

ismer, részint nem tart élvezhetőknak. Eddig a következőket találtam:

Bagoly-galócza (*Lepiota procera* Scop.). Népünk bagó-gombának mondja, s nagyon találóan, mert a szürkés-barna, pelyhes pikkelyekkel fedett kalap és tönk a *bagoly* tollazatára élénken emlékeztet. E galócza Németországban hatóságilag megengedett, Angolországban pedig kiválóan kedvelt gomba. Zalamegyében bőven terem, de használatlanul elvész. Vajjon hazánk más vidékein megeszik-e?

Hüvelyes galócza (*Amanita vaginata*, Bull.) Kalapja vagy 10 cm. széles, szürke, kékes-szürke vagy barna, a fátyol fehér darabjaitól fedve; széle vékony, köröskörül finom, 1 centiméter hosszúságú barázdákkal; fehér lemezei sűrűek. Nyele 15—20 cm. magas, 2—3 cm. vastag, belül üres, alul nagy hártya-hüvellyel körülvéve, mely gyakran a földben hátra marad; gyűrűje nincs. Húsa fehér, gyenge. *Lenz, Kromholz* s mások saját tapasztalatukból megehetőnek mondják; némelyek szerint gyanús. Érdemes volna újabb kísérleteket tenni vele.

Erdei csiperke (*Psalliota silvicola* Vitt). A csiperke változata. Kalapja fehér, síma, fényes; nyele hosszú; lemezei *fehérék*, csak később barnúlnak meg; húsa sokáig fehér marad.

Armillaria mellea Fl. Dan. Mézszínű galócza.

Russula alutacea Pers. Hamar megkukaczosodik, tehát csak fiatal korában hasznavehető.

Russula vesca Fr.

Lycoperdon gemmatum Bartsch (bimbós pöfeteg).

Lycoperdon globosum Boll. (gömbölyű pöfeteg).

Fistulina hepatica Huds. (májgomba). Egy darab nyelvalakú véres marhahúshoz hasonlít.

Boletus badius Fries. (Barna tinórú). Kalapja 5—14 cm. széles, ragadós, száraz állapotban finom tapintatú, gesztenyebarna, erősen kidomborodott, vén korában lapos. Húsa sárgás-fehér, eltörve fölfelé pirosas, alulról kékes színt ölt. Csövei halványsárgák, majdnem a kalap húsának vastagságával egyenlő hosszúak, nyomástól vagy sérüléstől megkékülnek. Nyele henger alakú, barnássárga, a kalap alatt világossárga. Nyáron és őszkor fenyvesekben terem.

Boletus scaber Bull. (Erdei tinórú.)

Polyporus sulphureus Bull. Pom-pás, vöröses-sárga nagy gomba, mely számos egymás fölött és mellett fekvő vastag, nyeletlen legyezőből áll; alsó oldala kénsárga, likacsai igen aprók. Húsa sárga, fiatal korában sárga nedvű, később száraz, törékeny s porrá zútható. Jóízű, bő táplálékot szolgáltató gomba. Múlt évi augusztus havában egy tölgyfa törzsén egy 30 cm. hosszú példányt találtam, melynek két kilogramm volt a súlya. Sajnálni lehet, hogy ennyi értékes tápláló anyag kárba vész! Egész a tél beálltaig terem. Trencsénmegyében megeszik; sokan élvezhetetlennek tartják.

KEMÉNY MÓR.

A CHEMIA HALADÁSA AZ UTOLSÓ ÖTVEN ÉV ALATT.

A British Association m. évi manchesteri gyűlésén Roscoe E. H., a nagynevű angol chemikus tartotta a megnyitó elnöki beszédet. Beszédében a chemia félszázados haladását, noha csak nagy vonásokban, de oly mesteri csoportosításban és megvilágításban vázolta, hogy érdekesnek tartjuk, a főbb

részeket egész kiterjedésekben megismertetni a Term. tud. Közl. olvasóival.

