, ámbar haboznom lehetett, sőt talán kellett is volna. Az elhatározás s kivitel közti idő oly rövid volt, hogy különös készülteket nem tehettem. Az egészségtannak számos tárgya van. A választást tetszésemre bízták; azért engem terhel a felelősség, ha olyasmit választottam s adtam elő, a mi önöket nem elégitette ki. Kötelességem tehát, hogy választásomat, ha talán nem volt szerencsés, önök előtt igazoljam.

Már a bevezetésben megjelöltem álláspontomat a népszerű előadásokat illetőleg. Ezen álláspontról már előre is lehetetlennek látszott nekem, az egészségtan bármely kérdését egy pár óra alatt kimerítőleg tárgyalni oly módon, hogy minden hallgatóm azután azonnal érettnak érezhette volna magát valami elméleti vagy gyakorlati szigorú vizsgálat letévesére. Egy ideig haboztam, mily tárgyat válaszsszak. Összefoglallhattam és leírhattam volna a legújabb munkálatokat s irányelveket az egészségügy terén, mindazt, mit a gyakorlatban már elértek és mire most törekednünk kell, egyúttal az érdekes részletek egész seregét mutathattam volna be, a mi többnyire igen hálás föladat; — vagy megpróbálhattam volna, nem szerezhettek-e önöknek áttekintést a tudomány egész nagy területén. Mily csábító, valamely messze tekintő kilátásról a tárgyakat szemlélni és kifesteni? legelőbb a legérdekesebb pontokat kiszemelni, azután ezek környezetén végig járni, míg más kiemelkedő pontokhoz el nem jutunk, és végre a pompás képnek szemlélésében helyes megvilágítás mellett gyönyörködni. Talán sikerült volna nekem, várákozásuknak bizonyos fokig megfelelni, de czélszerűbbnek láttam, hogy figyelmököt lényegében egyetlen egy tárgyra irányozzam, összepontosítsam, melyet már mindenki rég ismer, s melyet a chemia s természettan látszólag már úgy átkutatott, hogy sokan azt hiszik, hogy már semmit vagy csak

kevés újat lehet róla mondani, — jónak láttam figyelmeztetni önöket a légre, ennek egészségügyi viszonyára az ember ruházatalhoz, lakásához és a talajhoz.

Semmiféle tévedésbe sem esik az ember oly könnyen, mint azon téves hitbe, hogy mindazt, a mivel folyton foglalkozik, már érti, még pedig jobban érti mint mások, kik kevesebbet érintkeznek vele. De ha mindennapi foglalkozásunk tárgyait közelebb-ről szemléljük, azon szegényítő tudatra jövünk, hogy inkább bizonyos ösztön és hagyományok szerint cselekszünk, mintsém saját vizsgálódásunk szerint. Minden korszaknak föladata, hogy a mivelődés szellemi s anyagi kincseinek gyarapítása végett valamit tegyen, újat teremtsen. De ha a művelődés-történet bármely időszakában megfigyeljük mi mindennek veszi hasznát az élő nemzedék, mindenkor azt találjuk, hogy annak legnagyobb részét inkább örökségül kapta és nem maga hódította meg önmagának. Ezen meggyőződés ne csak szerénységünket s szorgalmunkat emelje, hanem eszközölje egyszersmind, hogy méltányosak s hálásak legyünk elődeink iránt, kik sokat nem tudtak és nem bírtak, mit mi jelenleg tudunk és bírunk. Valamint az állat sokféleképen és csodálatosan czélszerűleg hasznát veszi a természetnek s törvényeinek, a mit részint szüleitől tanult el, részint azoktól örökölt, úgy az ember is. Minden fuvaros használja a mozgás, a surlódás, az eleven erő és az erők változásának s fentartásának törvényeit, és ezekkel a leghatalmasabb terheket mozgatja, de többnyire oly gépileg, hogy nem látszik többet gondolkozni mellette mint a hód, midőn lakását építi. Az ember is sokkal előbb tesz valamit, és csak később érti azt meg; ez elkerülhetetlen, mert természetében rejlik. Ha csak azután vehetné valaminek hasznát, miután teljesen áttanulmányozta, mily szegényes, sőt lehetetlen volna élete? Ha csak akkor ruházhatnók magunkat, mikor a ruha s a különféle szövetek minden egyes működését átértettük, már rég megfagytunk volna, és a fuvarosnak GALILEI s NEWTON ideje előtt még lovakat sem lett volna szabad befogni.

Most egy rám nézve kissé veszélyes párhuzamot vontam;

mert azt kérdezhetné valaki, vajjon azt hiszem-e, hogy a fuvaros jobban bánnék kocsijával, ha ismerné a nehézkedés törvényeit, és vajjon egykor jobban fogunk-e öltözködni s lakni, ha a ruha s ház működését helyesebben fogjuk megítélhetni. E kérdésre való feleletet bátran a jövőre bízom. A multnak tapasztalatai ez iránt teljesen megnyugtattak engem. Mindenkor és mindenütt kitűnt, hogy minden haladás a törvények megismerésében, minden új tény, melyet a bűvárlat megállapított, minden új módszer, melyet létre hozott, minden új irány, mely felé a tudomány vezetett, végre mégis gyakorlati s közönséges értelemben vett hasznot is vont maga után. Én erről már több ízben nyilatkoztam és most sem tagadhatom meg magamnak, hogy belőle némelyeket ne ismételvek. Hiszen ez kedvencz tárgyam.

A mit az emberek hasznos alatt értenek, az nagyon viszonylagos fogalom, mindent úgy neveznek, mihelyt belátták, mire használhatják. De a mily természetes, hogy valami létezzék, még mielőtt felismertetett, ép oly szükséges, hogy valami tulajdonságot s vonatkozást előbb ismerjünk, mielőtt azt bármi gyakorlati célra fordíthatnók. Gyakran sokaig hever valami, figyelemre sem méltatjuk, míg használni még nem tanúltuk. Igaz ugyan, hogy a mozgástörvények, midőn GALILEI, KEPLER, NEWTON, LEIBNITZ, LAPLACE s mások rendre megismerték, nem okoztak nagy forradalmat a fuvarosok közt, még nagy feltűnést sem; de ezen törvényekből új, a kezdetleges érzéki salaktól tisztult fogalmak és ezekből a vaspályák keletkeztek, melyek most naponta anynyi hatalmas terhet szállítanak iszonyú sebességgel ide s tova, hogy a legügyesebb fuvarosnak is eláll az esze. Más példák még élénkebben mutatják, mily szorosan függ össze az elmélet a gyakorlattal.

Így a villanyos távírás, melyet jelenleg mindenki nemcsak hasznosnak, hanem csaknem nélkülözhetetlennek tart, eredetét tudvalevőleg GALVANI, anatomus észleléséből vevé, mely szerint a békacombok rángatództak, mikor bizonyos részeit fémekkel hozta érintkezésbe. Képzeljük csak el, hogy jeles kortársai közt a gyakorlat emberei, akár államférfiak, hittudósok, katonák vagy

orvosok nézték volna, miként fáradozott GALVANI tanár évekig levágott békacombokkal s ezek rángatózásával, bizonyára mindnyájan úgy gondolkoztak volna: ez ember hasznosabb dolgot is üzhetne, és mindenestre okosabb volna a békacombokat ízletes lében megenni, mint a légebe függeszteni, rángatni s aztán eldobni.

Azonban a villanyosság ama neméből, melyet GALVANI ez úton fölfedezett, fejlődött lassanként VOLTA, SÖMMERING, STEINHEIL, MORSE, WHEATSTONE stb. további munkálatai folytán egész telegraphiánk, melyre ama jeles férfiak, kik GALVANI tanárnak valószínűleg egy fillért sem adtak volna békacombjainak rángatózásáért, most nagy összegeket költenek. GALVANI békacombja volt a csíra, melyből a tengereket átszelő távírás óriási gyümölcse fejlődött.

Amerika fölfedezése után a spanyolok ott egy folyó homokjában fehér fémszemeket találtak, melyek, miután tűzben legkevesbé sem változtak, nemes fémnek látszottak. Nagyobb tömegeket hoztak ez új fémből Európába, és a szerény platina névvel, a spanyol la Plata, az ezüst kicsinyítőjével keresztelték el, kifejezván ez által, hogy egy csekélyebb fajta ezüstnek tartották, körülbelül oly értelemben, mint ha ma új ezüstöt mondanánk. A platin legelőbb a praktikusok kezébe került. A pénzverők, az arany- s ezüstművesek csakhamar ítéletet képeztek maguknak az új fémről; ezt természetes állapotában megolvasztani, kalapácsolni, nyújtani vagy választóvízben feloldani nem tudták, csakis királyvízben s más olvadó fémekben oldódott, de minden ötvözete merev s kellemetlen színű lőn — szóval, egészen haszontalan fémnek bizonyúlt, mint afféle rosz nikkel, a mely gyakorlatban az ólomnál és vasnál is értéktelenebb. A spanyol kormány el is tiltá akkor behozatalát és elterjesztését, mert attól leheté félni, hogy a fém tetemes súlya és az aranynyal való ötvözhetősége ez utóbbinak meghamisítására fogna csábítani. A tengeren átszállított platinatömegeket nagyrészt ismét tengerbe dobták, mert a fém nemcsak haszontalannak, hanem veszélyesnek is ismertetett fel ama kor mindenben jártas keltes emberei által.

A tudomány, mely nem ismer hasznos s haszontalan közt különbséget, a mely előtt minden hasznosnak látszik, a mi a dolgok megértését elősegíti, titokban foglalkozott ezen megvetett fémmel, makacsságát megfékezni tanuló, és ime, WOLLASTON óta a legnyúlékonyabb és leghasznosabb fémek közé tartozik; épen látszólagos hibái, hogy olvasztó kemenczéink hőségében nem olvad és csaknem minden savnak ellentáll, tevék idővel oly becsessé, hogy a praktikus ma a fattyu- vagy új ezüstért, a platináért 7 annyi nemes ezüstöt fizet.

Számos ilyen esetet idézhetnék a legújabb időkből, de úgy hiszem, már e kevés is, melyet elmondottam, elég lesz arra, hogy tisztán megismerjék, miszerint a tudománynak sohasem kell a pillanatnyi gyakorlati hasznót keresni, ez később magától következik. A tudomány szigorúan ragaszkodhatik a biblia szavaihoz: «Keressétek előbb az Isten országát és az ő igazságát, a többi majd megadatik néktek.» A tudomány szakai mindenestre mind megannyi tartományok az Isten végtelen birodalmában, és valamint itt, úgy a tudományban is az igazság szolgáltatja a törvényt.

Ezen álláspontom szétoszlátá az aggodalmat, mely támadhatott volna a fölött, vajjon mi haszna leend itt tartott előadásaimnak. Nekem fődolognak látszott, hogy önöknek igazságokat mutassak, és ne ezeknek egyes alkalmazását, mert a hasznót és alkalmazhatóságot magukban viselik, és azon mértékben juttatják érvényre, minél gyakrabban foglalkozunk velök, minél jobban ismerjük meg és minél élénkebben érezzük.

Azon dolgoknak, melyeket tárgyaltam, teljes valóságát akartam önökkel közölni és ezért nemcsak azt kellett kiemelnem, a mit már bizonyosan tudtunk, a mi befejezett tény lévén, nem veszi többé gondolkodásunkat igénybe, hanem egyszersmind az egészségtannak ama sokkal nagyobb területét akartam önöknek távolból mutatni, melyet még oly kevésbé ismerünk. Én önmagamot vádolnám, ha nem mondtam volna el nyíltan az igazat; az által valószínűleg meg is fosztottam volna előadásomat az egyetlen gyakorlati haszontól, mely abban áll, hogy minél tovább terjedjen a meggyö-

zödés, miszerint az egészségügy eddig tudományosan és gyakorlatban elhanyagoltatott, és hogy ezentúl a közmívelődés terén valamit jóvá tenni és helyre hozni kell. Ezen meggyőződés már szélesebb körökbe kezd terjedni, mindenütt bizonyos részvét és fogékonyság mutatkozik a közegészség érdekei iránt, amit ennek előtte nem tapasztaltam. Ugy látszik, most van a kedvező idő, hogy a szántóföldet, mely eddig parlagon hevert, megmunkáljuk, és hogy jó magvat hintsünk oda, hol eddig mindenféle bozót tenyészett.

Ha a szellemek általános mozgalma keletkezik valamely kitűzött cél felé, akkor mindenkinek, kit a roham előtérbe sorított, kötelessége, hogy lelkiismeretesen válaszssa a célhoz vezető helyes utakat. Ha a közbizalom tévútra vezetettik, akkor a balfogás rövid idő múlva az ügyön magán boszúlja meg magát, mert mindazok, kik érte lelkesültek, kedvüket veszítik, látván, hogy mások jó szándékukat céltalanul elpazarolták; és ez okozza a közvéleményben a leghatalmasabb visszahatást. Kötelességemnek tartom röviden kinyilatkoztatni szerény nézetemet, és azt e helyen nagyobb bizalommal teszem mint egyebütt, mert meg vagyok arról győződve, hogy itt értenek engem; ennek kétségtelen bizonyítványát már előre bírom. Már a meghívás, mely az Albert-társulat igazgatóságától és nemes elnöknőjétől hozzám jött azon felszólítással, hogy ezen gyülekezet előtt előadást tartsak, biztosítékul szolgál nekem. Az Albert-társulat léte, szervezete, működése, virágzása s tekintélye teljes érvényű bizonyítványok az egészségtan iránti fogékonyságról.

A szász kir. kormány továbbá első volt Németországban, mely a közegészségügy érdekében központi állomást alapított, és a katonaeorvosi tanfolyam tárgyai sorába az egészségtannak elméleti s gyakorlati oktatását is fölvette. Ezen állami intézetek nézetem szerint két iránynak típusai, melyben most haladni és melyet tovább képezni kell: egyrészt a vizsgálás, bűvárlat és kísérlet, másrészt az előszóval rendszeres tanítás. Csakis e két úton egyidejűleg haladva lehet célhoz jutnunk.

Hogy mennyit kell még tenni és újjáteremteni, az tisztán

kiviláglott azon egy fejezetből, melyből önöknek némely részletet előadtam. Még minden oly hiányos, még mindent fejleszteni és megállapítani kell. Gondoljanak oly fejezetekre, milyenek a lég, ruházat, lakás, szellőztetés, fűtés, világítás, építőhely s talaj, és ezeknek a léghöz s vízhez való viszonya, a talaj befolyása a betegségek elterjedésére, járványok és ezek óvszerei, az emberi lakhelyek ellátása ivóvízzel, táplálkozás, tápszerek tekintettel az élelmezési rendőrségre, élvszerek, különféle néposztályok táplálkozása és életmódja különféle körülmények között, élelmezési rendszabályok, a test bőrének ápolása és testgyakorlatok, a szemét, a háztartás s ipar hulladékainak összegyűjtése és eltávolítása, csatornázás, fertőtlenítés, halottkémlés és temetésrend, az egészségre nézve ártalmas iparok s gyárak, iskolák, kaszárnyák, ápolóházak, kórházak, és a betegek ápolása, börtönök, egészségi statisztika stb.

A közegészségügy mindezen részeinek tökéletesítésén még sok kéznek kell dolgozni; a legtöbbet csak most kezdték fölkarolni. Természetesen már rég akartak az egészségről gondoskodni, e törekvés oly régi, mint az egészség szó, de a mit alatta azelőtt, HUFELAND idejében értettek, az ma már érvénytelen, az egészségtan akkori támaszai a mai élettan élesen elemző választóvízében csaknem teljesen feloldódtak, úgy hogy alig maradt valami belőle. Mindenütt új alapot kell rakni és ahhoz sok munkás kéz kell; és minthogy úgy látszik, hogy éppen most van kedvező időjárás, ezt nem szabad elmulasztani.

De korántsem elegendő, hogy új egészségtani fogalmakat alapítsunk meg, ezt egyesek is végezhetnék, az életbe is át kell őket ültetni és az átmenetet egyengetni. Az életben kivált három hivatás képviseli a társadalom egészségügyi érdekeit, az orvosé, a közigazgatási hivatalnoké s az építész és mérnöké. Ezek összeműködve sikert arathatnak. Valamely nemes ügy iránt jó akaratot minden embernél lehet föltételezni, és ebben nem is volt soha hiány, de nem mindenki bírja a kellő tudományt és a képességet, hogy megismerje a helyes módot. Jó zenéhez nemcsak jó emberek, hanem jó zenészek is kellenek, és ehhez bizonyos

célszerű képzettség s gyakorlat múlhatlanul szükséges. Azon intézetek, melyekben orvosaink közigazgatási hivatalnokaink, építészeink s mérnökeink kiképeztettek, a tudomány- s műegyetemek, a közegészségtant mint tudományszakot eddig egészen mellőzték. Föltételezték, hogy mindenki majd összekeveri azt, s mi a közegészségügy számos ágazatából már létezik s megjelenik és hogy majd kiki maga választja el a jót a rosztól. A mi egyetemeinken az orvosi tanszagnál még FRANK PÉTER óta itt-ott létezett egy tanszék, úgynevezett államorvostan számára, és ma azt akarnák elhíttetni a világgal, hogy az tulajdonképen az egészséggyógyintézet egy jelentésű. FRANK PÉTER kétségkívül nagy férfiú volt, s szelleme roppant ismeretet karolt át. Senki előtte nem ismerte fel oly helyesen az egyének egészségének vonatkozását az általános jólétre. Az orvosi rendszert tárgyaló nagy munkájában mintegy első adá vázlatát ama nagy épülettervnek, melynek kivitelét az utókorra bízta, úgy amint az újonnan alapítandó városok vagy városrészek terveit készíteni szokták. De sem kortársai, sem az utókor nem értették meg szándékát. A helyett, hogy valamit építettek volna, vagy legalább alapot ástak és jó épületanyagot összerakítottak volna, avagy elrendelték volna, mit kell a meglevőből helyben hagyni és mit lerontani, azt hitték, hogy FRANK értelmében járnak el, ha terveit a papíron folytonosan másolgtatják vagy módosítják, a régít helylyelközzel megújítják vagy kissé átfestik és az elavult dolgokon mindenféleképp foltozgatnak; és ennél fogva FRANK PÉTER orvosi rendszete nemcsak nem fejlődött tovább, hanem ama formászerű, mesterkélt és meddő keverékké fajult el, melyet mint törvényszéki orvostant és orvosi rendszert még ma is tanítanak.

Valamint az első minden tényállást csak tekintettel a létező büntörvényekre szokott felfogni, úgy az utóbbi is nem bírt önálló étellel, hanem nagyrészt csak mindenféle hatósági rendelet földjén tengődött a melyeknek gyakran nem volt az akták poránál egyéb alapjuk.

Ha a törvényszéki orvostannak célpontjait a fenálló törvény-

hozások írták elő, akkor ez természetesnek, a dolog lényegének megfelelőnek mondható, mert az irányzó eszmék a jogtudománytól, tehát oly tudománytól eredtek, melynek ápolásában már évszázadok óta a legkitünőbb szellemek vettek vala részt. Az orvosi rendészetnek azonban nem volt rendszeres anyatudománya; ennek csak az egészségtudomány lehetett volna az irányadója, úgy mint a törvényszéki orvostan számára a jogtudomány volt. De a jogtudománnyal szemben az egészségtant mily kevéssé — vagy mondhatni épen nem — vették tudományos művelés alá! Mindeddig kizárólag a gyakorló orvosok kezében nyugodott az, a kik föladatukat inkább a betegségek gyógyításában, mint azoknak elhárításában és a közegészség szilárdításában keresték. És ők is csak mellesleg foglalkozhattak vele, mert más irányú fárasztó tevékenységek idejüket igénybe vevé. Tehát nem csodálhatjuk a szánandó helyzetet, melyben az orvosi rendészetet látjuk.

Ha áttekintenők bármely államban, az egészségügyi rendszabályokat, — egyet sem veszek ki, — úgy egy szigorú fölülvizsgálat a tudomány jelenlegi álláspontjáról talán a felét is megváltoztatná azoknak. Most föladatunk nem annyira az, hogy mindenféle egészségügyi rendeleteket írjunk elő és ez által folytonosan mutogassuk jó szándékunkat a közegészségnek emelésére, hanem arra való az idő, hogy biztos, szilárd alapot teremtsünk az egészségügyi rendészet s a rendeletek számára, melyen azután sikeresen tovább lehet építeni. Az egészségügyet el kell választani a törvénykezési orvostantól s önálló szakká kell fölemelni, ugyanazon okoknál fogva, a miért az igazságszolgáltatást és közigazgatást elválaszták egymástól: minden tudomány- és műegyetemen kell e szakra tanárt alkalmazni s tanszékét a szükségesekkel ellátni. Ily módon nemcsak előadások tartatnak mindenütt a tudomány- s műegyetemen, hanem kísérleti állomások is keletkeznek az egészségügy számára, a drezdai központi állomás mintája szerint, és orvosok, közigazgatási hivatalnokok, építészek s mérnökök rendszeres oktatást nyernek. Eddig ezen intézetek tanulóikat lényegesen magántanulmányra, könyvekre utalták, melyek

az előszóval való tanítást és kísérleti bűvárlást ép oly kevéssé helyettesíthetik, mint egy orvosi könyv az orvost, vagy egy tankönyv a tanszéket. A tanulók mint magán úton képzett higienisták léptek ki a gyakorlatba, és itt a viszonyok mozgalma által vitetvén, örültek, ha bizonyos «routine»-nel vergődtek esetről esetre, a nélkül, hogy nehézkes elvekkkel terhelték volna magukat. Vanak kivételek, még pedig fényesek, de kivételek nem képeznek szabályt.

Miután már a műveltebb körökben egyre élénkebb lesz az érdeklődés a közegészségügy tárgyai iránt, aligha fogja soká túrni a főtanodákon az egészségtan ezen fölületes kezelését, és a fakultások karszellemére, mely minden új tanszéknek conservatív ellensége, üdvös hatást fog gyakorolni és részben gyakorolt is már. Az ügy folyamata annál hamarabb fog bevégeződni, minél közelebbi érintkezésbe jön a közegészségügy a községek erszényével, mert e ponton tudvalevőleg megszűnik minden kedélyesség.

Bajorországban már néhány év előtt engedtek kissé a követelménynek és tanszéket alapítottak az egészségtan számára. Másutt is keletkezőben van már, de nem siettetik és még mindenféle ürügyet keresnek ellene. A legelfogadhatóbb mentség az, hogy e pillanatban nincsen tanító; előbb tanítót kell képezni. Minden kezdet nehéz ugyan, ámde kezdet nélkül misem történik. Midőn dr. VARRENTAPP György néhány év előtt Frankfurtban egy folyóiratot tervezett — az elsőt Németországban, mely a közegészségügy érdekeit karolta föl — melynek czélszerűségét ő rendkívül éles szemével fölfogta volt, nagyon lebeszéltek, azt állítván, hogy nem képez szükségletet, mert az orvosszaki folyóiratok úgy is közlik a legfontosabb dolgokat — ép úgy mint midőn mondják, hogy az államorvostan nélkülözhetővé teszi az egészségtant — továbbá mondták, kérdéses, vajjon szerezhet-e munkatársakat és eredeti dolgozatokat, hogy évenként egy valamire való kötetet kitölthessen? addig minden hasonló vállalat hajótörést szenvedett. És VARRENTAPP vállalata mégis teljes sikert aratott. Nem különben meg fogják találni a főtanodákon a közegészségtan alkalmas

képviselőit, csak komolyan kell utánok nézni. Bizonyos szakmájú orvosok némi készüllet után pompásan megfelelnének e hivatásnak. Az egészség tartalma egészben véve úgy sem más mint gyakorlati élettan, különös tekintettel az emberiség jóllétének fentartására. Tapasztalatom szerint természettudósok s orvosok, kik különösen élettanban, vegytanban s természettanban elméletileg s gyakorlatilag avatottak, leghamarabb otthonosak az egészségtudomány fejezeteiben. Igaz ugyan, hogy már arra is hivatkoztak, hogy ha az egészségtan nem egyéb, mint gyakorlati élettan, akkor ez utóbbi annak leglényegesebb részeit úgy is tartalmazza. Ezen okoskodás hamis, mert épúgy lehetne az élettant fölöslegesnek nevezni, mert maga sem egyéb, mint gyakorlati természet-, vegy- s boncztan. De természettudósaink, vegyészeink vagy boncztanáraink sohasem végezték volna azon munkát, mi által most a physiologusok oly fényesen kitűnnek, és ezek ép oly kevésbé tudnák a higienikusok földadatát teljesíteni, ámbár ők is bírnak természettani s vegytani kiképzés mellett élettani, orvostani és technikai ismeretekkel. Angolország megelőzött minket az egészségtan tanszékeinek behozatala által; valamint ott, úgy Németországban is meg lesznek a szükséges erők.

Ha előadásaimnak itt csak némileg is sikerült hallgatóim érzelmét az egészségtan legelső földadatai érdekének megnyerni, úgy hogy kiki a maga hatáskörében pártolja azt, akkor mindenesetre gyakorlati hasznót is szereztem és szavam nem volt eredménytelen.

FÜGGELÉK.

1. Untersuchungen und Beobachtungen über die Entstehung von entzündlichen und fieberhaften Krankheiten. Dr. KRIEGER. Zeitschrift für Biologie. V. k., 476. l.

2. Ueber die Funktion der Kleider. MAX V. PETTENKOFER. Zeitschrift für Biologie. I. k., 170. l.

3. Ugyanaz.

4. Egy közönséges bérház, pinczével, földszinti és két emeleti sorral, minden emeleten 5 szobával, konyhával stb.-vel, 14·0 m. hosszúság, 11·0 m. szélesség és 16·5 m. magasság (a pinczekövezettől a főpárkányzatig) mellett, körülbelül 7270 köbm. falat kíván; ehhez 167,000 közönséges nagyobb fajta téglá és 1454 hektoliter vakolat szükséges, melynek egy harmada = 485 hektol. kövér oltott mész.

A mész és vakolat szokás szerint csak ürmértékben számítatik, még pedig a német mérnök- s építésszegyletek rendszabályai szerint a litert használják egység gyanánt.

a) A régiebb müncheni téglá 0·338 m. hosszú, 0·164 m. széles s 0·068 m. vastag, az új, még ritkán használt téglá 0·291 m. hosszú, 0·140 m. széles s 0·056 m. vastag.

b) Egy köbméter falhoz szükséges 229 nagyobb téglá. A vakolat a fal térfogatának $\frac{1}{5}$ részét teszi.

c) A vakolat készítéséhez kívántatik $\frac{1}{3}$ rész (térfogat szerint) kövér oltott mész, tehát 1 köbm. vakolathoz 3·33 hektoliter kövér oltott mész. — 1 hl. oltatlan kövér mész 1·95 hl. oltott,

megülledett meszet ad és az utóbbiból 1 hl. körülbelül 47 kilogramm égetett meszet (Ca O) tartalmaz, mely mennyiség mészhidrát képzése végett (CaOH O) körülbelül 15 kilogramm vizet köt le. 485 hl. kövér oltott mészben tehát mintegy 7275 kilogramm hydrátviz van kötve.

(Vörit úr építészeti hivatalnok adatai szerint.)

5. Ueber Oelfarbe und Conservirung der Gemäldegallerien durch das Regenerationsverfahren. Dr. Max v. PETTENKOFER. Megjelent Braunschweigban Vieweg Fr. s fiánál. 1870.

6. Luftwechsel in Wohngebäuden. Abhandlungen der naturwissenschaftlich technischen Commission bei der k. Akademie der Wissenschaften in München. II. k., 87. l. Max v. PETTENKOFER.

A SEIDEL-féle képlet következő:

$$y = 2.30258 \cdot m \cdot \text{Log.} \frac{p - q}{a - q}.$$

Log. a közönséges logarit jelent, mely két logarit különbsége gyanánt található, $\text{Log.} (p - q) - \text{Log.} (a - q)$.

m az adott szobalég térfogata, p ennek kezdetleges szénsvartartalma ezredrészekben, a ugyanezen térfogat szénsvarmennyisége bizonyos idő múlva, q a friss lég szénsvartartalma, y a friss lég térfogata, melynek be kellett nyomulnia, hogy az m térfogat szénsvartartalmát p -ről a -ra szorítsa le.

7. Étude comparative des deux systèmes de Chauffage et de Ventilation établis à l'hôpital la Riboisière. Par Grassi. Paris, Rignoux 1856., 20. lapon.

