

A chemia és az anyag problémája.*

Engedjenek meghívásomnak és kövessenek engem az empiriát a bölcséleti elmélkedéssel összekötő ösvények egyikén, midőn ama hatást teszem mai elmélkedésünk tárgyává, mellyel a chemiai kutatás jelen állásában, végső és legáltalánosabb következtetéseivel az anyag ősrégi problémájára hatott.

Mióta az emberiségben megnyilatkozott annak szüksége, hogy a szüntelenül eléje ötlő világrejtvény megfajtását ne úgy mint azelőtt a meseköltő képzelet tág bizonytalan útjain, hanem a józan gondolkodás mentén kísértse meg, és mióta csak bölcsélet egyáltalában van; az anyag mibenlétének kérdése is alapproblémái közé tartozik.

Kezdetben kiváltkép, néha kizárólag ez foglalkoztatja a spekulatív gondolkodást, mert a mi legelőbb tárul a külső tapasztalat elé, az az egyes tünetmények sokszerűsége, ebből a közös és kapcsolatos csak lassanként érvényesül és tömörül általános fogalmakká. Így alkotta az ész az anyagi világ minden minőségi sajátossága utolsó princípiumaként, minden tartósság, valamiképp minden elváltozás és mozgás substratumául az anyag fogalmát.

A joni természetbölcselkedők e substrátumot tisztán anyagi értelemben

* Kivonat Wislicenus tanár beszédéből.

fogták fel és a vízben, levegőben és tűzben találták meg. De már miletoszi Anaximander ἄπειρον-nak határozatlannak, alaktalannak jelzi; a melyből, a benne rejlő mozgás következtében, a négy elemi ellentét: a meleg és hideg, a nedves és a száraz kiválása által keletkezik minden határolt, határozott és különleges; hogy esetleg újra ἄπειρον-ná alakuljon vissza.

E princípium lassanként határozottabb alakot ölt. A »telt«-et szembeállítják egy másik princípiummal az »üres«-sel, mi által egyszersmind különbséget tesznek »anyag« és »tér« között. Láthatatlanul parányi, nem változó részecskékből áll, melyek minőségükben egyenműek; Leukippos szerint azonban alakban, Demokritos szerint nagyságban és súlyban eltérők. Ezen legkisebb részecskék összetartása hozza létre a különböző testeket.

Körülbelül egy századdal később Aristoteles, tagadván az üresnek létezését, tovább fejleszti Anaximander nézetét; az említett alak és sajátosság nélkül levő őanyag négy ős minőségéből kettőt-kettőt összekapcsol, és Empedokles-sel egyértelműleg ezekből származtatja az elemeket: a tüzet, a levegőt, a vizet és a földet; melyek a maguk részéről elegyedés útján a természet számtalan anyagát teszik.

Ez az aristotelesi nézet uralkodik

az egész középkorban; igézete alatt áll a chemia is. Hisz az arabok hozták a keresztény nyugotnak mindkettőt, az aristotelesi bölcseletet és a chemiát is. A négy régi elem mellé, a fémek sajátosságok megmagyarázására és a fémek elváltozásának megokolása céljából, még két újat is teremtettek ugyan: a ként és a kénésőt, de ezen új elemek is hipotetikusak és szorosan megkülönböztetendők a természetben előforduló nyers, tisztátlan kéntől és kénésőtől. A XVI. századi jatrochemikusok, bár teljesen elvetették az empedokles-aristotelesi négy elemet, és csak hármat: a kénésőt, a ként és sót, vagy savat, lúgsót és vizet ismerték el elemeknek, még sem haladtak túl az aristotelesi nézeteken.

Boyle Róbert volt az, ki a XVII. század közepén elsőnek szólalt fel a képzelt őanyag ellen. A valóság-hoz tartjuk magunkat, oly anyagokat mondunk elemeknek, a melyek semmi módon tovább el nem bonthatók. Mint látjuk Boyle definíciója teljesen megfelel a mai fogalmazásnak.

De ezzel a tisztán hipotetikus elemek nem multak még idejüket, a XVIII. század elején Stahl, Becher nyomán, feltalálja a phlogistont, mint új elemet, az égési erő princípiumát, a melynek jelenléte szükséges arra, hogy valamely test éghető legyen; az égés alkalmával elszakad a vele egyesült anyagtól és elszáll belőle.