Fél századdal ezelőtt — így kezdi Roscoe a szokásos bevezetés után — a chemia egészen más fajta tudomány volt, mint ma. Ismerték ugyan már az oxigént, melyet Priestley fedezett fel. Lavoisier már megállapította

ugyan az égés processusának lényegét, Davy már szétbontotta az alkaliákat, Faraday már folyadékká sűrített néhány gáznemű testet; Dalton már megállapította a súlyviszonyok törvényét, Gay-Lussac kimondta már, hogy a gázok vegyülése igen egyszerű térfogati viszonyokban megy végbe: de kémiai dinamikáról még szó sem volt akkoriban és az átalakulásokban jelentkező hőtünevényeknek nem volt még magyarázatuk. Igaz, hogy az atóm-elmélet már jórészt el volt terjedve, de az atomok hatásának módja, valamint a rokonságuk lényege csak oly mély sötétségbe volt burkolva, mint akár a görög bölcsek idejében. Hogy az élő lények működése ugyanazon fizikai és kémiai törvényeknek van alávetve, mint a melyek a szervetlenek változásai-ban uralkodnak, e korban még kevesen tudták. Az életerő neve minden ember száján forgott, de csak arra szolgált, hogy vele elrejtjük tudatlanságunkat, mert mint Goethe mondja: »Wo die Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein«.

Még a szerves kémia úttörője, Liebig sem bírt egészen szabadúlni az uralkodó felfogás nyüegtől és még ő is, a ki pedig az életjelenségeknek már igazi okokat adta, az állati test működésének magyarázatában az életerő-höz folyamodott. Liebig szerint az állati testben állandó harc foly a kémiai erők és az életerő közt. Ha az utóbbi győz, életet és egészséget nyer, bukásának nyomában ellenben betegség és halál jár. Mai napság egészen más kép tárul a kemiát tanulmányozó elé. Ma azt tanítjuk, hogy efféle küzdelem nem létezik, hogy ellenkezőleg, az életet kémiai és fizikai erők kormányozzák, hogy ezeknek a természetétől, ezeknek a minőségétől függ, vajjon folytatódik-e az élet, vagy megszakad. Azt tanítjuk, hogy betegség és halál épen olyan következményei a fizikai és kémiai törvények hatásainak, mint az egészség és az élet.

Visszatekintve az elmúlt félszázad

kezdetére, legelőbb Dalton munkássága ötlük szemünkbe. Az ő felfogásait, valamint a kortársaiét akarjuk a ma uralkodókkal összevetni. Legelőször is azt kell megemlítenünk, hogy Dalton atóm-elméletének lényege nem annyira az anyagi részecskék létezésében és oszthatatlanságában rejlett, hanem inkább abban, hogy az atomok súlya különböző; ámbár ez a felfogás is oly mélyen gyökerezett szellemében, hogy egyik barátjának azt mondta: »Tudod, így kell lennie, mert hiszen senki sem bír atomot elosztani«. Egyik oxigén-atóm ugyanis olyan súlyos, mint a másik; egyik hidrogénatom olyan mint a másik; de az oxigén atomja 16-szor nehezebb a hidrogén atomjánál és így van meg minden elem atomjának a maga fajlagos súlya. Dalton-nak eme felfedezése a másikkal kapcsolatban, mely szerint az elemek csak meghatározott súlyviszonyokban vagy ezek többszöröseiben vegyülnek egymással, a kemiát hirtelen átalakította qualitativból quantitativvá, beigazolván egyúttal azt a prófétai mondatát: »Mindent mérték, szám és súly szerint rendeztél a világot«.

A fizikusok és kemikusok kutatásai az elmúlt 50 év alatt nemcsak hogy megerősítették a nagy manchesteri tudós eredményeit, hanem bővítették is őket. Eredeti számadatait természetesen pontosabbakkal helyettesítették, de a vegyülés törvényei és e törvények atóm-elméleti magyarázata a kémiai tudományok erős sáncaivá lőnek.

Érdekes arra utalnunk, hogy nem messze van innen a szobácska, a mely Dalton-nak laboratórium gyanánt szolgált. Itt érte el az ő világra szóló eredményeit a legegyszerűbb eszközökkel, néhány csésze, tintásüveg, durva mérleg, maga készítette thermométerek és barométerek segélyével. Itt dolgozott serényen, itt gyűjtötte azokat a tényeket, a melyek nagy elméletét hivatva voltak támogatni. Minden tudományos működésében egyazon módszert követett: egy bizonyos, előre megállapított felfogást, hipotézisnek véve, kísérle-

tezni kezdett, hogy hipotézisének fenntarthatóságát megvizsgálja s hogy később az így szerzett alapon felépíthesse a rendszeres elméletet. »Dalton az egyes tényeknek, ha nem is kizárólag, de legtöbbszörre csakis akkor tulajdonított értéket, ha azok az általános elméleteknek lépcsőfokai voltak«.

