This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Megjelenik minden évnegyed 1-ső napján 3 nagy nyolczadrét ívnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 1 frt ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettudom. Közlönnyel együtt, 6 frt.

XXII. KÖTETHEZ. 1890. OKTÓBER. 4-dik PÓTFÜZET.

A színkép-elemzésről.*

Századunk második felében, nemsokára az erély megmaradása elvének szabatos kifejezése után s kétségen kivűl ennek hatása alatt egy új tudás-ág keletkezett, mely egyrészt, az alapját tevő Kirchhoff fölfedezte törvény miatt, a fizikában is elvi fontosságra emelkedett, másrészt, érdekességénél fogva, csakhamar tágabb körökben is általános figyelmet keltett: értem a színkép-elemzést, a spektrál-analízist. Érdekes marad a távolabb álló előtt is mindig a módszer, mely bennünket távol, vagy épen elérhetetlen messzeségekben lejátszódó jelenségekkel hoz kapcsolatba. Ez volt az új analízis első feladata, ennek köszöni az általános érdeket: méltányos, hogy ezzel kezdjük mi is rövid ismertetésünket, melynek folyamán az újabb haladásokat, az újabb törekvéseket is iparkodom fölemlíteni.

Mint a spektrál-analizisről tartott majdnem minden népszerűbb előadásban, én is azzal kezdhetném, hogy a fény és hang között levő analógiákat hoznám föl. Elmondhatnám, hogy a mi a hangnál a magasság, az a fénynél a szín; elmondhatnám, hogy az első jelenség rezgő mozgáson alapszik, s hogy a másodikról ma ugyanazt tételezzük föl, a mi az analógia találó voltát még fokozza; és fölhozhatnám, hogy valamint a hangszínezet, azaz a zenei műszerek alaphangjával járó és mellette megjelenő felhangok a hangforrást oly teljesen jellemzik, hogy még a nem iskolázott fül is teljes biztossággal meg tudja ítélni valamely hangnak valamely forráshoz való hozzátartozását: úgy valamely anyag kibocsátotta fényegyveleg is fölismerhetőn magán hordja a fényforrásra jellemző tulajdonságok bélyegét.

Nem fogok ez analógiákkal élni, hanem a korán elhúnyt astrofizikusnak, Zöllner-nek* példájára támaszkodva, hasonlataimat a szép nem foglalatoskodásaiból merítem.

* Előadatott a Term. tud. Társulat szakülésen, 1890, ápr. 16-ikán.

** Ueber die physische Beschaffenheit der Sonne. Wissensch. Abhandlungen. IV. k. 25. l.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Képzeljék, hogy rövidke estélyünk után hazaérve, a készen tartott gyertyát az ilyenkor már sötét szobában meggyújtják. De csodálatos, a gyertya meg van bűvölve: fénysugarak helyett megszámlálhatatlan, apró, fénylő üveggyöngyöt szór. És ezek a gyöngyök nemcsak egyszínűek, hanem a legmélyebb vörös színtől a sárgán, a zölden át minden árnyalat meg van bennök a legsötétebb ibolyáig.

Valamely nagyon is tudós professzor ennek láttára tán mély elméjű okoskodásokba merülne, hogy földerítse e különös tünemény okait. Mennyivel gyakorlatiasabban viselkednék hasonló helyzetben a nő! A váratlan, gyönyörű tüneményen való rövid, de szívből fakadó öröm után csakhamar összeszedné a gyertya beléből még folyton kilövelt tarka szép gyöngyöket, hogy másnap alkalmas hímzésre használja. Azt hiszem, hogy az ilyen hímzés legalkalmasabb tárgya valami olvasójegy, vagy servietakötő lehetne, mert szalagalakú tárgyon valamennyi gyöngynek minden színárnyalata egyformán fölhasználható, sőt igen hatásosan csoportosítható.

Ez a kézimunka azonban még sem halad olyan gyorsan, mint gondolnók; mert a megbűvölt gyertya összevissza hányja fénylő gyöngyeit. Első dolgunk tehát ezeknek szín szerint való rendezése. Nagy munka az, mely az apró gyöngyök rendkivül nagy száma és az előforduló árnyalatok sokfélesége mellett talán még a kipróbált női türelmet is meghaladja. De nem kétlem, hogy a fölfedezések korszakában, melyet most élünk, csakhamar akadna valaki, a ki ezt a rendezést gép segítségével végeztetné, ha ily fajta szalagok pl. divattárgyakká lennének. Sőt e mechanikai rendezést nem is fogjuk oly nagyon nehéznek, a hozzá való gépeket nem is valami komplikáltaknak tartani, ha a gyöngyök közelebbi megtekintésére azt tapasztaljuk, hogy nagyságuk teljességgel csak a színtől függ, úgy hogy a sötétvörös gyöngyöknek közel kétszer akkora átmérőjök van, mint az ibolya-színűeknek.

Félek, hogy kis mesém fárasztó kezd lenni, mert tárgyammal való kapcsolata még eddig csak dereng; mindamellett még egy darabig folytatnom kell.

Tegyük fel, hogy az előttünk lejátszódó érdekes tünemény annyira leköti figyelmünket, hogy tovább is háborítatlanúl nézni akarván, lemondunk az esteliről s beérjük a gyöngyeső mellett elköltendő teával. Kéznél van a borszesz-lámpa; meggyújtjuk és, meglepetésünkre a megszokott halvány fény helyett ez is fényes gyöngyöket szór, melyeket szintén gyűjtünk. De ugyancsak fokozódnék csodálkozásunk, ha másnap ennek a lángnak gyöngyeiből is akarnánk szivárvány színű szalagot varrni: ez merő lehetetlenség volna, mert valamennyi gyöngy egyszínű, halványsárga.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

A borszesz-lámpába véletlenül bejutott konyhasó-szemecske a gyöngyeső sűrűségét, intenzitását növelné és elég okunk volna hinni, hogy e konyhasó, vagy annak valamely alkatrésze a sárga gyöngyök okozója. Megbizonyosodnánk ebben, ha tapasztalnók, hogy minden más anyag más-más színű gyöngyöt varázsol elő: a strontium a legszebb piros, a calcium zöldes, a thallium a legszebb zöld gyöngyöt, némelyik anyag több fajta, de egy és ugyanazon anyag mindig ugyanazon színű gyöngyöket hozza létre. Ha ezeket is fel akarjuk használni szalag hímzésére, következetesen oda fogjuk varrni a gyöngyöket, a hol a teljes szivárványszínű szalag azonos színárnyalata áll és a szalag természetesen annyi színes sávból fog állani, a hány fajta gyöngyöt az illető anyag a borszesz-lámpa lángjából kiszórt.

Nagyon természetes, hogy most ezeket a szalagokat megfordítva arra is használhatjuk, hogy eldöntsük, minő anyagok voltak a borszesz-lángban, midőn a szalagunkat alkotó gyöngyöket szórta. Valahányszor a szalagon a halványsárga csíkkal találkozunk, bizton mondhatjuk, hogy a lángban konyhasó, vagy ennek egy alkatrésze volt. Ha több anyag volna jelen a lángban, a szalagon több csík is leend, annyi, a hány gyöngyfajt a jelenlevő anyagok összesen szórtak. S ha e csíkok eredete vagy hovatartozósága előttünk ismeretlen, csak olyan anyagot kell keresni, a mely lángba téve, e csíkkal egyárnyalatú gyöngyöt hoz létre. Hogy a szalaghoz fölhasznált gyöngyök milyen távolból jönnek, azt nem is kérdezzük, mert ennek a szalag minőségére semmi hatása nincs. Ha akár valamely csillag szór is fény helyett ilyen gyöngyöt, meghímezzük e gyönggyel szalagunkat és összehasonlítjuk földi fényforrásunk szalagjával, ha különböző anyagokat tettünk bele. Mindazok az anyagok vannak meg a csillagon is, a melyeknek gyöngyei a csillag fénygyöngyeivel árnyalatban egyeznek.

Most még csak egyet: minő alakot ölt szalagunk, ha borszesz-lángunk gyöngyeit a gyertyáéival keverjük, tán úgy, hogy a két lángot szorosan egymásután állítjuk, hogy a fényes gyertyaláng a halvány borszeszlángon át világítva, ezt majdnem teljesen túlsugározza?

A felelet nem nehéz: ha mindkét láng gyöngyeit rendezzük és a szalagra fölvarrjuk, ismét színszalag keletkezik, melyben minden egyes árnyalatnak megvan a maga helye. De ott, a hol a gyertyaláng sárga gyöngyei mellé még a borszeszláng ugyanily színű gyöngyeit kell elhelyeznünk, a hímezés tömöttebb lesz, a gyöngyök sűrűbben állnak egymás mellett, vagy sűrűn egymás fölé illesztendők. Lehetséges-e az olyan könnyen, mint elmondám, a hölgyek ítéletére kell bíznom; elég az hozzá, hogy hímzésünk ott, a hol két fényforrás

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

gyöngyei egymásra esnek, nem egyöntetű, hanem egy kiváló csík van rajta. Világosabb-e ez a csík vagy sötétebb a szivárványszínű szalag hátterénél, az tisztán csak attól függ, hogy a borszesz-láng gyöngyei fényesebbek vagy homályosabbak-e, mint a gyertyáéi. Mert a sötét csík sötétsége csak látszólagos, a fényes háttér miatt keletkező ellenthatás. Ha most valami távoli, akár megközelíthetetlen fényforrás gyöngyei szivárványszínű szalagot adnak, a melyben fényes, vagy sötét csíkok látszanak, akkor is megtudjuk mondani, mint előbb, hogy e fényforrásnak minő anyaga nemzi a csíkot. De még többet is tudunk: biztossággal tudjuk, hogy fényforrásunk két részből áll: egyik részből, mely az egyszínű csíkot hozza létre, egy másikból, mely mint példánkban, eme mögött áll és valamennyi színt szórja.

És most, tisztelt hallgatóim, mesém véget ér. Szövevénye szemeink előtt oly átlátszó már, hogy alig kell mondanom, hogy gyöngyeink a színes sugarak, hogy gyertyánk minden képzelhető árnyalatú sugarat, borszesz-lángunk csak egy színű sugarat bocsát ki, mely a teljes színszalag hátterén fényes vagy sötét, a szerint, a mint keresztül bocsátva rajta a gyertya lángját, ez emennél fényesebb vagy homályosabb. A gyöngyöket rendező szűrő készülékünk a prizma, a spektroszkóp fő alkatrésze.

Nem is az a spektrál-analizis legfontosabb vívmánya, hogy kimondta, hogy az anyag fölismerhető a spektrumában megjelenő fényes csíkokból, hanem az, hogy a fényes és fekete csíkok egyértékűségét állíthatta, épen a Kirchhoff-féle törvény alapján, mely szabatos foglalatban így fejezhető ki:

Az emisszió-képesség és az abszorpczió-képesség közötti viszony egy és ugyanazon hőmérsékletnél egy és ugyanazon színű sugárra nézve *minden testen* ugyanaz. Vagy más szóval mondva: Valamely test egy bizonyos sugárnemből, meghatározott hőmérséklet mellett, annál többet lövel ki, annál intenzívebb fényt szór, mennél többet bir ugyanezen hőfoknál ugyanezen sugárnemből elnyelni. Az izzó nátriumgőzt egy fényes sárga csík jellemzi, ennélfogva ez a gőz ugyanezen sárga sugarakat erélyesen el is nyeli. Ha mögéje elektromos lámpát állítok, melynek fényében valamennyi szín meg van, a nátrium a többi színt kevéssé nyeli el, a sárgát ellenben olyan nagy mértékben, hogy belőle többet olt ki, mint a mennyit alacsonyabb hőmérsékleten saját fényéből hozzátesz. Ennek következménye, hogy a spektrumban ott, a hol különben a nátriumot jellemző fényes sárga csík állana, most egy fekete vonallal találkozunk. A csíkok helyzete azonban absolute nem változik, ha változik a hőmérséklet és ennélfogva valamely anyag fölismerésére egészen kö-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

zömbös, vajjon fényes vagy sötét vonallal van-e dolgunk. És így most már könnyen belátjuk, hogy a spektrál-analítikai módszernek minden hőmérsékleten van helye: magas hőfokokon magát az anyag kilövelte fényt vizsgáljuk, alacsony hőfokokon valamely ismert fényt, melyet a megvizsgálandó anyagon átbocsátunk.

Mint a bevezető kis mesében is említém, lényeges különbség van a szilárd testek és a gázok spektrumai között. Ott ugyan csak gyertya és borszesz-lángról szólottunk, de tudjuk, hogy amaz szilárd kis részecskék, emez gáznemű test izzásának köszöni létét. A gázok, különösen a chemiai gázállapotú elemek túlnyomóan oly spektrumot hoznak létre, melyben csak kevés, rendesen élesen határolt vonal látható; a szilárd testek ellenben úgynevezett folytonos spektrumot, melyben valamennyi színű sugár megvan. Chemiai vegyületek, ha ugyan az izzáskor uralkodó hőfoknál ilyenekül még általában megállhatnak, önálló sávos spektrumot adnak, azaz ismétlődő vonalcsoportokat, melyek egyik oldalukon élesen határoltak, a másik oldalon ellenben elmosódottak.

A Bunsen-láng, a durranó gáz lángja, az indukcziós szikra, végre az elektromos ívfény azok a hőforrások, a melyek segélyével az anyagokat izzó gőzzé változtatni sikerül. Utóbbinak még a legmakacsabb fém sem állhat ellen: megolvad és gőzzé, izzó gőzzé alakúl. És világos, hogy az anyagnak ezen gőzállapotba való átvitele szükséges, ha mineműségét föl akarjuk ismerni: mert csak így tünnek föl a jellemző fényes csíkok, míg a szilárd testek spektrumai épen valamennyi színárnyalat jelenléte miatt egymáshoz annyira hasonlítanak, hogy spektrumaikból mineműségöket megítélni nem, vagy csak nagyon nehezen sikerül.

Ha most még hozzáteszem, hogy a 60 és egynéhény chemiai elem spektrumaiban levő fényes csíkok egymástól mind különbözők, azaz össze nem esők, már könnyen képzelhetjük, hogy az új tudáságban a minőleges analízisnek hatalmas segédeszközére tettünk szert, mely annál fontosabb, minthogy érzékenysége bámulatos nagy. Így pl. a Bunsen-lángban a nátrium egy milligrammjának 14 milliomodrészét még könnyen és biztosan fölismerhetjük; az indukcziós szikrában a strontium egy milligrammjának 100 milliomodrésze még kimutatható. Más elemeknek a még spektrál-reakcziót létesítő legkisebb mennyiségeik már nem oly kicsinyek; így pl. a Bunsen-lángban a kálium egy milligrammjának csak 3000-ed része hoz létre bizton fölismerhető reakcziót. Ha még sikerülne a spektrál-analízis útján a lángban izzó anyag mennyiségét is meghatározni, akkor igen tökéletes analitikai módszer birtokába juthatnánk; de, fájdalom, ez a törekvés eddig még kevés sikerrel járt.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ennyi az, a mit a spektrál-analízis alaptörvénye *közvetetlenül* a chemia számára ér. Lássuk most, mit olvas ki belőle a fizikus.

A spektrumnak, mint minden térbelileg kiterjedt tüneménynek, két vége van. A szabad szem ott látja őket, a hol a spektrum legmélyebb ibolyája kezdődik és a legsötétebb vörös vonala végződik. De a spektrum még ezeken a határokon messze túlterjed, sőt ki is mutatható. Hogy az ibolyán innen még terjed, azt legelőször a fotografia tüntette ki, mert különösen ezen úgynevezett ultraviola sugarak birtak tekintélyes chemiai hatással az akkor ismert fotografiai lemezekre. Ma már oly lemezek birtokába juthatunk, melyekkel nemcsak a látható spektrumot fotografáljuk, hanem még ultravörös részeit is tanulmányozhatjuk, mint azt különösen Abney kapitány tette, holott eleinte minden a vörös szín felé hajló sugárnak chemiai hatásképességét egyenesen tagadták. Az ultravörös spektrum létezéséről a thermometer adott legelőször fölvilágosítást: Herschel tapasztalta, hogy a spektrum különböző részeibe helyezett thermometer nem is a látható spektrumban, hanem azon kivül, az ultravörös részekben mutatta a legnagyobb hőemelkedést. Ez észleletek útján különböztettek meg régebben három spektrumot: a láthatót, az aktinikust és a kalorikus spektrumot; ez elnevezések ma teljesen fölöslegesek, sőt nem is találók.

A spektrumnak a látható határokon való túlterjedését a thermooszloppal mutathatjuk ki legkenyélmesebben, melynek egyik forrasztási helyét a spektrumon átvisszük. Ha a spektrum rásugárzásával az innenső forrasztási hely a túlsónál magasabb hőfokú, elektromos áram keletkezik, melyet a galvanometer-tühöz erősített tükör segítségével projekcióban is kimutathatunk. A spektrum mellé vetített fénysugár kitérései közel arányosak azon pontok hőmérsékleteivel, mely pontokon a thermo-elem épen áll.

Finomabb módszerekkel, mint a minőket vetítésre alkalmazni szokás, eddig a spektrumot a vörös mezőn túl a látható spektrum $5\frac{1}{2}$-szeresére, az ibolyán túl egy negyedére lehetett követni. Mindenesetre szép eredmény, ha tekintetbe vesszük, hogy a spektrum *abszolut* határa az ibolyán túl csak a látható spektrum hosszúságára terjed ki. Az ibolyán túl a mondott határt átlépni nem is igen fogjuk addig, míg levegővel telt térben észlelünk. Ez a rendkivül átlátszónak tetsző gázanyag az ibolyavégtől a látható spektrum egy fél hosszára fekvő sugarak számára már olyan átlátszatlan, hogy *egy* méternyi réteg majdnem teljesen elnyeli, kioltja, mint ezt Cornu kisérletei igazolják.

A mit a spektrum kiterjedésére vonatkozólag fölhoztam, voltaképen a nap-spektrumra érvényes. A többi test spektrumának kimu-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

tatható határa természetesen szűkebb vagy tágabb, a szerint, a mint ezek intenzitása nagyobb vagy kisebb. De jegyezzük meg, hogy a spektrum kimutatható határa ott van, hol az intenzitás a határsugár számára egy bizonyos, már ki nem mutatható végső érték alá sülyed. Nos ezen határokkal fogunk most némileg foglalkozni, a miben egy kis, de nagyon ártatlan számítás nagy segítségünkre leend.

A Kirchhoff-féle tétel azt mondta, hogy két testből ugyanazon hőmérsékletnél kibocsátott ugyanazon színű sugárnem intenzitása I és I_0 úgy aránylik, mint ezen testeknek ugyanazon hőmérséklet és sugárnemre szóló elnyelési képességeik E és E_0. Tehát arányba állítva:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{E}{E_0}, \text{ vagy } I = E \cdot \frac{I_0}{E_0}$$

Most az abszorptiv testnek képzelhető legegyszerűbb esete az, midőn az egyenlőképen valamennyi ráeső sugarat elnyeli. Ekkor a test fekete, mert hiszen a fekete fogalom épen a fény meg szín hiányának kifejezője. Ez a test, mint szigorúbban mondani szokás, abszolut fekete, s bár az ilyen test csak képzelt, közelítőleg mégis előállítható pl. graphit vagy faszén által. Minthogy elnyelési képességen a test elnyelte fénymennyiség viszonyát értjük a testre ráeső fénymennyiséghez képest, nyilvánvaló, hogy ez esetben $E_0 = 1$. Marad tehát

$$I = E\, I_0,$$

hol most I_0 az abszolut fekete test kilövelte fény intenzitását jelenti, természetesen ugyanazon hőmérsékletre és sugárnemre vonatkozólag, a melyre a másik test is vonatkozik. Számítsuk ki most valamivel egyszerűbben az E elnyelési képességet.

Ezt vajmi könnyen fogjuk végezhetni, ha az eddig használt tudományos neveket köznapi fogalmakkal cseréljük föl.

Minden elnyelő test — takarékpénztár. A reáeső fény, az intenzitás, a tőke t, melyet beléje fektetünk. A pénztár, s ez az egyedüli különbség, nem mintaszerű, mert a helyett, hogy p perczentet adna, ezt a p perczentet elkezeli, elveszi, valóban elnyeli. Nyelje hát el, még pedig úgy, hogy a gondolatban n számú egyenlő rétegre osztott testnek már első rétegében vesszen. Akkor természetesen a többi réteg is kiveszi magának a megmaradt tőkéből a p perczentet, épen úgy, miként a valódi, jó takarékpénztár az n kamatozó és mindegyikében a meglevő és szaporodó tőke p perczentjét hozzácsatolja, míg az n-ik év végén, mint azt tudjuk, a kamatok kamatjaikkal

$$T = t\,(1 + p)^n$$

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

nagyságú tőkére rúgnak; t volt a kezdeti tőke; a kamatok kamatjai, azaz az eredeti tőke szaporodása tehát:

$$K = T - t = t\,(1 + p)^n - t$$

értéket teszi.