Majd egy századon át maradt érvényben ez a nézet, míg a gázok fölfedezése, a mérleg alkalmazása és a quantitativ chemia megteremtésével túlságosan szembe nem ötlöttek ellenmondásai a fizika általánosan elismert tételeivel. Lavoisier azután a XVIII. század utolsó harmadában végképen megdöntötte a phlogistontheoriát, az oxigén-

theoriát állítván helyébe. Ez időtől fogva elemekről csak Boyle értelmében beszélünk.

Az anyag strukturáját illető kérdések akkoriban még kevés érdeklődést keltettek, a filozófia hatása következtében az atomos föltevésekhez hajoltak. A mult század vége felé azonban a bölcselet határozottan elfordult az atomistikától. Kant az anyagot a priori a vonzó és taszító erők eredőjének állította, végtelen oszthatóságot tulajdonított neki, minden legkisebb része ismét anyag. E »dinamikai elmélet« szorosan chemiai alkalmazásában szükségképen azon felfogásra vezetett, hogy valamely testnek, magukban egynemű, de egymástól különböző alkotó részecskéi kölcsönös, teljes és egyenletes áthatás következtében újra egynemű vegyületet szolgáltatnak. Eme dinamikai föltevésnek a chemikusok között mindig kevés, az egyetlen Berthollet kivételével, jelentéktelen hívei voltak, és a teljes uralomra került quantitativ korszak hatalmas vívmányai elől, melyek a chemiát új, természettudományi atomistika megteremtőjévé avatták, az utolsó is csakhamar eltűnt.

Proust, francia chemikus kísérleti eredményei voltak az első, melyeket nem lehetett összeegyeztetni a Berthollett felállította (különbösen helyes alapon induló, de rosszul alkalmazott) elmélettel. Az utóbbi szerint a különböző anyagok bizonyos határokon belül mindenféle viszonyban egyesülnek, a tények ellenben azt bizonyították, hogy az egyesülés csak határozott, ugrásonként változó viszony szerint mehet végbe. Az »állandó súlyviszony« ezen törvényét 1803-ban erősítette meg és bővítette ki Dalton-nak a »sokszoros súlyviszonyra« vonatkozó törvénye. Dalton azonnal belátta, hogy ez a tény a dinamikai elmélet alapján teljesen ért-

hetetlen, míg az atomos felfoggással tökéletes összehangzásban áll, sőt épen elmaradhatatlan logikai következése. Midőn azután nemsokára sikerült kimutatnia, hogy minden elemre van egy alap-súlymennyiség, mely vagy magában vagy egész számú sokszorosával kifejezi azon viszonyt, melyben más elemekkel egyesül, akkor lépett fel 1808-ban »New system of chemical philosophy« munkájában a chemiának főbb vonásokban megalkotott atomos-chemiai elméletével. Az azon egyetlen hipotetikus föltevésen alapszik, hogy az anyag tömör alkotással bír, és parányi, többé szét nem bontható részecskékből áll. E valóságos atomok természetesen annyifélék, a hányféle az elemi anyag; ugyanazon ősananyag minden atoma teljesen egyforma, különböző ősananyagoké különböző sajátságú. Azon tapasztalat, hogy az elemek igen eltérő, egyrészt igen kicsiny, másrészt pedig nagy mennyiségekben egyesülnek egymással; a mellett szól, hogy az atomok különböző tulajdonságaival, különböző tömegek is járnak, minek logikai következménye szükségképen a sokszoros súlyviszonyok törvénye.

Dalton az atomsúlyok meghatározását is megkísérelte, de természetesen a nélkül, hogy módszereinek csekély pontosságú és a rendelkezésére álló kevés tapasztalati adattal biztos eredményre jutott volna. Ez csak Berzelius-nak sikerült egyes esetekben. Alaposságban, gondos végrehajtásban, ügyességben, valamint a segédeszközök és módszerek feltalálása körül kifejtett genialitás tekintetében, fáradságokkal és csalódásokkal szemben tanúsított kitartásban, a tények és a szempontok mértékének józan megítélésében, valamint az eredmények sokaságára nézve összehasonlíthatatlan munkásságának köszöni a chemia a Dalton-féle tételek meggyőző meg-

erősítését, és minden irányban való egyenletes továbbfejlesztését.