Fölvetjük itt a kérdést, hogy az elmúlt 50 év kutatásai minő fényt derítettek Dalton elméletére, az atómok nagyságára, oszthatatlanságukra, rokonságukra és mozgásukra vonatkozólag? Az atómok nagyságáról és alakjáról Dalton nem szólt, mert a kísérleti alap, a melyre nézeteit építhette volna, teljesen hiányzott; azt hitte, végtelen kicsinyek és még a leghatalmasabb eszközökkel felfegyverkezett érzékeink birodalmán is kívül esők. Atómjait és kapcsolataikat kerek fatábláskákkal, vagy golyócskákkal szokta szemléltetni és örült, ha elméleteit ezeken meg tudta értetni. De az ilyen mechanikus illusztrációk veszélyesek is lehetnek. Emlékszem még egy tanuló feleletére: »Atómok olyan fagyolyók, a melyeket Dr. Dalton talált fel«. Valóban annyira csüngött ő a mechanikus módszeren, hogy nem lehetett rábírní, hogy a Berzelius javasolta kémiai képleteket, a melyek most általánosan el vannak terjedve, elfogadja. Graham-hoz 1837-ben intézett levelében ezt írja: »Berzelius jelképei szörnyűek. Egy fiatal tanuló előbb tanúl meg héberül, mint ezekkel bánni«; továbbá: »Úgy látszik, hogy a tudomány fiatal bajnokait összezavarják, a tanulóknak a kedvét elveszik és az atómelmélet szépségét és egyszerűségét elhomályosítják«.

Az újabb kutatások bizonyos fokig az atómok nagyságának meghatározásában is haladtak, a mit Dalton még lehetetlennek tartott. 1865-ben jutott Loschmidt Bécsben arra, hogy az oxigén, vagy nitrogén atómjai egy/tízmilliomod cm. átmérőjűek. A legerősebb nagyítással is csak a cm. egy/nyolcvan-ezred részét ismerhetjük fel. Ha levegővel megtöltött koczkát képzelünk,

melynek ilyen kicsiny éle volna, még mindig 60—100 millió oxigén és nitrogénatóm férne bele. Néhány évvel később Sir William Thomson bővítette az atómmérés módszereit és arra jutott, hogy az atómok középpontjainak távolsága kisebb egy/ötmilliomod és nagyobb egy/ezermilliomod cm.-nél. Hogy némileg fogalmat alkossunk magunknak e méretekről, Thomson azt ajánlja, hogy képzeljünk egy vízcseppet olyan nagynak, mint a földgömb, akkor ehhez mérve a víz molekuláit sörét-nagyságúaknak kell képzelnünk. Clifford pedig így illusztrálja az atómok nagyságát: Legjobb mikroszkópjaink 6—8000-szeresen nagyítanak; az olyan mikroszkóppal, mely ezt az eredményt ugyanilyen mértékben megnagyítaná, látnunk lehetne a víz molekuláris szerkezetét. Végre, ugyanezt másképpen is kifejezhetjük: Ha azok a legkisebb szervezetek, a melyeket jelenleg láthatunk, aránylag épen olyan erős mikroszkópokkal rendelkeznének, mint mi, akkor láthatnák az atómkokat.

Lássuk most, hogy az atóm-elmélet megteremtőjének azon állítását, hogy »az atómkokat senki sem vághatja ketté«, mennyiben igazolták az utódok dolgozatai. Thomson Tamás, Dalton elméletének első szószólója, érezte annak ellenmondásait, míg végre Proust hipotézisében, hogy az elemek atómsúlyai mindannyian egy közös egység többszöröse, bele nem nyugodott. Később Graham, ki egész életét az atómmozgás vizsgálatának szentelte, az atómot nem olyannak tekintette, a mi nem osztható, hanem csak olyannak, a mit eddigelé nem osztottak el. Szerinte és Lucretius szerint az igazi atómok sokkal kisebbek.