A mi esetünkben a tőke a testre eső intenzitás I_0; a további különbség abban áll, hogy a p perczentet a test nem adja ki, hanem levonja, p helyébe tehát $-p$ lép, mert levont perczent annyi mint negative kiadott perczent, a mint hogy a negativ vagyon az adóssággal azonos és ennélfogva a végtőke az eredetinél természetesen kisebb leend. A tőke fogyása tehát

$$I^0 - I^0\,(1 - p)^n;$$

és ez épen azon keresett I intenzitás, melyet a test kibocsát, ha egységnyi vastagság helyett n egyenlő rétegből áll.

Ebben most n a test vastagsága, p a test elnyelési képessége a vastagság egységére Az abszorpczióra nézve csak az döntő, hány elnyelő részecske fekszik a sugár mentében. Ha kétszer vagy háromszor olyan vastag a test, de egy félszer vagy $^1/_3$-szor ritkább, az abszorpczió nem változik és így n a test sűrűségét is jelentheti.

Menjünk most át a spektrum határaira, melyeken, mint mondtuk volt, az I intenzitás nagyon kis értéket képvisel, mely állandónak tekintendő és vegyük szemügyre előbb az ultraibolya véget. Az ultraibolya sugarakra nézve mint azt a levegőre nézve említettem is, az elnyelési képesség p igen nagy, a testek általában ezen sugarak számára igen átlátszatlanok, p igen közel 1-gyel egyenlő. De akkor nagyon közel $I = I_0$ vagy szavakban kifejezve: Bármily test spektruma ugyanazon hőmérsékletnél ugyanazon ultraibolya sugárnál kezdődik. Mert hiszen az I_0 abszolut fekete testre vonatkozik, mely nyilván semmi adatot nem tartalmaz, mely a másik testnek mineműségétől függne.

Tekintsük most a spektrum másik végét: p itt az elnyelési képesség, valamely határozott értékkel bir, ezen vég helye tehát nemcsak I_0-tól, hanem p-től és n-től, azaz nemcsak a hőmérséklettől, hanem anyagi mineműségétől és a test sűrűségétől is függ. Ime tehát, a spektral-analízis arra is képesít, hogy segítségével a fényforrás hőmérsékletét és sűrűségét is meg határozzuk, legalább elvben, mert bizony a véghezvitel még vajmi nehéz, ha nem épen lehetetlen. Különösen fontos a hőmérséklet meghatározása, mert ez lehető még akkor is, ha nem is ismerjük az izzó anyag természetét vagy felületi minőségét. A meghatározást a következőleg gondolhatjuk: Megkeressük az ismeretlen fényforrásnak ultraibolya határát, akár kisérleti úton, mi természetesen mindig csak közelítőleg lesz lehetséges, akár számítással, miről későbben még szólandok.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez az adat szolgáltatja a test hőmérsékletét, bárminő legyen is anyaga, mert nem kell egyebet tennünk, mint egy tetszésszerinti testet addig hevíteni, míg ibolyántúli határa az adott spektruméval azonos. Ekkor a két test hőfoka is ugyanaz. Azután megvizsgáljuk a spektrumot, mely ha csíkos, könnyen ráutal az izzó anyag jellemére. Most már ismerjük a fényforrás hőfokát és anyagát, képezhetünk tehát magunknak kisérleti úton teljesen hasonló fényforrást, melynek akár vastagságát, akár sűrűségét addig változtatjuk, míg a két fényforrás spektruma ugyanazon ultravörös sugárnál végződik. Ekkor tudjuk, ha ugyan a két fényforrás hőfoka ugyanaz, hogy sűrűségeik fordítva arányosak vastagságaikkal. Számba nem véve a mozgásokat, a fizikus valamely anyag állapotát ismeretesnek tekinti, ha ismeri ez anyagot, ismeri hőmérsékletét és sűrűségét. Minő szép kilátásokat nyújt ez a spektrál-analízisnek a csillagos égre való alkalmazásában! De ismétlem, hogy e meghatározások eddig csak elvileg lehetségesek: hosszú idő fog még eltelni, mire valóban véghezvíve láthatjuk.

Tehet e téren bizonyára az elmélet is szépet és sokat. A kiindulás pontja kétségenkivül csak a Clausius fölállította és a spektrál-analízisben eddig épen nem méltatott törvény lehet, mely kimondja, hogy az abszolut fekete test emisszióképpessége különböző közegekben úgy aránylik, mint ezen közegek fénytörési mutatóinak négyzete. Ime kapcsolat van létesítve az abszolut fekete testből kilövelt fény intenzitása és egy mennyiség között, melyet az optika körében előforduló valamennyi mennyiség között majdnem legpontosabban tudunk meghatározni. A Clausius-féle törvényt kisérleti úton Quintus Icilius fizikus bizonyította be.

Ha már láttuk, hogy a spektrum jellemzi az izzó testek állapotát, joggal fog érdekelni a kérdés, hogyan változik a spektrum maga, ha változik a hőmérséklet meg az izzó test sűrűsége. Olyan kérdés ez, a mely addig, míg az intenzitás teljes mathematikai törvényét fölirni nem tudjuk, csak kisérleti úton, vagy mondjuk őszintébben, eddig átalában nem dönthető el, minthogy a kisérletnek alávethető jelenségekben a hőmérséklet és sűrűség hatásait egymástól különválasztani egyáltalában nem tudjuk.

Kutatásaink segédeszközei — itt leginkább a gázok magukviselete érdekel bennünket — a Geissler-féle csövek, meg az elektromos szénívnek fénye.

A Geissler-féle csövek rendkivül kis nyomás alatt álló gázzal töltött kapilláris üvegcsövek, melyen át az indukcziós szikrát vagy a Holz-féle gép áramát vezetve, a benn foglalt gáz izzásba jő, úgy hogy spektroszkóppal kényelmesen észlelhető. Ha az áram intenzitását

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

növeljük, növeljük egyszersmind a hőmérsékletet is és ezen változással karöltve jár a nyomás változása is, a nélkül azonban, hogy ezt a két változást egyenként megmérhetnők, vagy a spektrumban különkülön hatásukat szétválaszthatnók. Bizonyára nagyon érdekes és más tekintetben tanulságos a gázoknak Geissler-féle csövekben észlelhető magukviselete: a spektrál-analízis számára tekintélyes haladás tőlük nem várható. Hogy ezt jobban is illusztráljam, csak egy tényt akarok fölhozni. Ha az izzó testek hőmérsékletét spektrumuk határából levezetjük, mint ennek lehetőségét a Kirchhoff-féle törvény alapján beláttuk, de ezen határt a *látható* spektrum határával azonosítjuk, a mi mindenesetre csak durva közelítés, egy tételhez jutunk, melyet Draper állított föl először, s mely azt mondja, hogy valamennyi test 525 C.^{0}-nyi hőmérsékleten kezd izzani.

Már pedig Wiedemann és Hasselberg kimutatták, hogy Geissler-féle csövekben a gázok izzása már a víz forráspontján alúli hőfokon is kezdődhetik, úgy hogy egyáltalában kérdezhetjük: kalorikus izzással van-e itt dolgunk, vagy talán csak az elektromosságnak a gáz legkisebb részecskéire való egyenes hatásával, melyet tán mechanikai izzásnak mondhatnánk?

E nemű vizsgálódásoknak mindamellett van egynéhány becses, habár a tüneményt csak minőlegesen, nem quantitative körülíró adatja, melyeket a következőkben lehet kifejezni: A hőmérséklet növelése a spektrum intenzitását egészben véve növeli; a spektrum egyes részei azonban nem vesznek részt egyenlőképen e változásban, a mennyiben a spektrum legintenzívebb mezeje növekedő hőmérséklettel mindinkább az ibolyarészek felé vándorol, úgy hogy a vörös felé eső részek e mellett látszólag gyengülnek. Ha a spektrumnak fényes vonalai, csíkjai vannak, ezek is részt vesznek az erősödésben, illetve a látszólagos fakulásban, úgy hogy vonalak, melyek tán alacsonyabb hőmérsékleten láthatatlanok voltak, most föltünnek, az előbb jelenlevők pedig a spektrumból elenyészhetnek. Látjuk, hogy ilyen körülmények között a spektrum jelleme esetleg egészen módosúl, úgy hogy tisztán hőmérsékleti változások útján valamely spektrum most egészen ismeretlen anyag spektrumának tünhetnék föl. Minthogy a hőmérséklet emelésével egyáltalában több vonal tünik föl, mint a mennyi elenyészik, világos, hogy a spektrum komplikálódik. Ezért tanácsolta már Bunsen, hogy színképi elemzésekben mindig azt a legalacsonyabb fokú lángot használjuk, a mely czélunkra egyáltalában kifutja.

A nyomás hatására vonatkozólag azt tanítjuk, hogy a nyomás vagy sűrűség nőttével a spektrumnak előbb éles határú vonalai elmosódnak, majd kiszélesednek, míg összeérve az egész spektrumot

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

folytonossá nem teszik. Ekkor a puszta szem előtt nincs többé különbség szilárd és gázalakú test spektruma között.

Ugyanezt mutatja $I = I_0 - I_0 (1 - p)^n$ egyenlet is, melyben $1 - p$ valódi tört. Ha ezt mind magasabb hatványra emeljük, $(1-p)^n$ értéke mindig kisebbedik, úgy hogy I a testtől kilövelt fény intenzitása azon I_0 érték felé közeledik, mely az abszolut fekete testnek felel meg.

Valahányszor tehát vonalakból álló spektrumot látunk, bizton tudjuk, hogy izzó gáz az, a mely nemzi. Ha folytonos spektrumot látunk, hamis volna következtetnünk, hogy fényforrásunk szilárd izzó anyag: lehet az nagynyomású gáz is.

A kisérletezés másik eszköze az elektromos ívfényben van, a melynek hatalmas hőmérsékletében még a platina gőzét is megfigyelhetjük. Lockyer egy fölötte egyszerű, de elmés gondolata alapján tudjuk ugyanazon ívfényben a hőmérsékletnek és sűrűségnek a spektrumra való hatását térbelileg, egymás mellett tanulmányozni, hogy mind a hőmérséklet, mind a sűrűség bizonyos határok között folytonosan változzék, a mi Lockyer módszere nélkül csupán csak más-más hőforrások fölhasználásával, rendkivül nehéz, vagy épen lehetetlen volna.

Addig az ívfényt rendesen úgy figyelték, hogy a spektroszkóp hasadékát lehetőleg közel tették a fényforráshoz. Ebből következik, hogy e hasadék minden pontja a fényforrás minden pontjából kapott fényt, úgy hogy a spektrum nyilván a fényforrás utóbb nem is minden részében azonos állapotának közepes állapotát ábrázolta. Lockyer az izzó szenek lencsével létesített képét vetíti a hasadékra úgy, hogy iránya merőleges legyen a szenek összekötési vonalára s hogy az ívet közepén szelje át. Természetes, hogy a megfigyelés ezen módjánál a spektroszkóp hasadéka az ívfénynek csak bizonyos, meghatározott állapotú pontjaitól kap világot, s a hasadék közepe teszem, csupán az ív közepes, tehát legmagasabb hőfokú és legnagyobb sűrűségű részeiből, a hasadék széle az ív széleitől, melyeken a hőmérséklet már oly alacsony, hogy a látható ízzás megszünik, s melyeken egyszersmind az izzó anyag sűrűsége is csekély. Ennek megfelelőleg a spektrum is egészen más kifejezést ölt: mindazon színű sugarak és csíkok, melyek nemcsak magas, hanem alacsony hőmérsékleten is megállhatnak, a spektrum egész szélességén áthúzódnak, ellenben azok, a melyek létrejöttükhez magas hőfokot és nagy sűrűséget követelnek, a spektrumnak csak középső részein jelennek meg. A spektrum olyan külsőt ölt tehát, mintha hosszabb és rövidebb vonalokból állana és ennélfogva a megfigyelés körülírt módját gyakran a rövid és hosszú vonalak módszerének is szokás nevezni.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ha nem is valljuk magunkénak mindenban azokat a következtetéseket, melyeket Lockyer az észlelés e módja alkalmazásából levezet, mégis ki kell mondanunk, hogy ez különösen a csillagászra nézve fontos, a mennyiben távcsövön végzett észlelései tényleg ezen módszer sajátságainak felelnek meg. A távcső objektiv lencséje az égi testeknek, teszem egy üstökösnek *képét* veti a hasadékra, úgy hogy a spektrum közepe az üstökös magvának, széle a környező ködburoknak felel meg. Az üstökös spektrumvonalai ilyen viszonyok között tényleg különböző hosszúságúaknak látszanak.

Vizsgáljuk most meg közelebbről az ilyen viszonyok között létrejövő spektrumot. Vonalai hosszúak és rövidek, a spektrum közepe táján szélesednek, a spektrum széle felé keskenyedők, mint ez a középen uralkodó magasabb hőbeli és sűrűségi foknak megfelel. Mennél inkább közeledünk tehát a spektrum széléhez, azaz mennél alacsonyabb hőfokon és sűrűségben észleljük az izzó anyagot, annál egyszerűbbé válik a spektrum, míg utóbb az egész spektrum csak egyetlen egy vonalra redukálódik. Ugyanazon következtetés, melyhez előbb is jutottunk: a különbség csak az, hogy ott egymásután teendő megfigyelésekből alkotunk nehézkes indukcziót, ellenben itt a tényállást egy szempillantással mérhetjük. Franklandnak és Lockyer-nek sikerült is egyes, különben elég komplikált spektromú anyagokat, mint a hidrogént meg a nitrogént olyan állapotba vinni, hogy spektrumuk csak egyetlenegy fényes csíkból állott. Ugyanazon vonalak ezek, melyek az anyag spektrumában a leghosszabbak, s melyekkel a színképi elemzés alkalmazásában mindúntalan találkozunk: az üstökösök, a ködfoltok, a Nap chromoszférája és az északi fény spektrumában. Jogosan mondhatjuk, hogy ezek olyan jelenségek, a melyek aránylag alacsony hőmérsékleten és csekély sűrűségben játszódnak le.

Ha az egyes anyagokat a mondott módszer alapján vizsgáljuk — Lockyer megmérkőzött e nehéz munkával, hogy elődjeinél pontosabban vizsgálhassa meg a Napban levő elemeink számát — csakhamar meggyőződünk, hogy a spektrum hosszú vonalai azok, melyek az illető anyagra nézve *különösen* jellemzők, ellenben a rövid vonalak több ok összeműködésének köszönhetik létöket. Részben ezek is jellemző, de a hőfok és sűrűség adott viszonyai mellett tökéletesen ki nem fejlődő vonalak; részben idegen, kis mennyiségben jelenlevő más anyagok, fertőzmények vonalai; részben pedig a halványabban megjelenő fel- és alhangokkal analóg fénytünemények. Ha ez így van, akkor eleve is várhatjuk, hogy a rövid vonalak egyikemásika más anyagok vonalaival össze fog esni, mint ezt Lockyer számos esetben csakugyan tapasztalhatta is.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez összeesésekre, vonalkoinczidencziákra Lockyer a mennyileges analízisnek bár bonyolódott, de adott esetekben igen életreváló módszerét alapította, melyet később részletesebben fogok ismertetni. Most ki akarom mutatni, hogy a Lockyer-féle módszer úgy mint a Draper-féle törvény, elméletileg is szigorúan megállapítható és egységesen levezethető a Kirchhoff-féle alaptételből.

Ha megint felírom a Kirchhoff-féle törvényt,

$$I = I_0 - I_0 (1 - p)^n$$

mely adott színű fénysugarakra nézve kapcsolatot hoz létre valamely test fénykibocsátása és fényelnyelése és egy vele egyenlő hőmérsékletű abszolut fekete test kilövelte fény között: ebben a baloldalt helyettesíthetem i-vel, az intenzitás azon határ-értékével, melyre nézve a fényhatás teljesen megszünik. Ekkor kapcsolatot kapunk a sugarak színe s a test hőmérséklete meg sűrűsége között, a mely viszony valamely adott színű sugár számára a hőmérsékletet adja, a melynél e sugár kialszik, vagy a melynél fényhatása megszünik; vagy kapcsolatot a melyből adott hőmérsékleten megtudhatjuk azon sugarak színét vagy helyét a spektrumban, a melyeknél a spektrum végződik. A fizikus röviden azt mondaná, hogy ez a kapcsolat a spektrum mindazon pontjainak geometriai helye, melyeken a fényhatás megszünik. Ha tehát az egyenletből adott hőmérsékletre és sűrűségre a sugarak helyét keressük, megkapjuk a spektrum két, ultraibolya és vörösentúli határát, ha ellenben adott sugár számára a hőmérsékletet vagy sűrűséget keressük, megkapjuk azon görbe vonalat, mely a hosszú és rövid vonalak csúcspontjait összeköti, más szóval a spektrumnak teljes határvonalát, mely különösen szilárd izzó testek esetében igen szép szabályos görbe vonal, melyet bárki is könnyen előállíthat, ha a spektroszkóp hasadékával egyközűen állított vékony platinadrótot egyik végén izzítja s a fehértől a vörös izzásig minden átmenetben mutatkozó fonál képét lencsével a hasadékra veti.

Ha az abszolut fekete test fénykibocsátását képlet alakjában ismernők, felírhatnók a spektrum ezen határvonalát is, mely az észlelések szerint nagyjában hasonlít azon görbe vonalhoz, mellyel a mathematikus a végtelen sok lehető eset egyes eseteinek valószínű bekövetkezését ábrázolja.

Menjünk vissza ismét a megfigyelés tényeire. A különböző anyagok leghosszabb vonalai az anyagra nézve teljesen jellemzők, azaz az anyagot egyértelműleg meghatározzák; a rövidebb vonalak sorában gyakran akadnak olyanok is, melyek több anyag spektrumában is előfordulnak. Számba nem véve azokat a koinczidencziákat a melyek az alkalmazott műszer nem elég nagy optikai hatásában lelik magyarázatukat, e körülmény — mint említők — fertőzmények

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

hatására is vissza vezethető. Lockyer számos, ez irányban végzett kisérletéből kitünik, hogy két anyag keverékének spektrumában a kisebb mennyiségű alkatrésznek csak hosszú vonalai maradnak meg rövid vonalakúl. Gázokra nézve ezt különben terjedelmes kisérleti sorozat alapján már Lengyel Béla tanár is kimutatta* noha a megfigyelések időbeli egymásutánja a következtetések fonalát nem láttatja oly szembeötlően, mint ez a spektráltünemények Lockyer-féle észlelési módjánál lehetséges.

A mondott tételre alapította Lockyer a quantitativ analízis egy eredeti módszerét, mely specziális esetekben felette hasznavehetőnek bizonyúlt, különösen akkor, midőn fémek keverékéről van szó. Ha két fémet ismert százalékos viszonyokban ötvényezünk, valamely megszabott állandó hőmérsékleten a kisebb mennyiségű alkatrésznek annál több vonala fog megjelenni a keverék spektrumában, mentől magasabb arányszámban van jelen. Igy a vonalak száma, az egyik alkatrész spektrál-vonalainak egyszerű megolvasása, mértéket ad ez alkatrész mennyiségére, még pedig annál pontosabbat, minél dúsabb vonalakban a spektruma. A londoni pénzverő intézetben Lockyer e módszer szerint az arany ötvényekben foglalt aranytartalom nagyságát 0·01 százalékig határozhatta meg.

A módszernek nagyon kellemetlen oldala az, hogy minden megvizsgálandó ötvényből a különböző ismeretes százalékos összetételek egész sorozatát meg kell csinálni és megvizsgálni s hogy valamennyi elemzésnek ugyanazon hőmérsékleten kell végbemennie.

Ha már quantitativ spektrál-elemzésről szólunk, legyen szabad a többi részint alkalmazásban lévő, részint javaslatba hozott módszereket is röviden ismertetni. Az első, legközvetetlenebb módszer azon alapszik, hogy a kibocsátott fény intenzitása nő, ha nő az anyag mennyisége. A fényes csíkok intenzitás-méréseiből tehát az izzó anyag mennyiségére is következtethetünk. E módszer azonban legtöbb esetben teljesen hasznavehetetlen, először azért, mert ilyen fénymérések nem csak nagyon körülményesek, hanem minden esetben nagyon pontatlanok is, és másodszor, mert a különböző anyagok igen különböző idők mulva jutnak a hasznavehető spektrál-reakczió állapotába, a szerint, a mint kevésbbé vagy többé illók. Az utóbbi körülmény miatt a módszer egyáltalában csak megállapodott, stationaer izzási folyamatokban volna alkalmazható, teszem a Nap, vagy álló csillagok mennyileges elemzésében.

A második mód az abszorpczión alapszik; sokkal egyszerűbb és tényleges alkalmazásban is van. Alapgondolatát már mi is em-

* Néhány gázkeverék szinképi vizsgálata. Akad. székfogl. ért. Budapest 1879.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

lítettük, kifejtve, hogy ugyanazon anyag egyenlő abszorpcziót tanusít, akár egyenlő sűrűségben 1, 2, 3 . .-szor vastagabb rétegben alkalmazzuk, akár adott vastagságban sűrűségét 1, 2, 3 . .-szor nagyobbnak vesszük. Eszerint a megvizsgálandó, rendesen folyadék-állapotban adott anyagon valamely fényforrás fényét bocsátjuk át, s azt spektrumba fejtjük, mert a mondott egyszerű törvény csak homogén, nem pedig kevertszínű fényre is érvényes. Ha az anyag vagy önmagában, vagy chemiai reagencziák hozzátevése után a spektrum valamelyik helyén abszorpcziós sávot ad, a spektrál-fotométer segítségével megmérjük, hogy e sávban az eredeti fény ugyane színű sugárnyalábjának hányadrésze van még jelen. E viszonyszám adja a folyadékban föloldott s a spektrál-reakcziót létesítő anyag mennyiségét, ha ismerjük a folyadékréteg vastagságát, melyet rendesen állandóan megtartunk, és az anyag előzetes kisérlettel megállapítható abszorpczió-koefficiensét, vagy más szóval az anyag azon mennyiségét, mely az adott fényt, teszem, eredeti értékének egy tizedére szorítja le. Az elemzés ezen eljárás a még akkor is alkalmazható, ha a folyadékban több, egymásra chemiailag nem ható anyag van feloldva.