Két ízben, 1818-ban és 1827-ben állította össze Berzelius az ismeretebb elemek legvalószínűbb atomsúlyait. Az első esetben az atomsúlyok meghatározására kiválóan az Avogadro törvényét alkalmazta, mely szerint az egyenlő térfogatú gáz és gőzalakú testek egyenlő számú molekulát tartalmaznak, másod ízben a Dulong- és Petit-féle az egyenlő atommelegeket ismertető a közben felállított szabályt használta fel, valamint Mitscherlich-nek az izomorf kristályos vegyületek hasonló chemiai alkotására vonatkozó fölfedezését. Mivel azonban az említett fizikai módszerek nem szolgáltatottak mindig összevágó számokat, a chemikusok között bizonyos pesszimizmus kapott lábra, melynél fogva egyáltalában kétségesnek tartották a raczionális atomsúlyok meghatározásának lehetőségét. Mikor a substitució tünetényeinek fölfedezése, mely szerint a hidrogén organikus anyagokban a vegyület jellemző sajátságainak változása nélkül más elemmel helyettesíthető, az aequivalens súlyokra vezetett, az atomsúlyokat egészen is figyelmen kívül akarták hagyni. Csakhamar oda jutottak, hogy a chemikusok a chemiai elemek jelzését, mely Berzelius jeles ajánlata szerint az atom minősége mellett mennyiségét is kifejezte, nagyon különböző módokon értelmezték, hol atomsúlynak, hol meg aequivalens súlynak mondták. Én még átéltem ezen áldástalan, babiloni zűrzavarra emlékeztető állapot utolsó, részben legrosszabb éveit, és tanítványaim lelkében örülök a gondolatnak, hogy ezt immár túlhaladtuk, még pedig tökéletesen túlhaladtuk. A célra vezető út persze fáradságos, tévedésekben bővelkedő volt; elébb azt kellett szabatosan meghatározni, hogy tulajdonképen mi

értendő aequivalens-atom- és molekulasúly alatt, csak azután lehetett az egyes súlyok megállapításához fogni és a feladatot szerencsésen megoldani.

Ez eredmény természetesen az anyag atomos szerkezetére vonatkozó meggyőződések hatalmasan megerősítette, annyival inkább, minthogy azzal az érthetetlen kémiai tapasztalatok egész sorát erőltetés nélkül lehetett megmagyarázni. Ide tartozik mindenekelőtt az a fölfedezés, hogy a legtöbb elem molekulái az atomokkal nem azonosak, hanem több atomnak, leggyakrabban kettőnek vegyületei. Azzal azután egyszeriben meg volt fejtve az elemeknek fokozottabb kémiai hatóereje a keletkezés pillanatában, a mikor ugyanis más elemekkel alkotott vegyületeikből felszabadulva, egymással még nem egyesültek molekulákká, tehát le nem kötött teljesen szabad kémiai vonzási erélyöket kifejthetik. Másik fontos következmény az allotropiának, azon nevezetes jelenségnek megfejtése volt, mely szerint ugyanazon elem más-más test alakjában jelenhetik meg. A hol csak a kísérleti meghatározás ezen jelenségekhez férhető, ott az allotrop módosulatú testekről mindenütt más-más molekulasúlyokat mutatott ki. Az pedig magyarázatra sem szorul, hogy azon test, melynek legkisebb egységes részei három atom oxigénből állanak — az ozon — más tulajdonságokkal bír, mint a melynél ezeket két atom alkotja.