Az anyag mivoltára vonatkozó elmélkedések a legrégebb időktől egész napjainkig, mindenkoron élénken foglalkoztatták a tudósokat. A görögök felfogása szerint az atóm működése elégséges volt a világ tüneményeinek magyarázatára; mert az atómot olyan anyagnak tekintették, melyet alakváltozásá-

ban és szövétékezéseiben, egyesüléseiben nem korlátoz semmi. Dalton, a ki az atomok oszthatatlanságát hangoztatta, maga is azt állítja, hogy »nem tudjuk, hogy egyike vagy másika azon testeknek, a melyeket mi elemeknek nevezünk, nem bontható-e fel?« Boyle egy értekezésében, a melyben az alak és minőség eredetéről szól, azt állítja, hogy »van egy egyetemes anyag, mely minden testben közös, egy kiterjedt, osztható és áthatatlan állomány«. Később Graham hasonló gondolatot fejez ki, mikor azt állítja, hogy »feltehető, hogy az anyag különböző fajtái, a melyek mostan, mint különböző elemi testek ismereteseek, egy és ugyanazon atomokból — különféleképen mozgó atomokból — állanak. Az anyag egysége olyan hipotézis, mely összehangzásban van a gravitációnak egységes voltával.«

Minő kísérleti tények vetnek világot ezen érdekes spekulációkra? Ötven év alatt maga a kérdés is egészen átalakult. Nemcsak az elemek száma emelkedett 53-ról 70-re (ide nem számítva a 20 vagy még több új elemet, melyeket Krüss és Nilson néhány ritka skandináviai ásványban találtak), hanem ezen elemek tulajdonságai is vizsgálat tárgyát alkották, és meg is állapították őket olyan pontossággal, a minőt ötven év előtt még nem is sejtettek. Azon elemek között, a melyek ötven év előtt még alig voltak egymástól megkülömböztethetők, szoros kapcsolatokat ismeretek fel. E kapcsolatokra akarom most figyelmüket felhívni. Megemlíttem, hogy Dalton az atomok viszonylagos súlyait megállapította, egységnek vévén a hidrogént, és hogy Proust azt hitte, hogy minden más elem atómsúlya a hidrogén atómsúlyának többszöröse, miből a hidrogén és a többi elemek alkotása között fennálló szoros összefüggésre vont következtetést.

Dalton és Proust kora óta a Proust-féle törvényt a legkiválóbb chemikusok megvitatták és meg is czáfolták. Csak az alkothat magának kellő fogalmat Dumas, Stas és Mari-

gnac fáradságáról, a ki tudja, minő vesződséges az elemek atómsúlyainak kísérleti meghatározása. Erre kísérletekből kitért, hogy az atómsúlyok nem többesei ugyan sem az egységnek, sem az egység felének, de hogy igen sok szám, a mely legjobban kifejezi az atómsúlyt, oly közel áll a hidrogén atómsúlyának többséhez, hogy kénytelenek vagyunk bevallani, hogy ez a megegyezés nem lehet pusztá véletlen, hanem kell okának lennie. Mi ez az ok és honnan ered egyrészt az erős megközelítés, honnan ered másrészt az a kis eltérés, oly kérdések, melyekre még nem felelhetünk. De ki kételkednék abban, hogy mire Társaságunk 100 éves fennállását ünnepli, ez a fátyol is fel lesz már lebentve és az atomelmélet ezen alapvető kérdése is meg lesz világítva!

Már 1829 ben állította Döbereiner, hogy vannak az elemeknek egyes csoportjai, a melyeket erősen kifejezett közös családi vonások fűznek össze. Ezt az állítást később Dumas kibővítette és támogetta. Így pl. a chlór, bróm és jód csoportjában ezek a tulajdonságok világosan kitűnnek; a fizikai és chemiai tulajdonságoknak arányos fokozódását találjuk a csoportban. Hogy csak a legfontosabb jellemvonásukról szóljak, megemlítem, hogy a középső elem atómsúlya a szélsők atómsúlyainak számtani közepe. De úgy látszott, mintha az ilyen hármas csoportok tagjai sem egymáshoz, sem pedig más elemekhez, semmiféle különös vonatkozásban nem állanának. Így állottak e dolgok 1863-ig, a mikor Newlands világot vetett e tárgyra, nagyobb terjedelmű rokonsági sorozatokat fedezvén fel. Angolországé az érdem, hogy az új utat megnyitotta; de Németország és Oroszország fejezte be a vizsgálatokat. Németországban Lother Meyer az ismeretes tények korlátai közt marad; Oroszországban Mendelejev leleményesebb s nem állapodik meg a bebizonyított tényeknél, hanem jósolni is próbál. Ezek, kikhez még Carnelly csatla-

kozik, megegyeznek abban, hogy az elemek bizonyos szabályos sorozatokba rendezhetők, a melyekben analóg fizikai és chemiai tulajdonságok ismétlődnek. Elméletük a periodikus rendszerek elmélete.*