8. Journal für Landwirtschaft, 17-dik évfolyam, 224. l. Továbbá: Untersuchungen über natürliche und künstliche Ventilation in Stallgebäuden, Max MÄRKER. Göttingen 1871. Deuerlich kiadásában.

9. Die Choleraepidemien auf Malta und Gozo. Max von PETTENKOFER. Zeitschrift für Biologie VI. k., 148. l.

10. L'Hygiène sur les champs de bataille. Par Louis CRÉTEUR. Paris 1871. Bailliére.

11. Török tanácsos levele a szerzőhöz:

Hogy a tényállás valóságát bebizonyítsam, bátorkodom önnek megbetegedésem körülményes leírását adni, tessék belőle a tanulmányaiban értékesíthető mozzanatokat kiválogatni és felhasználni.

1859. december közepén sajátszerű jelenségek mellett megbetegedtem. Akkor Augsburgban káplán voltam és magas földszinti lakásban laktam, melynek két szobája éjszak felé nézett és mely mellett egy nagyon élénk útca vezetett el; — ezen adatok a későbbiek megmagyarázására szükségesek.

Egyszer csak sajátságos főfájás és vértolulás jelentkezett nálam, a nélkül, hogy okát sejthettem volna, minthogy én egészen rendes életmódot követtem, igen kevés sört ittam, az orvos, kinek tanácsát kértem, ezen állapotban aranyeres kórnak előjeleit vélte felismerni. Föltűnt nekem, hogy enyhébb időjárás-kor a főfájás mindenkor alábbhagyott, nagyobb hidegben pedig erősült. Október 17 és 18. közti éjjel — igen hideg éjszaka volt, oly erős főfájásom és szorultságom támadt, hogy a reggeli misét nem mondhattam. Midőn meg azon délelőtt föl akartam kelni, alig hogy egy pár perczet töltöttem az ágyon kívül, elájultam. Az orvost elhivattam: mondá: «No majd mindjárt elejét veszszük annak a kis nyálka-láznak.»

Orvosságot írt, melyet rendelete szerint bevettem.

Estefelé erősebben jött a vértolulás — az orvos pióczát, jégborogatást rendelt az éjjelre.

Ápolásomra egy izmos, egészséges embert fogadtam.

Miután ő hosszabb ideig nem mutatá magát, azt hittem, hogy elaludott, de ő azt állítá, hogy előbb elájult és a friss levegőre kimenván, ott is egy negyed óra hosszát hevert a hóban eszméletlenül. Valami ürügy alatt megtagadta a további szolgálatot.

Mivel állapotom rosszabbult és én eszmélet nélkül feküdtem és félrebeszéltem, egy irgalmas apácát hittak, szüleimnek sürgönyözték, hogy egyetlen fiuk veszélyes hagymázban fekszik és hogy már halálra készítik. A hír gyorsan terjedt el a

városban, ismerősök jöttek meglátogatni, daczára annak, hogy az orvos a ragályozás veszélye miatt szigorúan megtiltott minden látogatást. — És sokan el is siettek ismét, mert a lak- és hálószobában oly sajátságos szag volt, melyet senki sem tudott megmagyarázni. A beteg kigőzölgésének, hiányos szellőztetésnek — hideg volt, és éjjel nappal fűtötték szobámat — majd a virágzó jáczint és kaktusznak tulajdoníták azt, majd pedig a közeli árnyékszéknek.

Másodnap az irgalmas apáca is megbetegedett és oly gyorsan kapott, hogy csak 8—10 nap múlva gyógyult fel. Mellém egy másik apácát adtak ápolónak.

Így feküdtem csaknem teljesen eszméletlenül szerdától szombat estig.

Ekkor egy vendéglősné, Deuringer asszonyság, szokása szerint estimára jött a templomba. Mivel én a családdal jó viszonyban voltam, tudakozódott utánam és midőn az apáca mondá, hogy aligha élem túl az éjszakát, annak kíséretében belépett szobámba.

«Hisz itt világító gáz van!» kiáltá ő beléprvén. A ház lakói határozottan tagadták ennek lehetőségét, mivel a házban nem volt sem világító-gázcső, sem világító-gázlámp.

«Én vendéglőmből jól ismerem e szagot — itt világító gáz ömlik ki; siessenek, hogy a káplánt innét kivigyék!» mondá a józaneszű derék asszony. Az orvost elhívták, ő azonban ezen felszólítást figyelmére sem méltatta; mert a káplán úr hagymázban van, és már elérkezett az agonia mortis.

Az elszánt öreg asszony a gázgyárba küldött és két embert gyorsan elhozott. Alig léptek ezek be, kijelentették, hogy itt erős gázkiömlés történik, de a beömlés helyét minden kutatás daczára sem találták meg. Gyorsan felnyitották az ablakokat és én, ki eddig érzéketlenül feküdtem, rögtön könnyebbülten érzem magamat és elkíváncsoztam. Mivel a paplakban nem volt számomra más fűthető szoba, azt kívántam, hogy a szomszéd plébániába vigyenek. — Elleneztek ezt a nagy

távolság miatt — körülbelül egy negyed órányira volt — és az orvos a nagy hidegre és a hagymázra hivatkozott.

Azonban csakhamar jött a közeli vendéglőből egy zárt kocsi, melyet egy barátom rendelt és én makacsan követeltem, hogy vigyenek abba s a szomszéd plébániába szállítsanak. Ez meg is történt. Miután ágyat s bundát raktak a kocsiba, három ember emelt bele és a lovak léptetve vittek az apácza kíséretében a plébánia felé. — Midőn ott kívánságomat megtudták, nagyon rosztalták, mert egy beteg esztelen szeszélyének hitték. E közben én perczről perczre könnyebben érzem magamat és midőn egy félórai utazás után, tél közepén rémséges hidegben, a kocsi megállott, a várók nagy bámulatúra magam szálltam ki a kocsiból, levettem a bundát és rövid idő múlva az öröm s felindulás érzetében enni kértem, mit az orvos, minthogy betegséget még mindig hagymáznak tartotta, szigorúan megtiltott vala.

Egész éjjel aludtam. Másnap reggel azon hír terjedt hozzánk, hogy én meghaltam. Kempter káplán pedig szintén hagymázba esett és súlyosan beteg. Az első hír onnan származott, hogy távozásom után lakásom ablakai az éjszakán át nyitva maradtak.

Kempter káplán, ki a paplakban szomszédom vala, az éjjel ugyanazon kórjeleneteket érezte, erős főfájást s vértolulástkapott, és szobájában ugyanolyan bűz terjedt el. De szobájából, mely ama kiállhatatlan szaggal eltelt, már korán reggel átköltözött a szomszédságba.

A rendkívüli hideg miatt csak hat nap múlva lehetett az útca kövezetét feltörni és a kiömlés okát nyomozni. Csaknem az útca közepén, 18—20 lábnyira a paplak főfalától feküdt a világító gázvezetés föcsöve. Valamiképen, akár a nagy hideg, akár a teherkocsik nyomása következtében, megrepedt a cső. A világító gáz — úgy magyarázták akkor — a ház falába a kavicsrétegen keresztül jutott és a falon át közvetlenül szobámba tódult. A világító gáz meggyújtása által észre is vették a padló egyik léczdarabján a beömlést.

Minél jobban tüzeltek, annál több világító gáz ömlött be, és midőn nálam beszüntették a fűtést, szomszédom fűtött szobájába húzódtott át. Daczára annak, hogy a világító gázcsövet kiigazították és minden további kiömlést megakadályoztak, a szag mégis megmaradt; midőn 14 napi szellőztetés után újra fűtötték a szobát, én belépven, a szagot azonnal megismertem és főfájást éreztem. * Néhány nap múlva fölgyógyúltam, de még hosszabb ideig bágyadtságot éreztem. A kalandos eseményre következő héten Münchenbe utaztam és elbeszéltem azt egy magas rangú személyiségnek, ki nagyon érdeklődött iránta. Végre még megjegyzem, hogy az orvos hírnevét megmentendő, több napig szobámban s ágyamban maradtam. Én ama szobában nem laktam többé, minthogy a közben áthelyeztettem.

TÜRK J.

kir. vallásügyi tanácsos.

12. Dr. KRIEGER közleménye.

1854-iki januárban Münchenben Leveling tanuló egy reggel, felébredven, nagyon rosszul érzi magát. Főfájás, szédülés és bágyadtság valának a kórjelek; emielfogva az orvos kijelenté, hogy ez a Münchenben honos hagymázskór. Leveling ágyban maradt és a tanuló-egyletchez, melynek tagja vala, fordult ápoltatás végett.

Behozott rend szerint az egylet fiatalabb tagjai akként osztoztak a betegápolásban, hogy bizonyos tagok a nappali, mások az éjjeli szolgálatban váltották fel egymást.

Mig Leveling állapota a következő négy nap alatt egyre aggasztóbb lett, föltűnő módon az egylet tagjai is rendre megbetegedtek, még pedig egyenlő jelenségek között, de ép oly hamar meg is gyógyúltak orvosi segélyvel vagy a nélkül. Néme-

* A világító gáztól átjárt nedves talaj természetesen szintén fölvevé a szagot és még a kiömlés elhárítása után is sokáig büzlött, valamint a víz, ruha vagy más anyag, mintán világító gáz érintette, a szabad légnek is kitéve, több napon át megtartja a szagot.

lyek ijedtségükben orvoshoz fordultak, ki aztán rendesen kezdődő hagymázt vagy ennek mérgével való gyenge ragályozást sejtett.

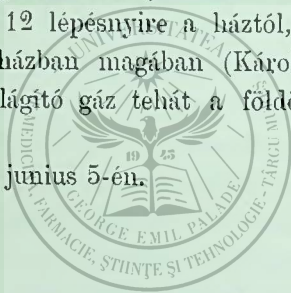
Az egyleti tagok annyira megijedtek ezen egymásra következő számos megbetegedéstől, hogy alig voltak már rávehetők, hogy a beteg ápolását magukra vállalják, úgy hogy ez az ötödik éjjel házi asszonyára maradt. Ez azonban nem tartózkodott állandóan a szobában, hanem csak közben-közben nézett gyá-moltja után. Ez alkalommal erős világító gáz szagot vett észre és benne a betegség okát felfödözé. A beteg e közben a szüntelenül beömlő világító gáztól eszméletét veszté.

Másik szobába szállították, és a látszólagos hagymáz ép oly hamar múlt el, a mint keletkezett volt.

A világító gázgyárban tett jelentésre meg is találták a hibás helyet körülbelül 12 lépésnyire a háztól, az útca alatt fekvő vezetőcsövön. A házban magában (Károlytér 17.) nem volt gáz-világítás, a világító gáz tehát a földön át hatolt be ama földszinti lakásba.

München 1872. június 5-én.

Dr. KRIEGER.



A KÉPIRÁSRÓL

OPTIKAI SZEMPONTBÓL.

BERLINBEN, DÜSSELDORFBAN S KÖLNBEN TARTOTT ELŐADÁSAINAK ÁTDOLGOZÁSA

IRTA

HELMHOLTZ H.

FORDÍTOTTA

KELETI GUSZTÁV.



Tisztelt gyülekezet!

HALLGATÓIM egynémelyike — tartok tőle — némi megüt-közéssel fogadhatta ama hirdetésemet, hogy a képzőmű-vészetek egyik ágáról kívánok szólni.

Csakugyan föl kell tennem, hogy önök közül sokan a művé-szet termékei felől terjedelmesebb nézeteket gyűjtöttek, behatóbb mütörténelmi tanulmányokat tettek, sőt talán a művészet saját-kezü gyakorlása útján oly tapasztalatokat gyűjtöttek, minőkkel magam épen nem dicsekedhetem. Én művészeti tanulmányaim-hoz, kevésbé járt kerülőn, t. i. az erzekek physiologiája útján jutottam; tehát azokkal szemben, kik a művészet szép országá-ban már rég óta járatosak, csak oly vándornak tekinthetem ma-gamat, ki abba az országba egy sziklás és meredek határhegysé-gen keresztül lépett be, de a mellett nem egy oly kilátáshoz is ért, honnan az elterülő vidékre kényelmes alátekintés kínálko-zott. Ha tehát önöknek ezúttal arról teszek jelentést, a mit meg-ismerni véltem, úgy azt csak ama kikötés mellett teszem, hogy a tapasztaltabbak részéről mindennemű felvilágosítás iránt hozzáférhető maradok.

Élelettani tanulmányozása azon módnak, hogy érzéki észle-leink miképen létesülnek, a kívülről jött benyomások miként haladnak végig idegeinken s ez utóbbiak állapota is ez által mily változásokon megy keresztül, csakugyan sok pontban érintkezik a szépművészetek elméletével.

Egy korábbi alkalommal megkísérlettem a halló érzék phy-

siológiája és a zene elmélete között fenálló ily vonatkozásokat kimutatni. Ott e vonatkozások különösen felötlők és határozottabbak, mert a zenei alakítás elemi formái szorosabban függnék érzéseink lényegétől és sajátságaitól, mint a többi művészetek körében, hol az alkalmazandó anyag és az előállítandó tárgyak minőségének irányadó befolyása jóval nagyobb mértékben érvényesül. Csakhogy az érzéki szervnek, mely által a benyomáshoz jutunk, külön érzési módja a művészet ezen többi ágaiban is jelentőséggel bír, és e szervek cselekményeiről és eljárásuk indokairól való elméleti felfogásunk kell hogy hézagos maradjon mindaddig, míg ama physiologiai elemet kellő figyelemre nem méltatjuk. Úgy találom, hogy ez az élettani elem a zenén kívül még különösen a képírásban lépne előtérbe, s ez az oka annak, hogy mai előadásom tárgyául épen a képírást választottam.

A képírónak közvetetlen célja az, hogy színes táblája által bennünk élénk szemléletét idézze fel ama tárgyaknak, melyeket előállítani iparkodott. Fődolog tehát, hogy bizonyos optikai csalódás létesüljön, nem ugyanoly mértékben, hogy mint a mesebeli madarak, melyek az Apelles által festett szőlőszemeket csipkedték, azt higgyük, mintha nem a festmény, hanem a rajt látható tárgyak valóban léteznének, hanem annyira mégis, hogy a művészeti előállítás e tárgyak képzetét bennünk felköltse, oly életbíven és érzékileg erőteljesen, mintha valósággal előttünk állának. Az úgynevezett érzéki csalódások tanulmánya azonban az érzékek élettanának kiválóan fontos része, mert ép oly esetek, midőn külső benyomások a valóságnak meg nem felelő képzeteket gerjesztenek bennünk, különösen tanulságosak azon eszközök és módok törvényeinek fölfedezésére, melyek szerint rendes észleleteink támadnak. A művészeket oly egyénekül kell tekintenünk, a kik érzéki benyomásaikat kiváló finoman és pontosan megfigyelik és a kik ily benyomások képeinek megtartására rendkívül hű emlékező tehetséggel bírnak. A mit e tekintetben a legjelesebb tehetségű férfiak hosszú hagyomány és minden irányban tett számtalan kísérlet útján, az előadás eszközei- és módjaként

fölleltek, az a fontos és jelentős tények egész sorát képezi, melyeket a physiolognak, ki e részben bátran tanulhat a művésztől, elhanyagolnia vagy kicsinyelnie nem szabad. Névszerint azon kérdésre vonatkozólag, hogy látó érzéki benyomásaink mely részei és arányai azok, melyek a látottakról való képzetünket meghatározzák, míg mások inkább háttérbe szorulnak, a művészet termékeinek tanulmánya fontos felvilágosításokat nyújthat. — Amazokat a művész, a mennyire működése korlátain belül lehetséges, kell hogy elméjében megőrizze még pedig az utóbbiak rovására.

Ily értelemben a nagy mesterek műveinek figyelmes szemlélgetése épen úgy előnyére válhatik az élettani optikának, valamint az érzéki benyomások és észleletek törvényeinek kutatása a művészet elméletét vagyis a művészet hatásainak megértését fogja elősegíthetni.

E nyomozások körül ugyan nem a művészet végcéljainak fejtegetéséről, hanem egyedül azon elemi közegek hatékonyságáról lehet szó, melyekre a művészeti gyakorlat utalva van. Magától értetik azonban, hogy ez utóbbiak megismerése egyúttal a mélyebbre ható kérdések megoldásának nélkülözhetetlen alapját kell hogy kepezze, mihelyt a művészek által megoldandó feladatokat megérteni s azon utakat, melyeken azok céljaikat elérni törekcszenek, megismerni kívánjuk.

Azt sem szükség külön kiemelnem, mert a mondottakból önként következik, hogy nem lehet szándékom azon szabályokat kutatni és fölfedezni, melyek szerint a művészeknek eljárniok kellene. Egyáltalában félreértésnek tartom a föltevést, hogy bármely aesthetikai kutatásnak valaha ily eredménye lehessen, mindazonáltal oly félreértés, melybe igen gyakran bonyolódnak azok, kik csupán gyakorlati célok iránt bírnak fogékonysággal.

I. *A formák.*

A képiíró első sorban arra törekszik, hogy kívül eső tárgyak képét adja festményében. Kutatásaink első feladata tehát annak megfigyelésében áll, hogy a hasonlatosságnak mily módját és mekkora fokát képes elérni általában, s hogy eljárásának ter. részezte e részben mily korlátokat von a művész elé. A kevésbbé művelt szemlélő rendszerint többet nem kíván mint csalódásig menő természetűséget; mentül inkább meg van ez közelítve, annál jobban gyönyörködik a festményben. Ellenben az a szemlélő, a ki mesterművek gyakoribb tanulmányozása mellett műizlését finomabban kiképezte, akár tudva, akár öntudatlanul amannál többet és mást fog kívánni. Ez a nyers természet hű másolatát legfőlebb kézműves remeknek fogja tekinteni, s hogy igénye kielégítést nyerjen, a tárgy művészeti választására, elrendezésére, sőt arra is lesz tekintete, hogy az ábrázolt tárgyak eszményítve legyenek előtűntetve. Azt fogja kívánni, hogy a festmény vagy szobormű alakjai ne köznapi emberek legyenek, minőket az életből vett fényképeken szemlélünk, hanem kifejezésteljes és jellemzőleg kifejtett, lehetőleg szép alakok, a minők talán soha sem voltak élő, vagy korábban élt egyének sajátjai, hanem a mily alakok lehetnének és minőknek kellene lenniök, hogy az emberi lény bármely oldalát minél teljesebb és zavartalan kifejlődésben tüntesse szemünk elé.

De álljon bár a művész feladata abban, hogy akár az embereknek, akár más természeti tárgyaknak csak eszményesített jellegét választékos rendezésben ábrázolja, nem kellene-e kívánnunk, hogy festménye ama jellegeknek legalább tökéletesen való és közvetetlenül hű képét mutassa, a mint megjelennének előtűnk, ha bármikor és bárhol testet öltve életre kelnének?

Ez a hű másolat, minthogy a festményt sík felületen kell előállítani, a dolog természeténél fogva csupán hű távlati képe lehet az ábrázolandó tárgynak. Egyébiránt a mi szemünk is,

mely optikai működését tekintve a fényképész ismert műszeréhez, a camera obscurához hasonlít, a reczehártyán, mint a világosság iránt fogékony lapján, szintén csak távlati képeit adja a külvilágnak, mely képek állandók mint a rajz a festményben, valameddig a látérezék szempontja meg nem változik. És ily módon (a látott tárgyak alakjánál egyelőre megállapodva s a színeket figyelmen kívül hagyva, képesek vagyunk csupán szabályszerűen és pontosan készült távlati rajz segélyével is, a kellő szempontból tekintő szemlélőnek a látkép ugyanazon alakjait mutatni, melyeket maguk a tárgyak a kellő szempontból rájuk szegzett szemben öltenének.

De minthogy a szemlélő minden mozdulata, mely alatt szeme is helyét változtatja, magával a tárgygyal szemben más és a festménnyel szemben ismét más átalakulását vonja maga után a reczehártya képeinek, ugyanazért a szemlélőnek mindig csak *egy* szeméről szólhattam az imént, melyre nézve a benyomás egyformaságát el kellene érniünk; mi azonban *két* szemmel nézünk a világot, melyek némileg eltérő helyet foglalnak el a térben, s melyek előtt a tárgyak két, egymástól valamennyire különböző távlati képet mutatnak. Épen a két szem képeinek ezen különbsége nyújtja a legbiztosabb mértéket a tárgyaknak szemünktől való távolságának s a térbe való mélyedésük terjedelmének megítélésére, s épen ez a mérték hiányzik a képírónak, sőt ellene fordul, a mennyiben a kétszemű látás mellett a festmény félreismerhetetlenül síktáblának mutatkozik.

Ki ne tapasztalta volna, mily élénkséget nyernek a testek alakjai a jó stereoskop képekben, mely élénkség e képeket, a stereoskopon kívül tekintve, koránsem illeti meg. E csalódás legszembetűnőbb és legtanulságosabb egyszerű vonal-alakzatoknál, kristálymintáknál és afféléknél, hol a csalódás minden egyéb momentuma elesik. A stereoskop előidézte csalódás oka épen abban rejlik, hogy két szemmel tekintve, egyidőben két, egymástól kissé eltérő szempontból szemléljük a világot, s ez által annak kissé különböző távlati képét nyerjük. Jobb szemünkkel

ugyanis az előttünk fekvő tárgy jobb oldalából s a jobb oldal mögött fekvő tárgyakból is valamivel többet látunk mint bal szemünkkel, és viszont ezzel többet a tárgyak bal oldalából, és bal széleik mögött fekvő, részben elfödött háttérből. Egy lapos festmény ellenben a képen ábrázolt tárgyakat teljes azonosan mutatja úgy a jobb mint a balszemnek. De ha minden egyes szem számára külön képet készítünk, olyat, a minőt maga a tárgy a megfelelő szemből tekintve mutatna, s ha mindkét képet a stereoskopban combinálva, mindegyik szem a neki megfelelő képet látja, akkor a tárgy alakját tekintve, mindkét szemben ugyanazon élénk benyomás támad, a minőt csak magának a tárgynak szemlélése idézhetne elő. Ha ellenben mindkét szemmel valami rajzra vagy festményre tekintünk, azonnal felismerjük a sík lapon előállított ábrázolatot, melynek benyomása különböző attól, melyet a valódi tárgy, mindkét szemre egyidejűleg hatva, előidézni képes volna. Így fokozódik valamely festmény élénksége, ha mozdulatlanul állva, azt sötét csövön át tekintve szemléljük, mi által annak lehetősége, hogy a kép távolságát a szobában levő más tárgyak távolságával összehasonlítsuk, kizáratik. Megjegyzendő ugyanis, hogy valamint a kettős szemmel nézett különböző képeket a térbe mélyedés mértékeül használjuk, úgy a test mozgása közben egymás után több helyről, de egy szemmel látott képek is ugyanazon célra szolgálnak. A mint testünk tovább mozdul, akár gyalog járva, akár kocsin vagy lóháton haladva, a közelebb eső tárgyak a távolibbakhoz mérve eltolódnak; ezek hátra sietni, amazok velünk haladni látszanak. Ez által a közelebb fekvőnek a távolabb esőtől való sokkal határozottabb megkülönböztetése támad, mint minőt álló helyzetünkben az egy szemmel való nézés valaha nyújthat. Ha azonban a festménynyel szemben mozdulunk, akkor az az észlelet, hogy a festmény falon függő síklapotképez, élénkebben hat érzékeinkre, mintha veszteg állva szemléljük. Távolabbra függesztett nagy festménynyel szemben mind inkább fogy a hatálya azon mozzanatoknak, melyek a két szemmel való látásban és a test mozgá-

sában rejlenek, mert igen távol eső tárgyaknál azok a különbségek is kisebbednek, melyek a két szem külön látképei, vagy a szomszédos szempontokból eredő látképek között kimutathatók.

Nagyobb festmények tárgyai ugyanazért zavartalanabb szemléletet engednek, mint a kisebb alaku festmények, noha a benyomás, melyet a közelálló kisebb festmény a mozdulatlan, nyugvó egyes szemre gyakorol, azonos lehetne ama benyomással, melyet a távolabb álló nagy festmény okoz. Csakhogy a közelebbi festménynyel szemben teljességgel nem zárkozhatunk el amaz észlelettől, sőt sokkal hatályosabban vesszük szemügyre, hogy a festmény valósággal síklapot mutat.

Ezzel összefügg, mint hiszem, az is, hogy a nagyon közel szempontból fölvevő távlati rajzok rendszerint torz benyomást szülnek. Itt t. i. nagyon is felötlik a másik szemre számított alakítás hiánya, mely ettől szükségképen jelentékenyen különböznék. Viszont a tárgyaknak sok esetben igen kedvező szemléletét adják az úgynevezett mértani vetületek, vagyis oly távlati rajzok, melyek végtelen távolból felvett látképet mutatnak, habár az ábrázolt tárgyakat oly módon láttatják, mely a valóságban elő nem fordulhat. Ily esetben ugyanis a két szem képei azonosak.

Ebből láthatják önök, hogy az érintett viszonyok közepett valamely festmény látása, szemlélete és a valóság látása, szemlélete között már egy mellőzhetetlen ellentét áll fön, melyet enyhíteni, gyengíteni igen, de teljesen legyőzni nem lehet. A két-szemű látás hiányzó hatályával elesik egyúttal a legfontosabb és legtermészetesebb eszköze annak is, hogy a szemlélő a festményen ábrázolt tárgyak egymástól való távolát a térbe mélyedés irányában megítélhesse. E célra a képíró csak bizonyos számával rendelkezik az alárendeltebb eszközöknek és segédszereknek, melyek csupán korlátolt mértékben vagy csekély hatálylyal alkalmazhatók. Nem éreketlen ezen mozzanatokkal úgy, a mint a tudományos elméletből folynak, megismerkedni, mert nyilván való, hogy azok a képírási praxisban is az ábrázolandó tárgyak

kiszemelésére, elrendezésére és világításuk módjára nagy befolyást gyakorolnak. Megengedem, hogy az ábrázolt képtárgynak világosan érthető előadása (Deutlichkeit), a művészet eszményi céljaival szemben, látszólag csak másodrendű kérdésként szerepel, fontosságát mindamellett kicsinyleni nem szabad, mert ez az első föltétele annak, hogy a szemlélő mintegy önkénytelen és fáradság nélkül bele találja magát a műbe. Ez a közvetetlen érthetőség viszont előfeltétele annak, hogy a festmény zavartalan és élénk hatást gyakoroljon a szemlélő kedélyére és hangulatára.

A mélységi méretek kifejezésére szolgáló, s mint említém, meglehetősen alárendelt segédeszközök nagyobb része távlati viszonyokon alapszik. A közelebb fekvő tárgyak részben elfödik a távolabb esőket, de amazok viszont soha el nem födhetik ezeket. Ha a képiró ügyesen csoportosítja tárgyait, oly módon, hogy a nevezett momentum érvényre juthat, úgy már ez az eljárás is a közelebb és távolabb fekvőnek igen biztos fokozatát adja. Ez a kölcsönös elfödögetés még a kettős szemű látás mélységi észleletét is képes ellensúlyozni, hogy ha szándékosan egymásnak ellentmondó stereoskopikus képeket állítunk elő. A szabályos és ismert alakú tárgyaknál továbbá a távlati vetület formái rendszerint a mélység irányában való kiterjedésre nézve is jellemzők. Ha házakat vagy az emberi műipar egyéb termékeit látjuk, úgy kezdettől fogva tudjuk már, hogy alakjaik nagyobbára egymással derékszög alatt szembeállított határsíkokból állanak, melyek netalán kerek vagy gömbalaku lapok részei által kötvek össze. És valóban, ha csak ennyit tudunk is, akkor rendszerint a szabatos távlati rajz is elegendő arra, hogy belőle a szóban forgó tárgy egész alakját minden kétséget kizáró módon megismerjük. Szintügy az emberi és állati alakokat, melyek előttünk ismeretesek s melyek teste különben is két részarányos oldalfélt mutatnak. Ellenben a legjobb távlati képpel sem boldogulunk egészen szabálytalan alakok, nyers szikla és jéggörgetegek, egymással össze-vissza nőtt fakoronák lombtömegének meghatározása körül, a mint ezt az ilyenek fényképei is mutatják, hol a

távlat és az árnyékolás még oly szabatos lehet, de a benyomás mégis zavart és érthetetlen marad.

Ha valamely festményben emberi lakhelyek, házak, épületek láthatók, ezek ott a hol állanak a vízszint fekvő síkok irányát is mutatják, s ezzel összehasonlítva viszont a talaj hajlásait is, melyeket ily viszonyító segédeszközök nélkül néha bajos kifejezésre juttatni.