E kitérés után vissza kell mennünk megint a vonal-koincziden-cziákra, a különböző anyagok spektrumaiban megjelenő közös vonalakra, melyeket eddig részben a használt műszer tökéletlenségének rovására írtunk, részint idegen anyagok jelenlétének tulajdonítottuk. Vannak azonban az elemek spektrumaiban ily közös vonalak, a melyeket még ily módon sem magyarázhatunk, s a melyek tényleg különböző anyagokkal közös vonalakúl tünnek föl. Ezek Lockyert egy föltevésre vezették, mely, noha inkább a konjekturális spektrál-analízisbe sorolandó és egyenlőképen talált ellent és imádót, itt megemlítésre méltó, mert kapcsolatosnak látszik olyan jelenségekkel melyekkel a színkép-elemzés kozmikus alkalmazásában mindúntalan találkozunk.

Lockyer ez ismert okokra való visszavezetésnek oly makacsúl ellenálló vonalakat bazikus vonalaknak nevezi, azon nézetre támaszkodva, hogy e vonalak valamely, az úgynevezett elemeinket tevő ősanyag sugarai lehetnének. Ilyen általánosan mondva ki az eddig egyszerű összetételeknek gondolt elemeink szétbonthatóságát, Lockyer nézete nem találkozhatott a chemikus tapasztalataival és így tán nem volt fölösleges új közvetítő fogalom bevezetése, mely különbséget tesz chemiailag és optikailag elem módjára viselkedő anyagok között.

Ha lehetőleg alacsony hőmérsékleten izzítunk chlórbáriumot, brómbáriumot, három különböző spektrumot kapunk, melyekből ugyancsak nem olvasnók ki, hogy e három anyagban egy közös

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

alkatrész rejlik. Ha azonban a hőmérsékletet fokozzuk, chémiai bomlás jő létre, melynek lefolyása alatt a három spektrumban közös vonalak jelennek meg; a bárium vonalai. Erre az analógiára támaszkodva, Lockyer nézete már világosabb alakot ölt; ezt elhagyjuk azonban, hogy ismét a tapasztalat s a kisérlet mezejére léphessünk.

Ha üres térben és lehetőleg alacsony hőmérsékleten káliumot desztillálunk, a gőzökön átütő szikra zöldszínű és határozott spektruma van. Ha azonban a desztillácziót magasabb hőfokon végezzük, a szikra vérvörös és spektruma lényegesen más. Úgy látszik, mintha a kálium egyik alkatrésze alacsony, a másik, teljesen elütő alkatrésze ellenben magasabb hőmérsékleten desztillálódnék. Hasonló tüneményeket észlelt Lockyer a nátrium, phosphor, calcium, a vas s több elem spektrumán. Ezen eddigi tapasztalatokkal és nézetekkel össze nem férő jelenségek különösen magas hőmérsékleten nyilvánúlnak, mert ekkor legnagyobbak a különbségek a megfigyelés föltételei között. Innen van, hogy a nélkül, hogy a spektrál-analízisnek kozmikus alkalmazásait részletezném, mégis kénytelen vagyok átmenni az égboltozatra, mert a végtelen térnek óriási egyedei tömegre, kiterjedésre, hőmérsékletre és a reájok nehezedő nyomásra nézve oly fizikai föltételeket adnak, melyeket kisérletileg nemcsak hogy még megközelítőleg is előállíthatnánk, de gyakran észszel föl sem foghatunk.

Spektrál-analitikai tanulmányokra legkedvezőbb égitest a Nap, részint közelsége, részint óriási fényereje miatt, melyre a leghatalmasabb spektroszkóp is sikerrel alkalmazható. A Nap spektruma egészben véve rendkivül bonyolódott abszorpczió-spektrum, melyben eddig vagy 10,000 sötét vonalat számlálnak. Ezek a vonalak a spektrum vörösöntúli és vörös részeiben szélesek, majdnem sávszerűek, de fölötte ritkák; minél inkább közeledünk az ibolyavég felé, annál finomabbak, élesebbek s egyszersmind fokozatosan úgy torlódnak és halmozódnak, hogy az ibolyában és még inkább az ibolyántúli részekben a vonalaknak már kétségbeejtő zűrzavara van meg. Ez onnét van, mert általában minden anyag spektrálvonala a spektrum ibolyavége felé halmozódik; fokozottabb mértékben tehát több anyag keverék-spektrumában. Az abszorpczió-spektrum jelleméből a bevezetésben mondottak szerint arra kell következtetnünk, hogy a Nap szilárd vagy nagynyomású gázállományú magból áll, melyet alacsonyabb hőmérsékletű gázburok, az úgynevezett fotoszféra környez. Az ezen gázburokban foglalt anyagok nemzik e fekete vonalakat, melyeket első megfigyelőjökről Fraunhofer-féle vonalaknak szokás nevezni. Teljes napfogyatkozások alkalmával födöztek föl még két külső burkot: a chromoszférát, azontúl a koronát. A

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

chromoszférát a benne lejátszódó tüneményekkel, a vulkáni kitörésekhez hasonló protuberánczíákkal együtt most már függetlenül a fogyatkozásoktól bármikor észlelhetjük. A fotoszféra felületi rétegeiben úsznak azon látszólag fekete sötét tömegek, melyeket napfoltoknak nevezünk. Azért említem e jelenségeket, mert ezek fontos hőmérsékleti fokozatot tüntetnek föl: a protuberancziák, melyek a Nap belsejéből törnek elő a legmagasabb, a napfoltok, mint a fotoszférához tartozó képződmények valamivel alacsonyabb, az elnyelő gázburok s a chromoszféra a legalacsonyabb hőmérsékletnek felel meg. Úgy látszik, hogy e hőmérsékleti fokozat szoros kapcsolatban áll a hozzátartozó spektrumok megérthetésével. Az elnyelő gázburoknak chémiai összetétele miatt roppant komplikált, de alacsony hőmérsékletnek megfelelő spektrumát teljesen értjük, azaz majdnem minden vonalát földi anyagok vonalaira tudjuk visszavezetni. A napfoltok spektruma aránylag egyszerűbb chemiai összetételnek felel meg, mint az abszorpczióburok s mégis sokkal több spektrálvonalat tartalmaz, melyeknek hovatartozásáról számot adni nem tudunk. Az eruptív protuberancziák spektruma végre csak néhány vonalból áll s ezek legnagyobb részének eredetéről mitsem tudunk. Helyesebben talán még így is formulázhatjuk a mondott tételt: Valamely kozmikus jelenség spektruma ma annál érthetetlenebb, minél egyszerűbb. A mi bizonyára nem annak tulajdonítandó, hogy itt ismeretlen elemekkel van dolgunk, hanem inkább annak, hogy az izzó anyagok oly állapotban vannak, a milyet mesterségesen előidézni mindeddig nem tudunk. Lássunk egy párt ezen bizonyára érdekes példákból.

A napfoltok, a protuberancziák, a chromoszféra és majdnem valamennyi *fényes* vonalú álló csillag spektrumában a fényes hidrogénvonalakon kivül mutatkozik egy, a nátriumvonal szomszédságában fekvő fényes csík, melyet hélium-vonalnak szokás nevezni. E vonal mindig a hidrogén társaságában fordúl elő, ha a hidrogén fényes vonalakat ad; ha a hidrogén vonala sötét, a hélium vonala eltünik. Ezt a vonalat feketének soha nem látta senki; a mi csak úgy magyarázható, hogy ez a vonal a legmagasabb hőmérsékleteken jelenik meg, alacsonyabb hőfokokon ellenben egyáltalában nem mutatkozik. A korona jellemző vonala, melyet a presumptív coronium elemhez tartozónak mondunk, a zodiakális fényben is megtalálható. A légkörünkben, mondhatnám kézzelfogható közelségünkben lejátszódó északi fényben is akad egy vonal, melynek eredetéről még halvány fogalmunk sincs. A ködfoltok spektruma rendesen három vonalból áll: egyik a hidrogéné, másik a nitrogéné, a harmadiknak mibenlétéről teljes tudatlanság uralkodik. Mind oly jelenségek, melyek, ha nem is támogatják egye-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

nesen Lockyernek az elemek szétbonthatóságáról szóló tanát, legalább megdönteni épen nem bírják.

De menjünk tovább; a földi elemeknek mintegy felerésze a Napon is fölfedezhető. Ily viszonyok között mindenesetre fölötte meglepő, hogy egyetlen-egy metalloidot sem sikerült kimutatni ez égi testen, noha a ködfoltok, az üstökösök és a Napnál hidegebb vörös csillagok élénken bizonyítanak a nitrogénnek, a szénhidrogéneknek s tán az oxigénnek is a világűrben való előfordulása mellett. Mintha csak azt bizonyítgatná e tény, hogy a metalloidok a Nap magas hőmérsékletében mint ilyenek többé meg nem állhatnak, hanem egyszerűbb és előttünk még ismeretlen alkatrészeikre bomlanak. És tudvalevőleg épen a metalloidok azok az anyagok, a melyek az atomhő törvényének csak kelletlenűl hódolnak, melyek gőzsűrűsége a hőfok növekedtével ugrásonként változik, s melyek a laboratoriumban egyébként is gyanusan viselkednek.

A legérthetetlenebb jelenséget azonban legvégül mondom el. Az az észlelet, mely szerint a közeledő vagy távozó lokomotív sípjának hangját emelkedni vagy sülyedni halljuk, a fényre is átvihető, a mennyiben közeledő vagy távozó fényforrások spektrálvonalai is magasabb vagy alacsonyabb színnek felelnek meg, azaz az ibolya vagy vörös határ felé tolódnak. A Napnak látóvonalunkba eső, elég gyorsasággal emelkedő vagy leszálló légáramában a spektrálvonalak eltolódnak, a mi rendesen a vonal eltorzulásában is nyilvánúl, ha a mozgás sebessége nem szabályos. Joggal várhatja mindenki, hogy ha valamely anyagnak több vonala van, ez anyag minden vonala vegyen részt ez eltolódásokban. De ez tényleg nincs úgy: ugyanazon egy anyagnak némelyik vonala eltorzulásaival a leghevesebb mozgásokat árulja el, holott némely más vonala ugyanez anyagnak teljes nyugalmára vall. Valóban, a ki ezen nem is épen ritka jelenséget tapasztalja, majdnem kénytelen hinni, hogy ez anyag a Napon szétbomlott állapotban van jelen, hogy az egyes alkatrészek rétegenként helyezkednek el, s hogy az egyik réteg mozgásban van, a magasabb réteg pl. pedig nyugszik, vagy még nem vesz részt a mozgásban.

Ilyen tényekkel szemben a chemiai elemek egyszerűségében vetett legmegátalkodottabb hit sem fogja zokon vehetni a spektrálanalitikusnak, ha jobb föltevés hiányában az elemek szétbonthatóságában hisz.

A dolgok ilyen állásában nem árthat, ha a legújabb idő egy elméletéről is teszek röviden említést, melyet Grünwald Antal,

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

a prágai polytechnikum mathematikus tanára fejtett ki.* Mindig megbecsülendő, ha mathematikus foglalkozik e tárggyal. Grünwald kifejt egy tételt, mely szerint valamely vegyület spektruma kiszámítható az alkatrészek spektrumából, ha a vegyület szerkezeti képlete ismeretes. A feladat megfordítása, adott vegyületből meghatározni számítás útján az alkotó részeket és összetételük mineműségét természetesen sokkal nehezebb feladat. Grünwald 7 elemre, nevezetesen a hidrogén, oxigén, nitrogén, magnézium, szén és a czinkre vonatkozólag végezte a számítást és arra a nevezetes eredményre jutott, hogy mind e 7 és ugyancsak különböző elem két hipothetikus őselem vegyületének tekinthető, a melyeknek szerkezeti képlete kapcsolatba hozható az elemeknek a Mendelejev-féle táblázatban elfoglalt helyével. A hidrogén képlete pl. a_4 b, tehát ammonium-typusú vegyület; egyik őseleme, a, a coroniumnak, a másik. b, a héliumnak felelne meg, melyek mint láttuk, a Napon szabad állapotban is előfordulnak.

Én magam is egészen más úton azon következtetésre jutottam, hogy a hidrogén disszocziáczió-hőmérséklete $1\,^1/_2$-szer akkora, mint a Nap chromoszférájának közepes hőmérséklete. A chromoszféra egyes helyei e csekély hőmérsékleti különbséget bizonyára elérhetik s így nem látok lehetetlenséget Grünwald állításában, habár azt, egyéb okoknál fogva, egészen kifogástalanoknak mondanunk nem lehet.

Ezek a tárggyal való hosszas foglalkozásom alatt szerzett tapasztalataim és meggyőződésem szerint azon pontok, melyeknek a színkép-elemzés terén ma aktuális elvi jelentőségök van, s melyekből kiindulva e szép tudásság tovafejlődése várható. Én, habár a dolgok mai állásán a spektrál-analízisnek inkább chemiai, mint fizikai oldaláról voltam kénytelen beszélni, benne tisztán fizikai segédeszközt látok. Benne látom szebb jövőjét a fizikai asztronomiának, s nekem a spektroszkóp egyesített thermométer és barométer, a melylyel az utókor megméri majd a végtelen csillagok fölszinén a nyomást meg a hőfokot és levezeti az égi testek állapoti föltételeit.

Dr. Kövesligethy Radó.

* Astr. Nachr. 2797., továbbá: Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. XCVI. köt. dec. füzet és XCVII. köt. okt. füzet. Spektral-analyse des Magnesiums und der Kohle, illetve Spektral-analyse des Kadmiums czím alatt.

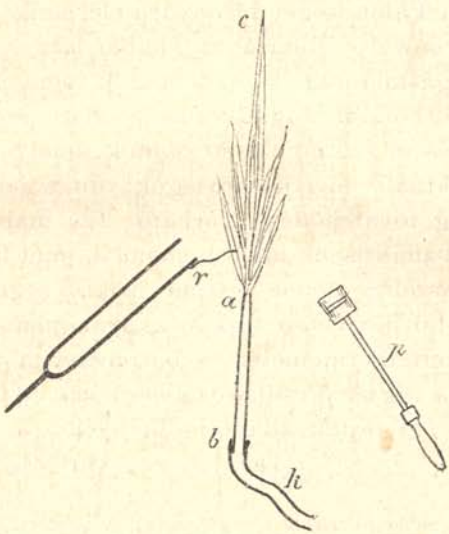
This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Fizikai kisérletek.*

(Befejezés.)

Éneklő láng rezonáló cső nélkül.

A 15., 18., 20. és 21. ábrán láttuk, hogy *a magas lángok* rezonáló cső nélkül is megszólalhatnak. Itt a láng megszólalásának egy új módját adom elő. (22. ábra.) Ha valamely magas lángba, *ac*, rezgő hangvillát akképen helyezünk el, mint ez a mellékelt rajzban látható, a láng itt-ott élénken megszólal (*p* posztókalapács). Czélunkat azonban csak úgy érjük el *biztosan*, ha lehetőleg nagy és a végén *r* rézcsavarral ellátott hangvillát veszünk elő.



22. ábra.

23. ábra.

A kis csavar alá egy czentiméter széles és 4 czentiméter hosszú s vékony vaslemezt erősítünk. (Ha ilyen hangvilla nem áll rendelkezésünkre, a vaslemezt finom dróttal kell megerősítenünk.)

A magas lángnak minden része kisebb-nagyobb mértékben alkalmas ugyan a megrezegtetésre, *mégis legtisztább és egyuttal legélénkebb hang csak akkor áll elő, ha a vaslemezke a lángnak ama részébe jut, mely a megrezegtetés előtt a legnyugodtabban égett. Ez a hely, ha a*

* Kivonat a Bugát-féle pályadíjjal jutalmazott pályamunkából.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

lángot (hosszában) négy egyenlő részre osztva képzeljük, a nyílás fölötti negyed végén keresendő. A kellő nyomással kitóduló magas lángnak hangja ily módon legnagyobb teremben is hallható.

Ha világítógáz nem áll rendelkezésünkre, éther-gőzt kell használnunk. A hidrogénláng nem jó, mert megégeti a vaslemezt. Éther-gőz fejlesztésére lehetőleg nagy lombikot használunk (23. ábra), melyben egy ujjnyi vastag, de csak 2 milliméter nyilással biró üvegcső van beillesztve és a mely alatt — kellő távolságban — *b* gyertya ég. A lombikba csak kevés éthert öntünk s erősen felforrni nem engedjük. Ha igen magas éther-lángot akarunk kapni, a gyertyát magasabbra emeljük. Ämde akkor a kiáramló láng elszakad a csőtől és elalszik; hogy ez tehát ne történjék, a láng alsó részébe *p* vastag platinadrótot helyezünk s ekkor a készülékkel olyan biztosan kisérletezhetünk, mint a gázlánggal.

Megjegyzendő még, *hogy hideg gázáramot, a mely tehát nem ég, ily módon nem lehet hangzásba hozni,* még akkor sem, ha lehetőleg nagy nyomással áramlik ki a csőből, holott a leggyöngébb nyomású láng könnyen megszólal.

Rezgő hártyák készítése.

A természetbuvárok már e század elején foglalkoztak a kifeszített hártyák megrezegtetésével. A kisérletezés módjai Melde-nek »Akustik« czímű munkájában* találhatók meg. Nem feladatom az említett kisérletekkel bővebben foglalkozni; de ha Melde a hártyákkal való kisérletekre vonatkozólag azt mondja:** »doch liegt das Experimentelle noch sehr darnieder«, egyuttal kritikát is mond ama kisérletező módszerek fölött, melyek e kitünő munkában foglaltatnak. Az eddigi hiányos eredményeknek okát, úgy hiszem, leginkább a hártyák tökéletlenségében kereshetjük. (Talán nem lesz érdektelen itt felemlíteni azt a feltünő körülményt, hogy a »Sachregister* zu d. Ann. d. Phys. u. Chemie, Poggendorff'sche Folge« szerint, az összes 160, illetőleg 169 kötetben, tehát 53 év lefolyása alatt, a rezgő hártyákra vonatkozólag egyetlenegy értekezés sem jelent meg).

Mindenek előtt szükségünk van jó hártyákra; csináltatunk tehát néhány gyűrűt jó száraz és sima deszkából, vagy pedig 2 milliméter vastag czinkpléhből. A gyűrűk karimája 3 cm., belső átmérőjük pedig 15—25 czentiméternyi lehet. Csináltatunk továbbá néhány, hasonló méretű, négyszegletes rámát is, s mindezeket finom, fekete papírossal vonjuk be úgy, a mint ez a következő sorokban le van írva. A »satine« papirost a fehér oldalán kissé nedves flanellal *gyorsan* meg kell dörgölni két egymásra merőleges irányban; de óvakodnunk kell a papiros túlságos megnedvesítésétől, mert ez feloldhatja a tulsó oldalon levő festéket s ekkor a hártya csúnya, foltos és érdes lesz. Ha a papiros a kellő módon meg van nedvesítve, fekete felületével tiszta, és e czélra az asztalon fekvő itatós-papirosra teszszük, gondoskodván arról, hogy megne ránczosodjék. Aztán az így megnedvesített papirost még egy ív itatós-papírral fedjük be és az egészet már a kéznél levő és kellő nagyságú üveglemezzel terheljük meg. A papir megnedvesítése előtt az enyv (mert ez legalkalmasabb) már meg legyen melegítve s teljesen híg állapotban álljon. Most az enyvvel gyorsan bekenjük az illető keretet valamely kemény ecsettel lehetőleg egyenletesen és gondoskodunk arról, *hogy az enyv a keret belső szélén fel ne halmozódjék,* mert ettől ránczossá és hasznavehetetlenné válik a hártya. Ha ez megtörtént, a megnedvesített papirosról leemeljük az üveglemezt a felső itatós-papirt s rányomjuk a keretet. Ezután következik az a munka, a

* Melde »Akustik«, 1883. 105—133. lap.

** Melde »Akustik«, 1883. 133. lap.

* »Sachregister«, 1824—1877. von Fr. Strobel 1888.