A chemia fejlődésére, a most már tényleg összehasonlítható atomsúlyok meghatározásával közvetetlen kapcsolatban a kémiai érték fölfedezésének volt kiváló jelentősége. Bárha a kémiai értékben máig sem ismertük fel tisztán az atomok egyéb tulajdonságainak szükségszerű következményét, mindazonáltal fölfedezésének köszönhetjük a chemiának rendkívüli föllendülését az utolsó

30. esztendőben. Csakis ennek segítségével sikerült a kémiai vegyületek sajátságait szerkezetükre visszavezetnünk, a vegyületek sajátságait nemcsak atomaik számából és tulajdonságaiból magyaráznunk, hanem a molekulát alkotó atomok kölcsönös kapcsolásának sorrendjéből s végre konfigurációjokból, vagyis térbeli elhelyezésükből egyszerűen és következetesen értelmeznünk. Minél jobban voltak kifejtve a kémiai értéknek az atomkapcsolódáson alapuló törvényei, annál lehetőbbé vált, hogy bizonyos fajta vegyületeket előre elképzelhettünk és ugyancsak ezen törvények alapján kieszelt úton elő is állíthattuk. Így veszítette el a chemia mindinkább eredetileg tisztán induktív jellemét és részben deduktív módszerekre tért át. Ezzel azonban sem a korábbi időszakok túlságosan konzervatív képviselőitől jósolt hátrány, sem tudományunk visszaesése be nem következett, mert végső következtetései sohasem nélkülözheték a fejlődéssel szintén lépést tartó, meg nem vesztegethető kísérletek igazolását.

Megmagyarázhatókká váltak továbbá az izomeria névvel jelölt tények is. 1824-ben két fiatal kutató, nem kisebb emberek mint Wöhler és Liebig, azon megfigyelést tették, hogy vannak vegyületek, melyek nagyon feltűnően eltérő lényeges tulajdonságaik mellett ugyanazon elemi alkatrészeket ugyanolyan mennyiségben tartalmazzák. Ez oly viszáznak látszott az akkori chemikusok előtt, hogy Liebig, midőn a rendkívül robbanó, durranósavas sókat ugyanolyan összetételűeknek találta, mint kevéssel előtte Wöhler a nagyon állandó czián-savas vegyületeket, ő Wöhler-nek munkáját pontatlannak állította. Az ebből fejlődött éles harcz, a melyet mindkét részről a tudomány rendelkezésére álló minden eszköz felhasználásával vívtak,

az addig lehetetlennek tartott tény megerősítésével végződött; nemsokára több hasonló esettel ismerkedtek meg, úgy hogy Berzelius, a nagymester is meggyőződött helyességéről és javaslatba hozta a manapság is alkalmazott elnevezést.

Az izomer jelenségek egy részére a polymeria adott kielégítő magyarázatot; az egyenlő molekula-nagyságú másik részéről Berzelius így nyilatkozott: E vegyületek izomeriája már magában föltételezi, hogy az atomok elhelyezésének kell eltérőnek lennie.«

Később a chemia ez izomeriát is értelmezte. Fáradozásait eleinte csak kivételes esetekben kísérték sikerek, de idővel gyorsan növekedő arányban szaporodtak ezek. Kezdetben annak kimutatására szorítkoztak, hogy a bonyolódottabb organikus vegyületekben, egymástól különálló és eltérő széntartalmú atomcsoportok, úgynevezett összetett gyökök fordulnak elő, ezek a szintézis alkalmával változatlanul mentek át az alapanyagból, és megbontás esetén is gyakran változás nélkül jutnak a bomlás termékeibe; izomer molekulákban ezek egészíthetik ki egymást egyenlő számú atomokká. Az atomsúly-meghatározások befejeztével és a vegyérték fölfedezése után sikerült az izomer testek eltérő tulajdonságait az egyes atomok eltérő kapcsolódási sorrendjéből magyarázni, vagy a hol ez is egyező volt, az okot a különböző térbeli elhelyezkedésben találták meg; ezen teljesen határozott és törvényszerű különbségeket kísérletileg lehetett kimutatni. A mai chemia előtt, bár tudatában van az atomos nézet hipotetikus voltának, az atomok mégis valóságot jelentenek.