Tekintetbe jő továbbá a festmény különböző részeiben előforduló s tényleg ismert nagyságú tárgyakkal látszólagos nagysága. Emberek, állatok sőt ismert fajú fák is ily módon segédeszközeivé válnak a képírónak. A tájfestmény távolabb eső középterén kisebbeknek látszanak mint az előtérben, s így látszólagos nagyságuk által a távolság meghatározására mértékül szolgálnak.

Kiváló fontosságu még az árnyék, nevezetesen a főárnyék. Mennyivel érthetőbb szemléletet nyújt az árnyékolt rajz, mint a pusztán körvonalas ábra, azt mindnyájan tudják; s épen azért az árnyékolás egyik legnehezebb és leghatályosabb oldala a rajzoló és képíró képességének. Neki a domború felületek világításának és árnyékolásának rendkívül finom fokozatait kell utánoznia, mert ezekben bírja főeszközét annak, hogy a testek domborúságát minden apró hajlási változataiban felismerhetővé tegye; a mellett kell hogy a világosság forrásának kiterjedésére és megszorítására s a lapozatok kölcsönös reflexére tekintettel legyen. Különösen hatásosak a főárnyékok is. Míg a világítás módosulatai a testek lapjain néha nem minden kétséget kizáró módon tűnnek szembe, s így pl. valamely érem homorú öntvénye bizonyos világítás mellett domború idomokat mutat, melyek mintha a túlsó oldalról lennének megvilágítva: addig a főárnyék viszont kétségbevonhatatlanul azt jelzi, hogy az árnyékot vető test a fényforráshoz közelebb áll mint az, a melyre az árnyék ráesik. Ez a szabály annyira nem ismer kivételt, hogy még a stereoskopi képekben is a hamisan jelzett főárnyék teljesen megsemmisíti, vagy legalább megbénítja a csalódást.

Nem minden világítás egyformán kedvező, egyformán alkalmas arra, hogy az árnyékok jelentősége teljesen érvényesülhessen. Ha a szemlélő ugyanazon irányból nézi a tárgyakat, a honnan a világítás is éri őket, akkor csak világított oldalait és az árnyékból mitsem láthat; ilyenkor a domborúság látszata is csaknem eltűnik, melyet az árnyékok adhatnak. Festőileg hatásos árnyékolás céljából tehát oldalról jövő világításra van szükségünk, különösen a síkok, melyek mint a lapályos vidék csak kevésbé domború alakzattal bírnak, majdnem a sík irányában haladó világítást igényelnek, mert efféle viszonyok között csak ilyen adhat még árnyékokat.

Ez azon okok egyike, melyek a fölkelő vagy leáldozó nap által történő világításnak oly nagy hatást kölcsönöznek. A tájfestmény alakzatai határozottabban kidomborodnak. Ide járul még — igaz — a színek és a legköri világosság, melyekről alantabb leszen szó.

A Napból vagy lángból eredő világítás élesen határolt, kemény árnyékokat szül. Igen széles világító síkról származó fény ellenben elmosódó árnyékokot ad, vagy azt majdnem teljesen megszünteti. E közben többnemű átmenetet is lehet megkülönböztetni; az égboltozatnak ablak vagy fák által korlátozott részéből sugárzó világítás a tárgy természetéhez képest kedvezően és kisebb-nagyobb erélylyel emeli ki az árnyékokat. Hogy ebben mily fontosság rejlik, azt a fényképészeknél is láthatni, kik mindenféle ernyők és függönyök által kénytelenek világításukat körülhatárolni, hogy jól kidomborult arczképeket kapjanak.

A mélyre terjedés előállításának eddig felsorolt momentumainál azonban, melyek különben is inkább helyi és esetleges jelentőségűek, sokkal fontosabb a *légtávlat*. Értjük ezalatt optikai hatását ama fénylátszatnak, mely a szemlélő és a tőle távolabb eső tárgyak között fekvő világított légtömegekből származik. Ezt a fényt az atmosphaerának soha egészen el nem tűnő finom zavarodása okozza. Ha valamely átlátszó közegben finom átlátszó részecskék vannak eloszolva, melyek különböző

sűrűséggel és különböző fénytörési képességgel bírnak, akkor a részecskék az ily közegen áthaladó fényt részint visszaverődés, részint törés által egyenes útjától eltérítik és minden irányban szétszórják. Ha ezek a fényt zavaró részecskék gyéren oszlanak el, úgy hogy a fénynek nagyobb része, anélkül, hogy útjától eltérítették, közöttük elhaladhat, akkor az ily közegen keresztül még távol eső tárgyakat is tiszta körvonalakban láthatni, a mellett azonban egy részét ama világosságnak is, mely útjától eltérítve zavaros fényként lebeg az átlátszó anyagban. A világosságnak ilyenemű szétszórodását és ködös zavaródását egy pohár vízben is észlelhetjük, melybe egy kis tejet csöpögtettünk. Ez esetben a tejben uszó zsírrészecskék hajlítják el a világosságot.

Ismert dolog, hogy ez a zavarodás lakszobáink rendes levegőjében is láthatóvá válik, mielőtt a sötét szobába szűk nyíláson keresztül napsugarat bocsátunk. Ekkor látjuk a fényben lebegő porrészecskéket, melyek egy részét puszta szemünk is képes megkülönböztetni, más részt pedig finom és fel nem oldható homályosodás mutatkozik. De ez utóbbi is lényegére nézve bizonyára szintén szerves testek lebegő porrészecskéiből áll, mert TYNDALL megjegyzése szerint el is lehet őket egetni. Ha ugyanis borseszalángot tartunk a napsugarak útjába, úgy a lángból felszálló lég sötét nyomát látjuk a megvilágított zavarodásban, a mi azt jelenti, hogy a lángból felszállt levegő teljesen pormentessé vált. Szabadban a poron és esetleg füstön kívül gyakran meg a kezdődő vízlecsapódások által okozott fényzavarodás is tekintetbe jő, ott t. i. hol a nyirkos levegő hőmérséke annyira süllyed, hogy a benne tartalmazott vízmennyiség láthatatlan párák alakjában többé meg nem maradhat. Ilyenkor a víznek egy része parányi csöppek (hólyagocskák?) alakjában mint valami finom vízpor kiválik s finomabb vagy sűrűbb ködöt, illetőleg felhőt képez. Az a homályosodás, mely száraz levegő mellett s hő napfényben észlelhető, részint a portól támadhat, melyet a felszálló meleg légáramok felkavarnak, részint a különböző sűrűségű és hőmérsékű légrétegek szabálytalan összekeveredése által, a mit a napsütötte

lapályok feletti alsóbb légrétegek rezgési tűneménye is elárul. Honnan származik végre az a homályodás, mely az atmosphaera magasabb rétegeinek legtisztább és szárazabb levegőjében is fennmarad s az égboltozat kék színét eredményezi, vajjon itt is idegen anyagok lebegő porrészecskéivel van-e dolgunk, vagy talán magának a levegőnek molekulái hatnak-e homályosítólag az éterben, erre nézve a tudomány még ma kielégítő választ nem adhat.

A mi már most a homályosító részecskék által visszavert világosság színét illeti, ez lényegesen függ ama részecskék nagyságától. Ha egy fahasáb a vízben uszik, s ennek közelében egy leejtett csöpp által apró habgyűrűket támasztunk, úgy ezek a fahasábtól, mintha szilárd köfal lenne, visszaveretnek. A tenger hosszú hullámai azonban együtttrüanganak a fahasábbal a nélkül, hogy a hullámok a fal által haladásukban, felöltő módon gátoltatnának. Tudjuk azonban, hogy a fény sem egyéb mint hullámszerűen terjedő mozgalom a világírt betöltő éterben. A vörös és sárga fénysugarak hullámai a leghosszabbak, a violaszín és kék sugarakéi a legrövidebbek. Igen finom testecskék, melyek az éter egységes anyagát zavarják, e szerint szembetűnőbb módon fogják az utóbb említett sugarakat visszaverni, mint a vörös és sárga sugarakat. Homályos közegek fénye tényleg annál kékebb, minél finomabbak a homályosító részecskék, s minél nagyobbak ezek, annál egyenletesebben verik vissza a fényt, bármilyen színe legyen is, minél fogva fehéresebb zavarodást mutatnak. A sötét világűr alapján ilyenmű az égnek, jobban mondva a zavaros atmosphaerának kék színe. Minél tisztább és átlátszóbb a levegő, annál mélyebb kék színt mutat az égboltozat. Sötétebb kék lesz az ég, ha magas hegyekre hágunk, részint azért, mert a magasban tisztább a levegő, részint pedig azon oknál fogva, mert ott már egyáltalában kevesebb levegő van fölöttünk. Ugyanazon kék szín azonban, melyet a sötét világűr előtt feltűnni látunk, a sötétebb földi tárgyak, pl. beárnyalt vagy erdővel födött távol bérczek előtt is szembe tűnik, mihelyt a világított levegőnek mélyebb

rétege fekszik közöttünk. Ugyanazon levegőfény az, mely az eget is, a messze bérceket is kékre festi, csakhogy tisztábbnak látszik, ha az égre feltekintünk, és homályosabbnak a hegyek hátterében, mert emitt a más tárgyakból sugárzó világossággal kevert, azonfelül az atmosphaera alsóbb rétegeiben uralkodó durvább homályosodás miatt fehéresebb árnyalatot kap. Melegebb tájakon, száraz levegő mellett a lég homályosodása (Lufttrübung) az atmosphaerának alsóbb rétegeiben is finomabb, s azért a távol eső földi tárgyak kék színe is hasonlóbb az ég azurjához. Az olasz tájképek tiszta mély színezete nagyobbára e körülménynek tulajdonítandó. Magas hegyeken ellenben, különösen reggel, gyakran oly csekély mérvű a levegő homályosodása, hogy a legtávolabbi tárgyak színei alig különböznek a legközelebbieké színezetétől. Ilyenkor az ég is csaknem kékesszürkén látszhatik.

A tömörebb homályosodások viszont legtöbb esetben durvább részecskékből alakulnak, s azért fehéresebbek is. Ez az eset rendszerint az alantabbi légrétegekben fordul elő, s oly időjárási viszonyok között, midőn a levegőben foglalt vízgőz a lecsapódás pontját megközelíti.

Másrészt az a fény, mely messze tárgyról, mely levegőrétegen keresztül hatolva ér a megfigyelőnek szemébe, útközben viola és kék színének egy részétől a szóró visszaverődés által megfosztatik, úgy hogy finomabb homályosodás esetében sárgás vagy veressárga, durvább homályosodás esetében épen veres árnyalatot ölt. Ily színárnyalatban tündökölnék rendszerint a kelő vagy leáldozó Nap és Hold, ilyenben a nagy távolságú, élesen világított, különösen hóval fedett hegyek ormoi.

E színezetek egyébiránt nemcsak a levegőnek sajátjai; előfordulnak azok valahányszor egy átlátszó anyag más átlátszó anyag finoman eloszlott részecskéi által homályosíttatik. Ugyanezt látjuk, mint felebb említettem a hígított tejben, valamint a vízben is, melybe néhány csöpp kölni vizet öntöttünk. Ez utóbbi esetben a kölni víz szeszében feloldott aetherikus olajok és gyanták kiválása okozza a homályosodást. TYNDALL megfigyelése nyo-

mán még a levegőnél is kékebb színű, rendkívül finom homályosodást lehet létre hozni az által, ha bizonyos széntartalmú anyagok gőzeit a napfény bontó behatásának alávetjük. Már GOETHE felhívta e tűnemény általános voltára a közfigyelmet, és színelméletét is erre kívánta alapítani.

A légtávtlat nevével tehát a léghomályosodás (Lufttrübung) művészeti utánzását szoktuk megjelölni, minthogy a légszín, a mely mértékben háttérbe szorítja a testek önszínét, ugyanazon testeknek különböző távolságát is igen határozottan jelzi, egyúttal a tájképeknek is megadja a kellő mélységet. Az időjárás szerint a léghomályosodás kisebb vagy nagyobb fokú, fehéresebb vagy kékebb színű lehet. Igen tiszta levegőben, a minő hosszabb ideig tartó esőzések után szokott előfordulni, a távoli hegyek közelieknek és kicsinyeknek, parával telt levegőben ellenben távolesőknek és nagyobbaknak látszanak.

A képíróra nézve határozottan előnyösebb az utóbbi eset. A bérezvilág magas tájképei, hol a tiszta légkörben a vándor gyakran túl alant becsüli az előtte fekvő hegykúpok távolságát és nagyságát, festőileg is bajosan értékesíthetők; annál hálásabban ez értelemben az alulról felvett képek, a völgyekből, tavakról, és lapályokról, hol a légköri világítás gyöngédebb de fejlettebb is, s valamint a látott tárgyak távolsági és kiterjedési arányait határozottan szembetűnteti, egyúttal a színezet művészi egységének is jobban kedvez.

Igaz ugyan, hogy a tájkép mélyebb háttérében a légszín határozottabban lép föl, mindazon által intensiv világítás mellett a szobában levő közelebbi tárgyak előtt sem hiányzik. A mit körülzárolva és elszigetelve a sötét szobában tapasztalunk, melybe keskeny nyíláson keresztül napsugarat bocsátunk, annak nyoma természetesen a teljesen megvilágított szobában sem vész el egészen. Ha elég erős a légvilágítás, kell hogy itt is érvényre jusson a háttér előtt, s ennek színeit a közelebb eső tárgyak teltebb színeire mérve némileg eltompítsa; sokkal gyöngédebbek e különbségek itt, mint valamely tájkép háttérében, mindamellett a törté-

nelmi életkép- és arczképfestőre nézve jelentőséggel birnak, s finoman megfigyelve, értelemmel utánozva nagy mértékben emelik a festmény műbecsét.

II. Világossági fokozatok.

Az eddig tárgyalt viszonyokból mindenekelőtt kiderül az, mily mélyreható s a testek alaki felfogására nézve fontos különbség van azon látási kép között, melyet közvetetlen a tárgyakkal szemben, látóérzékünk útján nyerünk, és azon látási kép között, melyet a festmény mutat. Ez már lényegesen korlátolja azon tárgyak számát, melyek a képírás által ábrázolhatók. Igen jól tudják a művészek, hogy a rendelkezésükre álló eszközök és segélyforrások mellett igen sok az, a mit előállítani, ábrázolni nem lehet. Művészeti ügyességük egy része abban áll, hogy a reájuk nézve e részben kedvezőtlen föltételeket a tárgyak kellő rendezése, állítása, forgatása, a szempont helyes megválasztása, valamint a megvilágítás módja által legyőzni tudják.

A természethűség követeléséből tehát úgy látszik annyit föntarthatunk, hogy a festmény, kellő helyről tekintve legalább egyik szemünknek a világosságnak, színnek, és árnyéknak ugyanazon térbeli felosztását s a szem belsejében is a reczehártyán ugyanazt a képet mutassa, mint a melyet maga az ábrázolt tárgy mutatna, ha valóban előttünk állana, s azt valamely határozott szempontból megtekintenénk.

Ha már most azt vizsgáljuk, vajjon a művészet tényleg eleget tesz-e, vagy általában eleget tehet-e ama követelésnek, úgy rögtön új nehézségekre akadunk, melyek talán visszariasztanának bennünket, ha nem tudnók, hogy már is le vannak küzdve.

Kezdjük mindjárt a legegyszerűbbel, a fényerősségek quantitativ viszonyaival. A művész csak úgy adhatna a természettel teljesen megegyező benyomást lefestett tárgyával, ha a természetével azonos világossággal és sötét árnyékkal rendelkezhetnék.

De erről szó sem lehet. Engedjék meg, hogy egy ide illő példával éljek. Tegyük föl, hogy képtárunkban függ egy festmény, melyen izzó napfényben, fehér leplekbe burkolt beduinok és sötét négerek tovavonulása van ábrázolva. Mindjárt mellette egy másik képen kékes holdvilágos éj, a holdfénynek visszatükröződése a vizen, a víz partján sötét facsoportozat, melynek homályában emberi alakok gyöngén jelezve láthatók. Önök tapasztalásból tudják, hogy mindkét kép, ha jól van festve, mily meglepő élénkséggel varázsolhatja elő tárgyának képzetét, s mégis mindkét festményben a legvilágosabb helyek ugyanazon (más festék hozzákeverésével csak kevésbé módosított) fehér festékkel, a legsötétebb helyek ugyanazon feketével festvék. * Mindkét kép ugyanazon a falon, ugyanazon világításban függ s rajtuk a legvilágosabb és legsötétebb helyek, a mi a világosság fokát illeti, lényegre alig különböznek egymástól.

Lássuk már, mikép viszonytanak egymáshoz az ábrázolt világosságok a valóságban? WOLLASTON a gyertyák fényével összehasonlítva meg mérte a Nap által és a teli Hold által történő világításnak kölcsönös arányát. Az eredmény az volt, hogy a napfény világítása 800,000-szer erősebb mint a legvilágosabb holdfény világítása holdtöltekor.

Minden átlátszatlan test, bárhonnan nyerje világítását, a legkedvezőbb esetben csak annyi világosságot bocsáthat ki, a mennyi reá esik. LAMBERT észleletei szerint azonban úgy látszik, hogy még a legfehérebb tárgyak is a reájuk eső világosságnak csak mintegy $\frac{2}{5}$ részét bocsátják vissza. A napsugarak, melyek a Napnak közel 100.000 mértföldnyi felátmérővel bíró felületéről egymás mellett kiindulnak, mire hozzánk érnek, már 19 millió mértföld felátmérőjü gömbfelületre oszlanak szét; sűrűségük és világító erejük itt már csak negyvenezredik része annak, melylyel

* A világos helyekre nézve ez tökéletesen igaz, a sötét helyekre nézve azonban szerzőnek így feltétlenül kifejezett állítása cum grano salis értendő.

(A fordító megjegyzése.)

a Nap felületét elhagyták, s ama LAMBERT-féle számok arra engednek következtetni, hogy a legvilágosabb fehér lap is, melyet a napsugarak függőleg érnek, a napkorong világosságának csak százezerdrésztelével bír. A Hold pedig szürke test, melynek közepes világossága a legvilágosabb fehérnek alig egy ötödével ér fel.

A Hold által megvilágított, bár legfehérebb földi testnek világossága ismét csak egyszázezerdrésztel képezi a Hold világosságának; e szerint a napkorongja 80,000 milliószor világosabb mint a Hold által megvilágított fehér felület.

Vegyük már most tekintetbe, hogy a képek, melyek valamely képtárban függnek, nem közvetlenül a napfénytől, hanem a levegő-ég vagy a felhők visszavert fényétől nyerik világításukat. Nem tudom történtek-e és mily eredménynyel mérések az iránt, hogy mily fokú rendszerint a képtárakban uralkodó világítás; mindamellett ezt, ismert adatok nyomán, bátran meg lehet becsülni. Jó nagy felső ablakok és magasb fokú felhőfény mellett, valamely festményen látható legfehérebb szín a Nap által közvetlenül megvilágított fehér lap világosságának mintegy huszadrésztelére tehető; a legtöbb esetben azonban csak $\frac{1}{40}$ -ed részét teendi vagy még kevesebbet.

A sivatag festője tehát, ha le is mond a napkorong képmásáról, mely különben is csak gyarló sikerrel ábrázolható, beduinjainak vakítóan világított fehér lepleit oly fehér festékekkel lesz kénytelen megfesteni, mely legjobb esetben csak huszadrésztelével bír ama világosságnak, mely a valóságnak megfelel. Csakugyan magam is úgy találtam egy kísérlet alkalmával, hogy a napvilágította korom még fél akkora világosságú volt, mint a szoba világosabb részében a beárnyékolt, fehér szín.

Ellenben a holdvilágos képen ugyanazt a fehér festéket, mely a másik képen a beduinok fehér köntöseire szolgált, kevés módosítással a holdkorong és a vízben csillámló vízfényének ábrázolására is kell alkalmazni, habár az igazi holdfényt e világosságnak csak ötödrésze, vízfényét a vízben tényleg még kisebb töredék illetné meg. Így azután a Hold által világított ruházat

vagy márványlap is, bár még oly szürkén árnyalja is a művész, még mindig tíz- egész húszezerszer világosabb lesz a képen, mint a legszebb holdtölte alkalmával a valóságban.

Másrészt a képíró rendelkezésére álló legmélyebb feketével is alig vagyunk képesek jelezni azt a sötétséget, más szavakkal a fényerősségnek azt a csekély okát, mely a holdvilág által megvilágított fehér tárgyat is tényleg megilleti. Mert még a leg-sötétebb fekete is, mint a korom, fekete bársony stb. szürkének látszik jó világítás mellett, mint azt akárhány optikai kísérlet alkalmával, midőn a fölösleges világosságon túladni törekszünk, saját kárunkkal tapasztaljuk. Egy korommal bevont felületnek világossága tapasztalásom szerint mintegy $\frac{1}{100}$ részét teszi a fehér papir világosságának.

A felsorolt adatokat önök talán túlzottaknak fogják tekinteni. Mindazonáltal tett méréseken alapszik mindnyája, és közönségesen ismert tapasztalatok útján önök is ellenőrizhetik. A teli Hold világító ereje WOLLASTON szerint a 12 lábnyi távolra állított gyertya lángjaival egyenlő. Önök tudják, hogy a teli Hold fénye mellett már nem lehet olvasni. De a gyertya lángjától három-négy lábnyi távolban igen. No most tegyék fel önök, hogy egy napfényes szobából egyszerre valamely sötét csarnokba lépnek, mely kizárólag egyetlen gyertyalángtól kap némi világosságot. Első perczben azt fognák himni, hogy abszolút sötét ürbe léptek, legfőlebb magát a gyertya lángját fogják megkülönböztetni. A gyertya lángjától 12 lábnyi távolra eső tárgyaknak azonban bizonyára nyomát sem fogják észrevenni. Pedig ezek a tárgyak ép oly világosak, mint azok, melyek a teli Hold fényétől világítatnak meg. Csak huzamosabb idő múlva, miután a homályt megszokták, fognának helyreigazodni. Visszatérve azután a napfényes szobába, hol az imént teljes kényelemmel tartózkodtak, most a nappali világítást vakítónak fogják találni, hol a körületekintés is fájó érzetet kelt a szemekben. Ebből azt látják önök, hogy itt nem aprólékos, hanem óriási különbségekről van szó.

Ily körülmények között vajjon képzelhető-e általában némi hasonlatosság a festmény meg a valóság által keltett benyomások között?

Fejtegetésünkben a fölött, a mit a pinczében eleinte nem láttunk, s utóbb mégis megláttunk, már fölismerhetjük a kiegyeztetésnek első és legfontosabb mozzanatát; mely nem egyéb, mint szemeinknek különböző foku eltompulása a világosság behatása alatt. Oly jelenség ez, melyet épúgy, mint az izmokra vonatkozót, méltán az elfáradás nevével jelezhetünk. Idegapparatusunk bármely tevékenysége mellett, ideig-óráig meglankad amannak működési képessége. Az izom a munka alatt, agyvelőnk a gondolkozástól meg a kedélyrázkódások folytán, szemeink a világosság behatásától fáradnak el, még pedig annál inkább, mentől erősebb ez a világosság. A fáradtság folytán látérezékünk eltompul és fogékonyságát veszti, úgyannyira, hogy a fénynek erősebb benyomásait már alig, a gyengébbeket épen nem érzi többé.

S most arra figyeljenek uraim! hogy a felsorolt körülmények tekintetbe vételével mennyire máskép alakul a művész feladata. Annak a zárándoknak szeme, a ki a sivatagban nézi a karaván elvonulását, maga is a vakító napfénytől a végsőig eltompult; a holdfényben barangolónak szeme ellenben, a homály által annyira pihent, hogy érzékösségének legmagasabb fokát elérte. A festmények szemlélőjének állapota mindkettejökétől az által különbözik, hogy szemeinek érzékössége bizonyos középfokon áll. A képírónak tehát arra kell törekednie, hogy színeivel a szemlélőnek mérsékelten érzékeny szemeiben ugyanazon benyomást idézze elő, milyent egyrészt a sivatag a vakított szemű, másrészt a holdvilágos éj a pihent szemű vándorban keltett. A képíró művénel tehát a külvilág tényleges fényviszonyain kívül még a szemnek különböző élettani állapotai is rendkívül fontos szerepet játszanak.

Az tehát, a mit a művésztől várunk, többé nem pusztá másolata a tárgynak, hanem saját benyomásának átfordítása egy más

érzet-skálába, mely a szem izgékonyasága más fokozatának felel meg, melyen a külvilág kérdéseire adott feleleteiben látóérzékünk, hogy úgy mondjam, egészen más nyelven beszél.

Hogy az innen folyó következtéseket megérthessük, mindenekelőtt a szem érzékenységi skálájára vonatkozólag, a FECHNER által föltalált törvényt kell önöknek megmagyaráznom, mely egyébiránt ugyanazon szellemes bűvár által felállított általánosabb psychophysikai törvénynek csak egyes esetre való alkalmazását képezi. Ezt a törvényt a következő módon fejezhetjük ki: *A világosságnak igen széles határai között a fényerősség különbségei egyformán felismerhetők, vagyis a látóérzék előtt egyforma nagyságnak látszanak, ha az egymással összehasonlított fényerősségek összegének egyenlő törtrészét képezik.*

Így tapasztaljuk pl., hogy tülerölködés nélkül szemügyre



1. ábra.

2. ábra.

vehetjük, még pedig igen különböző fokú világítás mellett is, az oly világossági különbségeket, melyek a világító erő összegének alig századrészeit teszik; s e megkülönböztetés biztos és könnyű volta lényegesen nem változik akár tiszta nappali világítás, akár jobbfajta gyertyavilágítás mellett történjék e kísérlet.

Két fehér lapon a világosságnak pontosan mérhető különbségeit legkönnyebben két gyorsan forgó korongon tüntethetjük föl. Ha ugyanis egy korongot, minőt az 1. számú ábra mutat, igen gyorsan (azaz egy másodperczen 20—30-szor) forgatunk,

akkor ez a korong olyannak látszik, mintha három szürke gyűrűvel volna fedve (1. 2. ábra); csakhogy a gyűrűknek ezt a szürkeségét, milyennek a 2. számú ábrán mutatkozik, alig észrevehető árnyalatnak képzelje az olvasó. A korongnak minden köre ugyanis a sebes forgás alatt úgy látszik megvilágítva, mintha a reá eső összes világosság az egész kerületére egyformán kiterjedne. Azok a körgyűrűk már most, melyekben a fekete vonalak fekszenek, kevésbbé világosak, mint az egészen fehér körgyűrűk, s a vonalak szélességét a megfelelő körgyűrű félkerületének hosszával összehasonlítva, nyerjük azt a törtrészt, a melylyel a korong fehér alapjának világossága a megfelelő gyűrűben megfogyott. Ha a vonalak egyforma szélesek, mint a 2-ik ábrán, akkor a belső gyűrűk sötétebbek mint a külsők, mert amazokon kisebb felületre oszlik el az egyforma fényvesztesség, mint az utóbbiakon. Ily módon a világításnak rendkívül finom fokozatait különböztethetjük meg, s ez eljárás mellett a megvilágítás változtával ugyanazon gyűrűben a világosság egész értékének mindig ugyanazon törtrészával fogy. A FECHNER-féle törvénynek megfelelőleg csakugyan úgy tapasztaljuk, hogy a gyűrűk igen különböző fokú világítás mellett is csaknem azonos határozottsággal látszanak. Csakhogy túlfényes vagy túlgöngye világítást nem szabad alkalmaznunk. Mert a finomabb különbségek mindkét esetben elmosódnak szemeink előtt.

Másképp áll a dolog, ha különböző fokú világítás mellett oly különbségeket hozunk létre, melyek mindannyiszor ugyanazon világossági mennyiségnek felelnek meg. Pl. ha nappal bezárjuk a szoba ablaktábláit, úgy, hogy a szoba teljesen sötét lesz, s azt azután egy gyertyával megvilágítjuk, akkor minden nehézség nélkül észrevehetjük az árnyékot, melyet a gyertya fényében kezünk valamely fehér lapra vet. Mihelyt azonban az ablaktáblákat ismét felnyitva, a nappali világosság a szobába hatol, akkor a kezünk árnyékát, melyet a gyertya fénye vet, többé nem fogjuk megkülönböztethetni, dacára annak, hogy a fehér lapnak kezünk árnyékán kívül eső részeire ugyanazon

menyiségű gyertyafénynyel több esik, mint a kéztől beárnyalt részekre. De ez a kis fénymenyiség a beáradó nappali világossághoz képest elenyészik, föltéve, hogy ez egyformán éri a fehér lap egész területét. Ebből láthatják önök, hogy szembeszökik ugyan a gyertyafénymeg a sötétség közötti különbség, de azt a nagy különbséget, mely egyfelől a nappali világosság, másfelől a nappali világosság plus gyertyafény között tényleg létezik, már fel nem ismerhetjük.