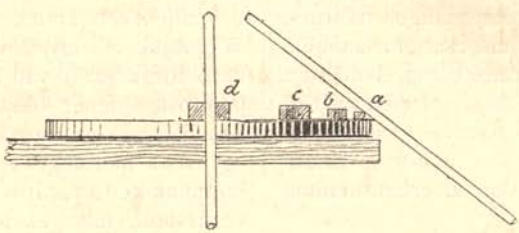
This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

mely legtöbb óvatosságot követel. U. i. a hártyát most gyorsan fel kell fordítani és a dolgozó-asztalra úgy elhelyezni, hogy a fekete felületéről a reflektált fény szemünkbe essék s ekkor annyira le kell guggolnunk, hogy szemünk a hártya felszínével majdnem egy síkban legyen. Most tiszta kézzel *gyorsan* kisimítjuk a ránczos részleteket, igyekezvén a hártyának lehetőleg egyenletes feszültséget adni s végül újra ráfordítjuk az asztalon fekvő száraz itatóspapírra s ekkor a keretet 15—20 kg.-nyi súlylyal megterheljük. Öt percz múlva a hártyát megint elővesszük és a keret belső szélét ujjunkkal szorgalmasan megsimogatjuk, hogy teljesen odailljék a kerethez s ekkor már nem szükséges többé lenyomni, mert az enyv már eléggé megfogta. Ilyen hártyákon egyetlenegy ránczocska sincs.

(A »satine papiros« annál jobb, minél finomabb.)

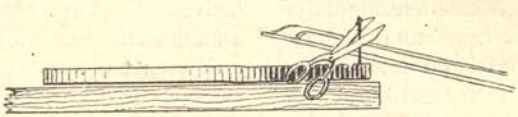
A legmagasabb hangoknak megfelelő hangidomok.

Egymástól két vagy három milliméternyi távolságban fekvő olyan interferenczia vonalak előállítása, melyeknek



24. ábra.

megfelelő rezgési száma 40—60 ezer közt keresendő, a *könnyű kisérletek* közé tartozik, *mert a hártyák épen a legmagasabb rezgések felvételére legalkalmasabbak.* 400 milliméternyi oldalhoszszal biró, négyzet alakú hártyákon nemcsak lycopodiummal, de finom homokkal is lehet 112 egymással egyközűen futó interferenczia-vonalat előállítani. Az alkalmazott porok oly éles vonalakban s oly szabályossággal helyezkednek el egymás mellé, mintha a hártya fekete felszínére aczéltollal volnának odavésve. A hozzájok való készülék igen egyszerű s alig kerül nehány krajczárba. (24. ábra.) A dolgozó asztal szélén fekvő hártya keretére *a b c d*,



25. ábra.

1, 2, 3, 4 ..... mm. magas, 3—4 mm. széles és 8—10 mm. hosszú parafaszeleteket ragasztunk fel enyvvel akképen, hogy a hártya szélét érintsék. Ha most a hártyát igen finom homokkal behintjük és 25—30 cm. hosszú s megnedvesített üvegcsővel a parafaszeletek valamelyikét óvatosan dörzsöljük oly formán, hogy az üvegcsövet a parafaszeleten föl s alá húzzuk, fülhasító hangok és ezeknek megfelelő, éles hangidomok keletkeznek. Csak kevés gyakorlat kell ahhoz, hogy a legkisebb parafaszeletnek segítségével olyan idomokat idézhessünk elő, *melyeknél semmiféle hangot sem hallunk,* s a melyeknek megfelelő interferenczia-vonalak 2—3 milliméter távolságban állanak egymástól. Feltéve mármost,

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

hogy a papiros hangvezető tehetsége egyenlő a levegőével (ámbár nagyobbnak veszik) $n = c : \lambda = 340{,}000$ (mm.) : 6 (mm.) = 56666·6 rezgés.

De 40—50,000 rezgési számnak megfelelő hangidomokat még biztosabban állíthatunk elő, ha valamely hártyának fakeretébe vékony varrótűt merőlegesen szúrunk s ezt középpontja közelében a balkezünkben levő ollóba szorítván, a tű alsó részét keskeny hegedűvonóval gyöngén dörzsöljük. (25. ábra.) Az ollóval a tű rezgését szabályozzuk. Ez esetben a legfinomabb homok, vagyis inkább homokpor, melyet vászonrongyon keresztül kell hinteni a hártyára, sokkal jobb szolgálatot tesz, mint a lycopodium.

Az ilyen módon létrehozott és alig hallható, de fülünket (vagy talán inkább agyvelőnket) annál inkább sértő hangok igen szabályos és könnyen mérhető idomokat szolgáltatnak.

Hasonló módon (tűk segítségével) lehet fekete kartonokat is megrezegtetni, ha egyszerűen az asztalra fektetjük őket. Ha azonban a leírt hártyákon, *mélyebb hangoknak megfelelő idomokat* akarunk létrehozni, keretökre, illetőleg a dugók valamelyikére másfél méter hosszú üvegcsőnek súlypontját helyezzük s kiálló végét vizes flanellel dörzsöljük. Ily módon igen csinos hangidomokat kapunk. A kellő gyakorlat után használhatunk sokkal rövidebb és vékonyabb üvegcsöveket is, — 20 cm. hosszú és 5 mm. vastag üvegcsövekkel még minden nehézség nélkül dolgozhatunk, különösen ha pecsétviaszszal odaragasztjuk.

A gyakorlat csakhamar megmutatja, hogy mely esetben jöbb a homok nak és melyben a lycopodiumnak használata.

A szkioptikon használatához.

A szkioptikon megbecsülhetetlen készülék, ha jól tudjuk kezelni és használni. E sorok keretén belül csak arra szoritkozom, hogy mikép lehet tetszésünk szerinti rajzokat könnyű szerrel a szkioptikon számára készíteni. E czélra kiválasztunk, vagy hozatunk *lehetőleg vékony* és hibátlan üvegtáblát s olyan lemezekre vágjuk szét, minők a szkioptikon fakeretébe jól beilleszthetők. Azután 500 gramm desztillált vízben, melyet tiszta porczelláncsészébe öntünk s megmelegítünk, 5 gramm fehér zselatint oldunk fel és az egészet felforralva, tiszta itatóspapiroson átszűrjük. A szűrés után újra megmelegítjük a folyadékot 50—60° C. fokra s az üveglemezeket bele mártogatjuk egyenként és függélyesen állítva őket, fél napig száradni hagyjuk. Az így előkészített üveglemezeket mármost tiszta papirosba burkolva eltesszük, hogy alkalmilag felhasználhassuk. A felhasználás a következő módon történik: Az üveglemezt arra a rajzra, vagy nyomtatott képre tesszük, a melyre épen szükségünk van s finom rajztollat híg tusba mártva, a képet egyszerűen lemásoljuk. Minthogy a teljesen átlátszó zselatines üvegen a legfinomabb vonalak is híven reprodukálhatók, önként érthető, hogy az így kapott képek a *vetitésre igen alkalmasak* lesznek.

Ily módon készíthetünk másfél méternyi nagyságú térképeket, fizikai készülékeket és gépeket, csillagászati abroszokat, sőt arczképeket is nagy pontossággal, ha fehér rajzpapírosra vetítjük és tetszésünk szerint nagyítva, újra lemásoljuk. A munka, a legnehezebb képeken is, pl. a Hold képén, alig tart 3—4 óráig. Az így készült képek aztán az előadó teremnek állandó díszei maradnak.

A hold- és a napgyűrűket utánozó készülék.

A Hold körül igen gyakran, de némelykor a Nap körül is látunk egy, két, sőt három fénygyűrűt, melyeket holdudvaroknak, holdauroleáknak, vagy egyszerűen holdgyűrűknek is szokás nevezni. A tünemény eléggé ismeretes, de többnyire a legintelligensebb embernek sincs erről tiszta fogalma, azért, úgy hiszem, az elméleti magyarázat mellett a kisérletet elhanyagolni nem volna szabad.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

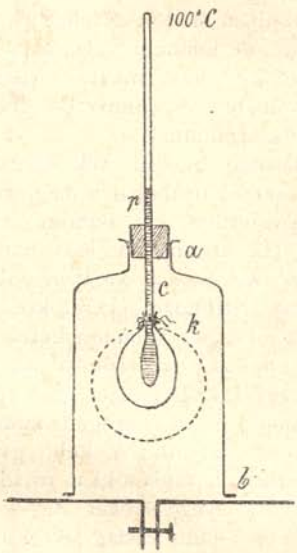
A fizikai könyvekben itt-ott megemlítve, de csakis megemlítve találjuk, hogy a gyertyaláng körül színes gyűrűket látunk, ha lycopodiummal behintett üveglemezen keresztül nézzük. Seholsem találtam feljegyezve, miként lehet és kell a lycopodiumot az üveglemezre hinteni, hogy állandóan megmaradjon és a kellő egyenletességgel legyen elosztva. Legczélszerűbb a tiszta üveglemezre egy csepp vaselint vagy faggyút tenni, azt jól szétdörzsölni és lycopodiummal behinteni, azután pedig az üveglemezt szélével az asztalhoz ütögetni, hogy a fölösleges por mind lehúlljon róla és most az üveglemezt óvatosan addig melegíteni (legjobb a meleg kályha fölött), míg a kéztől származott sávok el nem enyésznek. Szem elé tartva és oda irányítva mármost az üveglemezt az elsötétített teremben tőlünk lehetőleg távol álló gyertyalángra, azonnal meggyőződhetünk, hogy sikerült-e a dolog vagy sem. Ha 3—4 szép tiszta és élénk színgyűrűt látunk egyszerre, a készülék sikerült. Most, hogy be ne porozódjék és el ne romoljék, egy másik, egyenlő nagyságú, tiszta üveglemezzel fedjük be akképen, hogy utóbbinak mind a négy szegletére kis pecsétviaszcseppet illesztünk s aztán a másik lemezt rátevén, mindkettőnek négy sarkát addig melegítjük és nyomogatjuk, míg vagy 0·25 milliméternyi távolságba jutnak egymáshoz. Hogy a sikerült készülék egyszer s mindenkorra rendelkezésünkre álljon, forró pecsétviaszszal ragasztjuk körül és hogy csinos is legyen, a fölösleges pecsétviaszt meleg késsel megsimogatjuk, megtisztítjuk és óvatosan színtelen láng fölött lengetjük.

Ha ilyen készüléken keresztűl, melyet most bárkinek is kezébe adhatunk, a Holdra nézünk, körülte hatalmas s bámulatra méltó gyűrűket látunk. Természetes, hogy készülékünkkel az ilyen színes gyűrűket a Nap körül is láthatjuk, *ha a fentebb leírt fedőlemezt kellőleg bekormozzuk* és bekormozott felszínét a lycopodiummal szembe téve, épen úgy leragasztjuk, mint az előbbi fedőlemezt.

(Az »Ueber die künstliche Erzeugung der Höfe und Nebensonnen v. A. Cornu« czímű czikkben* leírt eljárást — timsókristályokkal — nehézkesnek találom.)

A levegő terjedésekor mutatkozó hőtani tünemények.

Kétségtelen, hogy a légszivattyúval való kisérletek között egyike a legfontosabbaknak az, melyet bekötött s kevés levegőt tartalmazó kaucsukgömbbel teszünk. Azt hiszem, hogy ezen, különben



26. ábra.

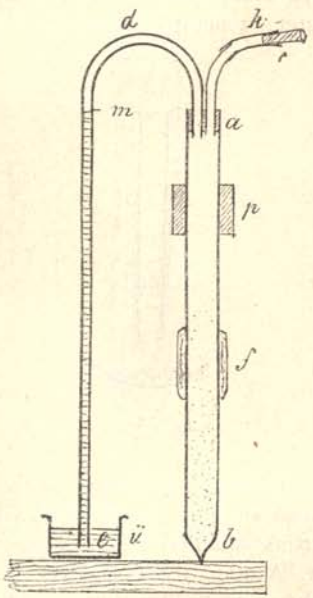
is csinos kisérlet úgy fontosságában, valamint szépségében is nyer, ha a következő módon végezzük. (26. ábra.) A légszivattyú tányérján álló *a b* üvegborítóban kevés levegővel megtöltött *k* kaucsukgömböcske s ebben *érzékeny hőmérő* van beillesztve. A hőmérőnek a borítóba való beillesztéséhez legjobb valamely kaucsukdugó; de ha ilyen nem áll rendelkezésünkre, igen finom és jól elő-

* Wied. Beiblätter 1889. Nr. 8, 698 l.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

készített *p* parafadugó is megteszi a szolgálatot, csak kellőleg gondoskodjunk arról, hogy a készülék minden tekintetben légmentesen legyen elzárva; a parafadugót, ha már az üvegborítóban van, faggyúval vastagon kell bekenni.

A mint most a borítóból gyorsan kiszivattyúzzuk a levegőt és a kaucsukgömb dagad, azt fogjuk tapasztalni, hogy a hőmérő higanya 4—5 °C. fokkal sülyed, de ha újra bebocsátjuk a levegőt, a higany 5—6° C. fokkal magasabbra szökik föl.



27. ábra.

Az utóbbi esetben azért szökik föl a higany 1—2° C. fokkal magasabbra, mint a mennyire lesülyedt, mert a kaucsukgömb összezsugorodása csak rövid ideig tart s így a hőveszteség kisebb, mint volt az előbbi esetben.

Természetes, hogy a kisérlet annál szembetünőbb, minél nagyobb fokban és minél gyorsabban történt a kiszivatytyúzás.

Ha ezt a kisérletet nagyszámú hallgatóságnak akarjuk megmutatni, a hőmérőnek higanyfonalát szkioptikonnal kell vetítenünk.

A dörzsölés mint hőforrás.

Annak bebizonyítására, hogy dörzsöléssel feltünő meleget lehet előidézni, a következő készüléket állítjuk össze. (27. ábra.)

Az *a b* tágas, vékonyfalú s alúl beforrasztott üvegcsőnek nyilásába *d e* üvegszivornya és *a c* rövidke csövecske van légmentesen beillesztve; az *ü* edényben víz foglaltatik; *p* parafadugó arra való, hogy a készüléket a kisérlet alatt balkezünkben tartva, a cső a kéztől meg ne melegedjék; *f* egy darabka száraz flanell négyszeres rétegben összehajtva; *a c* csövecske végére *k* rövid kaucsukcső van húzva és üvegdugóval elzárva. (Az üvegdugó nem más, mint egyik végén beforrasztott üvegcsövecske.)

Az így összeállított készülékkel mármost a következő módon kisérletezünk: a *p* parafadugót bal kezünkbe fogva, a készüléket az asztalra állítjuk és *a b* csövet a jobb kezünkben levő flanellel dörzsöljük, mi közben az átmelegedett levegő *e* nyiláson át bugyborékolva szabadul ki; de ha a dörzsölést abban hagyjuk, a megfestett víz *m* pontig emelkedik föl.

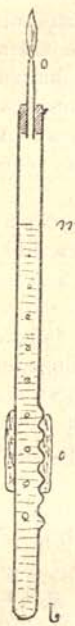
Igy azonban a készülék nem nagyon érzékeny; hogy tehát érzékenyebbé váljék, a kisérlet előtt *d e* csőnek *e* végét étherbe mártjuk és kihúzván a kaucsukcsőből *c* üvegdugaszt, néhány csep éthert szívunk a készülékbe s aztán a kaucsukcsövet újra bedugjuk. Ha most az *a b* csövet újra dörzsöljük, már a 3—4-ik húzásra megindúl a bugyborékolás, de most vigyáznunk is kell, hogy a megfestett víz ne hatoljon egészen az *a b* csőbe, mert a készülék bepiszkolódnék és megint szét kellene bontani, megtisztítani. Hogy ez tehát ne történjék, kivesszük a kellő pillanatban az üvegdugót és a vízoszlop azonnal visszaesik. A készülék egész magassága 60 cm.

Az éther felforralása dörzsölés utján.

Ha 80 cm. hosszú és 2 cm. átmérőjű üvegcsövet veszünk, melynek alsó vége be van forrasztva (28. ábra) s ha bele

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

m pontig éthert öntünk és aztán *a b* részén flanellel dörzsöljük, az éther felforr. A ritmusos mozgással emelkedő buborékok, a mint fölfelé szállanak, folytonosan kisebbednek, sőt vannak olyanok is, melyek a folyadék felszínét el sem érik, hanem útközben lecsapódnak. Midőn az éther már kellő forrásban van, *o* nyilásnál meggyújtható s állandóan ég, ha a csövet kitartóan dörzsöljük. Ha a csövet légmentesen beduga-szoljuk és dörzsölés után kinyitjuk, a beállott kisebb nyomás következtében az éther olyan rohamosan forr fel, hogy jó része a csőből kidobódik, sőt a mérsékelten beillesztett kaucsukdugót is kilöki. Azonban belül egészen tiszta és kivülről sima üvegcsővel a kisérlet kissé nehezen sikerül, azért tehát a már beforrasztott csőnek alsó felét megtüzesítjük s egyik oldalára 5—6, fél mogyoró nagyságú szemölcsöt fúvunk. A kisérlet alatt a szemölcsök lapos parafadugaszszal dörzsölendők. Egy másik jó fogás az, hogy az üvegcsövet nehányszor föl- s aláfordítjuk, illetőleg megrázzuk, hogy az éther levegővel keveredjék össze. Ha a megdörzsölt üvegcsőbe nehány homok szemet dobunk, az éther erősen fölforr.



28. ábra.

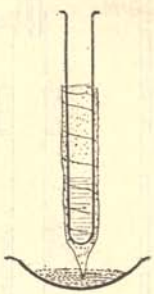
Ha a czélt egyáltalában *igen gyorsan és kényelmesen* akarjuk elérni, készülékünket, melyben már az éther benne van, néhány percczel a kisérlet előttt langyos (25—30 C. fokú) vízbe tesszük. Természetes, hogy ez utóbbi fogás alkalmazásával tetszésszerinti vastagságú üvegcsöveket használhatunk.

Az egyszerű készülék, mint látjuk, vagy 6 tünemény kimutatására alkalmas.

A víz megfagyasztása széndisulfiddal és étherrel.

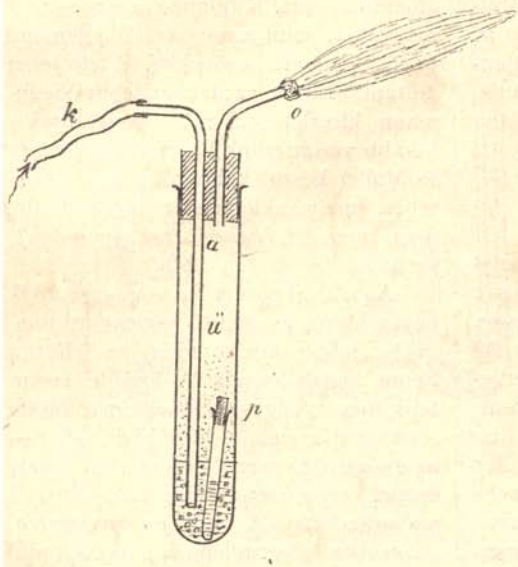
Ismeretes dolog, hogy a párolgó testek hőmérsékükből veszítenek, de mindamellett csinos kisérletet tehetünk, ha valamely próbacsövet itatóspapirosba burkolunk s ez utóbbit czérnával szorosan a cső falához erősítjük, és azután a próbacsövet 2—3 ujjnyi magasságig vízzel megtöltvén, az egészet széles porczellánczsészébe állítjuk. (29. ábra.) Ráöntvén mármost az itatóspapirosra a széndisulfidot, melyből kis adag (mint a mennyi víz van a próbacsőben) a csészében is helyet foglal, az egészet magára hagyjuk. A kisérlet 10 percz múlva a legmelegebb szobában is *biztosan* sikerül.

Még sokkal szebb s igazán meglepő kisérletet tehetünk étherrel. (30-ik ábra.) Czélunk elérésére keskeny *p* próbacsövet félig megtöltünk vízzel s odatartjuk valamely láng fölé, míg a víz fölforr. Azután a próbacsövet beduga-szoljuk s 3 czentiméternyi széles és 30—40 czentiméter hosszú, alúl pedig beforrasztott üvegcsőbe helyezzük, melyben körülbelül 6-szor annyi éther foglaltatik, mint a mennyi víz van a próbacsőben. Ha most a kénétheren keresztül, *k* kaucsukcsővel összekapcsolt *ü* üvegcsövön át, fujtatóval erős légáramot bocsátunk, akkor az éther gyorsan elpárolog, a nagy üvegcső külső felületén *harmat és csakhamar jégkéreg is képződik. Ekkor már a próbacsőben levő víznek nagy része megfagyott, de ha a fúvást még vagy 10 másodperczig folytatjuk, az egész víz jéggé változik. A kisérlet legfeljebb másfél perczig tart s bármikor biztosan sikerül.*

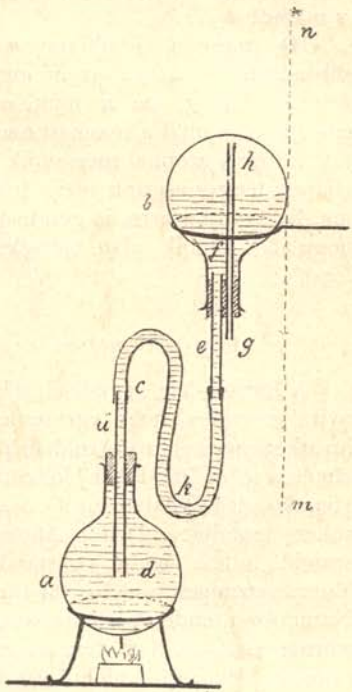

29. ábra.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

De hogy az *a o* csőből kiáramló éther ne kábítson minket, mindjárt a kisérlet elején meggyújtjuk. A hatalmas, suhogó láng a cső *o* nyilásától elszakad, vagy 15 czentiméternyire távozik és ott néhány másodperczig égve marad, de a mint az éther jobban kihül, elalszik s többé meg nem gyújtható. Hogy ez ne



30. ábra.