Hogy ezt a kissé komplikált tárgyat világossá tegyem, engedjek meg, hogy hasonlattal éljek. Gondoljunk néhány emberi családot: egy francziát, melynek képviselője Dumas, egy angolt, a Newlands-ét, továbbá Lothar Meyer családját és Mendelejev-ét. Gondoljuk, hogy e chemikusok nevei egy sorban vannak felírva abban a sorrendben, a melyben említették. Mindenki neve alá apja nevét, ez alá nagyapját, ez alá dédapját stb. írjuk. Most minden név mellé az évek számát írjuk, a melyek az illető egyén születése óta elmúltak. Azt találjuk, hogy e számok rendszeresen nőnek bizonyos nagysággal, még pedig nagyjában egy generáció átlagos korával, a mely közelítőleg mind a négy családban megegyező lesz. Ha a chemikusok korát hasonlítjuk össze, akkor bizonyos különbségeket észlelünk, de ezek kicsinyek azon periódus nagyságához képest, mely egyik elődjük születésétől a másik születéséig eltelt. Eme családfák minden egyéne egy-egy chemiai elemet reprezentál, és épen úgy, mint egyes családokban megvannak az uralkodó családi vonások, úgy mindazon elemek, melyek egy csoportba foglaltak, bizonyos vérrokosságot tüntetnek fel. Megeshetik, hogy a család egyes tagjainak élethistóriája és tulajdonságai elvesztek számunkra. Bizonyos, hogy ezen egyénnek léteznie kellett. Ez esetben Galton nem habozna és a megmaradt egyének jelleméből az elveszett egyén testi és szellemi jellemét rekonstruálná és ha a családi kutatás rábukanna valami úton az elveszett egyén emlékére, a valódi megjelenés és a személyes tulajdonságok igazolnák Galton következtetéseit.

Ilyen jósolások és igazolások eddig-

elé három chemiai elemnél sikerültek. Azt állította ugyanis Mendelejev, hogy ha a táblázat hézagai idővel kitöltetnek, az új elemeknek előre meghatározta tulajdonságokkal kell birniok. Azóta a hézagok valóban kitöltettek, miután Lecoq de Boisbaudran felfedezte a galliumot, Nilson a skandiumot és Winkler a germániumot és a felfedezett elemek tulajdonságai, a fizikaiak és a chemiaiak, valóban megegyeznek az orosz chemikustól előre megállapítottakkal. Sőt némelykor valószínűs chemiai lelenckekkel van dolgunk, elemekkel, a melyek rokonsága ismeretlen volt. Gondos vizsgálat folytán sikerült őket azon családnak visszaszolgáltatni, a melytől a kedvezőtlen sors őket elszakította és sikerült a chemiai társadalomban számukra a helyet megjelölni, mely őket jogosan megilleti.

Igaz, hogy ezek a bámulatos eredmények még nem bizonyítják az elemek közös eredetét; de nem tagadható, hogy erre vallanak. A legnagyobb bizonyító ereje van annak a körülménynek, hogy bizonyos vegyületek, a melyek alacsony hőmérsékleten meglehetnek, magas hőmérsékleten nem állhatnak meg, hanem olyan anyagokra bomlanak, a melyek az eredetnél egyszerűbb szerkezetűek. Ez a felbomlás nemcsak vegyületeknél fordul elő. Meyer Victor kimutatta, hogy a jó molekulai atomokra bomlanak és Thomson J. J. megmutatta, hogy ezt a felbomlást nem a magasabb hőfokkal együtt járó erősebb rezgések, hanem az elektromosságok kiegyenlítődése is előidézheti aránylag alacsony hőmérsékleten.