Ez a törvény tehát a látott természeti tárgyak különböző világításának megkülönböztetésére nagy fontossággal bír.

A fehér test fehérnek, a szürke test szürkének látszik azért, mert amaz a reá eső világosságnak nagy részét, ez kisebb részét veti vissza. Változó megvilágítás mellett tehát a közöttük fennforgó világossági különbség mindig összes világosságuk egyenlő törtrészenek megfelelő lesz, s azért reánk nézve e különbség mindig felismerhető marad valamig a világítás ama határait meg nem közelítjük, mely szélsőségekre nézve (t. i. a túlfényes meg a túlgöngye világítást illetőleg) a FECHNER-féle törvény érvénye megszűnik. S éppen ezért a képirod a képtárban uralkodó világítás eltérő fokozatainak daczára is igen képes a szemléelő előtt egyforma nagyoknak látszó fénykülönbségeket utánozni festményében, ha csak arra ügyel, hogy színeiben a fénykülönbség ugyanazon arányait tüntesse fel, minőket a valóság mutat.

A természeti tárgyakat szemlélve, abszolút világosságuk (Helligkeit), melylyel szemünkben előtűnnek, igen tág határok között váltakozó, a megvilágítás erejéhez és szemünk érzékenységehez képest. Állandónak csak a világosság arányát mondhatjuk, melyben a különbözőleg sötét színű tárgyak lapozatai egyenlő világítás mellett mutatkoznak. Reánk nézve tehát csakis ez a kölcsönös aránya a világosságnak, az az érzéki jelző, melyből a látott tárgyak sötétebb vagy világosabb színezetét megítélni képesek vagyunk. Ezt az arányt már most a képirod bátran és természet-híven utánozhatja, hogy a látott tárgyak mivoltának megfelelő képzetet bennünk előidézze. E részben a FECHNER-féle törvény korlátai között igen hű másolatot lehetne nyerni, ha a művész

az ábrázolandó testek teljesen megvilágított részeit oly színekben tüntetné elő, melyek egyenlő világítás mellett a test tényleges színével azonosak volnának. Hiszen megközelítőleg ez tényleg úgy is történik. A képíró általában, különösen oly tárgyaknál, melyek mélységi terjedelme csekélyebb, pl. arczképeknél, rendszerint oly színeket választ, melyek az ábrázolandó tárgy testszíneinek eléggé megfelelnek, s csak az árnyékrészekben valamivel sötétebben mutatnak. Ezen elv szerint kezdenek festeni a gyermekek, testszint testszinnel utánozva; valamint azok a népek, melyeknél a képírás egy bizonyos gyermekies állásponton megállapodott. Magasabb, művésziebb fokra csak akkor emelkedik ez a művészet, mikor már nem a testek önszineit, hanem a tárgyak fényhatását a szemre sikerül utánoznunk, s csak ha már így fogjuk fel a képírási előadás czélját, akkor leszünk képesek megérteni azon eltéréseket is, melyekre a művész szín- és fényfokozatainak megválasztását illetőleg a természettel szemben utasítva van.

Ennek magyarázata első sorban abban keresendő, hogy a FECHNER-féle törvény, mint többször említettem, csak a közepes fényfokozatokra bir teljes érvénnyel, míg az igen csekély vagy igen nagy világosságnál kisebb-nagyobb eltérések észlelhetők.

A fényfokozatok mindkét határán a szem a fénykülönbsétek iránt kevésbé érzékeny, mint a milyennek ama törvény értelmében lennie kellene. Igen nagy fény behatása mellett úgyszólván megvakul, vagyis belső tevékenysége a külső ingerrel lépést nem tarthat, az idegek túlhamar elfáradnak. Igen világos tárgyak rendszerint majd egyforma világosaknak látszanak, habár fényerejük fokai között tényleg nagy különbség létezik. A Nap szélei alig félakkora fényerővel birnak, mint a közepe; ezt még önközül bizonyára még kevesen vették észre, ha csak homályosító üvegen keresztül nem néztek oda, melyek a fényerőt kényelmes mértékre szállítják alá. Gyenge világítás mellett a szem épen az ellenkező okból válik érzéketlenebbé. Ha valamely test oly gyengén van megvilágítva, hogy már alig birjuk megkülönböztetni,

akkor azt, hogy világossága valami árnyék által még egy század-vagy tizedrészzel megfogyott, észre sem vesszük többé.

Ebből következik, hogy a sötétebb tárgyak gyenge világítás mellett még sötétebbeknek látszanak, a világosabb tárgyak pedig nagy világosság mellett a legvilágosabb tárgyakhoz jobban hasonlítanak, mintsem a FECHNER-féle törvény alapján, mely csak a közepes fényfokokra illik, lenni kellene. Innen foly a képírástra nézve oly nagy jelentőségű különbség, mely az igen erős és igen gyöngye világítás hatásai között észlelhető.

Ha a képírók izzó napfényt akarnak ábrázolni, akkor valamennyi tárgyat csaknem egyforma világosnak festik, s így csak mérsékelten világos színeikkel ugyanazon benyomást keltik a szemlélőben, melyet a vakító napfény a szemre gyakorol. Ellenben ha holdvilágot akarnak előtűntetni, akkor csak a legvilágosabb tárgyakat, névszerint a holdvilág visszfényt fénylő felületeken jelzik világos színekkel, a többi pedig csaknem felismerhetlen homályban tartják; azaz a homályosabb tárgyakat a színeik által elérhető legmélyebb sötethez közelebb állóknak mutatják, mintsem azoknak a világossági fokok valódi aránya szerint mutatkoznia kellene. Ez eljárással mindkét esetben azt juttatják kifejezésre, hogy a szem akár a túlfényes, akár a túlgyenge világosság finom fokozataira nézve érzéketlen. Ha szint kölcsönözhetnének a Nap ragyogó fényétől vagy a Hold gyenge világától, akkor nem volna szükség a világosság fokozatait másképen tüntetni fel festményeikben, mint a valóságban; akkor a festmény csakugyan ép oly benyomást okozna a szemre, a minőt a való tárgyak egyenlő fényfokozatai okoznak. A fényfokozatok megmásítása, melyről szó volt, az által válik szükségessé, mint-hogy a festmény színeit csak közepes világítású szobában látjuk, mely világítás a FECHNER-féle törvény alá esik, s oly tárgyak ábrázolására kell hogy szolgáljon, melyek fényfokozataira a mondott törvényt már nem lehet alkalmazni.

Hasonló eltérést azonban a régi mestereknél tapasztalunk, legfeltűnőbb módon REMBRANDT-nál, még pedig oly esetekben is,

hol nem épen a holdvilág vagy ehhez fogható gyenge világítás benyomását akarták volna előidézni. A tárgyak legvilágosabb részei az ily festményeken ragyogó sárgás színezetűek, az árnyékba menő fokozatok azonban felette nagyok, úgy, hogy a homályosabb tárgyak csaknem áthatlan sötétségbe merülnek. Csakhogy ez a homály maga, erősen világított levegőtömegek aranyos ködfényébe van burkolva, úgy, hogy sötétségük daczára e képek napfényvilágos hatást keltenek, s az árnyékok igen mélyre menő fokozatai által az arcok és alakok testidomait rendkívül erőteljesen kidomborítják. A fényerőségek ezen lépcsőzetében a közvetlen valóságtól való eltérés igen tetemes; mindamellett az érintett festmények kiválóan élénk és megragadó szemléletet nyújtanak az ábrázolt tárgyakról. A festői világítás elveinek megismerése ezéljából tehát különös érdekűek.

E hatások magyarázatában, úgy hiszem, figyelemmel kell lenni arra, hogy habár a FECHNER-féle törvény a közepes világossági erők határain belül teljes érvényű; mégis a túlfényes és túlesekély világítás eseteiben az eltérések oly szembeötlők, hogy befolyásuk némileg a közepes fényerők területére is kihat. Csakhogy e befolyást csupán élesebb megfigyeles útján vesszük észre. Egy forgó korongon előállított legfinomabb árnyalatok például csak bizonyos foku világítás mellett lesznek láthatók, mely körülbelül a derült nappali világításnak kitett fehér papír világosságának felel meg. Ilyenkor felismerhető az oly árnyék is, mely a fényerőnek csak $\frac{1}{150}$ -söt $\frac{1}{180}$ -ad részét teszi. Ellenben sokkal gyengébb az a világosság, melyet rendszerint elégségesnek tartunk a festmények megszemlélésére; ha mindamellett lemondani nem akarunk ama gyöngéd, de határozott árnyalatokról, melyek nélkül a testidomok finom alakzatait művészileg kidomborítani alig volnánk képesek, akkor a valóság rovására kénytelenek leszünk az árnyékok lépcsőzetét és fokozatait a festményben erélyesebben hangsúlyozni. Igaz ugyan, hogy ez által a festmény leghomályosabb részei, természetellenes módon elsötétednek, de ez magában véve még nem ellenkezik a művész szán-

dékával, ha a szemlélő figyelmét amúgy is a festmény világosabb részeire kívánja irányozni. E modernak művészeti nagy hatályosságában tehát az a tanulság rejlik, hogy a természet művészi utánzásában nem az abszolút világosságra, hanem a világossági különbségek helyes fokozataira kell fektetnünk a fősúlyt, s hogy az abszolút világosságtól való igen tetemes eltéréseket is megütkezés nélkül elfogadjuk, mihelyt a világosság fokozatai s azok kölcsönös aránya az utánzásban megfelelő és erőteljes kifejezésre találunk.

III. A szín.

Ezen világosságbeli eltérésekhez járulnak még bizonyos színbeli eltérések is, melyek élettani magyarázatát abban kell keresnünk, hogy érzéki benyomásaink skálája a különböző színek irányában is különböző. Hogy mily erős a benyomás, melyet egy adott világítás mellett bizonyos színnek fénye érzékeinkre gyakorol, az tisztán azon idegeink visszahatási módjától függ, melyek a megfelelő fény által izgattnak. De már most valamennyi színérzetünk csak vegyülete ama három egymástól különböző, magában véve egyszerű érzetnek, mely a veres, a zöld és a violaszínek * láttára idegeinkben támad, s mely érzetek, Young nem épen valószínűtlen föltevése szerint egymástól teljesen függetlenül működő látóidegszálak különböző három rendszere által percipialtnak. A különböző színérzetek egymástól való függetlenségének megfelel már most kölcsönös függetlenségük az intensitás fokozatára nézve is. Újabb mérések ** alapján kiderült, hogy a kék színben mutatkozó gyenge árnyalatok iránt szemünk érzékenysége legnagyobb, a vereset illetőleg legcsekélyebb. A kék színben már felismerjük a különbséget, mely a fényerőnek $\frac{1}{205}$ egész $\frac{1}{268}$ -ik részét teszi, míg a veres színben a pihent szem $\frac{1}{16}$, s ha hosszabb rátekintés alatt a szín eltompul, $\frac{1}{50}$ egész $\frac{1}{70}$ részét vehetjük észre.

* V. ö. Term. tud. könyvk. váll. VI. köt. 201. és köv. ll.

** Dobrowolsky in Gräfe's Archiv für Ophthalmologie. 18-ik k. 1. rész.
74—92. l.

A veres tehát oly színnek mutatkozik, melynek árnyalatai iránt szemünk viszonylag érzéketlenebb mint a kék szín árnyalataival szemben. Ennek megfelelőleg azonban a veres színnek magasra fokozott világossága által előidézett vakítás is gyengébb mérvű lesz, mint a kék szinnél. Ha Dove megjegyzése szerint egy kék és egy veres színű papírlapot választunk, melyek közepes foku fehér világítás mellett egyforma világosaknak tetszenek, akkor a nagyon csökkentett fehér világítás a kék lapot, a nagyon fokozott világítás pedig a veres lapot fogja világosabbnak mutatni. Ugyanazon különbségeket, úgy tapasztaltam, még feltünőbb módon mutatják a veres és violaszín spectralszínek és pedig már intenzitásuk igen mérsékelt fokozása mellett is föltéve, hogy ezek közösen egyforma törtrészekkel növesztetnek.

A fehér szín által okozott benyomás ama benyomások keveréke, melyeket a fehér fényben tartalmazott egyes spectralszínek szemünkre gyakorolnak. Ha a fehérnek fényét fokozzuk, akkor egyúttal a veres, sárga és zöld színek által okozott színérzet erélye nagyobb mérvben fokozódik, mint a kék és violaszínek által okozott benyomásoké. Fényesebb fehérben tehát az előbbi színek erélyesebben fognak hatni, mint az utóbbiak; halványabb fehérben ellenben a kék és kékes színek jutnak érvényre. Az igen fényes fehér e szerint sárgásnak látszik, a kevésbé fényes fehér pedig kékes árnyalatot ölt. A környező tárgyak közönséges szemléleténél ez a különbség ugyan nem egy könnyen válik öntudatossá bennünk, mert az igen különböző fényerőben mutatkozó színárnyalatok közvetlen összehasonlítása nehézséggel jár, a mennyiben már hozzá szoktunk, hogy ugyanazt a változatlan minőségű fehér tárgyat váltakozó világítás mellett egymásután váltakozó fehér színárnyalatokban lássuk, úgy, hogy a testek színeinek megítélése körül a világosság módosító befolyását mellőzni megtanultuk.

De ha a képírónak az a feladat jutna, hogy napfénytől besugárzott fehér tárgyat fénytelenebb festékeivel utánozzon, akkor a hasonlatosságnak nagyobb fokát érendi el, ha fehér festékébe

sárgát vegyít s ezt a szint emeli túlsúlyra, a mint valóban túlsúlyra emelkedik a sárga az igen világló fehérben, látóidegzetünk sajátos visszahatóságánál fogva. Ugyanaz az eljárás ez, mint mikor a borús egü tájképet sárga üvegen át nézzük, s ez által annak a napfényes meleg világítás látszatát kölesönözzük. Viszont a képíró a holdfénytől világított fehér szint kékesen fogja árnyalni, mert a festményben, mint láttuk, a színek sokkal erősebb fényűnek kell lenni, mint a valóságban. Holdvilág mellett csakugyan a kék színen kívül mást alig birunk megkülönböztetni; a csillagos kék ég vagy a kék virág színe ugyan még határozottan fölismerhető lesz, de már a sárga meg veres színek a szerte uralkodó kékes, fehér vagy szürke színeknek csak még sötétebb árnyalatai gyanánt vesznek el a homályban.

Ismételve figyelmeztetem önöket, ne feledjék, hogy a színek ezen változtatásaira nem volna semmi szükség, ha a művészek oly festékekkel rendelkezhetnének, melyek fényereje vagy fénytélensége a Nap vagy Hold által világított tárgyak valóságos színeivel megegyeznének.

A színek változása, valamint az inent tárgyalt változása a világosság fokozatainak, subjectív hatás, melyet a képírónak vásznán tárgvilág kell előállítania, mert mérsékelt fényű festékeivel amazt előidéznie nem lehet.

Egészen hasonló tapasztalunk az ellentét (Contrast) tűneményére vonatkozólag. Ez elnevezés alatt oly eseteket értünk, midőn valamely lapnak vagy területnek színe vagy világossági foka azáltal, hogy másszinű vagy különböző világos lap mellé helyezzük, megváltozni látszik, és ugyanoly módon, hogy az eredeti szín a világosabb szomszédságban sötétebbnek, sötét szomszédságban világosabbnak tetszik; színes terület szomszédjában pedig kiegészítő vagy complementaris színezetet mutat.

Az ellentét tűneményei igen különbözők és különböző okokból állanak elő. Egyik osztályuk, a *Chevreul-féle együttes ellentét* (simultaner Contrast) a szem mozgásaitól független s főleg oly mezőknél észlelhető, melyek szín- vagy fényfokozatai csekély

különbséget mutatnak. Ez az ellentét a festményeken csakúgy mint a valóságban gyakrabban fordul elő s a képírók előtt nagyon ismeretes. Színkeverménye a festéklapon sokszor egészen mást mutat, mint utóbb a festményben. Az ide tartozó színváltozások néha rendkívül szembetűnők; de részletesebb fejtegetésükbe nem bocsátkozom, mert a festmény és a valóság között eltérést nem foglalnak magukban.

A contrast-tűnemények másik és reánk nézve fontosabb neme a nézés mozgásával áll elő, főleg olyan területeknél, melyek világosság és szín tekintetében felölőbb különbséget mutatnak. Midőn pillantásunk a világos és sötét vagy színes tárgyak és síkok felett tova siklik, a színek által okozott benyomások folytonos átalakulást szenvednek, a mennyiben a színek a reczehártya oly részein tükröződnek, melyek közvetlenül megelőzőleg más meg más szín és fény által érintettek, s ez által ingerlékenységük foka is folyton változott. Az ellentéteknek ez a neme tehát lényegében a szem mozgásaitól függ, s azért CHEVREUL nyomán az *egymásra következő ellentét* (successiver Contrast) nevén ismeretes.

Már az imént láttuk, hogy szemünk reczehártyája a sötétben érzékenyebb lesz a gyenge fény iránt, mint azelőtt volt. Ellenben erős fény által eltompul s érzéketlenebbé válik a gyenge fények iránt, a minőket azelőtt képes volt észrevenni. Ez utóbbi jelenséget a reczehártya elfáradásának vagyis a reczehártya működési képességének saját tevékenysége folytán beálló kimerülésének mondtuk, melyhez hasonló jelenséget az izmok ellankadásában tapasztalunk.

Tegyük hozzá, hogy a reczehártyának ilyenmü elfáradása nem terjed ki szükségképen annak egész felületére, hanem hogy a fáradság annak igen szűk térre szorítókozó részében is kifejlődhetik, mihelyt valamely élénk fényű kis képecske a reczehártyának épen csak ezen kis felületrészére hatott.

Mindnyájan ismerjük ama sötét foltokat, melyek látkörünkben ide s tova mozognak, mihelyt csak rövid ideig a leáldozó

Napba pillantottunk, s melyeket a physiologiában a Nap *negatív utóképeinek* szokás elnevezni. E foltok pedig onnan erednek, hogy a reczehártyának azon, de csakis azon részei, melyek a Nap képe által tényleg érintettek, újabb fényhatás iránt többé-kevésbé érzéketlenekké váltak.

Ha az ily módon kifárasztott szemmel valamely egyenletesen világos lapra, pl. az égboltozatra tekintünk, akkor a reczehártya kifáradt részei a reájuk eső képnek részeit gyengébben és homályosabban érzik, mint szomszédjaik, úgy, hogy a szemlélő az égen sötét foltokat vél látni, melyek szeme forgásával ide s tova mozognak. Ilyenkor egymás mellett észlelheti a benyomást, melyet az ég világos felülete a reczehártya pihent részeire gyakorol, a sötét foltokban pedig azt a hatást, melyet a fáradt részek szenvednek. Magától értetik, hogy a Nap és ilyenmő fényes tárgyak legfeltűnőbb módon idézik elő azokat a negatív utóképeket, de ha jól odafigyelünk, akkor sokkal mérsékeltőbb fényhatások után is látjuk előtűnni. Csakhogy hosszabb időbe telik, míg az utókép ezek nyomában határozottan fölismerhetőleg kifejlődik. E czélból a fénylő tárgynak bizonyos pontjára mozdulatlan rá kell szegeznünk szemeinket, hogy a tárgy képe erőlyesebben hasson a reczehártyára; s ennek csak jól körülhatárolt része izgattatván, elfáradjon. Ezen alapszik annak kíváncsian is, hogy a learczképezendő egyén, az expositió ideje alatt mozdulatlan helyzetben maradjon a lemez előtt, ha éles photographiai arczképet óhajt. Az utókép a szemben csakugyan olyanféle fénykép, mely a reczehártyán, ennek újabb fényhatás iránt megváltozott érzékenysége folytán támad, de csak rövid ideig, azonban annál tovább tart, mentül tartósabb volt maga a fényhatás.

Ha színes volt a tárgy, melyet rögzítve szemléltünk, pl. veres papír, akkor utóképe* a szürke alapon kiegészítő színű

* Hogy mentül tisztábban láthassuk ez utóképeket, czélszerű lesz a szemek ide s tova forgatását lehetőleg kerülnünk. Rajzoljunk már most egy nagy ív sötétszürke papírra egy kis fekete keresztet s ennek közepére

leend, a fenforgó esetben tehát zöldes kék. A rózsaszín papír ellenben tiszta zöld utóképet, a zöld rózsaszínűt, a kék sárgát, a sárga viszont kéket ad. Ezek a tűnemények azt bizonyítják, hogy a reczehártya részleges elfáradásának a különböző színekkel szemben is fennforog a lehetősége. Young T. hypothesiséről, ki a látóidegben három külön idegszál-rendszer létezését vallja, már szólottunk. Szerinte ez idegszálak rendszerei közül az egyik, bárminemű izgatás folytán vereset érez, a másik zöldet, a harmadik violaszínt, s így pl. zöld világítás mellett a reczehártyának csakis a zöldet érző idegszála az, melyek erőteljesebben izgattatván, elfáradnak. Ha a reczehártyának ugyanazon részei utóbb fehér világításnak tétetnek ki, akkor a zöldnek érzete gyengül, ellenben a veres és violaszíne élénkül és túlnyomóvá lesz; összegük aztán a biborszín összbenyomását adja, mely a változatlan fehér alapszínnel rózsapiros vegyületet mutat.

A világos és színes tárgyak közönséges szemlelgetésénél azonban nem szoktunk egy s ugyanazon pontra rögzítve tekinteni, mert figyelmünk játékát követve, szemeinket majd ide majd oda fordítjuk, a szerint, a mint a környező tárgyak részei ben-nünk több vagy kevesebb érdeklődést keltenek. A szemlelgetés ezen módjának tehát, melynél a szem folytonos mozgásban van, s a képek a reczehártyán gyorsan váltakoznak, az az előnye is van, hogy megmenekszünk általa ama látási zavaroktól, melyek a hosszan tartó erősebb utóképekkel együtt járnak. Ezek ugyan itt nem hiányoznak teljesen, csak hogy igen rövid tartamúak s elmosottabb körrajzokban jelentkeznek.

Tekintsünk már most egy veres mezőre, mely szürke alapon fekszik. Ha pillantásunk a veres mezőn túl a szürke alapra sik-

mereven szegezzük szemeinket. Oldalról aztán közelítsünk ahhoz egy négyszögű papírlapot, úgy, hogy egyik szöglete a kereszthez érjen. A papírlapnak az a színe kell hogy legyen, melynek utóképét keressük. Ha már most a lapot egy-két perczig odatartottuk, mialatt folyton és mozdulatlanul a a keresztre tekintünk, s a lapot azután gyorsan félrerántjuk, akkor az eltávolított lap helyén, a sötét alapon föltűnni látjuk az utóképet.

lik, úgy ennek szélei, minthogy a veresnek gyorsan eltűnő utóképe leginkább csak ezekre esik, halvány kékes zöld színezetet öltenek.

Ez is ama tünetmények egyike, melyek erős fény és ragyogó telt színek mellett sokkal élénkebben jelenkeznek, mint halványabb fény és tompább színek mellett. Pedig a művész kiváló mértékben csak ez utóbbiakra van utalva. A legtöbb színárnyalatot csak vegyítés útján képes előállítani; már pedig minden vegyített szín szürkébb és tompább mint a tiszta színek, melyekből vegyítették, s az a kevés tiszta festőanyag is, melynek igen telített színével az olajfestés rendelkezhetik: a cinóber meg az ultramarin aránylag homályos és fénytelen festékek. A világos fényű vízfestékek és a színes kréták ellenben ismét túlfehéressek. És azért általában oly élénk contrasthatásokat, mint a minőket erősen színezett és fényesen világított tárgyakon néha a természetben észleltünk, ugyanezek ábrázolásaitól a festményekben nem várhatunk. Ha tehát a művész azt a hatást, melyet a tárgyak látóérzékünkre gyakorolnak, a rendelkezésére álló festékek segédelmével mentül élénkebben és behatóan akarja visszaadni, akkor a contrastokat is kénytelen lefesteni, melyeket ama tárgyak előidéznek. Ha festményben a színek ép oly fényesek és világosak volnának, mint a valódi tárgyakon, akkor az ellentétek önként is ép oly módon jönnének létre a festményen, mint a természetben. Tehát itt is a szem subjectiv tünetményeit tárgyilag kell a vászonra áttenni, azon eltérések miatt, melyek egyfelől a festmény, másfelől a valóság fény- és színskálája között fennforognak.

Így némi figyelem mellett azt fogják tapasztalni, hogy a képíró vagy rajzoló valamely egyenletesen világított sík területet ott, hol ez a sötétebb területhez ér, világosabbra, ott pedig, a hol világosabb területtel határos, sötétebbre csinálja. Tapasztalni fogják továbbá, hogy a képíró az egyenletes szürke síkoknak sárgás árnyalatot ad, a hol azoknak szélein túl valami kék szint alkalmaz, viszont rózsaszín árnyalatot, a hol a szürke síkok

zölddel jönnek érintkezésbe, föltéve mindig, hogy a szürke színeket kék vagy zöld színek visszénye nem érheti. A hol az erdő lombsátorán áttörő napsugarak esnek a pusztá talajra, ez a talajrész az uralkodó zöld által kifárasztott szemben rózsaszínt mutat; s a kis nyíláson beeresztett fehér nappali világosság a gyertya sárgapiros fénye ellenében kéknek fog látszani. A művész is tényleg ilyennek festi azt, mert színei nem elég fényesek arra, hogy az ellentétet ilyennemű fogások nélkül létrehozassa.

Mindezek oly alanyi (subjectiv) tűnemények, melyeket a képíró vásznán tárgyilag (objectiv) kénytelen feltüntetni. Hozzájuk sorakoznak még az úgynevezett *irradiatio* tűneményei. Ez alatt bizonyos eseteket értünk, midőn látómezőnkben (Gesichtsfeld) valamely igen világos tárgyak jelentkeznek, melyek fénye vagy színe saját határaikon túl, a szomszédságra is kihat (kiterjed). Ez a tűnemény annál szembetűnőbb, minél világosabb az irradiáló tárgy, s a szomszédságra kiáradó fény (Lichtschein) a világító tárgy közvetetlen közelében legerősebb, ellenben nagyobb távolra megfogy. Legfelölőbbek az irradiatio tűneményei igen világos fény körül, sötét alapon. [Ha szemünk előtt magát a lángot valamely keskeny sötét tárgy által, pl. ujjunkkal elfödjük, akkor egyidejűleg mintha világos ködfény áradna az egész szomszédságra, s ilyenkor élesebben különböztetjük meg a tárgyakat, melyek netalán látómezőnk homályosabb részeiben léteznek. Ha a lángot vonalzóval félig elfödjük, akkor a vonalzó azon részén, mely fölött a láng kimagaslik, behorpadtnak látszik. Ekkor a láng közelében a fény oly erős, hogy azt a láng fényétől már meg sem különböztetjük; a láng ugyanis, és ezzel egyformán minden igen fényes tárgy, nőni és a környező sötét tárgyakon túlterjedni látszik.]

Ezen jelenségek okai igen hasonlóak azokhoz, melyeket az úgynevezett légtávlatok jelenségeinél észleltünk; t. i. oly fényterjedések, melyek a fénynek zavaros közegen áthatolása mellett képződnek, csak hogy a légtávlati tűneményeknél a zavarodás a szem előtti levegőben, az irradiatio tűneményeinél azonban

magának a szemnek átlátszó közegeiben keresendő. Erős világitás alatt ugyanis kitűnik, hogy még a legegészségesebb emberi szemnek reczehártyája és kristálylencséje sem tökéletesen tiszta. Bizonyos fehéresség látszik benne, mintha finom köd zavarná teljes átlátszóságát. Csakugyan mindkettő rostos szövetek, melynek szerkezete ugyanazért nem is oly homogén, mint a tiszta folyadék vagy a kristály. Pedig az átlátszó test szerkezetében a legcsekélyebb egyenetlenség is képes a reá eső fényt visszavetni, illetőleg szétszórni mindenfelé. *

Az irradiatio tünetényeit egyébiránt kisebb fokú világosság mellett is észlelhetjük. Napfénytől világított színes papíron a sötét nyílás vagy pedig bármely kicsiny sötét tárgy egy színes üveglapon, melyet a világos ég felé tartunk, a körülfekvő terület színezetét ölti magára.