31. ábra.

történjék, az *o* nyilás elébe égő borszesz lámpát kell tartanunk. A dolgon különben úgy is segíthetünk, hogy az *o* nyilást kettős fémszitácskába burkoljuk, mely izzó marad és az égést majdnem a kisérlet végéig fenntartja.

Bebizonyítása annak, hogy a folyadékok forrása a reájok ható nyomás nagyságától is függ.

Annak bebizonyítására, hogy a víz annál magasabb hőfokon forr föl, minél nagyobb a reá ható nyomás és megfordítva, igen czélszerű készülékeink vannak. Ilyen a Papin-féle fazék, a vízkalapács, a kryophor és olyan lombik, melyben a vizet felforraljuk s aztán beduga-szolva és fölfordítva, megint hideg vízzel leöntjük stb. A készülékek mind jók s talán fölöslegesnek is látszik, hogy az idevágó kisérletek sorát még eggyel megtoldom; de szolgáljon mentségemül az, hogy az előadandó egyszerű kisérlettel a fentebb jelzett igazságokat mégis a legközvetlenebbül látjuk bebizonyítva. Czélunk elérésére *a* és *b* (31. ábra.) egy-egy liternyi tartalmú lombikot veszünk elő. Az *a* lombikba légmentesen *c d* vastag üvegcsövet illesztünk be s azt *k* kaucsuk- és *e f* szintén vastag üvegcsővel kötjük össze, mely utóbbi későbben *b* lombikba lesz illesztendő. Az *a* lombikot egészen, *b*-t pedig csak $^1/_4$-ig töltjük meg vízzel s aztán mindkettőt melegítjük, míg *a* lombikban a víz föl nem forr. Ha ez megtörtént, kisebbítjük az *a*

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

lombik alatt levő lángot s odaillesztvén *e f* csőhöz *b* lombikot, azt úgy, mint az ábrán látható, fölfelé fordítjuk. (A *b* lombikot csak azért melegítjük, hogy a kisérletet siettessük, melegítése esetleg el is maradhat.)

Ha most *b* lombikot *m* pontig sülyesztjük le, a víz az *a* lombikban hevesen felforr, de a mint *n*-ig fölemeljük s ez által a nyomást nagyobbítjuk, a forrás azonnal megszünik. Ezt az eljárást tetszés szerinti ideig folytathatjuk, ha egyúttal arról is gondoskodunk, hogy az *a* lombik alatt mérsékelt láng legyen.

A geysirek utánzása.

A Bunsen-féle »geysir-elmélet« annyira ismeretes, hogy egyszerűen csak hivatkoznom kell reá. Azonban a Bunsen elméletére* és Dr. Müller J. készülékére** vonatkozólag Wiedemann G. a következőket mondja: »Dieser Apparat entspricht indess nicht vollständig den Voraussetzungen, welche für die in der Natur obwaltenden Verhältnisse gemacht worden sind, da bei dem Geysir eine doppelte Heizstelle nicht anzunehmen ist und die Eruption des Wassers sich nur einmal herstellen lässt.« Azután leír egy készüléket,*** melyet ő maga szerkesztett. Rövidség okáért ide mellékelem a rajzot (32. ábra), hogy lássuk, hogy a Wiedemann készülékéből nem víz, hanem csak gőz tör ki, mely útjában lecsapódva néhány vízcsepp alakjában szökik ki az edényből. Nem lehetne a Wiedemann készüléke ellen kifogásunk, ha *a b* cső egészen az edény közepéig nyúlnék le, vagy *c*-vel megjelölt pontok valamelyikéből indúlna kifelé, de így azonnal belátjuk és a kisérlet is bizonyítja, hogy *a* nyilásból a víz s utána rögtön a gőz csak akkor fog kiszökni, ha a lombik egészen megtelik és a víz fölforr. Wiedemann leírásából is az derül ki: »Nachdem der ganze Apparat mit Wasser gefüllt ist« stb. Igaz ugyan, hogy *d* csapnak és a lángnak kellő igazításával stb. stb. a szóban levő tüneményt megközelítőleg ki lehet erőszakolni, de annyi összevágó és változatlan feltétel a természetben nem fordúlhat elő, legalább állandóan nem. Különben az olyan eredményeket, mint a minőket Wiedemann ér el, egyszerű csövekkel is elő lehet állítani.* Ebben az alakban tehát Wiedemann kisérletét el nem fogadhatjuk s inkább visszatérünk Bunsen elméletéhez és Müller készülékéhez, illetőleg kisérletéhez, mely akképen is módosítható, *hogy nem két, hanem csak egy melegítő forrással birjon.* (33. ábra.)

Az *a b* csövön át *b c* vízsugár szökik egy 3 literes és alúlról melegített lombikba (jobb volna rézedény) s lehűti a benne foglalt levegőt. A lombik lassan telik meg *m n*-ig vízzel s ekkor a fölötte levő forró levegő — későbben gőz — az összegyűlt vizet *d e* csövön át (mely esetleg egyenesen fölfelé irányúlhat) a szabadba löki. A mint ez megtörtént, *e d* csövön keresztűl új adag levegő tódúl a lombik belsejébe s nem sokára a játék újra ismétlődik.

Azonban, hogy kimutathassuk, hogy e szerint a beszökő és hűtő *b c vízsugár sem kivántatik a kisérlethez*, a készüléket még úgy is módosíthatjuk, a mint ez a mellékelt 34. ábrán látható. A készülék magassága 90 cm.; *o b* üvegcső 1 mm. átmérőjű nyilásban végződik, hogy a lombik csak lassan teljék meg vízzel; *c d* üvegcső tetszésünk szerinti vastagságú lehet.

Ha a tölcsérbe hideg vizet öntünk és *e* lámpával melegítjük, a víz 16—20 másodpercznyi időszakokban tör ki rohamosan és a játék meglehetős szabályossággal folyton ismétlődik. Ha azonban a kilövelt meleg vizet visszatöltjük a tölcsérbe, a kitörés időszaka megrövi-

* Wied. Ann. d. Phys. u. Chemie 1882. 15. köt. 173. l.

** Müller »Kosm. Physik« 1883., 580. lap (és 1865., 386. lap).

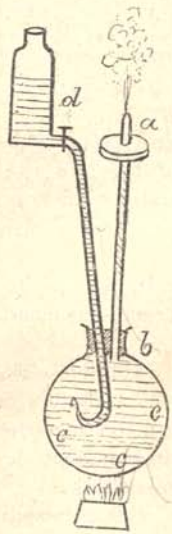
*** Wied. Ann. 1882., 15. köt. 173. l. Taf. I. Fig. 5.

* Tyndall »A hő mint a mozgás egyik neme«. (Kiadja a Termtt. Társ. 1874.) 124—125. l.

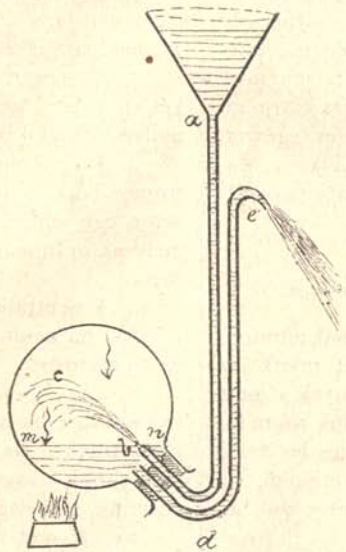
This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

dül. Megjegyzendő még, hogy *o* nyilás valamivel feljebb, vagy lejebb is állhat, mint a *c* nyilás.

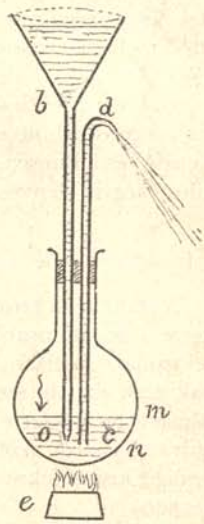
E két kisérlet alapján nem nehéz a természetben előforduló tünemény magyarázata, *mely itt azonban nem mint*



32. ábra.

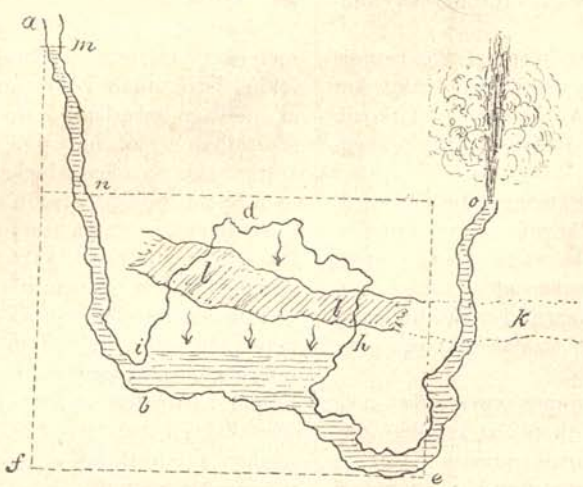


33. ábra.



34. ábra.

új elmélet szerepel, hanem csakis — a levegő szerepének tekintetbe vételével — a Mackenzie-féle elméletnek támogatásául szolgál. (35. ábra.) Az *a b* csator-



35. ábra.

nán keresztül hideg víz hatol *i d h* üregbe, mely *l l* forró lávaérrel érintkezik. Itt csak azon föltevésre van szükségünk, hogy *e o* vízoszlop kisebb legyen, mint *m f*; a tünemény pedig mindaddig ismétlődni fog, míg *a b* csatorna hosszabb

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

és keskenyebb, mint *e o*, mely utóbbin keresztül minden kitörés után hideg levegő hatol az üregbe. De még az esetben is, ha *n b d h e o* tér egészen megtelnék vízzel, a forró lávaér fejleszthet oly nagy feszültségű gőzt (Mackenzie elmélete), mely az útjában álló vízmennyiséget ki birja lökni és a tért újra kiüríteni.

Ha végre *l l* izzó lávaeret egészen *k*-ig meghosszabbítva képzeljük, a Mackenzie- és a Bunsen-féle elmélet közötti különbség is elenyészik.

Az elektromosság oszlása (influentia).

A statikai elektromosságnak mindenesetre a legfontosabb részét teszik az elektromos oszlási tünemények, mert csak ezek alapján szerezhetünk tiszta fogalmat a természet e titokteljes erejének nyilvánulásairól. Azért, úgy hiszem, az idevágó kisérletekre nagy súlyt kell helyeznünk.

A kimutatandó főbb tünemények a következők volnának:

1. Ha valamely testen semminemű elektromos hatás nem nyilvánúl, akkor ezen test az elektromosságra nézve közömbös (neutrális vagy indifferens) állapotban van.

2. Ha valamely testen az elektromos egyensúly megzavartatik, mindenkor két különnemű elektromos hatás mutatkozik rajta, t. i. az elektromos pozitív és negatív hatás.

3. Minden elektromos test (indító) megváltoztatja a közelben levő testeken, legyenek azok jó vagy rosz vezetők, az elektromos egyensúlyt, de a mutatkozó hatás a vezetőkben föltünően, a nem vezetőkben (izolátorokban) csak nehezen észlelhető.

4. Az elektromos egyensúly még akkor is megzavarható, ha az illető testek között izolátorok vannak; azaz az elektromos erő épen úgy hat a testeken keresztül, mint a mágnesség.

5. Az oszlás révén keletkezett két elektromosság közül az egyik elvezethető, a másik nem. Ugyanis az indítóval egynemű elektromosság eltaszítva távozik, a különnemű pedig, tőle vonzatva, kötve marad.

6. Az indítóéval egynemű (azonos) elektromosság igyekszik *tőle* a lehető legtávolabbi, a különnemű pedig *hozzá* a lehetőleg legközelebbi helyre jutni.

7. Az elektromos hatás a vezetőnek két egymástól legtávolabb fekvő pontján nyilvánúl legjobban.

8. A vezetőnek közepe felé az elektromos hatás mindinkább fogy, sőt a vezetőn egy teljesen neutrális öv is van, mely az indítónak helyváltozásával változik.

9. A neutrális öv az indító felé közeledik, ha ez utóbbi a vezető felé halad; és megfordítva.

10. Az úgynevezett »kötött« elektromosság csak akkor válik szabaddá és elvezethetővé, ha az indítót tőle messzire eltávolítjuk, vagy elektromosságát levezetjük, illetőleg közömbösítjük.

11. A két indított elektromosság újra közömbösül, ha az indítót eltávolítjuk, — a vezetőn ekkor újra beáll az elektromos egyensúly.

12. Az indított »szabad« elektromosság maga is indítólag hat a közelben levő testekre.

Ezek volnának a főbb tünemények, melyeket rendesen a Riess-féle készülékkel *szoktunk bizonyítgatni. Azonban az ide vágó kisérletek mind *csak télen* sikerülhetnek jól, ha t. i. a levegő igen száraz, azaz ha a levegőnek abszolut vízmennyisége sokkal kisebb, mint meleg nyári napokon, és ha nagyon jó készülék áll rendelkezésünkre. De e készülékek többnyire nem jók, mert a mechanikusok értelem nélkül készítik; ha pedig jók, akkor igen drágák. A körülményektől kényszerítve, magam is félretettem a rendelkezésemre álló Riess-féle készüléket és a szóban levő tüneményeket a következő egyszerű és biztos módon bizonyítom.

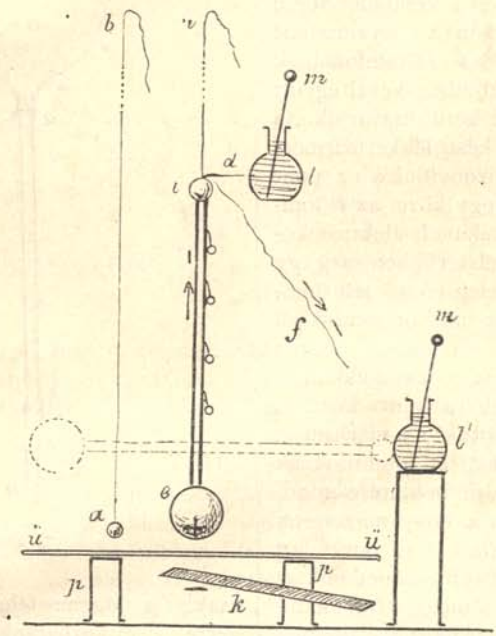
A szoba fedeléről két erős zsinór függ le, mely tetszés szerint fölhúzható vagy lebocsátható és *számtalan* más

* Müller »Kosm. Physik« 1883., 581. l.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

czélra is szolgál. (36. ábra.) Az egyikre *a b* selyemfonalon csüngő üveggombot (szükség esetében pecsétviaszból készült gömböcske is jó), a másikra pedig, melynek *d n* része selyem zsinórral van megtoldva, *d e* vastag, de könnyű sárgarézcsőhöz erősített s lehetőleg nagy rézgömböt alkalmazok. (A rézgömböt szükség esetében valamely készülékről vehetjük le.) Az *e d* egy méter hosszú rézcsőnek másik végéhez is rézgömböt illesztünk, mely azonban sokkal kisebb lehet, mint az alsó. A kis rézgömbre vékony rézdrótot *(f)* akasztunk, mely a földhöz vezet.

Ha most az *ü ü* nagy üveglemez alatt, mely *p p* magas üvegpoharakon áll, *k* elektromos kaucsuklemezt (vagy pecsétviaszrudacskát) a kellő tempóval ide-oda mozgatunk, azt fogjuk tapasztalni, hogy az *e n* rézgömbös inga *azonnal megindúl* és tetszésünk szerinti ideig lengésben tartható, az *a* üveggömböcske pedig *mozdulatlanúl áll*, habár, aránytalanúl (100-szor is) kisebb, mint a rézgömb.



36. ábra.

(Bizonyítása a 3. és a 4. pontnak; az első pontot bizonyíthatjuk a meg nem elektromozott kaucsuklemezzel.) A sárgarézcsőre továbbá deákflastrommal néhány, finom fonalon függő és könnyű bodzabélgolyócska van ragasztva, melyek segítségével az 5.. 6., 7., 8., 9., 10. és 11-ik pont alatt fölsorolt igazságok bizonyíthatók. Magától értetődik, hogy az 5. és 6. pontnak bizonyítása után az *f* drótot ki kell akasztani.

Most bebizonyítjuk a 2. pont alattiakat és pedig a következő módon: a kisebb *i* gömbhöz szappannal tisztán megmosott *l* lombikot tartunk, melyben 50—60° C. fokú és tintával feketére festett víz foglaltatik. E lombikból kezünkkel mindannyiszor megérintendő *m* drót vezet ki. Ha most a kaucsuklemezt az üvegtábla alá helyezzük (pl. egy kis pohárra), a lombikra kis elektromos szikra csap át s ez, kén-minium porkeverékkel behintve, azonnal elárulja, hogy itt a szabaddá lett negativ

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

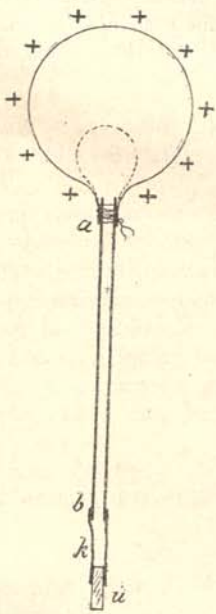
elektromossággal van dolgunk. Ha aztán a lombikot 20—30 fokkal tovább fordítjuk és a kaucsuklemezt eltávolítjuk, akkor a másik szikrának megfelelő pozitív rajzot kapjuk. (A kis rézgömbre rövidke *d* drótot is ragaszthatunk deákflastrommal s ekkor az elektromos alakok sokkal csinosabbak lesznek; itt egyúttal alkalmunk van arra is hivatkozni, hogy a kötött elektromosság még a csúcsokból sem sugárzik ki.)

Azután a rézcsövet vízszintes helyzetbe hozzuk úgy, mint ez az ábrán pontozottan meg van jelölve. Ugyanis leeresztjük *e i* rézcsövet a kellő mélységre s odább tolván rajta a selyemzsinór végét, egyúttal az *a b* selyemfonalnak alsó részét az üveggömböcskével együtt néhányszor a rézcső körül csavarjuk. Az így megváltoztatott készülékkel mármost mindenek előtt bebizonyítjuk a 12. pont alattiakat akként, hogy közel az *l'* lombik tulsó oldalához valamely elektroszkópot, vagy sokkal czélszerűbben még egy másik és szintén meleg vízzel telt lombikot állítunk. Ez utóbbi lombikból kivezető fémdrót a földdel legyen összekötve. Ha most a kaucsuklemezt a gömb elé tartjuk (a kettő közé az üveglemezt is állíthatjuk) s a már ismert módon kisérletezünk, a lombikoknak kén-minium porral való behintése mindannyiszor megmutatja, hogy mi történt.

Végre azután mind a 12 pont alatt felsorolt igazságokat újra ismételjük az elektroszkóppal és a meleg vizű lombikokkal. A fontos igazságoknak így módosított ismétlése nemcsak hogy nem fölösleges, hanem nagyon is szükséges. A kisérleteket mind könnyen el lehet egy óra alatt végezni.

Az elektromos feszültség kisebbedő felületen.

Az eddig fölállított és a légköri elektromosság keletkezésére vonatkozó elméletek közt az Edlund-, Palmieri-, Andries-, Tait-, Elster- és Geitel-félében* azt találjuk fölemlítve, de nem bebizonyítva, hogy a felhőkben a sok apró vízcseppnek lecsapódása, illetőleg nagyobb cseppekké való ősszefolyása s így a sok szabad felület megszüntetése révén az elektromos feszültség növekedik. Ez állítás ellen kifogást tenni nem lehet; de ha kérdezzük, hogy minő eszközeink vannak annak bebizonyítására,



37. ábra.

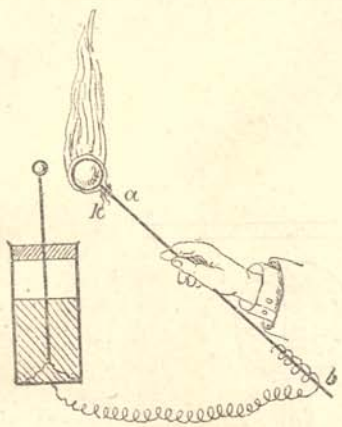
csakis a Magnus-féle ónlemezes hengerre hivatkozhatunk.** Ugy hiszem, hogy a következő egyszerű kisérlettel czélunkat jobban érjük el, mint a Magnus-féle készülékkel. (37. ábra.) Az *a b* egy méter hosszú és egy ujjnyi vastag üvegcsőnek két végét vékonyabbra húzzuk ki és hogy mindkét karimája sima legyen, kissé megolvasztjuk. Azután a cső felső végére selyemfonallal *lehetőleg nagy* s fölfújható kaucsukgömböt kötünk, míg az alsó végére rövid kaucsukcsövet *k* húzunk, mely *ü* (üvegcsőből készült)

* Riess »Die Lehre von der Reibungselektricität« I. k., 178. l., Fig. 46, Taf. 4.