Meddig haladt az egyszerűsítés eme folyamata? Elrombolhatták-e elemeink atómjait? Erre a kérdésre határozottan »nem«-mel kell válaszolnunk, mert a legnagyobb földi hőmérséklet, az elektromos szikráé sem volt képes az atomokat ketté szakítani. Hogy ez tényleg így van, arról azon eredmények tanúskodnak, a melyekkel a természettudó-

* Term. tud. Közl. XVIII. k. 289. l.

mányok új ága, a színképelemzés gazdagította tudományunkat. Tegyük fel, hogy néhány elemünk nem egyszerű, hanem összetett, és hogy ezen összetett elemek, ha szabad ilyen kifejezést használnunk, az elektromos szikra hőmérsékletében egyszerűbb molekulákra bomlanának. Ezen testék spektroszkopi vizsgálatának ki kellene mutatnia a közös anyagok jelenlétét azáltal, hogy az elemek színképeiben megegyező vonalak lépnének fel. Ilyen megegyezéseket valóban észleltek; de a gondos vizsgálat folyamán kitűnt, hogy vagy más, véletlenül betévedt elemek jelenlétéből eredtek, vagy pedig a megfigyelés hiányosságából. A megegyező világos vonalak hiánya kétféle magyarázatot enged meg. Vagy nem bontatnak fel az elemek az elektromos szikra hatása következtében, vagy pedig, a mi kevésbbé valószínűnek látszik, a sok világos vonal mindegyike, a melyeket az elemek színképei mutatnak, egy bizonyos alkotórész jelenlétére vall.

Mivel a földi analízis nem volt képes kedvező bizonyítékokkal szolgálni, a csillagok és a Nap chemiájából kell tanulságot merítenünk. Nem szándékozom azon csodákról szólni, a melyeket a tudás ezen modern ága derített fel; elég, ha ráutalok arra, hogy a chemikusoknak olyan eszköz áll rendelkezésükre, a mellyel egész biztossággal megállapítják, hogy földi elemek vannak még az állócsillagokban is, a melyek jelenleg az évezredek előtt kisugárzott fényt árasztják a földre.

Bunsen és Kirchhoff eredeti felfedezése óta sokan gyarapították a Nap és csillagok chemiai alkatára vonatkozó ismereteinket. Senkinek sem köszönhet a tudomány annyit, mint Lockyer-nek, Huggins-nek és az amerikai Young-nek. Lockyer az utóbbi években különösen azon világos vonalak változásait vizsgálta, a melyek a Nap színképében mutatkoznak. Ezek az észleletek azt a meggyőződést érlelték meg benne, hogy Kirchhoff-nak nincs igaza, mikor azt állítja, hogy

e vonalak a laboratóriumainkban is észlelhető vasvonalaknak felelnek meg. Lockyer ennek ellenében azt a nézetet vallja, hogy a Nap magas hőfokánál azon anyag, a mit mi a Földön vasnak hívunk, alkotó részeire bomlik. Más észlelők azonban azon változásokat, melyeket Lockyer a Nap spektrumában mutatkozó vasvonalakon észrevett, abból magyarázzák, hogy a hőmérséklettel minden anyag spektruma megváltozik.

Az álló csillagok spektrumaival is akarták az elemek egységes eredetét bizonyítani. Ismeretes, hogy egyes csillagok fehér, mások vörös és megint mások kék színűek és a spektroszkóp különösen Huggins kezében megmutatta, hogy e csillagok chemiai alkotása is különböző. A fehér csillagok, a melyek típusa a Sirius, sokkal egyszerűbb színképet adnak, mint a narancsszínű és a vörös csillagok; ez utóbbiak spektruma inkább a metalloidek és a vegyületek színképeit juttatják eszünkbe, mint a fémekéit. Ebből azt következtették, hogy a fehér csillagokban, a melyek a legmelegebbek, a mi földi elemeink felbomlottak, ellenben a hidegebbekben, hihetőleg a vörösebben, még vegyületek is előfordulhatnak. De még ez sem bizonyítja *közzetenül*, hogy a földi atómközül csak egy is el lett volna bontva. A fehér csillagok spektruma ugyanis meggyőz bennünket arról, hogy a hidrogén sértetlenül állja ki a Siriusban vagy a Vegában uralkodó rengeteg hőséget is, a mely pedig sokszorosan felülmúlja a Nap melegét.

Ha e tényeket tekintetbe vesszük, nem csodálkozhatunk, ha a földhöz tapadt chemikus a megczáfolyhatatlan égi bizonyítékok hiányában legalább jelenleg és mindaddig, a míg új bizonyítékok fel nem merülnek, az elemeket szilárd alapköveknek tekintti, a melyekre tudományát bizvást felépítheti.