Az irradiatio okozta tünetények e szerint igen hasonlítanak azokhoz, melyek a levegő zavarodása által jönnek létre. Az egyetlen lényeges különbség a kettő között abban áll, hogy a világított levegő általi zavarodás távolabb eső tárgyak előtt erősebb, mint közelebb eső tárgyak előtt, míg az irradiatio a szemben a közel és távol eső tárgyakat egyaránt bevonja fényével.

Az irradiatio is a szem azon subjectiv tünetényei közé tartozik, melyeket a művész objective utánoz, minthogy a festett világosságok és a festett napfény magukban véve nem elég erősek arra, hogy a szemlélő szemében a tényleges irradiatio tünetényét észrevehető módon létre hozhassák.

Azt a módot, melylyel a képiro tárgyainak fényét és színeit utánozni kénytelen, az imént csak «fordítás»-nak mondtam és kiemelttem, hogy az rendszerint a valónak minden részleteiben hű mása nem is lehet. Ennek akadályául szolgál az is már, hogy a művész a legtöbb esetben a világossági skálának megmásítására

* Azt a nézetet, mintha az irradiatio a szemben az ideganyagra gyakorlott ingerlés túlterjedésén alapulna, itt mellőzöm, mert nagyon is hypothetikus jellegűnek tetszik előttem. Különben is a fenforgó kérdésnél nem a tünetények okaira, hanem magukra a tünetényekre esik a fösúly.

van utalva. Nem a tárgyak valódi testszineit, hanem azoknak látóérzékünkre gyakorolt vagy gyakorolható benyomását kell visszatükröztetnie, úgy, hogy ama tárgyak élénk szemléleti képzete támadjon a nézőben. Midőn a művész előadott tárgyainak fény- és színskáláján változtatni kénytelen, végre is csak oly valamit változtat, a mi a valóság tárgyain is, a világítás módja és látóérzékünk kimerüléséhez képest, folytonos változásnak van alávetve. A lényegesebbet amúgy sem téveszti el szem előtt, t. i. a fény- és színfokozatok kölcsönös arányát. De itt, a mint láttuk, a tünetmények egész sora lép előtérbe, melyek azon módtól tételeztetnek fel, mely szerint szemünk a külső ingerre felel, s a mennyiben e tünetmények ez ingerek élénkségi fokától függnék, nem mondhatni, hogy a festmény megmásított világossági foka és színei által idéztetnek elő.

Ezek a subjectiv tünetek, melyek a tárgyak látása mellett szembe tűnnek, hiányoznának a képen, ha a képiró a vásznan objective nem utánozna. Az a tény, hogy e tüneteket a művészet visszaadja, előtűnteti, különösen jellemző ama feladat minőségére nézve, melyet a műfestészeti előadás megoldani van hivatva.

Tapasztaljuk azonban, hogy minden műfordításnál a fordító egyénisége nagy szerepet játszik. A festészeti műfordításnál sok fontos körülmény a művész szabad választására van bízva, melyekre nézve egyéni hajlama vagy tárgyának külön igényei szerint határoz. Ő bizonyos korlátokon belül, úgy színeinek abszolút világosságát, valamint fokozatainak mérveit szabadon választhatja. Ez utóbbiakat tetszése szerint túlozhatja, mint REMBRANDT erőteljes kidomborítás céljából; vagy kisebbítheti mint FRA ANGELICO és mai követői, netalán ama szándékból, hogy szent tárgyú képeiben a földi árnyékok zavaró hatását ellensúlyozza. Úgy tehet mint a hollandiak, kik a levegőben szétáradó világosságot majd napfényes melegen, majd hideg-halványan kiemelve, a világítástól és az időjárástól függő hangulatot felköltik a szemlélőben; vagy úgy is tehet, hogy zavarodatlan levegőben mintegy

tárgyilag tisztán és subjectiv hangulattól érintetlenül lépteti föl alakjait. Ezen magukban véve tisztán festői elemekben igen gazdag változatossága rejlik annak, a mit a művészek «styl»-nek vagy «előadási mód»-nak neveznek.

IV. A színharmonia.

Itt végre önkéntelenül fölmerül a kérdés: Ha már a művész színeinek csekély fényereje és teltsége miatt arra van utalva, hogy festményében a valódi természethez való hasonlatosságot, mely a legjobb esetben is tökéletlen marad, csak mindenféle közvetett úton-módon, a subjectiv tüneménynek objectiv utánzása által közelítheti meg, nem volna-e czélszerűbb felkutatni oly eszközöket, melyekkel a felsorolt hiányokat pótolni lehetne. Mert nem mondhatjuk, hogy ilyenek nem léteznének. Hiszen néha teljes napfényben látjuk tündökölni a falképeket, az üveg- és transparens-festmények körül sokkal magasabb fokú fényt, sokkal teltebb színeket alkalmazhatunk, diorámákban és színházi díszleteknél erős művilágítás által, szükség esetében villanyos fényvel, kápráztatólag fokozhatjuk a színhatást. Hanem mialatt a művészet ezen mellékárait felsorolnám, már eszünkbe juthatott, hogy épen azok a művek, melyeket a képírás remekművei gyanánt csodálunk, nem ezen osztályba sorozhatók; sőt hogy az elsőrangú festmények és műrecek túlnyomó száma homályos olaj- vagy tempera-festékekkel van festve, vagy legalább oly helyiségek számára készültek, melyek csak mérsékelt világítással bírnak. Ha napfénytől világított színekkel nagyobb művészeti hatást elérni lehetne, akkor bizonyára nem is volnánk hiányában oly festményeknek, melyeknél ezt az előnyt kellőleg kiaknázták. Már a freskofestészet idevezetett volna; vagy STEINHEIL-nak erre vonatkozólag tudományos szempontból tett kísérletei sem maradtak volna meddők.*

* STEINHEIL, a híres müncheni optikus, olajfestmények előállításán fáradozott, melyeknek az lett volna czélja, hogy teljes napfényvilágítás mellett is élvezhetők legyenek.

A tapasztalás ezek szerint mintha azt tanítaná, hogy a mérsékelt fény és a mérsékelt színek a festményeknek még előnyére is szolgálnak; s csakugyan azonnal felismerjük ez előny mibenlétét, mihelyt napfényesítötte freskoképekre tekintünk. Világosságuk ugyanis oly erős, hogy azokat huzamosabb ideig alig szemlélhetjük. S a mi a fenforgó esetben oly fárasztóan és vakítólag hat a szemre, az kisebb fokban mindannyiszor ismétlőd-nék, valahányszor egyik-másik festményben helylyel-közzel és mérsékeltebb módon oly erősen világos színek fordulnának elő, melyek a gyakran utánzott napfény világossági fokainak megfelelők volnának. Egyes művilágítás segélyével ellenben, különösen diorámák és színházi díszleteknél sokkal könnyebben sikerül a gyengébb fényű holdvilágnak utánzása.

A természet- és valószerűséget tehát, melyet a jó festmény mutat, ezeknél fogva tényleg a megnevesített természethűség nevével illelhetjük. Ily festmény a természeti benyomás lényegét teljesen visszaadja és igen élénk szemléletet nyújt, a nélkül, hogy szemünket a valónak túlerős fényeivel sértené és fárasztaná. A művészet és természet között felöltő eltérések, mint fentebb taglaltuk, főleg oly viszonyokra szorítkoznak, melyeket, mint az abszolút fényerősségeket a valósággal szemben is, csak habozva és bizonytalanul ítélhetünk meg.

Az érzékileg kellemes, a jótékony de nem lankasztó izgatása idegeinknek s ezekben a jóllét érzete úgy itt, mint másutt is megfelelnek ama föltételeknek, melyek a külvilág szemügyre vételére, valamint a legfinomabb megkülönböztetésre és megfigyelésre legkedvezőbbek.

Már fölebb említettem, hogy a leggyöngébb árnyakat s az általok kifejezésre jutott domborulatokat legfinomabban bizonyos közepes világosság mellett bírjuk megkülönböztetni. Itt még egy más pontot is ajánlok figyelmükbe, t. i. a színekben való természetszerű gyönyörködésünket, mely tagadhatatlanul nagy befolyást gyakorol műélvezetünkre. Legegyszerűbb nyilvánulásaiban, a mikor az ember tarka virágokban, színes tol-

lakban, kövekben, tűzijátékban és bengáli fényben kedvét találja, ez az ösztön, mint emberi műösztön még alig jó tekintetbe. Ilyenkor még nem egyéb az, mint az érző szervezet természet-szerű élvezete, melyet érző idegeinek különféle képen váltakozó izgatásaiban talál, mert ezek nélkül amaz idegek épsége és működési képessége is megszűnnék. Azonban az élő lények szerkezetében oly áthatólag mutatkozó czélszerűség, bárhonnan vette légyen eredetét, nem engedi, hogy az ép egyének többségében kifejlődjék vagy fenmaradjon egy oly ösztön, mely határozott czéloknak szolgálatában ne állna.

E részben a fény- és színekben való kedvtelésünk, valamint a sötétségtől való idegenkedésünk indokait nem messze kell keresnünk; magyarázatul elég az, hogy látni vágyunk s hogy a környező tárgyakat meg akarjuk különböztetni. A sötétség borzongást kelt bennünk, főleg azért, mert ösztönszerűleg félünk az ismeretlentől s fölismerhetetlentől, melylyel szemben állunk. A színes festmény sokkal pontosabb és gazdagabb képet nyújt az ábrázolt tárgyról, mint a megfelelően kidolgozott rajz, mely csak a sötétnek és világosnak ellentéteit mutatja. Ezeket a festmény is feltünteti, itt azonban hozzájárulnak még azon megkülönböztető jelek, melyek csupán a színek által juthatnak érvényre. A színek segítségével az oly síkok, melyek a rajzban egyforma világosságot mutatnak, színikülönbségük szerint vagy különböző tárgyakul tűnnek elő, vagy egyforma színezetüknél fogva egy és ugyanazon tárgy alkatrészei gyanánt lesznek felismerhetők. Ezen természet-szerű viszonyok kellő felhasználása mellett a művésznek könnyebben sikerülend a szemlélő figyelmét élénkebb színek által a festmény főbb tárgyaira irányozni s odakötni, a ruházat színikülönbsége által az egyes alakokat egymástól elkülöníteni s külön egyenként összetartani. De sőt ezen irányban kell keresnünk igazolását azon természet-szerű gyönyörűségnek is, melyet a tiszta telt színekben találunk. Úgy vagyunk ezekkel, mint a tisztán csengő és teljes szép hanggal. Az ilyen hang sokkal többet képes kifejezni; azaz magasságának és hangszínének minden

legkisebb változását, legparányibb megszakításait, rezgését, növekedését és apadását a hallgató azonnal sokkal tisztábban ismeri föl, mint a kevésbbé szabályszerűen lefolyó hangmozdulatnál. S az erős inger, melyet a tiszta szép hang a hallgató fülében létesít, úgy látszik, sokkal hatalmasabb izgalmakat s gazdagabb képzeteket bír előidézni, mint a hasonló nemű gyengébb inger. Ilyenformán vagyunk a tiszta színekkel. A tiszta alapszín úgy viszonylik a csekélyebb más színbeli vegyületekhez, mint valami sötét alap, melyen a fénynek legkisebb lehelete is meglátszik. Hölgyeink elég gyakran tapasztalják, hogy a szenny iránt mennyire érzékenyebbek az egyszínű ruhakelmék, mint a szürke és szürke barna szövetek. Ez a tapasztalás a Young-féle színelméletből levont következtetésekkel is összévág. Ez elmélet szerint ugyanis az alapszínek mindegyikének érzete csak külön egy-egy fajta idegszál ingerlése folytán támad; míg a másik két fajta idegszál az alatt pihen vagy aránylag csak kevésbé ingereltetik. A fényes telt szín tehát erős izgalmat szül, mégis a látóidegnek azalatt pihenő száalai ugyanakkor fölötte érzékenyek más színű vegyületek iránt. Valamely színes felületnek kidomborítása azonban nagy mértékben a kívülről reá eső, más színű visszfénytől függ. Nevezetesen ha a kelme fénylő, ilyenkor a fénylő részek visszfénye mindig a világító fény színezetével bír; ellenben a redők mélyében a színes felület önmagára fénylik vissza s ez által önnön színét még teltebbnek mutatja. Viszont a fehér felület, ha nagyobb foku világosság éri, vakító és ez által érzéketlenné válik a gyengébb árnyfokozatok iránt. Innen magyarázható az, hogy az erőteljes színek az erős izgalom által, melyet ébresztenek, a szemlélő figyelmét nagy mértékben lebilincselhetik, s azért mégis kifejezők maradnak festői értelemben, azaz a domborulat vagy világítás legfinomabb átalakulásait feltüntetni képesek.

De másrészt, ha ez élénk színek túlnagy felületre terjednek, akkor a szem gyors ellankadását s az érzékenység eltompulását hozzák létre. Maga a szín szürkébb lesz ilyenkor s kiegészítő színe a más színű felületeken tűnik elő, különösen szürke és

fekete alapu területeken. Innen van az, hogy a nagyon élénk egyszínű ruhák, különösen pedig falszőnyegek nyugtalanítólag, sőt fárasztólag hatnak a szemlélőre; az ily ruha viselőjére nézve pedig még azon hátránnyal is jár, hogy arczát és kezét a kiegészítő színre festik. Ilyenkor a kék szín sárgát hoz létre, a violaszín zöldes sárgát, a biborveres zöldet, a skarlátveres kékeszöldet és viszont a sárga szín kék színt ad stb. A képíróra nézve még az a körülmény is jó tekintetbe, hogy a szín egyik leghatályosabb eszköze arra, hogy a szemlélő figyelmét akarátja szerint irányozhatja. Hogy ezt tehesse, igen takarékosan kell a telt színekkel bánnia, különben ellenkező eredményhez jutva, a figyelmet szórakoztatni fogná, képe pedig tarka leend. Másfelől ismét arra is kell ügyelnie, hogy túlkirívó színek alkalmazása által a szemlélő látóérzékeit egyoldaluan ki ne fárasztja. Pedig ez nem ritkán történik vagy az által, hogy csekély teriméjű és tompán vagy gyengén színezett alapra rikító színt alkalmazunk, vagy az által, hogy egymás mellé helyezzük a telt színeket, melyek izgató ereje a szemben bizonyos egyensúlyt tart, s melyek egymást utóképeik által ellentétiesen felfrissítik és fokozzák. Egy zöld lap pl., melyre az előbb látott biborveres lapnak zöld utóképe esik, sokkal teltebb zöld színben mutatkozik, mint a mondott utókép nélkül. Ha szemünk a biborveres irányában eltompult, akkor ennek a zöld színbe vegyülő árnyalatait meg sem különböztetjük, míg a zöld szín maga teljes hatályu benyomást okoz. A zöld színnek érzete ily módon minden idegen színvegyülettől megtisztul. Sőt a legtisztább és legteltebb zöld, melyet a külvilágban, a prismaticus színspectrum útján láthatunk, ily módon az intensitás még magasb fokára emelhető. A kiegészítő színpárok e szerint, az ellentét folytán egymás fényét kölcsönösen fokozzák, míg az egymáshoz kisebb-nagyobb fokban hasonló színek utóképeik által kölcsönösen ártanak egymásnak s mind szürkébbeknek mutatkoznak.

A színeknek ezen kölcsönös vonatkozásai határozottan nagy befolyással vannak a különböző színösszeállításokból származó

gyönyörködésünk fokára. Bátran lehet összeállítani két egymáshoz annyira hasonló szint, hogy egy és ugyanazon színnek csak különböző foku világítás által okozott árnyalatainak látszanak. Így a skarlátveres színen az árnyasabb részeket karminveressel, vagy a szalmasárgán aranysárgával adhatjuk. De ha e korláton túllépünk, akkor rút összeállításokat nyerünk, milyen a karminveres és narancsszín vagy narancsszín és szalmasárga. Az egymástól legtávolabb eső színpárok a kiegészítő (complementair) színek. Ezek összeállítása, mint a szalmasárga és ultramarinkék vagy rézoxyszöld és a bíborszín valami rideg és ríkító hatást okoznak, talán azért, mert a második szint mindenütt már az elsőnek utóképeül feltűnni várhatjuk, minélfogva a második szín az összekötésnek önálló eleme gyanánt kellő határozottsággal fel nem léphet. Általában tehát legtetszetősebb az oly színpárok összeállításai, melyekben a második szín az elsőnek kiegészítőjéhez hasonló ugyan, de attól még mindig észrevehetőleg különbözik. Ily értelemben kiegészítő színek a skarlátveres és a zöldes kék. De még ennél is tetszetősebb lesz az összeállítás, ha a zöldes kék már az ultramarinkékbe vagy valami sárgás zöldbe (lombzöld) átjátszik. Az utóbbi esetben az összeállítás túlsúlya a sárga felé hajlik, előbbi esetben a rózsaszín felé. Az ily színpárosításnál azonban még kielégítőbb hatásu, ha három oly szint állítunk együvé, melyek a színbenyomás egyensúlyát helyreállítják, és ez által az erőyes színbőség daczára a szemet egyoldalulag ki nem fárasztják, mindamellett a complementair-színösszeállítások kopárságát is kikerülik. Ezek sorába tartozik a régi velencei mestereknél gyakran alkalmazott összeállítása a veresnek, zöldnek és violaszínnek, valamint PAOLO VERONESE-nek ismert színösszeállítása a bíborveres, zöldeskék és sárgából. Az előbbi trias közelítőleg megfelel az élettani három alapszínnek, a mennyiben ezek festékek által előállíthatók, az utóbbi a két-két alapszínből nyerhető három vegyületet mutatja. Egyébiránt meg kell jegyez-nünk, hogy a színharmoniát illetőleg oly biztos és határozott szabályokat, mint a minők a hangok összhangjára vonatkozólag

érvényben vannak, még eddig felállítani nem sikerült. Sőt ellenkezőleg, a tények azt mutatják, * hogy itt a mellékes befolyások egész tömege jelentkezik, nevezetesen mihelyt a színes felület egyúttal természeti tárgyak vagy testi idomok ábrázolását kell hogy feltüntesse, vagy éppen árnyas és árnyatlan síkokból álló domborulatot (relief) vagy ehhez hasonlót mutat.

Ezenkívül gyakran igen nehéz tényleg megállapítani, hogy tulajdonképen mely színek azok, a melyek az összhangos benyomást okozzák. Legnagyobb mérvben tapasztaljuk ezt magukon a festményeken, hol a szintárvlat s a színes viszfények és árnyak a nem egészen sík felületek alapszínét oly sokféleképen módosítják, hogy tulajdonképeni színét határozottan megjelölni alig lehetséges. A képírásban azonfelül a közvetlen színhatás csak az alárendeltebb fontosságú segédesszközök egyike, mert a felütlőbb színeknek és világosságoknak még az a lényeges rendeltetésük is van, hogy a szemlélő figyelmét a festmény fontosabb alkatrészeire irányozzák. A művészi ábrázolásnak ezen inkább költői és lélektani mozzanatai mellett háttérbe szorulnak a kellemes színhatásra való tekintetek. Csak a tiszta ornamentikában, szőnyegek, ruhaneműek, szalagok, építészeti mezők díszítése körül nyilvánulhat eléggé szabadon a színekben való kedvtelés és fejlődhetik saját törvényei szerint.

A festményekben egyébiránt a különböző színek között teljes egyensúlyt rendszerint nem tapasztalunk, hanem igenis egy-egy szín bizonyos fokig túlsúlyt gyakorol a többiek fölött, mely szín az uralkodó világítás színének megfelel. Ezt első sorban már a természettani viszonyok hű utánzása követeli. Ha a világítás sárga fényben gazdag, akkor a sárga színek élénkebben fognak hatni, mint a kék színek; mert a sárga testek azok, melyek a sárga világosságot különösen jól vetik vissza, míg azt a kék színű tárgyak nagyobbára elnyelik. Viszont a kék tárgyak árnyas

* Erre vonatkozólag l. E. BRÜCKE, die Physiologie der Farben für die Zwecke der Kunstgewerbe. Lipse 1866. — W. v. BEZOLD, die Farbenlehre im Hinblick auf die Kunst und Kunstgewerbe. Braunschweig, 1874.

részei előtt a légköri sárga világosság fog érvényre jutni, s a kéket mind szürkébb árnyalatúvá fogja tompítani. Kisebb mérvben ugyanaz történik a veres és zöld tárgyak előtt, úgy hogy ezek árnyas részei is belejátszanak a sárgába. Ez a viszony továbbá a művészileg egységes szinkompozíció széptani igényeinek is nagy mértékben megfelelő. Mert kívánatos, hogy az eltérő színek is mindenütt, különösen árnyas részeikben a festményben uralkodó színhez való vonzódásukat feltüntessék. A mely festményben ez a kölcsönös vonatkozás hiányzik, ott a különböző színek riktólag különválnak, s mert mindegyikök külön magára vonja a figyelmet, egyrészt szórakoztatón tarka, másrészt hideg benyomást ébresztenek, mert a tárgyak összégére kiömlő egységes derűnek hiánya szemünkbe ötlük.

A művészi harmoniának, melyet a légtömegek jól keresztülvitt világítása a festményben előidézhet, természetes mintáját bírjuk a leáldozó nap világításában, mely a legkopárabb vidékre is a fénynek és színeknek egész tengerét kiönteni s azt festői összhangban átvarázsolni képes. Itt a légvilágítás nagymérvű növekedésének természetes oka abban rejlik, hogy a zavarosabb alanti légrétegek csaknem a nap irányában fekszenek s ez által sokkal erősebben reflectálnak, míg ugyanakkor a zavaros légrétegek vastag tömegén keresztülható fénynek sárgavörös színe határozottabban kifejlik s a háttér beálló elhomályosodása által ellentétesen fokoztatik.

Elmélkedéseink összegét még egyszer röviden összefoglalva, mindenekelőtt azt találtuk, hogy a természethűség követelményének a képirási ábrázolásban korlátai vannak; hogy a látómezőnk mélységterjedelmének fölismerésére szolgáló legfőbb segédeszközt, t. i. a kettős vagy kétszemű látást, a képíró nélkülözni kénytelen, de sőt hogy a szemlélőnek ezen természetes segédeszköze épen a képíró ellen fordul, a mennyiben a festmény lapos voltát előttünk kétségbevonhatlanul feltárja; láttuk továbbá, hogy ezen okok miatt a képírónak mily ügyesen válogatva kell

eljárnia tárgyainak távlati elrendezése, fekvése, forgatása, sőt azok megvilágítása és árnyékolása körül is oly czélból, hogy nekünk e tárgyak nagyságáról, alakjáról és távolságáról találó képet adhasson és láttuk végre, hogy ezen a téren a kitűzött czél elérésére szolgáló legfontosabb eszközök egyike a levegőbeli világosságnak hű utánzásában rejlik.

Más irányban ismét azt láttuk, hogy a világosság erejének azon skáláját is, melyet az előttünk lévő tárgyak mutatnak, teljesen más, néha százszorososan eltérő skálába kell átfordítanunk: láttuk azt is, hogy a mellett a tárgyak testszineit koránsem szabad a színkeverék testszineivel utánoznunk, sőt hogy e végből a világosság és árnyék, valamint a sárgás és kékes színárnyalatok igen mélyreható változtatásaihoz kell folyamodnunk.

A művész szószerint le nem írhatja, neki le kell fordítania a természetet. Mindamellet ez a műfordítás igen élénk, igen szemléltető és batályos benyomást szerezhet nekünk nem csak ábrázolt tárgyakról, hanem a legnagyobb mértékben megváltoztatott fényerőkről is, melyek mellett az ábrázolt tárgyakat a festményben szemléljük. Sőt a fényerőknek ez a megváltoztatott skálája sok esetben még előnyösnek is bizonyul, a mennyiben mindazt eltávolítja, a mi a valóságban sértőleg és fárasztólag hat látóérzékünkre. Így a természet utánzását a festményben egyszersmind az érzéki benyomás nemesítésének tekinthetjük. Valamint e részben is huzamosabban és nagyobb nyugalommal adhatjuk át magunkat a műtermék, mint a valóság szemléletének. A képíró kiemelheti ama fényfokozatokat és színárnyalatokat, a melyek az idomok kidomborításánál leginkább szembeszöknek és azért legkifejezőbbek is. Az élénk sőt izzó színeknek nagy gazdagságával rendelkezik, s azok ügyes elintézése által kellemes egyensúlyban tarthatja a szem ingerlékenységét. A hathatós érzéki izgalmaknak egész erélyével s az abból származó gyönyörérzet által figyelmünket kénye-kedve szerint lebilincselheti és irányozhatja, az ábrázolatnak közvetlen szemléletét és érthetőségét nagy mértékben fokozhatja s mindamellet a szemet a mérsékelt izgalom ama

legjótékonyabb állapotában tarthatja, mely finoman megkülönböztető érzéki észleletekre legkedvezőbb.

Elmélkedéseim sorában folytonosan és mindenütt nagy súlyt fektettem a művészeti ábrázolás könnyű, finom és pontos érthetőségére s ezek, önök közül sokaknak, csak mellékes tekintetnek látszhatik, melynek az aesthetikusok, ha egyáltalában számba veszik, csak alárendelt fontosságot tulajdonítanak. De e részben, úgy hiszem, nincs igazuk. Az érzéki felismerhetőség (sinnliche Deutlichkeit) koránsem alárendelt mozzanata a művészeti termékek hatásának; fontossága mind jobban szemembe ötlött, minél tovább kutattam a művészeti hatások élettani mozzanatait.

Mert ugyan mi hatása legyen a műterméknek, ha ezt a szó legmagasb értelmében vesszük. Kell, úgy-e bár, hogy figyelmünket megelevenítse és lekösse, kell, hogy szendergő képzeteknek és azzal kapcsolatos érzelmeknek nagy bőségét ébreszsze bennünk játszi könnyedséggel, oly czélból, hogy valami eszményi jellegnek összes vonásait, melyek szétszórt töredékek gyanánt a véletlennek kényére hagyva emlékezetünkben szunnyadnak, életfris szemléletté össze s mintegy csokorba kösse. A művészetnek fenndicsért hatalma az emberi kedély fölött, mely a valósággal oly sokszor diadalmasan megbirkózik, nézetem szerint csak onnan magyarázható, hogy ez, a valóság, mindig valami zavaró, valami szórakoztató vagy sértő elemet vegyít benyomásai közé, míg a művészet a célba vett benyomás létesítésére minden tényezőt összegyűjt és akadálytalan működésbe ejthet. A benyomás hatalma azonban kétségtelenül annál erősebb lesz, minél behatóbb, minél finomabb és gazdagabb volt élethűsége azon érzéki benyomásnak, mely a képzetek sorozatát s az ezekkel összekötött lelki izgalmakat fölébreszteni hivatva van. Biztosan, gyorsan, félremagyarázhatlan szabadoszággal kell hatnia, ha élénk és erős benyomást akar előidézni. Pedig a dolog lényegére nézve ezek a pontok azok, melyeket a műtermék érthetősége czimén összefoglalni törekedtem.

És így a művészeti technika sajátosságai, a melyekhez az élettani optikai bűvárlat útján eljutottunk, tényleg igen szoros kapcsolatban állanak a művészet legmagasb feladataival. Sőt talán ama gondolattól sem kell visszariadnunk, hogy a művészetileg szépnek végső titka is, t. i. az a csodálatos gyönyörűség, melyet a művészetben találunk, lényege szerint épen képzeleteink könnyű, összhangzó, élénk folyamának érzetében gyökerezik, mely képzeleteink mintha önként egy közös célhoz vezetnének, s amindedig rejtve lappangó törvényszerűséget teljesebben szemügyre venni s önnön lelkünk érzelmeinek legmélyébe pillantani engednének.



A BOLYGÓRENDSZER KELETKEZÉSÉRŐL.

1871-BEN HEIDELBERGÁBAN ÉS KÖLN-BEN TARTOTT ELŐADÁS

HELMHOLTZ-TÓL.



Dr. HOITSY PÁL.



Tisztelt gyülekezet!