** Riess »Lehre v. d. Reibungselektr.« I. k., 124. §.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

dugócskával elzárható. Most a kaucsukgömböt kevés gliczerinnel megkenjük, hogy kissé higroszkópos legyen és megtöltjük levegővel. A fölfújt gömböt végre az elektromos gép főszedőjéhez vagy még jobban egy belőle kiálló fémcsúcshoz tartva, akképen forgatjuk, hogy egész felszíne megteljék elektromossággal. Ekkor gyorsan elsötétítjük a szobát és kihúzván a kis üvegdugót, azt



38. ábra.

fogjuk tapasztalni, hogy a gömbnek hirtelen megkisebbedése miatt, a gömb felületéről számtalan szikrácska ugrik az üvegcsőre, mi által ez utóbbinak felső részén egy pillanatra csinos kisülési tünemény mutatkozik. E kisérletből, mely természetesen csak hideg téli időben és fűtött szobában sikerül legjobban, könnyen lehet a szükséges következtetéseket levonni.

Megjegyzendő még, hogy a kisérletet nem szabad nagyon hosszúra nyújtani, mert ha az elektromosság a kaucsukba mélyebben hatol, a gömböt át is lyukasztja.

Gyújtás elektromossággal.

Mindenek előtt megjegyzem, hogy nem tudok rá többé emlékezni, vajjon az ide mellékelt kisérletet magam tettem-e így legelőször, vagy láttam-e valahol. Kerestem valamennyi rendelkezésemre álló fizikai munkában, de sehol sem akadtam reá ,azért mégis kiváló egyszerűségénél és biztosságánál fogva mellékelem. (38. ábra.) Az *a b* vastag rézrudacska felső végén ökölnyi nagyságú rézgömb van; a rézgömb esetleg elmaradhat, elég jó ugyanezen czélra maga a rézrudacska, de jobb valamely vastagabb rézcső, vagy pedig ónlemezzel bevont üvegcső. A rudacska alsó végére hosszú fémláncz van csavarva, mely a megtöltött leydeni palaczk külső felszinével érintkezik. Ha most 8—10 vászonréteggel körülgöngyölített és a rézgömbhöz zsinórral odaerősített vászonra annyi éthert öntünk, hogy ez egészen átázzék és ha végre, kezünkben tartva a rézrudacskát, a rézgömbbe sütjük ki a leydeni palaczkot, akkor az éther csalhatatlanul meg fog gyuladni, legyen bár a palaczk pozitív vagy negatív elektromossággal megtöltve. A kisérletet többször is ismételhetjük a nélkül, hogy a gömböt újonnan kellene étherrel leönteni.

A nagy lánggal égő éthernek eloltását valamely kezünknél levő törlőruhával, vagy zsebkendővel végezhetjük úgy, hogy az égő gömböt vele beburkoljuk. Ezt ne mulasszuk el megtenni, mert a hallgatóságnak eltörülhetetlenül emlékezetébe vésődik az az igazság, hogy a tüzet mindig biztosan eloltjuk, ha tőle a levegőt elvonjuk; de egyúttal igen jó alkalmunk van itt arra is reflektálni, hogy az esetben, ha valakinek a ruhája meggyulad, az illetőt a futástól minden áron vissza kell tartanunk és az égést vagy saját, vagy bárminemű más és kéznél levő ruhával elfojtanunk.

Kisérletek elektromos vízsugarakkal.

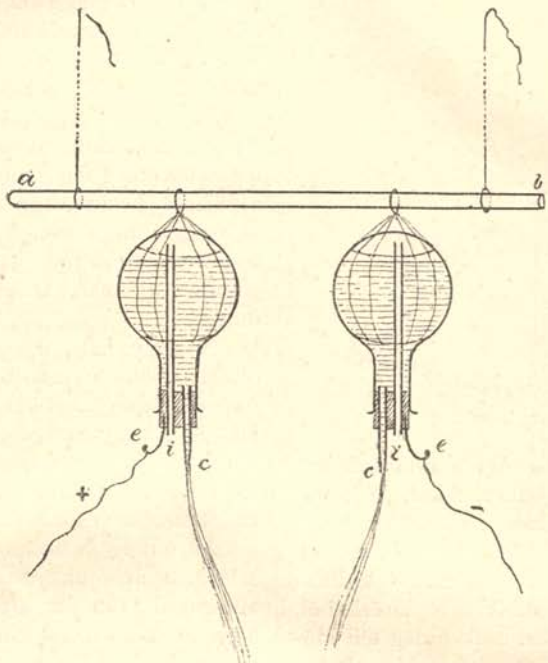
Azokat a tüneményeket, melyek a megelektromozott vízsugáron észlelhetők, számtalan fizikai munkában föltalálhatjuk,* mégis úgy hiszem legczélszerűbben

* Carmoy. Gehl. Phys. Wörtb. III. 287. l. — Pogg. Ann. 102. k. 633. l. és 144. k. 643—447. l. — Mousson »Physik auf Grundl. d. Erfahrung«. 1882. III. k. 155 l.— Riess »Die Lehre v. d Reibungselektr.« II. k. 157—159. l. — Reis »Lehrb. d. Physik«. 1878. 554 l. — Weinhold »Phys. Demonstr.« 1881. 515. l. stb. stb

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

tanulmányozzuk azokat, ha vízzel telt két üveglombikot, *a b* vastag üvegcső segítségével, dolgozó asztalunk fölött függő két zsinórra függesztünk föl. (39. ábra.) A lombikok tetszésünk szerinti magasságra emelhetők s hogy belőlük a vízsugarak csak a kellő pillanatban induljanak meg, *c c* üvegcsövekre bekötött kaucsukcsövecskék vannak illesztve, melyek czérnával könnyen lehúzhatók. Az *i* és *i* üvegcsöveken keresztül a levegő hatol lombikok belsejébe.

Mindegyik lombik dugóján keresztül egy-egy hosszabb és meggörbített gombostű van szúrva, melyre a vezető drótot akasztjuk. Az ily módon kitünően izolált készülékkel kimutatható: 1. a vonzás, a taszítás és a közömbösítés; 2. az indítási tünemények nagy része; 3. a csúcsok hatása és 4. az,



39. ábra.

hogy a lombikok alatt levő és szintén elszigetelő lábon (poharakon) álló üvegedényekbe a cseppekkel együtt sok szabad elektromosság jut. Ha a 4-ik pont alatti kisérleteket a kellő óvatossággal télen, vagy valamely jól fűtött és sötét szobában csináljuk, a leeső cseppek csinos fénytüneményt adnak.

Gyantába nyomódott elektromos alakokról.

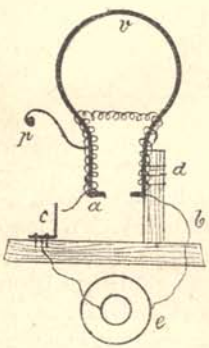
A Természettudományi Közlönyben* olyan elektromos alakok vannak leírva, melyek forró s puha gyantába mintegy bevésődnek. Mivel ezen még alig tanulmányozott alakok létrehozásához a gyanta kihülésének kellő pillanatját eltalálni igen nehéz, oly keveréket állítottam elő, a mely órákig puha marad és a szóban levő kisérletekre alkalmas. Készítése a következő: 1 s. r. forró faolajban 2 s. r. fekete szurok és 6 s. r. kolofonium olvasztandó föl. Az így készült keveréket fémlemezekre öntjük s nehány percz múlva már használhatjuk. Számba nem véve, hogy a meleg keverékbe benyomódot alakok sok elek-

* Termtt. Közlöny 1882. XIV köt. 180. l.

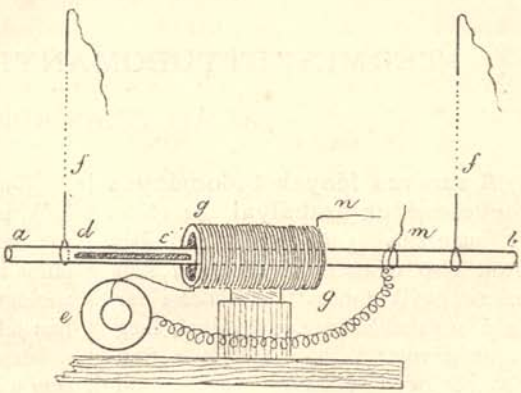
This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

tromos tüneménynek jobb megértését teszik lehetővé, melyet másképen észrevenni alig lehetne, még azért is fontosak, mivel a Riess fölállította s általánosan elfogadott elméletet,* mely szerint a Lichtenberg-féle alakok a testek felülszínén kondenzált vízgőzök surlódásából erednek, homlokegyenest *megczáfolják*, a mennyiben t. i. a meleg (sőt forró) gyantán kondenzált vízgőzökről szó sem lehet. E kisérletek inkább a mellett tanuskodnak, *hogy a Lichtenberg- és másféle elektromos alakok keletkezése tisztán csak az elektródokból származó és dissocziált állapotban levő fémgőzöknek tulajdonítandók*, a mit különben a fentebb említett értekezésben is megokolva találunk.

Ha az így kapott alakokat mindjárt keletkezésök után kén-minium porkeverékkel hintjük be, állandóan rögzítve s mintegy megörökítve maradnak, mert a gyantakeverékről azokat letörülni nem lehet.



40. ábra.



41. ábra.

Rögtönzött elektromágneses mozgató.

Néhány krajczárnyi költséggel ügyes elektromágneses mozgatót készíthetünk, ha lúdtoll vastagságú és 6—7 deciméter hosszú *v* vasdrótot patkóalakúlag meghajlítunk (40. ábra), két végét elszigetelt rézdróttal körülcsavarjuk és aztán a patkó egyik szárát *d* deszkácskához erősítjük, szabadon lebegő szárán kiálló rézdrót végét pedig *c* vastag rézlemezke közelébe hozzuk. Összekötvén mármost *b* drótot a Bunsen-féle elem egyik sarkával és a rézlemezkét a másikkal, nem kell egyebet tennünk, mint a rézlemezkét addig hajlítanunk előre, a míg *s* drót végével nem érintkezik. Ebben a pillanatban megindúl az elektromágneses mozgató s a játékot a patkó rugalmassága fentartja.

Ha a patkó mozgó szárához vasdróttal kis üveggombot *p* is illesztünk s melléje csengetyűt (vagy üres poharat) állítunk, oly egyszerű elektromágneses mozgató áll rendelkezésünkre, melynek szerkezetét minden kis tanuló is megérti és a készüléket utánozhatja.

Rögtönzött, lengő elektromágneses mozgató.

A 2-ik csoportba tartozó elektromágneses mozgatók már csak azért is igen fontosak, mivel a remanens mágnesség működésöket nem hátráltatja. Ilyen rendkivül egyszerű s *önmegszakítással ellátott mozgató* a következő módon szerkesztendő. (41. ábra.) A szoba fedélzetéről lefüggő zsinóron az *a b*, 80 cm. hosszú üvegcső van felfüggesztve, melyben *d c* kis ujjnyi vastagságú és 25 cm. hosszú *lágyvas-rudacska* fekszik. Az üvegcső *gg* drót-tekercsben szabadon

* Riess »Lehre v. d. Reibungselektricität«. II. k. 749. §.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

lenghet. Az elektromos elemből kivezető *m* drót vége merőlegesen az üvegcsőhöz van erősítve, a dróttekercsnek *n* vége pedig vízszintesen úgy van oda irányítva, hogy a két drót egymáshoz surlódjék. Ha most a vezetékbe csak egy gyönge Grenet-féle elemet is csatolunk be, az üvegcső a benne foglalt lágyvas-rudacskával együtt megindúl és tetszésszerinti ideig szabályosan leng.

—

Legyen szabad kisérleteim e sorát azzal a megjegyzéssel befejeznem, hogy az, a ki kisérleteimet ismételni óhajtja és a kellő eredményeket el akarja érni, az egyes leírásokat szó szerint vegye, mert óvakodván a fölösleges szavaktól, mindig és mindenütt csak annyit írtam, a mennyi épen szükséges volt, másrészt pedig valamely fogást soha el nem hallgattam.

ANTOLIK KÁROLY.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

A szerves lények tudományos elnevezésének szabályai. Az 1889. évi augusztus 5-től 10-ig Párizsban tartott első nemzetközi zoológiai kongresszus egyik fontos tanácskozási tárgya a nomenklatúra szabályainak megállapítása volt. Az ügy, melyet a franczia zoológiai társaság nagy gonddal készített elő, az augusztus 10-én tartott ülésen került napirendre s Dr. Raphael Blanchard, a kongresszus főtitkára, mint előadó, terjedelmes irodalmi apparatusra támaszkodó és beható megokolással terjesztette elő. Ebből az előterjesztésből a következő bevezető sorokat adjuk.

A természetbuvárok a nomenklatúrát, mióta szükségességét Tournefort 1700-ban, Linné pedig 1751-ben kimutatta s alapjait megvetette, mindig kiváló gondosságban részesítették. Nem egy szerző igyekezett javítani s szabályait megállapítani; de egyszersmind nem egy hamisította meg, revizió ürügye alatt, értelmét s idézett elő sajnálatraméltó zavart. Több nemzetközi és több helyi, de azért nem kevésbbé jelentős kongresszus fejezte ki már nézetét a kérdések bizonyos összeségéről s határozataiknak, melyeket a természetbuvárok nagyobb része elfogadott, jelenleg törvény ereje van.

Vannak tehát már bizonyos szabályok, melyekre nézve a természetbuvárok megegyeztek, ámde ezek csak általános tételekre vonatkoznak. A leíró zoológusok és botanikusok a gyakorlatban jelenleg is gyakran előre nem látott nehézségek előtt állanak, melyekre nézve sem a szerzők, sem az említett kongresszusok megállapodásra nem jutottak; ezeknek a nehézségeknek a megoldása tehát még függőben van. Másfelől pedig oly kérdéseknek gyakran egymásnak egészen ellentmondó megoldása fogadtatott el, melyeknek közös elintézése kiváló mértékben kivánatos.

A szerves lények nomenklatúrájában követendő szabályok megállapítása tehát, ámbár evvel a kérdéssel a legkitünőbb természetbuvárok ismételten foglalkoztak, még mindig napirenden van. A franczia zoológiai társulat azt hiszi, hogy jobb alkalom alig kinálkozik ennek a kérdésnek tanulmányozására és lehetőleg megoldására, mint ha azt az első nemzetközi zoológiai kongresszus elé terjeszti.

A munka első pillanatra könnyűnek látszik: avagy nincsenek-e, mint már említém, az általános elvek megállapítva? s a sarkalatos szabályok nincsenek-e általánosan elfogadva és figyelembe véve? A végleges szabályzatnak azonban minden

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

specziális esetről előre kell gondoskodni; mert figyelembe veendő, hogy ezek napról napra szaporodnak; a tudomány haladása minden nap újakat szül; némelyek talán holnap fognak felszínre kerülni, a melyeket ma még nem is gyanítunk. Legkevésbbé sem gondolunk tehát arra, hogy a kongresszus szentesítése elé végleges szabályokat terjesztünk: hiszen a világon semmi sem végleges, s a törvények, úgy mint az élő lények folytonos levésben, fejlődésben vannak. Azt azonban mégis jogosan véljük hihetni, hogy előterjesztésünk s a szabályok, melyeket abban ajánlunk, a nomenklatura jelenlegi szükségleteinek megfelelnek.

A kongresszus az 53 paragrafusból álló szabályzati tervezetet pontonként beható tárgyalás alá vette s végleges megállapodását a következő szabályzatba foglalta, melyet a zoológusok remélhetőleg az egész mívelt világon el fognak fogadni s pontosan követve, a jelenleg uralkodó zavart valahára meg fogják szüntetni.

I. A szerves lények elnevezéséről.

1. A szerves lények megjelölésére elfogadott elnevezés kettős, és rendszerint latin. Minden szerves lény egy nemnek (genus) nevét viseli, melyet a faj (species) neve követ. Pl. *Corvus corax.*

2. Oly esetekben, a melyekben a fajváltozat (varietas) megkülönböztetése is kivánatos, a nem és faj nevén kivül még egy harmadik név használata is meg van engedve. Pl. *Corvus corax kamtschaticus.*

3. *Corvus kamtschaticus* hibásan van mondva; de a *varietas* szónak, vagy rövidítésének (var.) a faj és változat neve közé való iktatása nem szükséges.

4. Ha azonban közbe van iktatva a *varietas* szó, ez esetben a változat neve a varietas szóval egyeztetendő. Pl. *Corvus corax* var. *kamtschatica.* Ellenkező esetben a változat neve a nem nevével egyeztetendő. Pl. *Corvus corax kamtschaticus.*

II. A nemi névről.

5. A nem nevének egyszerű vagy összetett szónak kell lenni; de az utóbbi esetben a két szó is egybeirandó, legyenek azok akár latinok, akár latinizáltak, akár idegen nyelvből kölcsönözöttek, de latinoknak tekintettek.

6. Nemi névnek választhatók:

a) Görög főnevek, melyekben a latin átírás szabályai híven követendők. Pl. *Ancylus, Amphibola, Aplysia, Pompholyx, Physa, Cylichna.*

b) Összetett görög szók, melyekben a tulajdonságot kifejező mindig a főszó elé irandó. Pl. *Stenogyra, Pleurobranchus, Tylodina, Cyclostoma, Sarcocystis, Pelodytes, Hydrophilus, Rhizobius.*

Kivételesen megengethetők ugyan olyan nevek is, a melyek a *Hippopatamus* szó mintájára készültek, azaz, a melyekben a tulajdonságot kifejező a főszó után áll. Pl. *Philhydrus, Biorhiza;* csakhogy az ilyen összetételű nevek hibásak s nem utánozandók.

c) Latin főnevek. Pl. *Ancilla, Auricula, Cassis, Conus, Dolium, Metula, Oliva.* Melléknevek (pl. *Prasina*) és multidejű részesülők (pl. *Productus*) nem ajánlhatók.

d) Összetett latin szók. Pl. *Stiliger, Dolabrifer, Semifusus.*

e) Görög vagy latin szók származékai, melyek kisebbítést, összehasonlítást, hasonlatosságot, birtokolást stb. jelentenek. Pl. *Lingularius, Lingulina, Lingulinopsis, Lingulella, Lingulepis, Lingulops,* melyek mind a *Lingula* szótól származnak.

f) Mithologiai nevek, vagy héroszok nevei. Pl. *Osiris, Venus, Brisinga, Velleda, Crimora.* Mindezek a nevek latin végződést kapnak akkor is, ha különben nem latin végződésűek. (Pl. *Aegirus, Göndulia*).

g) Az ókorban használatban volt nevek és személynevek. Pl. *Cleopatra, Belisarius, Melania.*

h) Modern vezetéknevek, melyeknek oly végződés adandó, a mely a dedikáczió értelmét fejezi ki.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

A latin és germán nyelvekből kölcsönözött vezetéknevek megtartják teljes orthografiájokat, ideértve az ékezeteket vagy egyéb jegyeket is.

Minden mássalhangzóval végződő vezetéknév *ius, ia, ium* végződést kap. Pl. *Selysius, Lamarckia, Köllikeria, Mülleria, Stålia, Kroyeria, Ibañeria.*

Az *e, i, o, y* magánhangzókkal végződő vezetéknevek egyszerűen *us, a, um* végződést kapnak. Pl. *Blainvillea, Wyvillea, Cavolinia, Fatioa, Bernaya, Quoya.*

Minden *a*-val végződő név *ia* végződést kap. Pl. *Danaia.*

Az *u*-val, vagy *eau*-val végződőkre az előző szabály áll, csakhogy ezekbe a név és a végződés közé, jó hangzás kedveért, *t* iktatandó közbe. Pl. *Payraudeautia.*

i) Hajók nevei, melyekkel egészen úgy kell bánni, mint a mithológiai, vagy a modern vezetéknevekkel. Pl. *Blakea, Hirondellea, Challangeria.*

j) Barbár, azaz oly országokban beszélt nyelvekből kölcsönözött nevek, a melyekben nincsen semmi tudományos mozgalom. Pl. *Vanikoro.*

Az ilyen neveknek szintén latin végződés adandó. Pl. *Yetus.*

k) Betűk önkényes összerakása útján képezett nevek. Pl. *Fossarius, Neda, Clanculus.*

l) Anagramma útján képezett nevek. Pl. *Verlusia, Linospa.*

7. A két szóból összetett vezetéknevekből csak az egyik használandó a nemi név képzésére. Pl. *Selysius* (*Selys-Longchamps*-ból képezve), *Targionia* (*Targioni-Tozzetti*-ből), *Moquinia* (*Moquin-Tandon*-ból), *Edwardsia* (*Milne-Edwards*-ból), *Duthiersia Lacaze-Duthiers*-ből).

8. A vezetéknevek elüljáró szócskája (*de, delle, von, van*) a nemi név képzésénél elhagyandó, a névelő ellenben belefoglalandó. Pl. *Selysius* (*de Selys-Longchamps*), *Blainvillea* (*de Blainville*), *Benedenia* (*van Beneden*), *Chiajea* (*delle Chiaje*), — *Lacazea, Lacépèdia.*

Magától értetődik, hogy ez a szabály nem alkalmazandó akkor, ha az elüljáró szócska bele van olvadva a vezetéknévbe. Pl. *Dumerilia.*

9. A 6-ik czikk *f, g, h* és *i* paragrafusaiban speczifikált nevek összetett szók képzésére nem alkalmasak. Az ilyenféle nemi nevek, mint *Eugrimmia, Buchiceras, Heromarpha, Möbiusispongia* nem ajánlatosak.