Bár senki még érzékileg meg nem figyelte őket s megfigyelni nem is fogja, mégis ismerjük egyes pontosan mért tulajdonságaikat; így viszonylagos

tömegüket, vegyértéküket; valamint a vegyületek fajlagos térfogata, a hőfogatósága, melegtartalma és fénytörésében való szerepöket; továbbá elektromos hatások iránt való viselkedésöket. Szintetikai munkáinkban a molekula-csoportozat meghatározott helyeire illeszthetjük őket és ezzel a mesterségesen előállított vegyületeket megfelelő sajátságokkal láthatjuk el, sőt eljutottak chemiai hatások mértékének meghatározásáig. A fizikának meg éppen abszolút nagyságukat sikerült bizonyos határok között eltérő utakon, kielégítő megegyezéssel meghatározni és ezzel legalább nagyság szerinti sorozatukat megállapítani.

De még mindez nem szolgáltatott megnyugvást. Az elemeknek látszólag szabálytalan sokaságban egyszerűséget és törvényt kerestek, mely azokat maguk közt és ezen törvénnyel közösen okozatilag összekapcsolná. E kérdés megoldása végett az elemeknek további szétbontásával is megpróbálkoztak, de a mi 70 elemünknel többre nem jutottak. Sokkal régebben más úton is tetek kísérletet: az atomsúlyokat közös egységre akarták visszavezetni. Az angol P r o u t 1815-ben kimondotta, hogy az atomsúlyok a legkisebbnek, a hidrogénnek egész számú sokszorosai, mivel egyúttal ki akarta mutatni, hogy a hidrogén az őselem. Noha ez a hipotézis Berzelius pontos meghatározásaival szemben nem volt fenntartható, D u m a s a 40-es években mégis újra fölvetette, csakhamar azonban úgy módosította, hogy az egység a hidrogén atomsúlyának fele, majd meg negyedrésze. A tényekkel azonban ez az állítás sem egyezett.

Találtak ellenben egyéb szám szerinti vonatkozásokat az atomsúlyok között, melyek végül összességökben a periodikus rendszerre vezettek. Habár a periodikus

kus rendszerben még nem bírjuk azon világos törvényt, a mely megadná az egyszerű összefüggést az atomok kölcsönös sajátságai és valami általános alapelv között, mégis már észrevehető módon bontakozik az ki, s alig bírjuk legyőzni azt az előérzetet, hogy nagyon közel állunk teljes megnyilatkozásához. Ezzel kétségtelenül annak bizonyíttékát kapjuk majd, hogy a mi atomaink még nem a legvégsőbb egységei az anyagnak; hanem hogy ezek alkotásukban az organikus összetett gyökökhöz sorozhatók, melyeknél mindenesetre sokkal állandóbbak. Hiszen az utóbbiak homolog és heterolog sorainak hasonlósága az elemek természetes csoportjaival és a periodusokkal feltünően szembeötlő.

Mai elmélkedésünk végére jutva, egy kérdés cseng még fülembé, melyet e tárgyról beszélve, gyakran intéznek a chemikushoz, s a mely tán a jelenlevők egyikének másikának is ajkán van; a kérdés, hogy minő alkotásúnak képzelet a chemikus az anyag végső princípiumát? Lehet-e az a fényéter, a melyre a fizika szorul, hogy a tünemények bizo-

nyos csoportjait, különösen a keresztrezgések sugárszerű terjedését magyarázza? Vagy egészen más rendbeli alkotás mint az atomok, tán kiterjedés nélküli, mozgó és egymásra ható erőcentrumok, melyeknek térbeli tömörüléséből keletkeznek csak a testegységek. Vajjon az anyag, ezen valósággal tapasztalat alkotta fogalom, nem a mindenségben változatlan mennyiségben foglalt erély produktuma-e, mint minden külső tapasztalatunk?

Ilyenmű kérdésekre a chemia nem ad határozott választ, mivel mindezen föltevések — így az anyagnak képzelt fényéter is — tisztán hipotetikus természetűek. E végső dolgok, módszerein és tapasztalatain messze túl esnek, egyelőre legalább csupán az elmélkedő, legfeljebb a matematikai gondolkodás tárgyait tehetik. Követeljük azonban, hogy ezen elmélkedés alapját a chemiai és fizikai kutatás eredményei képezzék. Az anyag természetére nézve bármely föltevésre jusson az, a feltevés nem lehet másféle mint atomos. (Naturwiss. Rundschau 1894 15. szám.)

PF. I.



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.