SZÁNDÉKOM ma Önök előtt az égi testek, különösen pedig a bolygó rendszerünk képződésére vonatkozó, KANT-LAPLACE-féle hypothesis-t fejtegetni. E tárgy választása, jól tudom, igazolásra szorul. Népszerű felolvasásoknál, a milyen ez a mai, joggal várhatják meg a hallgatók az előadótól, hogy a kutatás biztos tényeivel s kész eredményeivel lépjen elő, ne pedig meg nem érlelődött véleményekkel, hypothesisekkel vagy álmokkal. Minden tárgy között, melyek felé az ember kutató elméje s képzelme fordulni képes, a legregibb időtől fogva minden népeknél a világ eredetének kérdése volt kiválólág az a sokadalmi tér, mely felé a legcsapongóbb speculatio tolult. Jótékony és romboló isten-alakok, Gigasok, Kronos, ki saját gyermekeit falja fel, Niffheim a jégóriás Ymer-rel kit az égi Asok vernek agyon, hogy a világot belőle építhessék, mind oly alakok, melyek a még aránylag higgadtabb néptörzsek kosmogonikus rendszereit népesítik. Hanem azon tény általánosságában, hogy minden nép kifejté a maga kosmogonikus nézeteit és azokat némely tekintetben túl részletezve rajzolja ki, félreismerhetetlenül van kifejezve az érdeklődés, tudni honnan eredünk, honnan van a minket környező dolgok végeredete? És a kezdet kérdésevel szorosan összefügg a vég kérdése; mert a mi előállott, el is múlhat. A vég kérdése talán még nagyobb gyakorlati fontossággal bír, mint a kezdeté.

Meg kell jegyeznem mindjárt elől, hogy az elméletet, melyről ma beszélni szándékozom, egy oly férfiú állította fel először,

kinek neve mint elvont bölcselőé lett kiváltképen ismeretes, — a transcendentális idealismus és a kategorikus imperativus ös-
 atyja KANT IMMANUEL. A mű, melyben ezt előadta, az «Allge-
 meine Naturgeschichte und Theorie des Himmels» (1755),
 egyike legelső nyilvánosságra hozott munkáinak, s élte 31-ik
 esztendejéből való. Egy tekintetet vetve tudományos működésé-
 nek emez első korszakából származott műveire, mely korszak
 körülbelül élte 40-ik esztendejéig tartott, azon meggyőződésre
 jutunk, hogy azok jobbára természettudományi tartalmúak s
 több szerencsés gondolatban meghaladják korukat; a tulajdon-
 képen bölcséleti tartalmuak ellenben számra kevesen s részben
 mint a doctori értekezés közvetlenül külső behatás által életre
 hozva, s positiv tartalmukban aránylag meglehetősen önállót-
 lanul csak megsemmisítő, részben pedig gúnyolódó kritikájokról
 nevezetesek. Nem lehet felreismerni, hogy a fiatal KANT termé-
 szeti vonzalmánál s tehetségenél fogva kiválólag természettudós
 volt, s talán csak a külső körülmények hatalma, az önálló ter-
 mészettudományi munkákhoz szükséges eszközök hiánya s korá-
 nak gondolkozásmódja által kötöttség le a bölcsélet által, mely-
 ben csak később juthatott önálló, nevezetesebb eredményekre;
 mert a «Kritik der reinen Vernunft» 57-ik évéből való. Ő külön-
 ben élte további időszakában is írt, bölcséleti nagyobb művei
 mellett, természettudományi tárgyokról s rendszerint tartott a
 természettani földrajzból előadást, melyben bár korának s félre-
 eső tartózkodási helyének ismeretköre és segédeszközei által
 korlátolva maradt, mégis nagy, világos értelemmel általános néző-
 pontok után törekedett, mint azt később HUMBOLDT SÁNDOR tevő.
 A történeti összefüggésnek egyenes kiforgatása, midőn KANT
 nevével visszaélve, azt arra használják, hogy a természettudo-
 mánynak javallják elhagyni az öt nagygyá tett inductiv módszert
 s egy állítólagos «deduktív» módszer légszerű speculatióihoz
 térni vissza. Ily visszaélésnek senki sem szegülne élesebben és
 metszőbben ellene, mint maga KANT, ha még köztünk lenne.

KANT-tól, úgy látszik, egészen függetlenül, bolygó rendsze-

rünk alakulásának eme hypothesisét másodszor a leghirebb francia csillagász, LAPLACE SIMON PÉTER marquis állítá fel, rendszerünk mechanikája roppant szorgalommal s éles mennyiségtani értelemmel véghez vitt teljes átdolgozásának végeredménye gyanánt. Mindkét férfiú nevéből láthatják már Önök, kikkel mint tapasztalt s kipróbált vezetőkkel találkozunk ösvényünkön, hogy az általok megegyezőleg felállított véleménynyel szemközt nem könnyelműn magasabb régiókban csapongó utazásról van szó, hanem egy előrelátó s jól átgondolt kísérletről, mely a jelen ismert viszonyairól következtetést húz az ismeretlen múltra nézve.

A dolog természetében fekszik, hogy a világ általunk lakott egy részének eredetéről szóló hypothesis, mely tehát a legtávolabb mult tárgyairól beszél, nem találhatja bizonyosságát a közvetlen észlelésben; hanem igenis közvetve bebizonyítható, ha a tudományos ismeretek előhaladásánál új tények sorakoznak a már ismertek mellé, s mint ezek amazoktól, magyarázatukat tőlük nyerik, névszerint pedig, ha az égi testek képződésében föltételezett alakulások maradványai a jelenre nézve létezőkül kimutathatók. Ilyenmű közvetett többféle bizonyítás a szóban levő nézetre nézve valójában találtatott, s valószínűségének nagyságát nevezetesen fokozá.

Részben ezen körülmény, részben az a másik, hogy az említett hypothesis újabban népszerű és tudományos könyvekben, bölcséleti, szépirodalmi s theologiai kérdésekkel kapcsolatban többszörösen megemlítettett, felbátorítanak ma e helyen felőle szólani. Nem annyira szándékom e mellett Önöknek valami újat mondani tartalmilag, mint inkább az okok felett egy lehetőleg összefüggő átpillantást nyújtani, melyek hozzá vezettek és azt megerősítették.

Ezen szabadkozások, melyeket előre kellett bocsátanom, azon körülménynek tulajdonítandók, hogy ilyenmű tárgy felett tartok népszerű felolvasást. A tudomány teljesen jogosítva, sőt kötelezve van az ilyenmű vizsgálódásra. Az ő számára egy hatá-

rozott s fontos kérdésről van szó, azon kérdésről, vajjon azon természettörvények hatása, melyek által minden jelenleg történő föltételezve van, bizonyos határok közé szorítható-e? vajjon ezek előbb is, öröktől létezhettek-e, s a jövőben is létezhetnek, vagy hogy szükségkép lehetetlenségekbe s a természettörvények kényszerű feladásával egy kezdethez vezéreltetünk, mely az általunk ismert folyamatok útján elő nem hozható, mihelyest föltételezzük, hogy következtetéseinknek a jelen állapotokból a multra és jövőre, a természet örökkön egyenlő törvényszerűsége felel meg. Az ily vizsgálódás a jelenleg létező világ lehető vagy valószínű őstörténete felett, a tudomány részéről nem fellengző szórakozás, hanem módszere határainak, s a jelenben talált törvények érvényének, kihatásának kérdése.

Talán vakmerőségnek látszik, hogy miunk, kik észleléseink körében határolva vagyunk, térbelileg álláspontunk által a földön, mely tejútrendszerünkben csak egy por, s időbelileg az emberi történet rövid tartama által, merészkedünk a megmérhetlen tér egész kiterjedésére s az idő örökkön örökkévalóságára kiterjeszteni a törvényeket, melyeket a tényeknek szűk, nekünk hozzáférhető határai között kiolvasánk. Hanem minden gondolkodásunk és cselekvésünk a természet változatlan törvényszerűségében vetett bizalmon alapul, a legnagyobbakban úgy, mint a legkisebbekben, s e bizalom eddig annál inkább igazolva lön, mennél mélyebben hatottunk be a természettünemények összefüggésébe. S hogy az általunk talált általános törvények érvényesek a tér legtávolabb kiterjedésére nézve is, arról fontos ténybeli bizonyítékokat hozott a legutolsó félszázad.

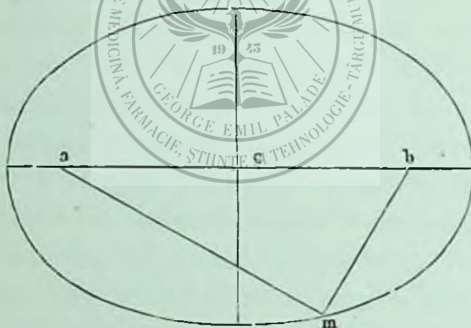
Első sorban áll itt a nehézkedés törvénye. Az égitestek, mint Önök mindannyian tudni fogják, lebegnek és mozognak a megmérhetetlen térben. Összehasonlítva a roppant távolokkal, melyek közöttük vannak, valamennyi, a legnagyobbak is közöttük, csak anyagporszemeknek tekinthetők. A hozzánk legközelebb levő állócsillagok is, a legnagyobb nagyítás daczára, látszólagos átmérő nélküli pontok gyanánt tűnnek fel, s biztosak lehetünk, hogy

napunk a legközelebbi állócsillagokról tekintve, oszthatatlan fénylő pontnak tűnik fel, a mennyiben amazoknak a tömege, hol őket meghatározni sikerült, a Naptól nem nagyon elütőnek találtatott. Ezen iszonyú távolság daczára, egy láthatatlan kötelék áll fent közöttük, mely egymáshoz kapcsolja s kölcsönös függésbe hozza őket. Ez a gravitatio ereje, melylyel minden nehéz tömegek egymást vonják. Mi a mindennapi tapasztalásból mint súlyt ismerjük ez erőt, midőn egy földi test s földünk tömege között érvényesül. Az erő, melynél fogva a kő földre esik, ugyanaz, mely a Holdat kényszeríti, hogy folyton kísérje a Földet pályájában a Nap körül, s nem más, mint mely magát a Földet megakadályozza, hogy a távol térbe elszálljon s a Naptól eltávolodjék.

A bolygók mozgását egy egyszerű mechanikus mintán érzékelhetővé tehetik Önök. Erősítsenek meg lehető magasan valamely faágon egy selyemfonalat, melynek alsó végére lehetőleg lent egy kicsiny súlyos testet, teszem egy ólomgolyót, kötnék. Ha ezt nyugodtan függni hagyják, a fonalat függőlegesen lefele feszíti. Ez a golyó egyensúlyi helyzete. Hogy ezt megjelölhessék s a szem számára folyton láthatóvá tegyék, tegyenek Önök azon helyre, hol az ólomgolyó egyensúlyi helyzetébe térni igyekszik, valamely szilárd testet, legalkalmasabban egy állványra illesztett földgömböt. E végből a golyót oldalra kell eltéríteni, hanem az a földgömbhöz fog simulni, s ha eltérítették tőle, megint hozzája igyekszik, mivel súlya által folyton a földgömb belsejében fekvő egyensúlyi pontja felé hajtatik. Bármely oldalra távolíttatik is el a golyó a gömbtől, mindig ugyanezt tapasztaljuk. Az erő, mely az ólomgolyót a gömb felé űzi, mintánkban azon vonzást képviseli, melyet a Föld a Hold iránt vagy a Nap a bolygókkal szemközt gyakorol. Miután a leírt tényekről meggyőződtek, kísértsek meg az ólomgolyónak — eltávolítván azt valamennyire a földgömbtől — oldalvást csekélyebb hajítási sebességet kölcsönözni. Ha jól eltalálták Önök a hajítás erősségét, a kicsiny golyó a nagy körül köralakú pályán fog mozogni, s ezen mozgásában meg is tartható hosszabb ideig, ép úgy, mint a Hold körmozgásában a

Föld körül, s a bolygók a Nap körül megmaradnak. A mi min-tánkon idővel mind kisebb és kisebb átmérőjűek lesznek a körök, melyeket az ólomgolyó von, mivel mi az akadályozó erőket, a lég ellenállását, a fonal merevségét, a súrlódást nem zárhatjuk ki azon mértékben, mint a hogy azok a bolygó-rendszerben ki vannak zárva.

Tökéletes köralakú pályánál a vonzó erő folyton egyenlő erősen hat az ólomgolyóra vagy bolygóra. Akkor mindegy, hogy milyen arányban nőne vagy fogyna az erő a középponttól való távol változtával, ily körülmények közé a mozgó test hiszen úgy semjönne. Hanem ha az eredetileg adott lökés nem volt épen kellő erősségű, akkor a pályák nem lesznek köralakúak, hanem mindkét esetben kerületek, oly alakú görbe vonalak, minőt az 1-gyel jelölt ábra tüntet elő. Hanem ezen kerületek másképp fognak



1. ábra.

feküdni a vonzó központra nézve a két esetben. A mi példánkban annál nagyobb a vonzó erő, mennél jobban eltávolítjuk az ólomgolyót egyensúlyi helyzetéből. A pályakerület oly helyzetet nyer ezen esetben a vonzó középpont iránt, hogy ez a kerület középpontjával, c -vel, összeesik. A bolygóknál ellenben annál kisebb lesz a vonzó erő, mennél jobban eltávolodik a bolygó a vonzó középponttól, és ez okozza, hogy oly kerületet ír le, melynek egyik gyújtópontja a vonzó középpontba esik. A két gyújtópont a és b symmetrikusan fekszik a kerület két végére

nézve, s azon tulajdonság által tűnik ki, hogy távoluk összege, $am + bm$, bármely a kerülekben fekvő ponttól mindig ugyanaz.

Hogy a bolygópályák ilyenmő kerülek, azt KEPLER ismerte fel, és minthogy, mint a felhozott példa mutatja, a pálya alakja és helyzete azon törvénytől függ, mely szerint a vonzó erő nagysága változik, NEWTON megállapíthatá a gravitatio ismeretes törvényét, mely erő által a bolygó a Nap felé vonatik, s a mely törvény szerint az erő növekvő távolokkal azon arányban fogy, mint a távolság négyzete nő. A földi nehézkedés is eme törvénynek tartozik hódolni, s NEWTON-ban volt annyi csodálatra méltó lemondás, következménydús fölfedezését csak akkor tenni közzé, midőn egy közvetlen bebizonyítás sikerült, midőn tudniillik ki lehetett mutatni észlelésekből, hogy azon erő, mely a Holdat a Föld felé vonja, ép azon viszonyban áll valamely földi test súlyához, mint azt az általa fölismert törvény követelte.

A XVIII-ik század folyamában annyira előhaladtak a mennyiségtani analysis eszközei s a csillagászati észlelések módszerei, hogy mindazon bonyolódott kölcsönhatások, melyek mind a bolygók és drabantjaik kölcsönös vonzása által előidéztetnek, s melyeket a csillagászok háborgatásoknak neveznek — a mennyiben ugyanis az az egyszerű kerüleki mozgás a Nap körül megháboríttatik, melyet mindegyikök végezni fogna, ha csak egyedül léteznék — hogy mindeme kölcsönhatások NEWTON törvénye értelmében elméletileg előre meghatározhatókká lettek, s a valódi tűneményekkel az égen pontosan összehasonlíttathattak. Hogy a bolygók mozgásának emez elmélete egész a részletekig kifejtett, az, mint már említve volt, főként LAPLACE érdeme. A megegyezés a gravitatio ezen egyszerű törvényéből lehozott elmélet és az abból folyó bonyolódott s legkülönneműbb tűnemények között, oly pontos és oly tökéletes, minő eddig az emberi tudásnak semmi ágában el nem éretett. A megegyezéstől nekibátorítva, csakhamar az a következtetés lön vonva, hogy a hol

annak állandó hiányai mutatkoznak, még ismeretlen okoknak kell munkálkodniok. Így az Uranus valódi s kiszámított mozgása közötti különbségből BESSEL azon véleményre vezetették, hogy egy távolabbi bolygónak kell léteznie. LEVERRIER és ADAMS kiszámíták e bolygó helyét, és fel lön fedezve a bolygók legtávolabbika, Neptun.

Hanem nem csak napunk vonzóerejének határán belől mutatkozott a gravitatio törvénye érvényesnek, az állócsillagokra nézve is föl ismerték, hogy a kettős csillagok kerüleki pályákban mozognak egymás körül, hogy közöttük is azon gravitatio-törvény érvényes, mely bolygó-rendszerünkben uralkodik. Némelyiköknek ismerjük távolát. A legközelebbi, a Centaurus csillagkép α -ja 226,000-szer van távolabb a Naptól, mint a Föld. A fény, mely 40,000 mérföldnyi roppant utat tesz meg másodperczenként, s mely 8 percz alatt jön a Naptól a Földre, 3 évet szükségel, hogy a Centaurus α csillagától hozzánkig érkezhessen. Az újabb csillagászat finomabb mérőmódszerei lehetővé tették csillagok távolát meghatározni, melyeket a fény 35 év alatt fut meg, mint ez a sarkesillagnál az eset; de a gravitatio törvénye a kettős csillagok mozgásában az ég ily mélységeiben is érvényes, melyeknek megmérésére a rendelkezésünkre álló módok hajótörést szenvednek.

A gravitatio törvényének ismerete itt is új égitestek fölfedezésére vezetett, mint Neptun esetében. PETERS Altonában az ugyancsak BESSEL által kimondott vélemény igazolásául úgy találta, hogy a Sirius, legragyogóbb állócsillagunk egy láthatatlan központ körül kerüleki pályában mozog. Vagyis sötét kíséreléssel kellett bírnia; s ez valóban láthatóvá is lön, midőn a cambridgei egyetem (Éjszak-Amerikában) hatalmas távcsövet felé irányozták. Nem egészen sötét, de oly homályos, hogy csak a legtökéletesebb eszközökkel látható. A Sirius tömege 13,76, a kísérelő 6,71-szer annyi mint a Napé, s kölesönös távoluk 37-szer nagyobb a földpálya átmérőjénél, tehát valamivel nagyobb mint a Neptun távola a Naptól.

Egy másik álló csillag, a Procyon, oly helyzetben van mint a Sirius, de a kísérője még eddig nem láttatott.

Látják Önök, hogy a gravitációban minden súlyos anyaggal közös tulajdonságot fedeztünk fel, mely nem csak rendszerünk testeire szorítkozik, hanem az ég legtávolabb tájain is felismerhető, a meddig csak észlelési módjaink eddig elhatottak.

De nemcsak minden tömegnek emez általános tulajdona közös a legtávolabb égitestekkel s a földiekkel egyaránt, hanem a színképelemzés arra is tanított, hogy a földi jól ismert elemek nagy száma az álló csillagok, sőt csillagködök légkörében is előjön.

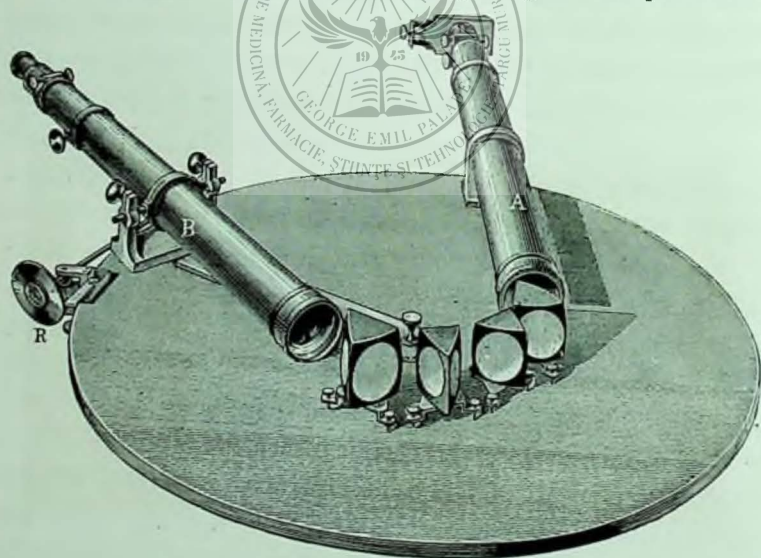
Jól tudják, hogy egy finom világos vonal üvegprizmán át szemlélve, színes szalagnak látszik, melynek egyik vége vörös és sárga, másika kék és ibolyaszínű, közepe pedig zöld. Az ily színes kép színeképnek nevezetik; a szivárvány is ilyen, mely fénytörés által képeztetik, ha nem is prizma által; és ez okból ez is a színek azon sorát mutatja, melyek a fehér napfény szétbontása által nyerhetők. A prizmatikus színekép képződése azon alapszik, hogy a Napnak s legtöbb izzó testnek fénye a legkülönbözőbb nemű fényből van összetéve, melyek szemünknek különféle színűek gyanánt tűnnek fel és melyek egymástól elválasztatnak, midőn a prizma a sugarakat megtöri.

Ha szilárd vagy folyékony test izzóvá tételük, úgy, hogy világít, a fényének színekepe hasonló a szivárványéhoz; egy szeles színes szalag megszakadás nélkül, az ismert vörös, sárga, zöld, kék és ibolya színsorozattal, s nem tartalmaz semmi olyast, mi a fényt kibocsátó test sajátosságára jellemző lenne.

Más azonban az eset, ha valamely izzó gáz vagy gőz — t. i. hő által légnemű állapotba hozott anyag — bocsátja ki a fény-sugarakat. Az ily testnek színekepe ugyanis egy vagy több, sőt igen sok, egymástól egészen elkülönözött világos vonalból áll, a melyeknek csoportosulása s helye a színeképben jellemző az anyagra, melyből a gáz vagy gőz áll, úgy, hogy a színekép elemzése által meg lehet határozni az izzó gáznemű anyag chemiai összetételét. Efféle gáz-színeképeket mutatnak a világtérben sok

csillagködök, még pedig színeképeket, melyek az izzó hydrogen, nitrogén vonalait mutatják, s rendesen még egy más vonalat, mely eddig semminemű földi elem színeképében fel nem fedeztetett. Eltekintve attól, hogy ez által két ismert földi elem előfordulásáról bizonyosság szereztetett, eme fölfedezés a miatt is nevezetes fontosságú, mert általa lett először kimutatva kétségtelenül, hogy a kosmikus ködök általában nem finom kicsiny csillagok halmazai, hanem hogy fényök nagyobb része izzó gáznemű testek által löveltetik ki.

Másként tűnnek fel a gázszíneképek, ha a gáz mögött egy izzó szilárd test van, melynek hőmérséke sokkal nagyobb mint a gázé. Ekkor a szilárd test folytonos színeképét nem látja a szemlélő, hanem finom sötét vonalakkal megszakgatva, melyek épen azon helyet foglalják el, hol a gáz egyedül, sötét háttéren szemlélve, világos vonalakat fogna mutatni. Hogy a gáz színekép eme két

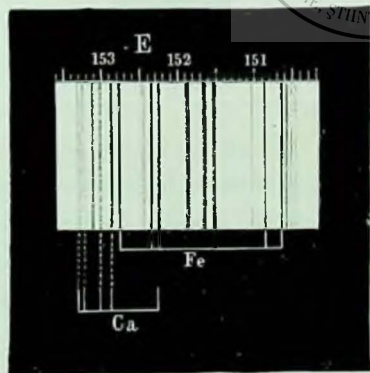


2. ábra.

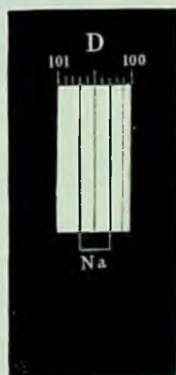
megjelenési formája egymást feltételezi, KIRCHHOFF mutató ki. És így a színekép eme sötét vonalaiból is fel lehet ismerni, mily gázok vannak az izzó szilárd test előtt. Ilyenemű színeképe van a Napnak, s igen sok állócsillagnak. A Napnak sötét vonalait

WOLLASTON fedezé fel, de FRAUNHOFER vizsgálta és mérte meg azokat legelőször, s azért FRAUNHOFER-féle vonalaknak neveztetnek.

Későbbben KIRCHHOFF, különösen pedig ANGSTRÖM által sokkal hatalmasabb eszközök hozattak alkalmazásba, a fényt lehető nagy mérvben szétbontani. A 2-ik ábra a STEINHEIL által KIRCHHOFF számára összeállított eszközt tünteti elő, négy prizmával. Az *A* távcső tulsó végén egy finom nyílással ellátott ernyő van, mely nyílás a finom fényvonalat képezi, az ábrán látható csavar által vékonyabbá vagy szélesebbé tehető, s a vizsgálendő fény általa bocsátatik be a csőbe. Az *A* csövön keresztül a négy prizmához ér, s innen a *B* csőbe hatol, úgy végül a szemlélő szemébe. A 3., 4. s 5. szám alatti ábrákban a KIRCHHOFF által rajzolt Nap-színkép kisebb részei vannak előállítva, a zöld, sárga s arany-sárga részekből, s a mellé tett vegytani jegyek *Fe* (vas), *Ca* (a mész fém), *Na* (a szóda fém), *Pb* (ólom) s a nekik megfelelő vonalak azt mutatják, a színkép mely helyein mutatnak eme fémek világos vonalakat, akár a lángban, akár a villany-szikrában. A felülírott skála-részekből fel lehet ismerni,



3. Ábra.

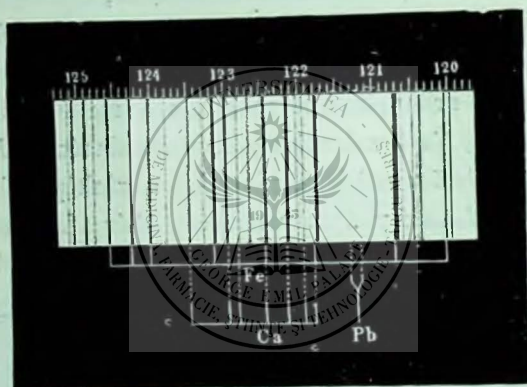


4. Ábra.

mekkora részét képezik az itt adott darabok a KIRCHHOFF által rajzolt egész nap-színképnek. Már itt is túlnyomóan vas-vonalakat lehet észre venni. KIRCHHOFF az egész színképben nem kevesebb mint 450-et talált.

Ebből következik, hogy a Nap légköre vasban gazdag gőzöket tartalmaz, miből többek között azon mérték fölötti magas hőmérsékre is lehet következtetést vonni, melynek ott uralkodnia kell. S ép úgy, mint a 3., 4., 5. ábrák vasról, mészről és nátriumról tanuskodnak, a hydrogen, réz, cink, valamint a magnesia, agyag s baritföld fémek is tanúságot tesznek jelenlétükről. Hiányzik azonban az ólom (1. 5-ik ábra *Pb*) arany, ezüst, higany, ón, arzén s egyébek.

Sok állócsillagnak színeképe hasonló természetű; finom vonalak rendszereit mutatja, melyek földi elemek vonalaival össze-



5. ábra.

egyeztethetők. A Bika Aldebaran csillagának légkörében szintén hydrogen, vas, magnézium, mész, nátron mutatkozik, hanem egyszersmind higany, antimon és bismut, az Orion (Kaszás) α csillagában (Beteugenze) Vogel szerint a földön ritkán előforduló thallium, és úgy tovább.

Nem mondhatjuk, hogy eddig minden csillag-színeképet elemeztünk volna; sok állócsillag különös szalagnemű színeképet mutat, melyek alkalmasint gázoktól származnak, melyeknek tömegei a magas hőmérsék következtében nem tökéletesen bontattak szét az elemi atómokra. A Nap színeképében is találhatók vonalak, melyeket az általunk ismert elemekével eddig azonosí-

tani nem sikerült. Lehet, hogy általunk nem ismert elemekhez tartoznak, de lehet az is, hogy a Napnak magasabb, a mi segéd-eszközeink által el nem érhető hőmérséke által vannak feltételezve. Hanem annyi bizonyos, hogy az ismert földi elemek el vannak terjedve a világtérben, különösen pedig a nitrogén, mely légkörünknek nagy részét képezi, s a hydrogen, vizünk alapanyaga, mely belőle elégséges által származik. Mindkettőt föl lehetett találni a tulajdonképi feloldhatatlan csillagködökben, * s ezeknek, mint alakjuk változatlanságából következtetni lehet, iszonyú kiterjedésű és iszonyú messzeségű képződményeknek kell lenniök. Ez okból már HERSCHEL W. azt tartá rólok, hogy nem a mi állócsillagrendszerünkhez tartozók, hanem más tejút-rendszerek megjelenései.