10. A zoológiában kerülendők oly nemi nevek, melyek a botanikában már megvannak, és viszont. Mindennek daczára van a két országnak bizonyos számú közös nemi neve s ezeknek további használata nem ütközik komoly akadályokba. Pl. *Balanus, Myrrha, Hagusia, Mirbelia.*

III. A faji névről.

11. A faji neveknek, legyenek azok akár főnevek, akár melléknevek, egy szóból kell állani. Mindamellett kivételesen, megengedhető a faji névnek két szóból való képezése is, ha a faj oly személynek ajánltatik, a kinek a neve két szóból van összetéve, vagy ha két szóból összetett nevű tárggyal való összehasonlítás kifejezése a czél. Pl. *Sanctae-Helenae, Jan-Mayeni, cornu-pastoris, cor-anguinum.* Ez esetben a két szó kötőjellel füzendő egymáshoz.

12. A faji nevek három kategóriába oszthatók.

a) Főnevek, vagy melléknevek, melyek a fajnak valamely tulajdonságára (alakjára, színére, eredetére, lakóhelyére, használhatóságára, szokásaira stb.) vonatkoznak. Pl. *cor, cordiforme, gigas, giganteus, fluviorum, fontinalis, edulis, piscivorus, flavipunctatus, albipennis.*

b) Személyek nevei, a kiknek dedikáltatik a faj.

Ezek a nevek mindig genitivusba teendők. Ez a genitivus pedig a változatlanul hagyott névhez csatolt egyszerű *i* betűvel képeztetik. Pl. *Cuvieri, Linnei, Catteaui, Mülleri, Sebai, Rissoi, Pierrei* (családi név).

Ha olyan névről van szó, a melyet a latin nyelvben is használtak és deklinál-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

tak, ez esetben az a latin nyelv szabályai szerint deklinálandó. Pl. *Plinii, Aristotelis, Victoris, Antonii, Elisabethae, Petri* (keresztnév).

c) A nem nevéhez függesztett egyszerű nevek, melyek helyzetöknél fogva mintegy keresztneveknek felelnek meg. Pl. *leo, Hebe, Napoleo, arctos, calcar.*

13. Legjobb faji név az olyan rövid latin melléknév, mely kellemesen hangzik s könnyen ejthető ki. Azonban megengedhetők latinizált görög, valamint deklinálásra nem alkalmas barbár szók is. Pl. *hipposiderus, echinococcus, zigzag.*

14. Olyan elnevezések, melyekben a faji név a nemi névnek ismétlése, kerülendők: Pl. *Trutta trutta.*

Ugyanez áll oly hármas nevekre, a melyekben a varietás neve a faj nevét ismétli. Pl. *Amblystoma jeffersonianum jeffersonianum.*

15. A *sub*-szócska csak latin, a *pseudo*- csak görög főnevekkel tehető össze. Pl. *subterraneus, subviridis, Pseudacanthus, Pseudophis, Pseudomys.* Tulajdonnevekkel nem köthetők össze. Az ilyen összetételek, mint *sub-Wilsoni* és *pseudo-Grateloupana* nagyon hibásak.

16. Az εἶδος, vagy ennek latin formája, az *oïdes* végződés, csak görög, illetőleg latin főnevekkel köthető össze, tulajdonnévvel ellenben nem.

17. Ha a faji név valamely geográfiai név alkalmazását kivánja, ez esetben ez genitivusba teendő, vagy pedig melléknév-alakban használandó, föltéve, hogy már a rómaiak ismerték, vagy a középkori írók latinizálták. Melléknévalakban pedig mindig kis kezdőbetűvel irandó. Pl. *lybicus, aegyptiacus, graecus, burdigalensis, iconensis, petrocoriensis, parisiensis.*

18. Mindazon geográfiai név, a mely nem tartozik az előbbi kategóriába, a latin szóképzés szabályai szerint melléknévvé változtatandó és megtartja gyökérszavának pontos orthografiáját, ha az a latinban nem volt még használatban. Pl. *neo-batavus, islandicus, brasiliensis, canadensis.*

19. Ha a geográfiai gyökérszóból két melléknév képezhető a latinban. (Pl. *hispanus* és *hispanicus*), ez esetben a kétféle melléknév nem használható egyazon nem két különböző fajának megjelölésére.

20. Ugyanez áll közönséges nevekről is. Pl. *fluviorum, fluvialis, fluviatilis.*

21. A latin ábéczével író népek országaiból kölcsönzött neveknek melléknevekké való változtatásában az illető helyi orthográfia irányadó, s az átírásban kényelem kedvéért a jeggyel és ékezettel ellátott betűk is elfogadtatnak. Pl. *spitzbergensis, islandicus, paraguayensis, patagonicus, barbadensis, färöensis.*

22. A férfiak nevétől kölcsönzött geográfiai nevek latin melléknevei a 18. és 19-ik czikk szerint irandók. Pl. *edwardiensis, diemenensis, magellanicus.*

Az ilyen szigetnevek, mint Saint-Paul, Saint-Thomas, Sainte-Hélène kivételesen megtarthatják főnévi alakjokat, de akkor genitivusba teendők. Pl. *Sancti-Pauli, Sanctae-Helenae.*

IV. A nemi és faji nevek írásáról.

23. A nem neve nagy kezdőbetűvel irandó.

24. A faj nevének kis, vagy nagy betűvel való írására nézve a helyesírás általános szabályai irányadók. Pl. *viridis, magnus, Cuvieri, Caesar.*

25. Valamely faj jogos szerzőjének tekintendő:

a) Az, a ki először írta le és nevezte meg az I. fejezet szabályai szerint.

b) Az, a ki ugyanezen fejezet szabályai szerint nevet ad egy már leírt, de meg nem nevezett fajnak.

c) Az, a ki az idézett fejezet szabályaival ellenkező elnevezést a szabályoknak megfelelővel helyettesít.

d) A ki egyazon nemben kétszer alkalmazott fajnevet ujjal helyettesít.

A faj szerzőjének neve a fajnév után és pedig ugyanolyan betűkkel irandó, mint a folyó szöveg; föltéve természetesen azt, hogy álló betűkkel nyomott szövegben a fajok nevei dült betűkkel van

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

nak kitüntetve, vagy fordítva. Pl. A *Rana esculenta* Linné Francziaországben él.

26. Ha a fajok vagy alfajok szerzőjének neve megrövidítve idéztetik, ez esetben a berlini múzeum ajánlotta rövidítések követendők.

V. Az alnemekről s a nemek és fajok szétválasztásáról és összevonásáról.

27. Ha valamely nem alnemekre van osztva, ez esetben a régi név az alnemek valamelyike számára fentartandó, még pedig annak számára, a mely a nem eredeti típusát foglalja magában.

28. Ha az eredeti típust nem lehet többé világosan kimutatni, ez esetben az a szerző, a ki először osztja fel a nemet alnemekre, a régi nevet belátása szerint alkalmazhatja az alnemek valamelyikére, ez a megállapítás azonban többé nem változtatható meg.

29. A fajoknak ketté választásában a két előző szabály irányadó.

30. Azon esetekben, a melyekben a nemnek kettéválasztása következtében valamely faj az eredeti nemnek egyik diviziójába kerül, a faj szerzőjének neve irandó a fajnév után. Ekkor azután többféle jelzés között lehet választani, melyeket sorjában ideiktatunk, például a régi *Hirudo muricatá*-t Linné, 1761, választva, melyet Leach 1815-ben az új *Pontobdella* nembe tett át:

1. *Pontobdella muricata* Linné.
2. *Pontobdella muricata* (Linné).
3. *Pontobdella muricata* Linné (sub *Hirudo*).
4. *Pontobdella muricata* (Linné) Lamarck.
5. *Pontobdella muricata* Lamarck ex Linné.

31. Több más nem összevonása útján alapított nem az összevont nemek legrégebbikének nevét veszi fel.

32. Ugyanez a szabály alkalmazandó akkor is, ha több faj vonatik össze.

33. Ha két nem összevonása következtében két oly faj kerül össze, melynek ugyanaz a faji neve, ez esetben a későbben felállított faj elveszti faji nevét és újat kap.

VI. A családi névről.

34. A családok nevei a tipikus nem nevének gyökeréhez függesztett *idae* végződéssel, az alcsaládok nevei pedig a tipikus nem nevének gyökeréhez függesztett *inae* végződéssel képzendők.

VII. A prioritás törvénye.

35. Minden nemnek és minden fajnak neve nem lehet más, mint az, a mellyel azokat legrégebben jelölték, föltéve:

a) Hogy ez a név valamely publikáczióban tétetett közzé, a melyben világosan és elégségesen körüliratott.

b) Hogy a szerző valóban értett is a kettős elnevezés szabályainak alkalmazásához. E. G.

AZ ÁSVÁNYTAN ÉS FÖLDTAN KÖRÉBŐL.

A gyémánt képződésének kérdése. A gyémántot eredeti fekvő helyről sokáig nem ismerték. Homok, agyag és kavics közt találták leginkább és legnagyobb mennyiségét még ma is ezekből az anyagokból bányásszák. Egyedüli anyakőzetéül az itakolumitet ismerték, a melyben azonban a gyémánt igen ritka, azután meg nagyon kérdéses is volt mindig, vajjon az a kvarczitos pala tényleg tekinthető-e a gyémánt anyakőzetéül.

Legújabb időben, néhány éve, a gyémántot megtalálták különböző körülmények közt különféle anyakőzetekben és ma gyüjteményekben a nagybecsű drágakő anyakőzetével együtt is látható.

Különösen Braziliában és Dél-Afrikában tanulmányozták előfordulását alaposabban, és mindkét vidéken találtak helyeket, a hol konstatálták, hogy a gyémánt eredeti képződése helyén van.

Az előfordulás körülményei a két vidéken nem egyeznek meg egymással; lé-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

nyeges különbségeket állapítottak meg, a melyekből kifolyólag a képződés körülményeit eltérőknek veszik az egyik s a másik helyen. Ha azonban az általános geológiai állapotokat vesszük tekintetbe és itéletünket a gyémántnak a két vidéken való előfordulása körülményei egybevetéséből alkotjuk meg, aligha juthatunk más eredményre, mint arra, hogy a mintegy telérásvány karakterével biró braziliai gyémánt épúgy terméke Földünk egykori erupciójának, mint a dél-afrikai, mely határozottan eruptívkőzet mellékes elegyrésze. Nézzük a két érdekes vidék gyémánt előfordulási viszonyait kissé tüzetesebben.

Dél-Afrikában a gyémánt olyan körülmények közt fordul elő, mint sehol másutt. Griesbach, Stow, Shaw, Jones és mások mutatták már meg, hogy a gyémántot tartalmazó hasadékok (pipes) karbon- és triaszkorú rétegeken (karooformáczió) hatolnak keresztül. Az egész csillámpalán és grániton nyugszik. Közbe települve találni doleritet és melafirt, mely kőzetek ugyancsak triasz-korbeliek.

Dunn gondos vizsgálatai kiderítették, hogy a gyémántot tartalmazó hasadékokban az említett kőzetek mindegyikéből vannak zárványok, még pedig gyakran oly habitussal, mely a tűz hatását árulja el. A hol a hasadékok a karoorétegekkel érintkeztek, ott ezek fölfelé görbültek és erősen emeltek. Minden körülmény, az egész geológiai szerkezet határozottan arra vall, hogy *a gyémánt itteni anyakőzete vulkáni eredésű*, még pedig a triasz utáni korból való.

A gyémántok alakja itt igen jellemző, a mennyiben mindig jól kifejlődött kristályok, éles határokkal; a kopottságnak rajtok semmi nyoma. Ezt a körülményt összevetve a kőzet petrografiai karakterével, kétség sem merülhet fel, hogy az a kőzet, a melyben a gyémánt van, a gyémántnak anyakőzete.

E kékes színű anyakőzet chemiai összetételét és petrografiai szerkezetét Maskelyne és Flight tanulmányozta először tüzetesebben. Azt találták, hogy az bronzitet, ilmenitet, gránátot, diallagitot és vaalitet (elváltozott csillám) tartalmazó szerpentines kőzet, a mely valószinűleg tűz hatása következtében metamorfizálódott. Az említett ásványelegyrészeken kivül a kőzetben elég gyakoriak szénlemezkékből alakult brecciadarabok; némely bánya közelében e szénbreccia nagyobb tömegekben is előfordul. Hogy milyen nagy mennyiségű szenet tartalmaznak, legjobban bizonyítja az a tulajdonságuk, hogy könnyen meggyujthatók. Paterson konstatálja, hogy a legtöbb gyémánt ott található, a hol a kékes, szerpentines kőzetben sok a szénbreccia.

Dunn a kékes kőzetet mállott gabbrónak tartja, Hudleston, Rupert Jones és Davies pedig vulkáni iszapnak mondja. Hudleston szerint képződése inkább vulkáni eredetű meleg forrásokra vezethető vissza, mint közvetlenül a tűzre. Szerinte a gyémánt az iszapban lévő széntömegekből ama nagy nyomás következtében képződött, a melylyel a szénre a gőzök és a magnéziaiszap együttesen hatott.

Annyi bizonyos, azt minden tény igazolja, hogy a gyémántok ott helyben képződtek és hogy anyakőzetök vulkáni eredésű, akár iszap, akár hamú, akár pedig láva alakjában került legyen a felszínre.

Hedley nemcsak mállottan, de eléggé épen is ismeri a szóban forgó anyakőzetet, különösen a De Beers bányából. Két fajtája található. Az egyikben van, a másikban nincs gyémánt. Amabban mindig szénlemezkék is vannak, emebből pedig, mely tipusos vulkáni kőzet, a szén hiányzik. Mind a kettő sötét, egyforma szerkezetű, erősen bázisos kőzet, még pedig peridotit,* azaz olivin-kőzet. Összetételben nem térnek el egymástól, csakis a zárványok tekintetében.

* Zirkel, Bonney, Judd és mások tanulmányozták az eruptív peridotiteket és több helyről írnak le a gyémánt anyakőzetéhez hasonlókat. Diller pedig Elliott Countyból (Kentucky) ír le eruptív peridotitet, mely egészen olyan összetételű, még a szénlemezkék is feltalálhatók benne.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Leglényegesebb elegyrész az olivin, a mely porfirosan van szerpentines alapanyagba ágyalva. Az olivin feltünően ép; szép kristályok nem ritkák, a legtöbb azonban, úgy látszik, erózió folytán többékevésbbé elkopott. Mint lényeges elegyrész szerepel még a biotit és az enstatit. A biotit karaktere megegyezik némely bazaltban előforduló biotit karakterével. Gránát és ilmenit mint zárványok nem ritkák; utóbbi részben leukoxén-né változott. Az említett ásványok a szerpentines alapanyagban vannak, a mely eredetileg olivin lehetett. A kőzet petrografiailag *saxonit-porfir*.

Ott, a hol a gyémánttartalmú ép kőzetben nagy mennyiségű szénbreccia van, mintegy átmenetet látni a lávából a tufába vagy vulkáni hamúba, helyesebben abba a mállott szerpentines kőzetbe, a mely igen gazdag gyémántokban és könnyebben hull szét, mint a tömött láva.

A gyémántot tartalmazó hasadékok tehát kétségen kivül vulkáni erupcziók eredményei. Anyaguk igen bázisos láva, a melyhez még vulkáni breccia és tufa is járult. Képződésre nézve a gyémánt a kőzetnek másodlagos ásványa. Az anyagot hozzá a kőzetben található szénlemezkék szolgáltatták, a melyeknek egy része a nagy hő és a nyomás következtében gyémánt alakjában kristályosodott ki.

Lássuk a braziliai előfordulást.

Brazilia legrégibb és legjobban ismert gyémántvidéke Diamantina városa körülményékén van Minas-Geraës tartományban.

A vidéket igen régi, tökéletesen mállott metamorf kőzetek alkotják. Három csoport különböztethető meg: 1. Egészen kristályos kőzetek (gnájsz, csillámpala stb.); 2. kevésbbé kristályos kőzetek (steatit-pala, itakolumit, vasérczek [itabirit] és mészkő); 3. kvarczit.

A két első csoport teszi a gyémántvidék hegységének alapzatát; mennyiségre nézve a második csoport kőzetei felülmulják az első csoportéit. A harmadik csoport kvarczitja — melyet a második csoport kvarczitos itakolumitjétől kézi példányban csak nagyon nehezen lehet megkülönböztetni (eddig a kettőt rendesen fel is cserélték), — hullámos ránczokat alkot az első és második csoport kőzeteinek össze-vissza hányt felületén és itt-ott konglomeráttá alakul, melyben a régibb két csoport kőzeteiből is találhatók darabok.

A csoportok geológiai kora még nincsen pontosan megállapítva, de a harmadik csoport sem lehet fiatalabb a szilurnál, még pedig inkább tartozhatik a szilur alsóbb rétegeihez, mint a felsőbbekhez.

Az eruptív kőzetek közül a gyémántvidéken ismeretes gránit, diabász, gabbró és szerpentin, mely utóbbi eredetileg peridotit lehetett. Meg kell jegyeznünk, hogy az egész vidék átkutatásából az derült ki, hogy a szerpentines peridotitek a hegység déli részében, a hol ritka a gyémánt, sokkal gyakoribbak, mint a hegységnek sok gyémántot tartalmazó részében.

A gyémántmosó-helyek, a melyek jelenleg folyóáradmányban, vagy a magasabb helyek kavicsrétegeiben vannak, kevés támaszpontot nyujtanak arra nézve, hogy a gyémántok a három csoport melyik kőzetéből valók, vagy pedig a rajtok keresztül törő eruptív kőzetek melyikével hozhatók kapcsolatba. Némely kavicsréteg kavicsdarabjai a harmadik csoport kvarczitjára emlékeztetnek és annak konglomerátjaként is tekinthetők.

Azt a helyet, a honnan az úgynevezett Nagy-Mogul került elő és a melyet Helmreichen és Claussen, továbbá Heusser és Clary írt le, némelyek a kvarczit (harmadik csoport) konglomerátjainak tekintik. A vidék legújabb átkutatója azonban, Goraix tanár, a gyémántos kőzetet a második csoportba tartozónak mondja és igen valószinűnek tartja, hogy a drágakövek onnan erednek.

A gyémánt előfordulása más braziliai gyémántvidéken is, nevezetesen Bahiában, leginkább a második csoport kőzeteivel hozható kapcsolatba.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

A Bahia-mezőkön vannak gyémánttartalmú konglomerátok, a melyek a harmadik csoport kvarczából eredhettek, mi azonban a dolog lényegén keveset változtat. A Goyaz-mezők, valamint a Minas Geraes nyugati részében levők egyazon körülmények közt tartalmazzák a gyémántot, mint Diamantina vidéke. Diamantinától nyugatra, a San-Francisco völgyben ismeretesek gyémántok a szilurból eredő oly konglomerátból, melyben egyéb kopott szemek közt gyémánttartalmú kőzetek kavicsai is ott vannak és tulajdonképen ezekből valók a drágakövek.

Parána és Matto-Grosso tartományban a gyémántot közvetetlenül devonkorú konglomerátokból szedik.

São João da Chapada, a braziliai gyémántvidék egyik fontos bányahelye nevezetes adatokat szolgáltatott a szóban forgó kérdésben.

A bányászok a második csoport mállot, de helyéből eruptív kőzetektől ki nem mozdított paláját megfúrták és anyagában erősen megváltozott kőzettelérből szedik a gyémántokat. Maga Goraix igen becses darabokat szedett a telérből és arról győződött meg, hogy ott a gyémánt eredeti fekvőhelyén van, a telér kőzete pedig a gyémánt anyakőzete.

Háromféle egymástól többé-kevésbbé eltérő kőzet-eret talált. Az egyikben sok a kvarcz; ide tartozik a gyémántot gazdagon tartalmazó agyagos föld (barzo), a melyben sok a pirit és a mikroszkópi turmalin. Hasonlít ez az anyag azokhoz a különös külsejű, kvarcz, pirit és turmalinból álló kőzet-erekhez, a melyekben Quoro-Preto környékén (Brazilia) sok arany van s egyazon geológiai horizontba valók. A másik két érben kvarcz nincs, anyaguk kemény, márgás agyag sok vas és magánoxiddal. Összetételök és geológiai szerkezetök megegyezik azokkal az ér-kőzetekkel, a melyekből ugyancsak Quoro-Preto környékén topázt és euklaszt bányásznak. Az erek mindegyikében találni több-kevesebb vas- és titánásványt (magnetit, hematit, rutil, anatasz), továbbá néhány ritka elem (cerium, lanthán, didimium) amorf chlorofoszfátjait.

Az a feltevés, hogy a braziliai gyémánt peridotitból, vagy más eruptív kőzetből való, tökéletesen elesik; bizonyítja azt a most említett előfordulás. De a Sao João da Chapada gyémántja, valamint még sok más helyről való is, arról tanuskodik, hogy *a gyémánt Braziliában is telér-ásvány.*

Goraix tanár figyelmen kivül hagyva azt a többektől hangoztatott hipothézist, hogy a gyémánt a szénnek fokozatos lerakodása és kikristályosodása által képződött, azt tartja, hogy a gyémánt képződésekor a körülmények és feltételek olyanformák lehettek, mint azok a feltételek, a melyek a vas- és titánoxidok, valamint a ritka elemek foszfátjai képződésének és a szilikátok, nevezetesen a turmalin kiválásának, de még a topáznak és az euklasznak is kedveztek.