A chemia statikájáról térjünk át a dinamikájára, vagyis a nyugvó elemekről a mozgókra. Megint Dalton-nak köszönhetjük az első lépést, mert ő

mutatta meg, hogy a gázok részecskéi minden irányban mozognak, azaz, hogy a gázok diffundálnak, a mit pl. akkor észlelünk, ha a világító gáz keskeny nyíláson kiömlik és az egész szobában elterjed. Dalton, a kinek szelleme folytonosan a gázok molekuláris állapotával volt elfoglalva, megmutatta, hogy a gáz nem olyan mint a folyadék, hogy a ritkább a sűrűbbön úszni képes volna, mint az olaj a vizen, hanem az egyik gáz mindig egészen áthatja a másikat. Graham kísérletei, melyeket több mint félszázada hajtott végre, megállapították azt a törvényszerűséget, a mi a gázok ezen átömlését szabályozza, a mely szerint az átömlés sebessége fordítva arányos a sűrűség négyzetgyökével, úgy hogy az oxigén, mely 16-szorta sűrűbb a hidrogénnél 4-szerre kisebb sebességgel szivárkozik, mint a hidrogén.

Már Dalton és Graham megmutatták, hogy az atomok állandó mozgásban vannak; de Joule volt az első, a ki a mozgás-sebességet tényleg meg is határozta. 1848-ban Swansea-ben olvasta fel értekezését a hő mechanikai egyenértékéről és a rugalmas folyadékok alkotásáról. Ebben az értekezésben megemlíti Joule, hogy akár Davy hipotézise szerint egymás körül keringenek az atomok, akár Herapath hipotézise szerint minden irányban röpködnek, a gáz nyomása a részecskék eleven erejével arányos. »Megmutathatjuk, hogy a hidrogén részecskéinek 30 hüvelyknyi barométer állásnál és 60° (F.) hőmérsékletnél 6225.54 lábnyi sebességgel kell mozogniok, hogy 14,714 fontnyi nyomással nehezedjenek egy négyyszög-hüvelyknyi területre.

Maxwell még egy lépéssel tovább ment. Meghatározta az összeütközések számát, a melyeket a hidrogén részecskének a többitől szenvednie kell, ha percenként 70 angol mérföldnyi sebességgel mozog. Ezen összeütközések száma nem kevesebb mint 18 ezer millió.

A számok megbecsülése végett megemlítem, hogy a természetben nincs nagyság vagy kicsinyiség, és hogy azon

legkisebb rész szerkezete, mely legerősebb optikai eszközeinkkel sem látható, olyan komplikált lehet, mint akár azon bolygóé, mely a Nap körül kering.

De mi köze a chemiának ezen csodálatos atómmozgásokhoz? Megvilágíthatják a chemiai tünemények ezeket a mozgásokat, avagy képesek vagyunk-e ezen mozgásokkal a chemia egyik vagy másik tüneményét megmagyarázni? Megemlítettem volt, hogy Lavoisier az égés dinamikáját érintetlenül hagyta. Nem bírta megmagyarázni, hogy miért keletkezik a legtöbb chemiai egyesüléskor melegség és miért absorbeáltatik némely esetben a hő? A mit Lavoisier homályban hagyott, azt Joule megvilágította. 1843. augusztus 25-ikén tett Joule rövid jelentést Cork-ban, a hol akkoriban Társaságunk ülésezett, azon felfedezésről, mely az egész modern tudományt átalakította. Ez a hő mechanikai egyenértékének megállapítása volt. Pontos kísérletekkel megmutatta, hogy azon energia felhasználásával, mely kifejlik, ha egy 772 fontnyi súlyú tömeg egy lábnyi mélységre esik, 1 font víz hőmérsékletét 1°-kal (F.) lehet emelni. Más szóval: minden változás, a mely a részecskék elhelyezésében beáll, hő kifejlésével, vagy hő felhasználásával jár. Mindezen esetekben a változás beállta előtt meglévő helyzeti energia átalakul mozgási energiává, vagy fordítva. Az atomok összeütközése állandó meleget fejleszt.

Joule-nak köszönhetjük tehát a chemia dinamikájának és a thermochemiának a megállapítását. Valamint a tömeg megmaradása, vagyis az anyag állandósága a chemiai statikának alapját teszi, úgy a dinamika az energia megmaradásának elvén épül fel. Csakis az anyagban, vagy az energiában történő változások azok, a mik a chemiai tüneményeket kísérik, de soha sem járnak ezek anyag- vagy energia-vesztéssel. Joule ezen igazságot még egy más úton is bebizonyította. Ő mutatta meg, hogy az elektromos áramban kifejlett energia is chemiai energia árán lép fel.