A színkép-elemzés segélyével többet is megtudtunk a Napra vonatkozólag, mi által az általunk ismert viszonyokkal több közösségbe lép, mint az előbb látszott. Önök tudják, hogy a Nap egy roppant labda, 112-szer nagyobb átmérővel mint a Föld. Azt mit mi felülete gyanánt megpillantunk, izzó felhők rétegének tekinthetjük, melynek mélysége, a napfoltok tűneményei után ítélve, közel 100 mérföld. Ezen felhőréteg, mely kifelé szakadatlanul hőt veszít el, s így mindenesetre hidegebb mint a Nap belső tömege, mégis sokkal forróbb, mint minden földi láng, forróbb mint a villany-lámpa izzó szénhegyei, melyek a segéd-eszközeink által elérhető hőmérsék maximumát adják. Ezt bizony következtethetjük a Napnak magas fényerősségéből, ha tekintetbe vesszük a törvényt, melyet KIRCHHOFF az át nem látszó testek kisugározására levezetett. A régiebb föltevés, mely szerint a Nap homályos hideg test, mely csak kifelé van a hőt s fényt kisugárzó photosphära által körülveve, természettani lehetetlenséget foglal magában.

Az át nem látszó photosphära (fényréteg) külső részén a Nap test körül egy átlátszó gáztég tűnik fel, mely elég izzó arra

* Melyeket t. i. a legerősebb nagyítás mellett sem sikerül egyes önálló csillagokra oldani, mi némely csillagködökre nézve az eset. (A ford.)

hogy a színekben világos színes vonalakat mutasson, és azért chromosphärának (színréteg) is nevezetik. A hydrogen, nátrium, magnézium és vas világos vonalait mutatja. A Napnak ezen gáz és felhő rétegeiben iszonyu viharok dűlnak, melyek kiterjedésre és sebességre nézve oly mértékben haladják meg a földieket, mint a Nap nagysága a Földét. Izzó hydrogen-áramok sok ezer mérföldnyi magasságra * löketnek fel, óriási szökőkutak vagy lángnyelvek formájára, felettök úszó füstfellegekkel. E tünetmenyeket előbb csak teljes napfogyatkozás alkalmával lehetett, mint úgynevezett rózsaszínű nap-protuberantiákat látni. Jelenleg a JANSSEN s LOCKYER által feltalált módon a színekpéskészülék segítségével naponként észlelhetők.

Másrészt a Nap felületén egyes sötétebb helyek is láthatók rendszerint, az úgynevezett napfoltok, melyeket már GALILEI észlelt volt. Ezek tölcseralakúlag vannak bemélyedve; a tölcser oldalai nem oly sötétek mint annak legmélyebb helye, a mag. A 6-ik ábra egy ily foltot tüntet fel PATER SECCHI rajza után, mint az erős nagyításnál látható. A foltok átmérője gyakran sok ezer mérföldet tesz, úgy, hogy földünk kétszer-háromszor elférne bennök egymás mellett. Ezen foltok hetekig, sőt hónapokig lehetnek lassú változásokban, mielőtt feloszlanának, s azalatt a Nappal együtt többször megfordulhatnak annak tengelye körül. Időközileg azonban igen gyors forrongások is előállhatnak bennök. Hogy magvuk sokkal mélyebben fekszik, mint az öt környező félárnyék széle, a kettőnek kölcsönös eltávolodásából következik, midőn a Nap széléhez közelednek, s azért igen ferde irány alatt láthatók. A 7-ik ábra 1-től 5-ig egy ily folt különféle kinézését tünteti elő, midőn a Nap széléhez közeledik.

Épen ezen foltok szélén mutatkoznak leghevesebb mozgások (a színeképből ítélve), és közelükben gyakran nagy protuberantiák, aránylag gyakorta örvényszerű mozgások mutatkoznak,

* VOGEL H. C. bothkampi észlelései szerint 15,000 földrajzi mérföld magasra. A színekpévonalak eltérítése 4, egész 5 mérföldnyi másodpercenkénti sebességet mutatott, LOCKYER szerint egész 8 sőt 9 mérföldnyit.

máskor a folt alakja árul el ilyest. Oly helyeknek tekinthetők ezek, melyeken a Nap légkörének meghűlt gázai a felsőbb rétegekből leszállanak, s talán magának a Naptömegnek helyenkénti felületi lehülését is okozzák. Ezen tűnemények megmagyarázására meg kell gondolni, hogy a forró Naptömegtől fölfelé szálló gázok magas olvadási ponttal bíró gőzöket visznek magokkal s



6. ábra.

magánál a felszállásnál kiterjednek, ezen kiterjedés által egyrészt, másrészt meg a világtér felé való hőkisugárzás által lehűtetnek. Ez által nehezen olvadó részeitet köd és felhők alakjában kiválasztják. Ezen meghűlés természetesen mindig csak viszonylagosnak tekintendő, s alkalmasint mindig magasabb marad e

mellett a hőmérsék, mint minden a földön elérhető hőmérsékek. Ha most a legfelső, a nehéz gőzöktől megszabadult és legjobban meghűlt rétegek leszállanak, egész a naptestig megmaradhatnak felhő nélkül. Mélyedéseknek fognak látszani, mivel körültek 100 mérföldnyi magasságig érő izzó felhőrétegek fekszenek.

A Nap légkörében nem hiányozhatnak heves mozgalmak, mert e légkör kívülről hűl le, s a leghidegebb s ezért aránylag legsűrűbb és legnehezebb részek a forróbbak és könnyebbek felett fekszenek. Ezért vannak földünk légkörében is folytonos s részben hirtelen légmozgások, mert ez is a napos talajtól meglegedve, felülről hűtetik le. Csakhogy a Napnak óriási nagysága s hőmérséke mellett, annak meteorologiai processusai is sokkal nagyobbak s erőteljesebbek.



Térjünk most át a világrendszerünk jelenlegi állapotának állandóságát illető kérdésre. Sok időn át általános volt a vélemény, hogy az lényeges tulajdonaira nézve abszolút változatlan. Ezen vélemény főképen azon állításokra támaszkodott, melyeket LAPLACE hosszas s fáradtságos vizsgálódásai végeredménye gyanánt a bolygók háborgatását illetőleg felállított. A bolygók háborgatása alatt, mint már említém, a csillagászok a tiszta kerüléki mozgástól azon eltéréseket értik, melyek a különféle bolygók és drabantok egymásra való hatása által föltételezvék. A Napnak, mint rendszerünk túlnyomólag legnagyobb testének vonzása kiválólag és főképen az az erő, mely a bolygók mozgását meghatározza. Ha ez egyedül működne, minden bolygó folytonosan állandó kerülékben fogna mozogni, mely kerüléknek tengelyei változatlan irányt s nagyságot vennének fel, s a bolygó

változatlan időben futná meg a kerüléket. A valóságban azonban minden bolygóra a Nap vonzóerején kívül valamennyi más bolygó vonzása hat, melyek bár önmagokban kicsinyek, hosszabb időközökben lassú változásokat hoznak elő a kerüléki pálya síkjában s tengelyeinek iránya és nagyságában. Felmerült a kérdés, ha vajjon e pályáknak eme változása nem mehet-e oly fokig, hogy két szomszéd bolygó egymásba ütközzék, vagy hogy egyesek a Napba essenek. Erre LAPLACE azt felelheté, hogy ez be nem következhetik, hogy a bolygópályákban minden e módon előhozott háborgatások időszakilag nőnek és fogynak s mindig egy középállapotba visszatérni kényszerülnek. Hanem jól meg kell jegyezni, hogy LAPLACE vizsgálódásainak eme végeredménye csak azon háborgatásokra érvényes, melyek a bolygók egymás közötti kölcsönös vonzása által hozatnak létre, s csak azon föltétel mellett, hogy semmi másnemű erő mozgásukra behatással nincsen.

Itt a Földön ilyen örökke tartó mozgást, minőnek észlelőeszközeinkre nézve a bolygóké látszik lenni, nem létesíthetünk, mert a földi testek minden mozgásának folytonosan más erők szegülnek ellene. Ezek legismertebbjéit sűrűlődnak, légellenállásnak, rugalmatlan ütközésnek nevezzük.

Így a mechanika alaptörvénye, mely szerint a test minden mozgása, melyre semmi erő behatással nincs, örökké egyenes vonalban, változatlan sebességgel megy végbe, sohasem nyilvánulhat háborítlanul. Még akkor is, ha a nehézség behatását elmellőzzük, például egy golyónál, mely egyenes pályán gurul tovább, azt tapasztaljuk, hogy egy ideig tovább halad, de egyszersmind halljuk, hogy a tovaguruló golyó zörög, azaz hangrázkódásokat közöl az őt környező testekkel; sűrűdik a legsimább pályán is, a körülvevő levegőt magával együtt mozgásba hozni kénytelen; s így mozgásának egy részét ezeknek adja át. Így történik, hogy sebessége folyton kisebbedik, s végül egészen elmulik. Épen így a leggondosabban készített, finom hegyeken nyugvó kerék, ha egyszer mozgásba hozatott, egy ideig forgásban marad, egy negyedóráig, sőt talán tovább megtartja a lendületet, végül

azonban mégis megáll. Mert folyton le kell győznie bizonyos surlódást a csapokon s a lég ellenállását, mely ellenállás különben leginkább az által okoztatik, hogy a kerék által mozgásba hozott légrézecskek egymás között surlódnak.

Ha képesek lennénk testet forgásba hozni, s a leesés ellen védeni a nélkül, hogy egy másikon nyugodjék, s ha képesek lennénk azt abszolút légüres térben helyezni el, úgy az bizonyára örökké változatlan sebességgel fogna tovább mozogni. Úgy látszott, hogy a bolygókra és drabantjaikra nézve ez a földi testekre nézve elő nem állítható eset forog fenn. Úgy látszott, hogy ezek egészen üres világtérben mozognak s nem jöhetnek érintkezésbe semmi más testtel, mely surlódást hozhatna elő, s így mozgásuk, úgy látszott, soha nem kisebbedik.

Hanem a mint Önök láthatják, eme következtetés jogossága azon kérdésen nyugszik: egészen üres-e a világtér? a bolygók mozgásánál nem áll-e elő sehol surlódás?

Azon előhaladás után, melyet a természetismeret LAPLACE óta tön, mindkét kérdésre nemmel kell felelnünk.

A világtér nem egészen üres. Először, benne folytonosan el van terjedve azon közeg, melynek rezgései a fényt és hőt okozzák, s melyet a természettan fényéternek nevez. Másodszor, nehezebb tömegek nagy és kicsiny törmelékei, óriási kö-nagyságuaktól egész a porszemekig, mindenütt el vannak még most terjedve, legalább a térnek azon részeiben, melyeket földünk átszel.

A mi először a fény-étert illeti, annak létezése nem nevezhető kétségesnek. Hogy fény és hő hullámalakban tovaterjedő mozgások legyenek, eléggé be van bizonyítva. Hogy ilyen mozgás a világtérben tovahaladhasson, kell valaminek léteznie, a mi mozog. Sőt eme mozgás hatásainak nagyságából, vagyis abból, mit a mechanika e mozgás eleven erejének nevez, bizonyos határokat is megállapíthatunk, melyek között a mozgó közeg sűrűsége foglaltatik. Ily számítást a híres glasgowi physikus, Sir W. THOMSON vitt végbe a fény-éter számára s úgy találta,

hogy annak sűrűsége alkalmasint rendkívülileg kisebb, mint aze a levegőé, mely egy jó légszivattyúnak úgynevezett légüres térben foglaltatik; hanem az éter tömege nem tehető abszolút nullának. Egy akkora térfogattal bíró fény-éter, minő a Föld, nem nyomhat kevesebbet 2775 fontnál.*

Ennek megfelelnek a világtér tüneményei. A mint egy nehéz kő a légben hajtva alig hágy észrevenni valamely légellenállást, míg a könnyű toll nagyon is érezhetően feltartóztatik, úgy a világtér betöltő közeg is túlrítka abhoz, semhogy a nehéz bolygók, mióta pályáik csillagászati észlelések tárgyává tétettek, ez által mozgásukban valamely érezhető feltartóztatást szenvedtek volna. Másként áll a dolog rendszerünk kisebb testeire nézve. Névszerint ENCKE bizonyította be, a róla nevezett kis üstökösre vonatkozólag, hogy az folyton szűkebb pályát ír le a Nap körül, s kisebb idő alatt futja meg pályáját. Olynemű mozgást viz tehát véghez, minőt Önök az említettem körvonalban mozgó ingánál észlelhetnek, mely a lég ellenállása által sebességben folyton kisebbittetve, folyton kisebb és kisebb köröket ír le vonzó központja körül. Ennek oka a következő. Az erő, mely ellenszegül a Nap vonzásának a bolygók és üstökösök iránt, és a mely megakadályozza, hogy azok a Naphoz mind jobban és jobban közeledjenek, az úgynevezett középpontfutó erő, az az igyekvés, a nekik sajátos mozgást egyenes irányban, pályájuk érintőjének hosszában folytatni. A mint mozgásuk ereje kisebbedik, engednek megfelelőleg a Nap vonzásának és közelednek a felé. Tart az ellenállás tovább, úgy továbbra is közeledni fognak a Naphoz, mignem abba belé zuhannak. Nyilván ezen úton halad az ENCKE-féle üstökös. Hanem ez az ellenállás, mely létezéséről a világűrben ez által bizonyosságot tesz, a bolygók sokkal nagyobb tömegére is hat, ha mindjárt érezhetőleg kisebb mértékben is, sőt már rég idő óta kell is hatnia.

* Enne számítástól elvonatnék min lenesetre az alap, ha igaznak bizonyulna a MAXWEL-féle hypothesis, mely szerint a fény villanyos s delejes rezgéseken alapszik.

A surlódási ellenállásnál sokkal világosabban árulja el jelenlétét egy a világtérben részben finom, részben otromba tömegek alakjában elosztódott anyag, a hulló csillagok és égből hulló kövek által. Ma bizonyossággal tudjuk már, hogy ezek testek, melyek a világtérben kóvályogtak fel s alá, mielőtt földi légkörünk határaiba jutottak. Az erősebb ellenállás által, melyet ez nyújt, mozgásukban fel lettek tartóztatva, s egyidejűleg megizzítva az ezzel összekötött surlódás következtében. Sok megtalálja még a Föld légköréből a kimenetelt, s megváltozott s lassított sebességgel útját a világtérben tovább folytathatja. Mások a Föld felé zuhannak alá, a nagyobbak, mint meteorok, a kisebbek alkalmasint a hő által poralakra robbantatuak szét s láttatlanul hullnak alá. HERSCHEL SÁNDOR hozzávető becslése szerint az égből hullókövek középszámítással az országút köveinek nagyságával bírnak. A légkörnek legritkább s legmagasabb részeiben izzókká lesznek már, négy vagy több mérföldnyi magasságban a Föld felülete felett. Minthogy a világtérben épen azon törvény szerint haladtak tovább, melylyel a bolygók és üstökösök, oly gyorsasággal is bírnak mint ezek, négytől egész kilencz mérföldet hagyva hátra másodpercenként. Ezen is megismerszik, hogy ezek csakugyan «stelle cadenti», mint őket a költők régen nevezik.

Ez az iszonyatos sebesség, melylyel légkörünkbe hatolnak, okozakétségtelenül megizzósodásukat is. Önök mindannyian tudják, hogy dörzsölés által a dörzsölt testek megmelegszenek. Minden gyufa, melyet meggyújtunk, minden rosszul kent kocsi-kerék, minden fűrő, melyet kemény fában forgatunk, tanítja ezt. A levegő dörzsölés által, a szilárd testek módjára, izzóvá lesz, de ugyanezt okozza az összeszorítására felhasznált munka is. Az újabb természettan egyik legnevezetesebb eredménye az, melynek tényleges bebizonyítását főként az angol JOULE-nak köszönhetjük, hogy a hőmennység, mely az ily esetben felhasználatik, pontosan arányos az e célból felhasznált mechanikus munkával. Ha a gépésztudósok módjára

a munkát azon súlynak, mely előhozására szükséges lenne, és azon magasságnak, melyről le kellene esnie, szorozmányával mérjük, JOULE kimutató, hogy az a munka, mely bizonyos súlyú víznek 425 méternyi magasságból való lefolyása által hozatott létre, éppen elegendő lenne ezen vízmennyiség hőmérsékét surlódás által egy Celsius fokkal fölemelni. Milyen munkaequivalense legyen 4—6 mértföldnyi sebességnek, azt a mechanika törvényeinek értelmében könnyű kiszámítani, s ezt melegeg változtatva, elegendő lenne az egy darab meteorvasat 900,000, egész 2,500,000 C. fokig megizzósítani, föltéve, hogy egészen a vasra fordíttatnék, s nem menne át n. gyobb részben, mint rendesen történni szokott, a légre. Ezen számítás annyit legalább is bizonyít, hogy a hullócsillagok sajátos sebessége elegendő ok arra nézve, hogy őket a leghevesebb izzásba hozza. A földi eszközeink által elérhető hő alig haladja meg a 2000 fokot. Az égből hulló kövek legfelsőbb kérge legtöbb esetben valósággal a megkezdődött olvadás jeleit mutatja, és hol az észlelők elég hamar vizsgálták meg a lehullott követ, felületét izzónak találták, míg belseje elválasztott darabjaiban a világtér intensív hidegségével bírt.

Az egyes észlelőknek, ki alkalmilag a csillagos ég felé tekint, úgy látszik, a hullócsillagok ritkábban előjövő, kivételes események. Hosszabb észlelés mellett azonban rendszerint meglehetősen számban látni őket, kivált reggel felé, midőn legtöbb esik. Hanem az egyes észlelő a légkörnek csak egy kis részét látja át, s ha kiszámítjuk az egész Föld felületére, úgy találjuk, hogy naponként körülbelül $7\frac{1}{2}$ millió esik. Magában véve a mi világtájainkon meglehetősen ritkán s egymástól nagy távolságnyra jönnek elő. HERSCHEL S. hozzávetései után számítván, azt találjuk, hogy minden kö száz mértföldnyi távolságra esik szomszédjától, közép-számítással. De a Föld négy mértföldnyi sebességgel halad tova másodpercenként, s átmérője 1700 mértföld, 9 millió köbmérföldnyi világtér söpör tehát másodpercenként s magával ragadja a kőecseket, miket ott talál.

Sok hullócsillag szabálytalanul van a világtérben elosztódva,

ezek alkalmasint olyanok, melyek már a bolygók által szenvedtek háborgatást. A mellett azonban sűrűbb rajok is találkoznak, melyek kerületi pályákban bolyongnak s a Föld útját bizonyos helyeken keresztül szelik, s azért az évnek bizonyos napjain újból fölmerülnek. Így minden évnek augusztus 10-ike válik ki, s minden 33 esztendő után néhány évig a november 12—14-iki pompás tűzijáték. Figyelemre méltó, hogy ezen rajok pályáin bizonyos üstökösök is mozognak, s onnan származik azon gyanítás, hogy az üstökösök lassanként meteor-rajokra forgácsolódnak szét.

E processus igen nevezetes. A mit a Föld eszközöl, eszközlik kétségtelenül a többi bolygók is, és sokkal nagyobb mértékben a Nap, mely felé annál gyorsabban fognak hullani rendszerünknek kisebb, az ellenálló közeg behatásának kitett teste, mennél kisebbek. A Föld és a bolygók millió évek óta söprik össze a világtérnek elszabadult tömeget, s megkötve tartják, a mit egyszer magukhoz húztak volt. Ebből azonban az következik, hogy Föld és bolygók valaha kisebbek voltak mint jelenleg, s a világtérben több anyag volt elszóródva; s ha ezen okoskodást végig folytatjuk, oly állapothoz kell jutnunk, hol talán mindazon anyag, mely most a Napban és bolygóokban van felhalmozva, össze nem függő szakgatottságban kóválygott a világtérben. S ha arra gondolunk, hogy a hullócsillagok azon kisebb tömegei, melyek most esnek, talán finomabb pornak magokhoz vonása által nőttek, akkor egy ködnemű tömegelosztódás ősalapotára látjuk utalva magunkat.

És ez, abból a szempontból, hogy a hullócsillagok s meteorok esése talán egy oly működésnek maradványa, mely valaha világainkat alkotá, nagyon sokat nyer nevezetességében.

Ez egy oly sejdítés lenne, mely mellett a lehetőség beszél, de a mely nem sok valószínűséget vehetne igénybe, ha nem talál-nók, hogy már régen, egészen másnemű megfigyelésekből kiindulva, elődeink ugyanezen hypothesishez jutottak.

Önök tudják, hogy a Napot nagyobb számú bolygók körzik;

a nyolcz nagyobb, Merkur, Venus, Föld, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus s Neptunon kívül, a Mars és Jupiter között, a mennyire mostanig ismeretes, 156* kisebb bolygó vagy planetoid mozog. A nagyobb bolygók körül, úgymint a Föld és a legszélsőbbek: Jupiter, Saturnus és Neptun körül Holdak is futnak, végül pedig a Nap s legalább a nagyobb bolygók saját tengelyeik körül is forognak. Először is feltűnő, hogy valamennyi bolygó s drabantjainak pályasíkja, valamint a bolygók egyenlítő síkjai egymástól nem térnek el nagyon és hogy e síkban minden forgás egy irányban történik. Az egyedüli nagyobb eltérést, mely ismeretes, az Uranus holdjai képezik, melyeknek pályasíkja majdnem merőleges a nagy bolygókéhoz. A mellett kiemelendő, hogy ezen síkok fekvése között a megegyezés általában annál nagyobb, mennél nagyobb testekről és hosszabb pályákról van szó, míg a kis testeknél és kisebb pályáknál, névszerint pedig a bolygóknak saját tengelyök körüli forgásánál az eltérések nagyobbak. Így valamennyi bolygónak, kivéve Merkurt s a Mars és Jupiter közötti kisebbeket, pályasíkja legfőljebb 3° elhajlással bír (Venus) a Földétől. A Napnak egyenlítő síkja is csak $7\frac{1}{2}^\circ$ -al hajlik el, a Jupiteré csak felényivel. Az igaz, hogy a Föld egyenlítő síkja $23\frac{1}{2}^\circ$, a Marsé $28\frac{1}{2}^\circ$ -al tér el, s még többel a kisebb bolygóké és drabantjaiké. Hanem ezen pályákban valamennyien előremenőleg mozognak a Nap körül ugyanazon irányban, s a mennyire fölismerni lehet, saját tengelyök körül is, úgy mint a Föld, t. i. nyugotról kelet felé. Ha egymástól függetlenül állottak volna elő, s jöttek volna össze, úgy mindegyik számára minden pályasík-irány egyenlő valószínűséggel bűt volna, ép oly valószínű az előre, mint hátrafelé való mozgás; erősen elnyújtott kerületi pályák ép oly valószínűek mint a körfélék, melyek mind a nevezett testeknél előjönnek. S valósággal teljes szabálytalanság uralkodik az üstökösök és hullócsillag-rajokra nézve, melyeket csak történetesen napunk vonzó erejének határai közé került képződményeknek tartani többféle okokkal bírunk.

* Jelenleg már 169 ismeretes.

(A fordító.)

A megegyező esetek sokkal nagyobb számban jönnek elő a bolygóknál és drabantjaiknál, semhogy azt a véletlennek tulajdoníthatnók. Ezen megegyezésnek oka után kell kérdezősködnünk, s azt csak abban találhatjuk, hogy az egész tömeg eredetileg összefüggött. Ismerünk bár erőket és működéseket, melyek eredetileg szétszórt tömegeket összegyűjtenek, hanem olyanokat nem, melyek bolygónyi nagyságú tömegeket a térben úgy széjelszórhatnának, mint azt találjuk. Azonkívül erősen elnyújtott kerüléki pályákkal kellene bírniok, ha oly helyen váltak volna el a közös tömegtől, mely a Naphoz közelebb áll. Fel kell tehát vennünk, hogy e tömeg az ő eredeti állapotában legalább is a legszélsőbb bolygó pályájáig volt szétszótva.

Ezek voltak lényegileg azon okoskodások, melyek KANT-ot és LAPLACE-t az ő hypothesisükhöz vezették. Nézetük szerint, rendszerünk eredetileg egy chaotikus ködgolyó volt, melyből eleintén, midőn még a legszélsőbb bolygó pályájáig ért, sok billió köbmérföld alig foglalhatott magában egy gramm tömeget. E golyó, midőn magát a szomszédos állócsillagok ködgolyóitól elszabadította, lassú forgó mozgással bírt. Részének kölcsönös vonzása által megsűrűsödött, és azon arányban, a melyben megsűrűsödött, forgása sebességének is nagyobbodnia kellett, mely őt lapos korong-alakba szorítá össze. A növekvő középpontfutó erő befolyása alatt időnként egyes tömegek váltak el ezen korong szélén, és a mi elvált, ismét egy forgó gömbbé tömörült, a mely vagy egyszerűen bolygóvá sűrűsödött, vagy ezen sűrűsödés alatt maga is peripherikus tömegeket taszítva el, melyekből drabantok lettek, egy esetben pedig a Saturnusnál összefüggő gyűrű alakjában megmaradtak. Egy más esetben a főgolyótól elvált tömeg sok egymástól elválasztott részekre esett szét, s a Mars és Jupiter között levő kisebb bolygók raját hozta létre.

A hullócsillagok természetét illető, újabb tapasztalataink alapján fölismerhetjük, hogy a működés, mely szétszórt tömegeket nagyobb testekké tömörít, még koránt sem ért véget, sőt, habár gyenge maradványaiban, még folyton tart; megjelenési alakja-

ban talán csak az által változott kissé, hogy időközben a világ-
tér gáz- és poralakban elszóródott tömegei is nagyobb rögökké
egyesültek elemeiknek vonzó és kristályosító erői által, mint a
minőkben eredetileg léteztek.

A csillaghullások, mint azon működésnek végbemenő példái,
mely a világtesteket létre hozá, még más tekintetben is neveze-
tesek. Hőt és fényt fejtenek ki, mi az okoskodások harmadik
sorához vezet, s ez által ugyanehhez a célhoz érünk.

Minden élet és mozgás a Földön kevés kivétellel egyetlen
rúgó által tartatik fenn, a Nap sugarai által, melyek fényt és hőt
árasztanak reánk. Ők melegítik át a forró égővek legét, mely
könnyebb lesz és fölfelé száll, mire a sarkok hidegebb levegője
fogalja el helyét. Így áll elő a passzát-szelek nagy légcirkulációja.
Helyi hőmérsékváltozások szárazon és vízen, síkon és hegyekben
többfélekép is változtatólag hatnak be e nagy mozgalmakba, s a
szélnek szeszélyes változásait hozzák elő. Meleg vízgőzök száll-
nak fel a meleg léggel, felhőkké sűrűdnek össze, s a hidegebb
égővek alatt, vagy a hegyek havas tetején mint eső, hó hullanak
alá. A víz patakokba, folyókba gyűl, nedvesíti a síkokat s lehe-
tővé teszi az életet, elmállasztja a köveket, magával sodorja tör-
meléköket s így működik a föld geologikus átalakításán.

Csak a napsugarak behatása alatt nő fel a földnek tarka
növénymeze, s míg nő a növény, szerves állományokat halmoz
magában össze, mely az egész állatvilágnak táplálékul, az em-
bernek kiválóan ezenfelül tüzelőül is szolgáland. Magok a kő- és
barna szenek, gőzgépünk erőforrásai őskori erdőknek maradvá-
nyai, a Nap sugarainak régi előhozományai.

Csodálkozhatunk-e, ha őseink az áriai törzsből Indiában és
Perzsiában az istenség legalkalmasabb jelvényének a Napot tar-
tották? Nekik igazok volt, ha azt tekintették minden élet aján-
délkozójának, mint végső forrását mindannak, mi a Földön
vége megy.

Hanem hol veszi a Nap ezen erőt? Sokkal intensivebben
lövel ki fényt, mint az földi eszközökkel elérhető. Oly mennyi-

ségű hőt fejleszt, mintha óránként 1500 font szén égne el felületének minden négyszöglábján. A belőle kisugárzó hőnek az a kicsiny tört része, mely légkörünkbe hatol, nagy mechanikus munkát végez. Hogy a hő képes ilyesmire, a gőzgép tanítja nekünk. Svalósággal a Nap itt a Földön egy fajta gőzgépet hoz mozgásba, mely hasonlíthatatlanul nagyobbszerű eredményeket hoz létre, mint a művileg összealkotott. A légköri vízcirculáció hozza ugyanis a tropikus tengerek gőzzé vált vizét a hegyek ormaira s egy nagyszerű vízemelő gépet ábrázol, melynek eredménynagyságával semmiféle mesterséges gép távolról sem hasonlítható össze. Fentebb adtam már a hő mechanikai *aequivalensét*. A szerint számítva, a Nap hőkisugárzása által létrehozott munka egyenlő 7000 lóerő folytonos munkájával a Nap felületének minden négyszöglábjára.