Az a hipothézis, hogy a gyémánt eruptív tömegek és szénrétegek reakcziója következtében képződött, a braziliai előfordulásokra, Goraix szerint, nem alkalmazható, sőt az említett búvár tagadja azt a dél-afrikai előfordulásokra vonatkozólag is, pedig ott az a magyarázat, mint föntebb láttuk, eléggé elfogadható.

Igen érdekes körülmény, hogy a palában, a melyben a gyémántot tartalmazó erek vannak, gyakran találni grafitot, melynek aligha nem valami lesz köze a gyémántok képződéséhez. Miben áll azonban ott a grafit és a gyémánt közt a kapcsolat és általában honnan került a grafit a palába, azt eddig ki nem derítették.

Még sok eldönteni való van tehát e téren, míg végleges itéletet alkothatunk arról, hogy mi úton módon képződött Brazilia gyémántvidékének kőzetében a gyémánt. Azt hisszük, hogy ha valamennyi körülményt részletesebben tanulmányoznak, alig fog ellentét maradni a dél-afrikai és a braziliai gyémántok képződésének magyarázatában mint most, a mikor tulajdonképen e téren a buvárkodások kezdetén vagyunk. A képző-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

dési körülményeinek különben nem kell szükségképen pontosan egyformáknak lenniök; lehet, hogy módosulnak az előfordulás körülményei szerint.

A dél-afrikai és a braziliai előfordulásokon kivül még az indiai gyémántmezőkről is ismeretes Chaper újabb észleleteből a gyémánt anyakőzete.

Bellary vidékén (Madras tartomány) a gyémántot rózsaszínű pegmatitban találják zafir és rubin társaságában. Chaper maga szedett ki a pegmatitból két igen értékes gyémántot, két zafirt és három rubint. A pegmatit geológiai viszonyait részletesebben még nem tanulmányozták; az előzetes jelentés még csak annyit mond, hogy közelében konglomerátszerű üledékes kőzetek találhatók.

Mint érdekes és fontos körülményt említem meg, hogy Ausztráliában (Bingera és Mudgee tartományokban) a gyémántot tartalmazó áradmányok devon és karbon rétegeken keresztültörő bazalt-erupcziók közelében vannak. Nem lehetetlen, hogy ez erupcziók tüzetes tanulmányozása kapcsolatot derít ki köztük és a közelökben található gyémántok közt.

Milyen körülmények működtek az indiai és az ausztráliai gyémántok képződésében közre, azt most még nem tudjuk; várható azonban, hogy további kutatások erről is fel fognak világosítani.

Legújabban a gyémánt képződésének kérdéséhez Daubrée is hozzászólt (Comptes Rendus 1890, T. CX.) és azokra az analógiákra is reámutatott, melyek a dél-afrikai gyémántelőfordulás és azon meteoritek közt vannak, a melyekben a gyémánt jelenlétét konstatálták.

Daubrée a dél-afrikai gyémánt képződésére nézve állást foglal azok ellen, a kik azt tartják, hogy a gyémánt ott, a hol jelenleg található, helyben képződött. Szerinte a gyémánt épúgy nem képződhetett azon törmelékkőzetekben, a melyek közt most előfordul, mint egynémely társásványa. A gránát, a czirkon, a titánvas stb. sokkal magasabb hőmérséklet szüleményei, mint az a hőmérséklet, a melyen a gyémántot tartalmazó breccia a felületre kerülhetett. Igen nyomós bizonyíték, a mely ellene szól annak, mintha a gyémánt a mostani előfordulása helyén képződött volna, az a sok törött gyémántkristály is, a mely a brecciában található, de soha sem úgy, hogy az egymáshoz tartozó törött részek egymás mellett volnának. Ezek a körülmények, valamint sok más egyéb arra a következtetésre birják, hogy a gyémánt minden valószínűség szerint az őt tartalmazó törmeléktömegekkel együtt a mélységből készen került a felületre. S pedig a gyémántot hordozó telérkőzet és ásvány anyagából itélve a gránit alatti színtájból, azokból a nagy mélységekből, hol az olivin az uralkodó anyag, mert ennek az ásványnak és a belőle keletkező szerpentinnek társaságában tört fel.

Daubrée nézetének támogatását látja abban is, hogy már több meteoritben találtak gyémántot.* A meteoritek és a Föld belsejének anyaga közt ugyanis sokan nagy hasonlatosságot, sőt azonosságot tételeznek fel, a mi természetesen erősen nyerne valószinűségben, ha tényleg kimutatható volna, hogy a gyémánt a Föld nagy mélységéből került a Föld felszínére. A mennyiben azonban azt feltételezzük, a gyémánt előfordulása a meteoritekben a Földi és Földön kivüli kőzetanyagok közt ismét új kapcsolatot létesít ép úgy, mint az ismeretes ovifaki nikkelvas-tömegek (Grönlandon). Ezeket tudvalevőleg kezdetben meteoriteknek tartották, míg Steenstrup és Nanckhoff, valamint Laurence Smith kutatásai minden kétségen kivül helyezték Földi eredésüket.

A gyémántot eddig a Novo-Urej (Oroszország), Árva (Magyarország), Youndegin (Nyugot-Ausztrália) és Cosby Creek (Egyesült-Államok) mellett esett meteoritekben találták. Tekintetbe véve azt a körülményt, hogy a gyémánt csak nagyon apró szemecskékben fordul elő a meteoritekben és felismerése igen

* L. Természettudományi Közlöny 1889, XX. k., 434. l.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

nagy nehézségekkel jár, feltehető, hogy a drágakő a meteoritekben nem oly ritka, a mint látszik. Erre vall az az ismeretes tény is, hogy szabad szén nemcsak az úgynevezett szénmeteoritekben van, hanem minden holosideritben is (tiszta meteorvasban).

A gyémántelőfordulásnak a meteoritekben különös érdeket kölcsönöznek a köztük és a dél-afrikai gyémántelőfordulások közt feltalálható analógiák, melyekre itt részletesen ki nem terjeszkedhetünk. Különösen feltünő a hasonlatosság a gyémántnak dél-afrikai anyakőzete és a novo-ureji meteorit közt, a melynek a kőnemű anyaga majdnem tiszta olioin.

Daubrée tekintettel arra a körülményre, hogy egyrészt milyen ritkák a gyémántelőfordulások a Föld felületén, másrészt aránylag mennyivel több gyémánt van a világűrből hozzánk kerülő meteoritdarabokban (melyeknek tömege különben elenyésző a földéhez képest), azt következteti, hogy bolygónk belsejében igen nagy mennyiségben kell gyémántnak lenni.

Daubrée nézetét sok oldalról támadták meg. Leghevesebben dr. Meydenbauer, a ki egyúttal a dél-afrikai gyémántelőfordulás és a gyémántot tartalmazó meteoritek közt az analógiákat azzal magyarázza, hogy a gyémántot hordozó hasadékokat, teléreket, meteoritektől származtatja. Szerinte ugyanis meteoritek a Földre estek és hasadékok, telérek alakjában fúródtak a földbe, egyéb meteoritektől pedig gazdag gyémánttartalmukban különböztek. Azt hiszi, hogy gyémánttartalmú meteoritek valóságos rajokká egyesültek a déli félteke fölött és keskeny övben hullottak alá Ausztrália, India, Dél-Afrika és Brazilia földjére. DR. SZTERÉNYI HUGÓ.

A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

Kénkedvelő és vaskedvelő baktériumok. A *Beggiatoa* néven ismert baktériumok hosszú fonalalakúak s az Oscillariák módjára ide-oda hajlongnak. Többnyire nagyszámú fonal él együtt, a midőn is fehérlő nyálkatömegnek látszanak, mely különösen mocsarakban, vízárkokban s főleg kénes forrásokban található. Eddig azt hitték, hogy a Beggiatoak a víz kénsavas sóit kénhidrogén fejlesztésével redukálják. Winogradsky azonban kimutatta, hogy a források kénhidrogénje nem következménye, hanem egyenesen oka a Beggiatoák jelenlétének. Ők ugyanis sejtjeikben ként halmoznak fel, melyet lélekzés útján vesznek fel. A források kénhidrogénje Hoppe-Seyler szerint más baktériumoknak a kénsavas sókra való hatásából származik. Ha Beggiatoakát más szervezetek kizárásával vízben kultiválunk, lassanként elveszítik kéntartalmokat, még akkor is, ha a folyadékban kénsavas sók vannak. Ők tehát nem tudják a kénsavas sókat felbontani. Ha ellenben a vízkultúrához kénhidrogént adunk, akkor a kén felhalmozódása, s ezzel együtt a Beggiatoák erős fejlődése is ujra kezdetét veszi. A felhalmozódott kén lágy, és cseppformában van meg, melyek plazma hártyával vannak körülvéve. A sejtben a kén kénsavvá oxidálódik, mely a víz szénsavas mész-sóját még a sejten belül elbontja s kénsavas meszet (gipsz) alkot, mely azután eltávozik. E folyamat Winogradsky szerint megfelel a szénhidrátok más szervezetekben való oxidálásának, vagyis a lélekzés folyamata bizonyos nemének. A Beggiatoákban a kén oxidálása adja meg azt az erélyt, mely az élet fenntartásához szükséges. Ebből magyarázható a Beggiatoák előfordulása is oly forrásokban, melyekben a szerves anyagoknak csak nyoma van meg: ők ugyanis ezt mind testük anyagának gyarapítására használják fel a nélkül, hogy más szervezetek módjára a lélekzéssel elhasználnának belőle valamit. Ilyen kénfelhalmozással más baktériumokban is találkozunk. Ezeket-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Winogradsky *kénkedvelő baktériumok* néven foglalja egybe.

Hasonló eredményeket ért el Winogradsky azokkal a babtériumokkal, melyek rendes tenyészeti körülmények közt vasoxiddal festett sárgásbarna nyálkahüvelyben vannak. E baktériumok olyan fiziológiai csoportot alkotnak, a melyeket sajátlagos oxidálási folyamatok jellemeznek. E baktériumokat az előbbiek mintájára *vaskedvelő baktériumok* nevén foglalja egybe Winogradsky. A vaskedvelő baktériumok nagy mennyiségben találhatók a vasas forrásokban. Winogradsky a *Leptothrix ochraceá*-val végzett vizsgálatokkal kideríté, hogy a hüvelyek barna színe a vasoxidnak nem mechanikus berakodásából, hanem a vasoxidulos vízben a vasoxidul oxidálásából keletkezik a fonalak anyagában. A vasas forrásokban a vasoxidul mint szénsavas só van meg. Hogy pedig a vasoxidul oxidálása itt élettani folyamat, bizonyítja az a körülmény, hogy ha szénsavas vízzel kimosott s így tehát színtelen hüvelyeket teszünk vaskarbonát-oldatba, a hüvelyek csak ott festődnek meg, a hol *élő sejtek* vannak.

A Leptothrix fonalak csak vasoxidul jelenlétében növekedhetnek. A vasoxidul sókat a sejtek felveszik s a protoplazmában oxidálják, mire a vasoxidsó a sejtekből kiválik. Ez kezdetben könnyen oldható, de később nehezen oldhatóvá válik. A vaskedvelő baktériumok tehát épúgy, mint a kénkedvelők, oxidálódható anyagot vesznek fel, a plazmában oxidálják s azután kiválasztják.

A vasas források ockerszínű nyálkája jórészt üres vasoxidtartó hüvelyekből áll. A fentebbiek kapcsán jogosultnak látszik az a feltevés, hogy e szervezetek életfolyamatát kizárólag, vagy főképen a vasoxidulnak vasoxiddá való oxidálásakor szabaddá váló meleg tartja fenn.

Valószinű, hogy a nagy mennyiségben előforduló gyep-vasércz, s más ilynemű vasérczek e szervezetek útján jönnek létre. (Bot. Zeit. 1887. 1888. Humboldt, 1888.) M. D. S.

A bódító szerek és a növények. A bódító szereknek a növényekre való hatását többen tanulmányozták már, a nélkül azonban, hogy a kérdést teljesen megoldották volna. Az eddig elért eredményt mégis eléggé érdekesnek tartjuk arra, hogy fővonalaiban megismertessük.

Claude Bernard kimutatta, hogy éther-s chloroform-gőzök a magvak csírázását különben kedvező körülmények közt is megakadályozzák, a nélkül azonban, hogy a magvakat megölnék.

E szerek a sörélesztő működését is megakasztják bizonyos ideig.

Különböző buvárok Claude Bernarddal együtt kimutatták, hogy e szerek a Mimosa pudicá-t annyira érzéketlenné teszik, hogy érintésre levelei össze nem csukódnak. E szereknek az érzékeny növényekre s növényrészekre való hasonló hatását többen mutatták ki, így Haeckel a Mahonia porzóin.

Újabban Elfving foglalkozott különösen azon Claude Bernard felvetette kérdéssel, vajjon az éther-gőz hat-e a növények lélekzésére. Elfving e czélra magvakat (áztatott borsó- s kender-magvakat), továbbá fűzleveleket meg sörélesztőt használt. A fűzlevelek olyan légkörben, mely 4—7% éther-gőzt tartalmaz, sötétben több szénsavat fejlesztenek, mint rendes körülmények közt. A légkör 3% éthere még nem idézett elő tisztán észrevehető hatást. Az éther kedvező hatásának felső határa 7—8% közt van. Különben a levelek a levegő éther-tartalmának meglehetős nagy százalékát elbirják elhalás nélkül: így 35% éther-tartalmú levegőben huzamosabb ideig tartott levelek, belőle kivéve s lemosva, tovább lélekzettek.

A chloroform kisebb mennyiségben alkalmazva, ugyancsak a szénsavkiválasztást fokozza.

A chloroform és éther ugyanúgy hat a csírázó borsóra mint a fűzlevelekre. A kisérlet alatt a magvak csírázó tehetségüket nem veszítik el.

A sörélesztőn kis mennyiségű éther nem hoz létre változást, nagyobb meny-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

nyiségű azonban csökkenti a szénsavkiválasztást.

Elfving kisérleteiből a következőket állapítja meg: 1. a bódító szerek a növényélet bizonyos működésére serkentőleg hatnak; 2. a szénsav nem az egyedüli szénvegyület, melyet a növény a levegőből felvehet, s a mely anyagcseréjében szerepel. A felvett gőz és a kilélekzett szénsav egymáshoz való viszonya, valamint az éthernek s a chloroformnak a szervezetben való átalakulása ismeretlen, s ha katalytikus hatást nem akarunk elfogadni, kénytelenek vagyunk ama testek elégését feltélezni. Ez azonban nem jelenti azt, hogy e testek a növények táplálékai közé tartoznak. Ilyen feltevés magában véve nem egészen idegenszerű, mert a rokon aethylalkohol sok gombának tápláléka. Az pedig, hogy a különböző növények e szerek iránt különbözőképen viselkednek, nem lehet meglepő, mert már több ilyen esetet ismerünk, pl. a Saccharomyces mycoderma az alkoholból táplálkozhat, a S. cerevisiae ellenben nem.

Siragusa vizsgálatai szerint az éther a földalatti s feletti szervek növekedését akadályozza. Elfving ezt megerősíti, a mennyiben kimutatja, hogy éther-gőz a Phycomyces nitens termőágainak növekedését lassítja vagy teljesen megakasztja.

Az éther a rajzósporák ingerlékenységére is hat így pl. étheres vízben a Chlamydomonas pulvisculus rajzóspórai a helyett, hogy a fényforrással ellenkező irány felé igyekeznének, mint rendes körülmények közt, épen a fényforrás felé iparkodnak.

Hasonlóképen hat az éther a chlorofillszemecskék vándorlására is.

E kisérletek a bódító szereknek a növényekre való hatását elegendőképen igazolják ugyan, arra azonban, hogy e hatásról tiszta ismeretünk legyen, még sok vizsgálódás szükséges. (Gaea XXV. évf. 112—114. l.) M. D. S.

Soldanella Transsilvanica Borb. Dr. Richter Aladár úr arról tudósít bennünket, hogy e nevezett növényfaj ugyanaz, a melyet ő »Engler Bot. Jahrbücher«-einek XI. kötete 5-ik füzetében ez év folyamán jóval Borbás úr közleményének megjelenése (Pótfüzetek, 1890 julius) előtt leírt volt. Erre nézve megjegyezzük, hogy annak eldöntése, vajjon a *S. Transsilvanica Borb.* és a Dr. Richter Aladár úrtól leírt, de meg nem keresztelt növény egyazon faj-e, a jövő tudományos kritikájának a feladata. Kötelességünknek tartjuk továbbá kijelenteni, hogy Dr. Borbás úrnak e növényre vonatkozó kézirata már 1889 junius havában fiókunkban volt, hogy az 1890 áprilisi füzet számára már márcziusban ki volt szedve, de az illető füzetbe nem fért be; különlenyomatait azonban még április havában átszolgáltattuk a szerzőnek.

A SZERKESZTŐSÉG.

AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

Kisérletek a táplálkozó és lélekző tevékenység koefficziensének meghatározására a nyugvó és munkálkodó izomban. A feladat, a melyet a szerző magának kitűzött, a következő: adott súlyú élő izomszövetre meghatározni annak fiziológiai feltételeit, a vér mennyiségét, mely azt bizonyos idő alatt átfutja, az oxigén és szénsav mennyiségét, melyeket az elfogyaszt illetőleg kiürít. Az élő izom anyagforgalmának ilyetén meghatározására a ló felső ajkának saját emelő izma kellő technikai eljárások mellett teljesen alkalmas.

Számos kisérletezés és méregetés után szerző a következő egyetemes következtetésekhez jutott. A vérkeringés az izomban munkálkodás alatt körülbelül ötszörte élénkebb, mint nyugalomban; a vérkeringés elevensége általában a végzett munka mennyisége szerint nő vagy csökken. Körülbelül egyforma ez érték-

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

arány a különböző egyéneknél, ha izmok egyenlő súlyú és egyenlő munkát végez. Levezetes azonban az, hogy ha két különböző egyén izmai különböző súly mellett ugyanazt a munkát végezik, a vérkeringés elevensége fordított viszonyban látszik lenni az izmok súlyával, a mi azt jelenti, hogy ugyanazon mennyiségű munka mindig ugyanazon mennyiségű vért kivánja, bármilyen legyen különben a munkálkodó izom súlya.

A munka alatt elfogyasztott oxigén mennyisége körülbelül húszszorta múlta felől a nyugalom alatt ugyanazon idő alatt elfogyasztott oxigén mennyiségét. Nyugalom alatt az izomtól elnyelt oxigén a kiválasztott szénsavban nem található fel egész mennyiségében: munka alatt ellenkezőleg áll a dolog, a kilehelt szénsavban az oxigén mennyisége jóval felül múlja a belehelt oxigén mennyiségét. Az oxigén tehát az izom tevéketlensége alatt mintegy tárházban felhalmozódik, honnan azután munkálkodás idején használatba vétetik.

A szenet az izomnak a vér szőlőczukortartalma szolgáltatja, mely abban szénsavvá ég el. Erre nézve szerző azt találta, hogy az izomban, míg ez nyugszik, glycose gyűlik meg, a mi azután munkálkodás idején felhasználtatik.

A ló említett élő izmán alkalmas eljárással meg lehet mérni a mechanikai munkát, egybehasonlítva a chemiai munkával; lehetséges a mechanikai munkát meg is akadályozni az ín elmetszésével és az izomösszehuzódás alatti vérkeringés és a gázcsere élénkségét megfigyelni a megakadályozás előtt és után. Tapasztalat mutatja, hogy a mechanikai munka megakadályozása az izom chemiai munkáját nem csökkenti meg, ki lehet mutatni thermo-elektromos mérésekkel, hogy az izom chemiai energiájának az a része, mely mechanikai munka gyanánt nem nyilatkozhatik, szabad meleg alakjában jelenik meg. A chemiai munka tehát szükséges az izom számára, akár végez az külső munkát, akár nem. Az élő gépezetben az izomban tehát épen úgy áll a dolog, mint a hőgépeknél, hogy a chemiai munkából eredő erő nagy része a mozgató készülékek feszültségébe megy át, és akár működnek azok, akár nem, az izomanyag méréséből támadó erő ott nyilatkozik, a hol előállott, ha külső munka nincsen szabad meleg alakjában, a mely azután szétterjed a vér révén mindenekelőtt a test egyéb tájaira, azután kisugárzás és elvezetés útján a külvilágba.

A mi az izom kifejtette munka értékét illeti, közönséges izommunkánál, mint pl. a ló felső szájemelő izmának a közönséges rágásnál kifejtett munkájákor egy gramm izomra és egy perczre vonatkozólag körülbelül 14 gramm-méterre becsülhető, mely 33 millionéma caloriával egyenértékű. (Comptes az rend. Acad. des sciences 1887. április 25-iki, május 16-iki és 26-iki, augusztus 8-iki és 16-iki ülései.) H.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Creative Commons

Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a Legal Code (Jogi változat, vagyis a teljes licenc) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.
Figyelmeztetés

A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:

Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnevét, a Mű címét).

Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Elengedés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől eltérhetsz.

Közkincs — Where the work or any of its elements is in the public domain under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:
- Your fair dealing or fair use rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző személyhez fűződő jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a személyiségi jogok vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.