Maxwell szerint az energia nem más, mint képesség munkát végezni; a munka pedig az, a mi változást létesít egy rendszer alkatában azon erő ellenében, mely a változás létesítésének ellene szegül. Minden kémiai művelet a molekulák rendszerében, alkotásukban létesít változást. Ezért mondja Maxwell, hogy »ha teljesen ismernők a helyzeti energia azon változását, a mely valamely rendszer alkatának megváltozásával együtt jár, képesek volnánk adott külső erők hatását előre megállapítani, föltéve természetesen, hogy a számítás tisztán matematikai nehézségeit le tudnók győzni«. A thermochemia feladata, hogy az energia változásait hőelméleti módszerekkel megmérje, ezen változásoknak a kémiai változásokkal való kapcsolatukat megállapítsa, az atomok és molekulák vonzásait, a mit kémiai rokonságnak mondunk, megbecsülje, és így a chemia alapvető problémáját megoldja. Mennyire közelítette meg eddigél az újabb kutatás ezen nehéz problémának megoldását? Adhatunk-e választ arra a kérdésre, hogy mekkorák a kémiai változásoknál működő erők? Minő törvények uralkodnak ezen erőkön? Daczára annak, hogy a legújabb kutatások, különösen egy dán tudósé, Thomsen-éi, a tudományt jelentékenyen gazdagították, mégis be kell vallanunk, hogy még meg sem közelítettük azt az állapotot, a melyet Maxwell a tudománynak megjósolt. A thermochemia, be kell vallanunk, még gyermekkorát éli; de erős növésben levő gyermek, és valószínűleg derekas munkát végez majd a világon és nemcsak apjának válik becsületére, hanem azoknak is, a kik zsenge korában olyan gondosan örködték fölötte.

Egy másik irányban haladó kutatás, úgy látszik, még azon eredményeket is el fogja homályosítani, a melyeket a hőtünemények vizsgálata napfényre hozott: ez az elektrochemiai kutatás. Faraday vizsgálatairól, a melyeket a kémiai anyagok vezető képességének meghatározására tett, már megemlékez-

tem. Ezen vizsgálatot azóta Kohlrausch folytatta. Megmutatták, hogy abszolút tisztaságú víz ellenállása majdnem végtelen nagy szám, és hogy igen kevés eczet- vagy vajsav a vezető képességét jelentékenyen emeli. Sőt a vezető képesség változásából következtetést vonhattak a víz- és savrészecskék eloszlására is. Az ilyen eloszlás azonban helyzetváltozással jár, úgy hogy ezáltal módot nyertünk, a folyadék-részecskék mozgásának és nagyságának megítélésére. Azt találták, hogy a részecskék mozgására kémiai okok sokkal inkább hatnak, mint fizikaiak. Láttuk, hogy minden kémiai változás molekula-mozgással jár. Ezen tény magyarázatául szolgál az is, hogy kémiaiilag tiszta anyagok teljesen hatástalanok. Így pl. tiszta, vízmentes sósav nem hat a mészre, ellenben a legparányibb nedvesség már a legélénkebb hatást idézi elő; és más hasonló példákat százával sorolhatnánk el. Ha meggondoljuk, hogy ezeknek a tiszta vízmentes vegyületeknek nincs vezető képességök, arra a következtetésre jutunk, hogy igen szoros kapcsolat van a kémiai hatás és a vezető képesség közt. Nem is kell megállapodnunk, mert van methodusunk a kémiai rokonságnak a vezető képességből való meghatározására. Megmutatták, hogy az eczet-éter szappanosodásának gyorsasága egyenes arányban áll a használt folyadék vezető képességével.

Ilyen messze terjedő vizsgálatok, a melyek az anyag molekuláris állapotának ismeretéhez és ezen állapot végleges matematikai fogalmazásához közelebb látszanak hozni bennünket, azon hitet keltik bennünk, hogy idővel Rayleighs lord szavai teljesedni fognak, hogy »az elektrolízis tanulmányozásától várhatjuk, hogy jobb képet kapunk majd a kémiai hatásokról és azon erők természetéről, a melyek őket létesítik és erősen hiszem, hogy a legközelebbi nagy haladás, a mely árnyékát már is előre veti, ebben az irányban várható.«

B. M.

(Folytatása következik.)



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 álnévét, 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:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — 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.