A gépészeket már rég megtanítá a tapasztalás, hogy a hajtó erőt nem lehet semmiből teremteni, hogy azt csak a természetnek számunkra nyújtott s szorosan meghatározott készletéből vehetjük, mely készleten önkényül nem nagyobbíthatunk, akár a víz és szél áramlataiból merítsük azt, akár a közszentelepekből vagy emberek és állatok munkájából, kik és melyek nem tudnak dolgozni élelmiszerek felhasználása nélkül. Ezen tapasztalatokat az újabb physika általános érvényűvé emelé, melyek alkalmazhatók a természetműködések nagy egészére s függetlenek az emberek különleges érdekeitől. Általánosítva s összefoglalva vannak ezek a minden felett uralkodó *erőmegmaradás* természeti törvényében. Nem lehet természettörvényt vagy természettörvények sorozatát találni, bármily különfélék legyenek is a köztök levő kölcsönös viszonyok, melyek által mozgató erőt lehetne nyerni megfelelő felhasználás nélkül. S a mint az emberiség itt a földön bizonyos meghatározott készletet talál a munkaképes mozgató erőből, melyet felhasználhat, de meg nem szaporíthat, úgy kell annak a természet nagy egészében is lennie. A világmindenség is határolt erőkészlettel bír, mely benne működik a tünemények mindig változó alakjában,

elenyészhetlenül, meg nem szaporíthatva, örökké és változatlanul mint az anyag. Mintha valami sejtelme lett volna róla GOETHE-nek, midőn a föld szellemét, mint a természetereő képviselőjét így beszélteti saját magára vonatkozólag:

A tett viharán,
A lét özönén,
Föl alá szaporán
Megyek én, kelek én.
Temetés fogadásra
Mint tenger ujl,
Lét váltakozása
Határtalanul.
Igy forg az Idő s fonalas kerekén
Az ur eleven köpenyét szövöm én.*

Térjünk most vissza azon kérdésre, mely bennünket itt foglalkoztatott, hol vette a Nap azon iszonyú mennyiségű hőt, melyet kilövel?

A földön az elégsémi működések leggazdagabb forrásai a hőnek. Előállhat-e vajjon a Nap heve valamely elégség végbemenetele által? Erre a kérdésre teljesen és biztosan nemmel felelhetünk, mert tudjuk már, hogy a Nap az általunk ismert földi elemeket foglalja magában. Válaszszuk ezek közül azt a kettőt, mely legkisebb tömeg mellett egyesülésökkor legnagyobb hőmennyiséget hozhat létre; tegyük föl, hogy a Nap hidrogén- és oxgyénből áll, azon arányban vegyülve, melyben azok az elégségnél vízzé egyesülnek. A Napnak anyaga ismeretes, s azon hőmennyiség is, mely ismert súlyú hidrogén és oxgyén egyesülésénél előáll. A számítás azt tanítja, hogy ezen föltétel mellett az elégség által előállott hő elegendő lenne a Nap kisugárzását 3021 évig fenn tartani. Ez természetesen hosszú idő, de az emberiség története tanítja, hogy a Nap sokkal tovább világított és melegített mint 3000 esztendeig, és a geologia semmi kétséget nem hagy fent az iránt, hogy ezen idő millió és millió esztendőkre teendő.

Az ismeretes chemiai erők tehát oly annyira elégtelenek, még a legkedvezőbb föltevések mellett is, akkora hőlétesítés meg-
Dóczy, Faust, 24. l.

magyarázására, milyen a Napban megy végbe, hogy ezen hypothesis egészen el kell ejtenünk.

Sokkal nagyobb szabású erők után kell látnunk; s csak a kosmikus vonzóerőt találjuk még ezenfelül. Láttuk már, hogy az aránylag kicsiny hullócsillag- és meteor-tömegek, ha földünk légköre sebességek útjában áll, rendkívüli nagy hőmennyiséget hozhatnak elő. Az az erő azonban, mely eme sebességet előhozá, nem más mint a gravitáció. Ismerjük ezen erőt mint valóságos mozgatóerőt bolygónk felületén, hol Földi súly gyanánt nyilatkozik. Tudjuk, hogy a Földről fölemelt súly óráinkat mozgásba hozhatja, hogy a hegyekről lejövő víznek súlya malmainkat hajtja.

Ha súly a magasból alá esik s a talajra ütődik, annak tömege mindenesetre elveszti a látható mozgását, melylyel mint egész birt; de a valóságban eme mozgás nemvész el, hanem a legkisebb elemi részekre megy át, s a tömecseknek eme láthatatlan rezgése a hőmozgás. A látható mozgás az ütődés által hőmozgássá alakíttatik át.

A mi e tekintetben a súlyról áll, áll épen úgy a gravitációról is. A nehéz tömeg, bármilyen legyen is az, mely egy másik nehéz tömegtől elválasztva a térben lebeg, munkaképes erőt ábrázol. Mert a két tömeg vonzza egymást, s ha központfutó erő által nem akadályozva, ezen vonzás behatása alatt egymáshoz közelednek, ez folyton növekvő gyorsasággal fog történni; s ha végül e gyorsaság akár hirtelen összeütődés, akár lassanként, mozgékony részeknek surlódása következtében, megsemmisíttetik, megfelelő mennyiségű hőmozgásba megy át, melynek értéke kiszámítható, a hő és mechanikai munka között levő æquivalens szerint, melyet fentebb adtunk volt.

Nagy valószínűséggel föltehetjük, hogy a Napon sokkalta több meteor hull mint a Földön, s hogy nagyobb sebességgel hullanak, tehát több hőt is adnak. Az a hypothesis azonban, hogy a Nap hevének egész értéke, mely a kisugárzásnak megfelel, folyton meteorhullás által állíttatik elő, oly hypothesis, melyet

MAYER ROBERT állított fel, s több más physikus kedvezően fogadott, Sir THOMSON W. kutatásai szerint nehézségekbe ütközik, a mennyiben ez esetben a Nap tömegének oly mértékben kellett volna nőnie, hogy annak következményei a bolygók gyorsuló mozgásában már elárulták volna magukat. Legalább a Napnak nem egész kisugárzott hőmennyisége nyeretik ez úton, legfőljebb annak egy része, mely azonban meg lehet jókora rész.

De ha így semmiféle jelenleg ismeretes erő nem képes létrehozni, hogy a hő, melyet a Nap kiád, pótoltsassék, úgy a Napnak ősidőtől bizonyos mennyiségű hővel kell bírnia, melyet lassanként oszt ki. Hanem honnan e hőmennyiség? Tudjuk már, hogy csak kosmikus erők hozhatták elő. Itt segélyünkre jő az előbb megbeszélt s a Nap eredetére vonatkozó hypothesis. Ha a Napnak anyagtömege valaha szét volt szórva a kosmikus térben, s azután sűrűsödött meg, azaz az égi nehézkedésnek hatása alatt egymásra esett, s ha azután az előállott mozgás surlódás és ütődés által megsemmisítettett, a mennyiben hőt hozott létre, akkor az ilyen megsűrűdés által előállott új égitestek oly hőtárt kaptak magokkal, melynek tartalma nem csak tekintélyes, de részben óriási.

A számítás azt mutatja, hogy a vízával egyenlő hőfoghatóságot tulajdonítván a Napnak, 28 millió fokra hághatott volna e hőmérsék, ha az egész hőmennyiség egyszerre, minden elvesztegetés nélkül a Napban valamikor együtt lett volna. Azt nem tehetjük fel, mert az ily hőmérsékemelkedés a megsűrűsödés legnagyobb hátránya leendett volna. Sokkal valószínűbb, hogy a hőnek egy jó nagy része, mely a sűrűsödés által hozatott elő, még mielőtt ez befejeztetett, elkezdett a térbe kisugárzani. Hanem az a hő, melyet a Nap eddig megsűrűsödés által kifejtetett, elegendő lenne annak jelenlegi hőkiadását az elmúlt kor 22 millió évére fedezni.

És a Nap nyilván nem oly sűrű még, mint a milyen még lehet. A szinképelemzés azt mutatja, hogy nagy vastömegek s más ismeretes földi hegyalkotó részek vannak meg benne. A nyomás,

mely belsejét sűrűbbé tenni igyekszik, 800-szor oly nagy mint az, mely a Föld székében honol, s mégis a Nap sűrűsége alig egy negyede a Föld közepsűrűségének, alkalmasint roppant hőmérsékének következtében.

Nagyon valószínűnek lehet tartanunk, hogy a Nap sűrűsödésében még tovább fog menni, s ha csak oly sűrű lesz is mint a Föld — a belsejében levő roppant nyomás következtében azonban alkalmasint sokkal sűrűbb leend — ez új hőmennyiséget fog előhozni, mely elegendő lenne 17 millió évig pótolni azon intenzitását a napfénynek, mely jelenleg minden földi életnek forrása.

Rendszerünk kisebb testei kevésbé hevülhettek föl mint a Nap, mert az újonnan hozzájuk csatlakozó tömegek vonzása náluk kisebb volt. Mégis az oly test, mint a Föld, ha hőfoghatóságát a vízzel teszszük egyenlővé, még mindig 9000 foknyi hőre emelkedhetett, tehát többre, mint mennyit lángjaink által előhozni képesek vagyunk. A kisebb testeknek előbb is kellett kihűlniök, legalább addig, míg cseppfolyó állapotban voltak. A hő, mely bányákban s átfúrásoknál a mélység szerint nő, a hőforrások s vulkanikus kitörések létezése arra mutat, hogy a Föld belsejében igen magas hőmérsék uralkodik, mely alig lehet más, mint a képződés idejéből felgyült készletnek maradványa. Legalább azok a kísérletek, melyek a Föld belső hévének magyarázására újabb chemiai működéseket vesznek föl, eddig nagyon önkényes föltételekre támaszkodnak s meglehetősen elégtelenek azzal szemben, hogy a belső földmeleg általában egyenletesen van eloszolva.

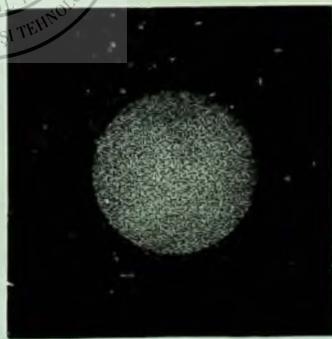
A mellett feltűnik, hogy a nagyobb bolygók: a Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptun tömegeinek tömötsége csekély mint a Napé, míg a kisebb bolygók és a Hold a Földéhez közelednek. Itt is nagyobb kezdetbeli hőmérsékre s lassúbb lehülésre kell gondolnunk, mely nagyobb tömegeknek a sajátja. * A Hold ellenben felületén afféle képződményeket mutat,

* Fénymérési kísérletekből — melyek azonban még megerősítésre várnak, — azt következteti ZOELLNER, hogy a Jupiter jelenleg még saját izzó-fénnyel bír.

melyek feltűnő módon emlékeztetnek a tűzhányók tölcseire s arra utalnak, hogy drabantunk régente izzó hővel bírt. Erre továbbá forgásának különös neme is, hogy t. i. a Föld felé mindig ugyanazon oldalát mutatja, mely sajáttság folyadéki surlódás következtében hozathatott létre. Felületén folyadék többé nem vehető észre.

Látják Önök, milyen különböző utak vezettek bennünket ugyanazon kiinduló állásponthoz vissza. A KANT-LAPLACE-féle hypothesis a tudomány legszerencsésebb fogásának bizonyul, melynek merészsége fölött előbb csodálkozunk, s midőn minden oldal felé fölfedezésekkel lép kölcsönös viszonyba, következtetéseiben igazoltnak tűnik fel, bizalmunkat nyeri ki. Ehhez jelen esetben még egy más körülmény is járult, t. i. az a tapasztalás, hogy ezen átalakulási működések, melyeket a megbeszélt elmélet föltételez, most is — habár kisebb mértékben, — létrejönnek, s hogy ezen átalakulás minden stádiumai jelenleg is léteznek.

Mert mint eleinte láttuk, a már képezett nagy testek most is nőnek, midőn a világtérben elszórvan levő meteornemű tömegeket tűztűnemény mellett magokhoz vonják. A kisebb testek most is a Nap felé hajtatnak lassankint, a világtér ellenállása által. Az állócsillagok egén most is 5000 csillagködnél többet látunk HERSCHEL J. legújabb katalógusa szerint, melyek közül az elegendő fénynyel bírók rendszerint finom világos vonalakból álló színeképet mutatnak, mint az izzó gázok. A csillagködök részben kerekded

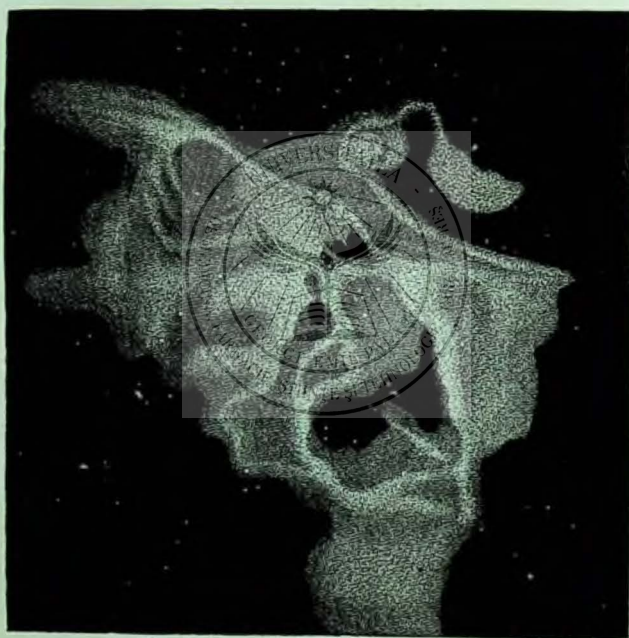


8. ábra.

képződmények, úgynevezett bolygó ködök (8. ábra), részint szabálytalan alakúak, mit a 9-ik ábrában feltüntetett nagy köd az «Orion»-ban, részben pedig gyűrű-alakúak, mint a 10-ik ábrában a «Vadászkutyák»-beli. Legtöbbnyire homályosak, s egész

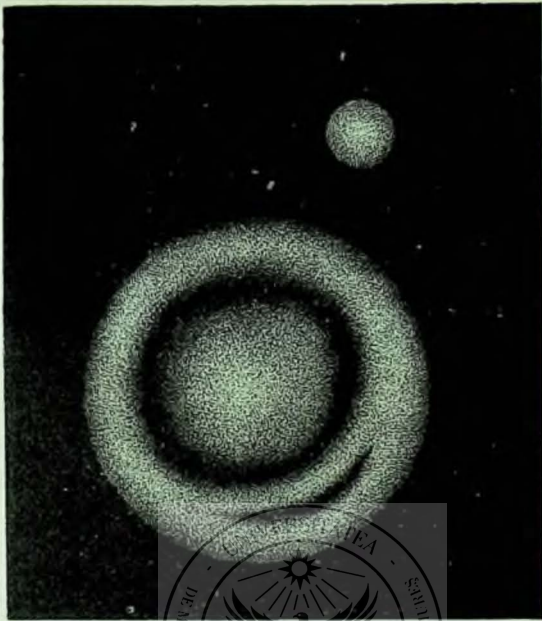
felületekkel világlok, míg az állócsillagok mindig csak világló pontok gyanánt tűnnek fel.

Sok ködben kisebb csillagokat lehet megkülönböztetni, mint a 11-ik és 12-ik ábra mutatja a Vadászból és Szekeresből. Mind több csillagot lehet bennök megkülönböztetni, mentől jobb teleskopok használtatnak elemzésökhöz. Azért a színekép-elemzés feltalálása előtt a HERSCHEL W. által felállított vélemény birt a legtöbb valószínűséggel, mely szerint az, mit mi ködnek



9. ábra.

nézünk, csak más tejútrendszerek finom csillagainak halmaza. A színekép-elemzés azonban sok oly csillagködöknél is gázoknak megfelelő színeképet mutatott fel, melyek csillagokat foglalnak magokban, míg a valóságos csillaghalmazok a szilárd testek folytonos színeképet mutatják. Rend szerint 3 felismerhető vonala van a ködfoltnak, egy a kékben a hidrogénnek, egy a kékszöld-



10. ábra.

ben a nitrogénnek * felel meg, míg a harmadik, e kettő között, ismeretlen eredetű. A 13-ik ábra a Sárkány egy kicsiny, de fényes ködének ilyen színeképét mutatja. Más fényes vonalak nyomai



11. ábra.



12. ábra.

* Talán az oxigénnek? E vonal a légköri levegő színeképében jön elő s a tiszta oxigén színeképében VOGEL H. C. észleléseikor hiányzott.

is tűnnek a mellett fel néha, mint a 13-ik ábrában a folytonos színekép nyomai, melyek azonban mind sokkal gyengébbek, sem-hogy pontos vizsgálódás lehető lenne. A mellett meg kell jegyezni, hogy a folytonos színeképet adó tárgyoknak fénye, ha



13. ábra.

az gyenge, a spectroscop által nagyobb felületen széthúzza vagy felette meggyengítették vagy egészen kioltatik, míg világos gázvonalaknak szét nem bontható fénye együtt marad és azért látható. A ködfoltok fényének szétbontása mindenesetre azt mutatja, hogy világító felületüknek túlnyomólag nagy része izzó gázoktól származik, melyeknek kiváló alkatrészét a hidrogén képezi. A bolygószerű, kerek vagy korongalakú ködökről azt lehetne hinni, hogy bennök a gáztömeg bizonyos egyensúlyi állapotot ért el; de a többiek mind a legszabálytalanabb alakokat mutatják, melyek semmi tekintetben sem felelnek meg az ilyen egyensúlyi állapotnak. Miután azonban, ennek daczára, mióta ismereteseek s vizsgáltatnak, alakjokat épen nem vagy csak észre nem vehetőleg változtatták, vagy igen kevés tömeggel kell bírniok, vagy roppant nagyok s tőlünk roppant távol fekszenek. Az első alternativa nem nagyon valószínű, mert kicsiny tömegek hőjüket hamar el is fognák veszteni, s csak a másik feltevés marad fent, hogy iszonyú méreteik s távolságaik vannak. Ezen következtetésre jutott, különben már HERSCHEL W. is, azon föltevés mellett, hogy a ködfoltok csillagok halmazai.

Azon ködfoltokhoz, melyek gázvonalakon kívül még tömörebb testeknek folytonos színeképet mutatják, más, részint feloldhatatlan, részint csillaghalmazokra feloldható foltok csatlakoznak, melyek csak az utóbbi természetű fényvel bírnak.

Az alakuló világoknak ezen kezdetleges állapotához az égbolt megszámlálhatatlan világító csillagai csatlakoznak, melyek száma

minden új s tökéletesebb teleskopban még nagyobbodik. Nagyságukra, világítóerejükre s egészben véve felületek chemiai tulajdonságaira nézve is hasonlók a mi Napunkhoz, habár tartalmilag egyes elemekre nézve különbségek is lehetnek.

Hanem a világtérben egy harmadik állapotot is találunk, a kialudt Napokét; erre is vannak tényleges bizonyítékaink. Először is a történelemben elég gyakori példái merültek fel a felbukkanó új csillagoknak. 1572-ben észlelt egy ilyet TYCHO DE BRAHE, mely lassanként aludt ki s két évig volt látható, mozdulatlanul állt, mint az állócsillag, s végre a homályba tért vissza, melyből oly hirtelen fölmerült. Úgy látszik legnagyobb volt az, melyet KEPLER 1604-ben szemlélt, mely fényesebb volt egy elsőrendű csillagnál, s 1604. szeptember 27-től 1606. márcziusig észleltetett. Feltűnésének oka talán egy kisebb világtesttel való összeütődésben állott. Egy újabb esetben, midőn 1866. május 12-én egy tizedrendű csillag a Koronában hirtelen másodrendűvé lobogott fel, izzó hydrogénnek kitörése hozta a fényt elő, mint a színeképelemzés mutatta. Ez csak 12 napig világlott.*

Más esetekben a homályos égitestek szomszédos fénylő csillagokra gyakorolt vonzásuk által árulták el jelenlétüket, amazoknak ennek folytán előállott mozgása által. Ilyen behatást a Sírison és Procyonon lehetett észrevenni. A Sírist illetőleg valóban sikerült CLARKE ALVAN-nak s POND-nak 1862-ben az amerikai Cambridgenek új refractorával egy alig látható csillagot feltalálni, melynek világító ereje bár igen csekély, de a mely majdnem 7-szer súlyosabb mint Napunk, valami fél akkora tömeggel bír mint a Sirius, melytől a távola körülbelül akkora mint a Neptuné a Naptól. Ellenben a Procyon kísérőjét nem sikerült eddig szemmel látni; úgy látszik, egészen sötét.

* 1876. deczemberében ismét egy új ilyen tűnemény észleltetett. A hó 2-ik napján még harmadrendű csillag gyanánt ragyogott, 20-án már alig volt nyolczadrendű. Színeképe izzó hydrogén, oxygen, nátrium s magnesiumgázokról tett tanúságot, s a napfogyatkozásakor látható napkorona vonalai is előjöttek benne.

(A ford. jegyz.)

Tehát elhamvadt Napok! A tény, hogy ilyenek is léteznek, új súlyt ad azon okoknak, melyekből következtethetjük, hogy Napunk is oly test, mely lassan fölemésztí meglevő hőkészletét, s egykoron ki fog aludni.

Az időtartam, melyet fentebb 17 millió évre mondtam, alkalmasint nevezetes meghosszabbítást fog nyerni a kisugárzás lassankénti fogyása, beléje hulló meteorok okozta növekvés és nagyobb fokú megsűrösödés által, mint én azt a fentebbi számításnál fölvettem. Hanem eddig semmi természetműködést nem ismerünk, mely feloldozná földünket a sors alól, mely más Napokat nyilvánvalólag már ért. Ez oly gondolat, melynek nem adhatjuk át magunkat visszaborzadás nélkül; úgy tetszik, a jótékony alkotó erő megsértése ez, melynek működésével mindenütt találkozunk, különösen pedig minden viszonyokban, melyek az élő lényeket illetik. Hanem belé kell épen szoknunk a gondolatba, hogy mi, kik oly örömet tekintenők magunkat a teremtés központja és végeztélja gyanánt, csak porszemek vagyunk a Földön, mely maga is csak porszem a roppant világtérben, és hogy nemünknek eddigi tartama, ha mindjárt az írott történet határain túl, a czölöpépítések és a mammoth koráig visszük is azt vissza, csak egy pillanat bolygónk őskorával hasonlítva össze, midőn élő lények tanyáztak rajta, melyeknek maradványai régi sírjaikból idegenül, hidegen néznek reánk. De még sokkal inkább elvész az emberiség létezésének időtartama, ha azon iszonyú idők folyamával hasonlítjuk össze, mely alatt a világok alakultak, s még akkor is alakulni fognak, midőn a mi Napunk már elhamvadt, és Földünk vagy a hidegtől meredt meg, vagy rendszerünk izzó központi testével egyesült.

De vajjon ki tudná megmondani, hogy az ifjú Föld meleg tengerének lakói, kikben talán saját ősapáinkat kell tisztelnünk, nem ugyanazon borzalommal tekintették volna-e a mostani hidegebb állapotot, mint mi a Nap nélküli világot? Vajjon ki tudná megmondani, utódaink 17 millió év után a tökély mily fokára fognak emelkedni, tekintettel az élet föl-

tételeihez való csodálatos alkalmazkodásra, mely minden szerves lénynyel közös, talán a mi csontmaradványaink nekik ép oly iszonyatosak lesznek, mint nekünk az ichthyosaurusé most, talán ők egy finomabb egyensúlyhoz levén idomulva, a hőmérsék szélsőségeit, melyek között mi mozgunk, ép oly rombolóknak s erőszakosaknak fogják tartani, minőknek nekünk tűnnek fel az előbbi geologiai idoszakok. S ha egyszer Nap és Föld mozdulatlanul fogna megmeredni, ki tudná megmondani, milyen új testek lesznek készen az élet befogadására. Az égből hulló kövek szénhydrogén vegyületet tartalmaznak olykor, az üstökösök fejének sajátos fénye oly színeképet mutat, mely leginkább hasonlít a szén-hydrogént tartalmazó gázokon átbocsátott villanyszikráéhoz. S a szén éppen az a sajátos elem minden szervi vegyületre, melyből az élő testek alkotva vannak. Vajjon ki tudná megmondani, hogy ezen testek, melyek az egész világtérben bolyongnak, nem vetik-e el az élet csíráit mindenütt, a hol egy új világtest képes lesz szerves teremtményeknek hazául szolgálhatni. S ezen életet csíráiban talán a mienkkel rokonnak fognók tartani, bármily elütő alakban fogna is az új hazájának állapotaihoz idomulni.

De bármikép történjék is ez, a mi erkölcsi érzetünket földünk minden élő teremtményének egykoron, ha még oly sokára történő elenyészésének gondolatánál különösen az a kérdés kelti fel, hogy mindez az élet csak czéltalan játék-e, mely vad erőszakosság szétrombolásának lesz kitéve egykor? Be kezdjük látni DARWIN nagy gondolatainak világánál, hogy nem csak öröm és kellemes érzet, hanem a fájdalom, küzdés és halál is azon hatalmas eszközök, melyek által a természet az ő finomabb és tökéletesebb életformáit előfejt. S különösen mi emberek tudjuk, hogy értelmünket, állami és erkölcsi életünket illetőleg azon örökségen élődünk, melyet őseink munka, küzdés és feláldozás által szereztenek, és hogy a mit mi e tekintetben szerzünk, az meg utódaink életét fogja megnevesíteni. Azért az egyes, ki az emberiség ideális céljaira habár

szerény helyen s szűk hatáskörben közreműködött, félelem nélkül viselheti el a gondolatot, hogy öntudatának fonala egykor elszakad. Hanem a gondolattal, hogy egykor az élők minden nemzetsége s vele az elmúlt nemzedékek szorgalmának minden gyümölcsei végleg elenyésszenek, még oly szabadon gondolkodó férfiak sem tudtak kibékülni, mint LESSING vagy STRAUSS DÁVID.

Eddigelé semmi tudományos észlelés által megállapítható tényt nem ismerünk, mely a mellett bizonyítana, hogy az élet finom és bonyolódott mozgási alakja, másként mint a szervitest nehéz anyagához kötötten létezhetnék, s hogy oly módon haladhatna odább, mint a hogy egy húrnak hangrezgése eredeti keskeny és szilárd lakából kikél s a légtengerben kiterjeszkedik, a mellett hangmagasságát s hangszínezetének minden sajátosságait megtartja, s alkalmilag egy előtalált hasonló hang fölvételére alkalmas húrba bevonul, vagy egy éneklésre hangolt lánghoz hasonló hangot hoz elő. Maga a láng, az élet nélküli természet tünetei között az élet leghasonlóbb képmása, kialakulhatik, de az általa előhozott meleg tovább fennmarad, szétrombolhatatlanul, elenyészhetetlenül, mint láthatatlan mozgás, majd mozgékony anyagtömeceket rázkódtatva meg, majd mint éterrezgés sugározva ki a tér megmérhetetlen mélyibe. És akkor is megtartja eredetének sajátos tulajdonait, s az észlelőnek, ki a színképszűrő által kérdezi ki, elmeséli történetét. Újból egyesülve sugarai, új lángot gyújthatnak fel s új testbeli életet nyerhetnek megint.

Miként a láng látszólag ugyanaz marad, s azon alakban s tulajdonokkal bír, noha pillanatonként újon odalépő eléghető gőzöket s új légköri oxygént von felszálló légáramának örvényébe s miként a hullám változatlan alakban halad tova, noha pillanatonként új vízrészecskékből építi magát elő, úgy az élő lényekben is nem az anyagnak meghatározott tömege, melyből a test jelenleg áll, az, melyhez az egyediség fenállhatása kötve van. Mert a test anyaga, miként a lángé folytonos és aránylag

gyors változásnak van alávetve, annál gyorsabbnak, mennél élénkebb az illető szerv életműködése. A test némely alkatrészei napok, mások hónapok, míg megint mások évek múlva újulnak meg. Az, a mi a külön egyedeknél állandón megmarad, miként a lángnál és hullámnál, csak a mozgási alak, mely örvényébe szakadatlanul újabb anyagot von s a régít ismét kilöki. A süket fülű észlelő csak addig ismeri fel a hanghullámozást, míg nehéz anyaghoz láthatólag, tapinthatólag tapad. A mi érzékeink e tekintetben, az életet illetőleg, nem hasonlók-e a süket fülhöz?



