

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalábbis 2¹/₂ nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként fametszetű ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT
KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a 30—33 ívből álló egész évfolyam előfizetési ára 5 forint.

XV. KÖTET.

1883. JULIUS

167-^{IK} FÜZET.

XIX. A CHEMIAI ROKONSÁG ÉS A THERMOCHEMIA.*

A vegyületeket alkotó elemek minőségi és mennyiségi viszonyainak kipuhatólásán kívül két nevezetes kérdés megoldásával foglalkozik ma a tudományos chemia. Egyik az anyag belső szerkezetére vonatkozik, és megállapítani törekszik a vegyületekben foglalt elemek legkisebb részeinek, atómjainak viszonyos helyzetét; másik a különmemű anyagokból egyneműeket létesítő erőről, — régi hagyományos nevén — a chemiai rokonságról uralkodó nézeteket óhajtja tisztázni.

Az anyag belső szerkezetének tanulmányozásában kiinduló és támogató pontokat szolgáltatnak azok a chemiai átalakulások, melyek szerint valamely vegyület keletkezik, vagy új átalakulásokat szenved. Kekulé szerint „a vegyületek belső szerkezetének tanulmányozásánál meg kell ismerkedni azok multjával és jövőjével“.

Eme tanulmányok következtében fejlődtek ki azok a synthetikai és analytikai módszerek, melyeknek segítségével sok, — tisztán tudományos — kérdést sikerült megoldani, de a melyek a gyakorlati élet követelményeire is jótékonyan hatottak. Elég hivatkoznom a színyanyagoknak ma oly hatalmas iparággá fejlődött mesterséges előállítására, annak igazolásául, hogy a tudományos célú buvárlat mennyire hasznára vált az anyagi érdekeknek is.

Bár hiszem, hogy mindenki érdeklődne azon eljárások iránt, melyek kísérletileg igyekeznek számot adni az atómkok vagy atóm-csoportok kapcsolódásának módjáról, midőn sokszor ugyanazon minőségű, sőt ugyanazon mennyiségű elemek egymástól eltérő fizikai és chemiai sajátságú vegyületeket alkotnak: mindazáltal, mint-hogy a Természettudományi Társulat egyes esetekben alkalmat nyújtott arra, hogy az érdeklődő közönség a chemiai synthesis ügyét és ezen az úton a vegyületek belső szerkezetére vonatkozó nézeteket megismerje, jelen alkalommal a chemiai rokonságot óhajtom előadásom tárgyává tenni azon kutatásoknak az alapján, me-

* Előadatott az 1883. apr. 18-ikán tartott referáló szakülésen.

lyek anyagot szolgáltatottak arra, hogy a chemiának egy most fejlődő ága, a *thermochemia* keletkezzék.

Ha a történelem adataihoz hívek akarunk maradni, ki kell mondanunk, hogy *affinitas* (rokonság) Barchusen 1698-ban megjelent „Pyrosophia“ című művében fordul elő legelőször; azonban egészen más értelemben mint a későbbi korban. — Ő ugyanis még a sót, az olajat, a vizet és a földet tekintette elemeknek, és hogy ezek a képzelt elemek az ugyanazon nevű, jól ismert testektől meg legyenek különböztetve, arra figyelmezteti kora alchimistáit, hogy kárba veszett fáradság megkísérteni ezeket az elemeket leválasztani, mert az nem sikerül; az eredmény egy földes maradék, melynek alkotó részeit *belső és kölcsönös rokonság* tartja együtt. — Ebből a leírásból semmi esetre sem következtethetjük, hogy Barchusen a vegyületek alkatrészeit összetartó erőre gondolt volna.

A chemiai rokonság kifejezést abban az értelemben, a melyben azt korunkban használják, Boerhaave, hollandi chemikus említi legelőször a 18-ik század első felében. Esményíteni óhajtotta a vegyületek keletkezését, föltevén, hogy az egymásra ható alkatrészek „magis ex amore quam odio“ vonzzák egymást.

Newton a chemiai egyesülést erő befolyásának tulajdonította, de természetének megmagyarázásához nem fogott. Utána, ha akadtak is olyanok, kik eszméjét kifejtteni törekedtek, mint Buffon, Bergman, a többség megelégedett Boerhaave felfogásával és haladást csak annyiban találunk, a mennyiben az idősebb Geoffroy kezdeményezésére egyes rokonsági táblákat kezdtek összeállítani, melyekből kitűnt, hogy különféle savak ugyanazon alj iránt, — vagy megfordítva — a rokonságnak milyen fokát tanúsítják. Geoffroy-nak egy táblázata szerint a nehéz fémeket a földfémek, ezeket az illó alkali, vagyis az ammoniák, ezt pedig az alkali-fémek haladják túl a rokonság nagyságában. Azonban e táblázatok főbaja abban rejlett, hogy korlátolt számú és külső föltételű megfigyelések alapján készültek, minélfogva csak bizonyos körülmények mellett voltak érvényesek, és ha előfordult más feltételek közt végbemenő átalakulás, a táblázat felvilágosítást nem adott. — Kétségtelen, hogy kénsavas calcium és szénsavas ammonium vízoldatban hatnak egymásra: kénsavas ammónium és szénsavas calcium keletkezik belőlük; de ha szilárd állapotban elegyítjük őket össze, nincs hatás. A „*corpora non agunt nisi soluta*“ föltétellel sem védekezhetek sokáig, mert bebizonyításra nem szorult tény volt, hogy szénsavas calcium és kénsavas ammónium zárt edényben hevítve szénsavas ammóniumot és kénsavas calciumot adnak. Ezeknek a fennakadá-

soknak következtében utóbb annyiféle rokonságot okozkodtak ki, hogy a valódi chemiai rokonságot felismerni alig lehetett.

A Newton által felvetett erővel senkisésem foglalkozott oly behatóan mint a múlt század végén Berthollet. Őt lelkesítette az eszme: olyan magaslatra emelni a chemiát, a milyenen a csillagászat áll, hogy a chemiai átalakulásokat éppen olyan biztossággal lehessen kiszámítani, mint a napfogyatkozást, vagy egy üstökös megjelenését; de törekvéseit, melyek akkor a chemiai és fizikai ismeretek hiányossága miatt még koraiak voltak, nem koronázta siker; és a mennyiben ő a chemiai átalakulásokat tisztán fizikai tényezőknek tulajdonította, előtte egészen elenyészett a chemiai rokonság.

Több mint félszázad folyt le, míg ismét szőnyegre került a chemiai rokonság kérdése, és pedig nem mint a költőileg felfogott kölcsönös rokonszenv érvényesülése, hanem mint az elemek hatás-képessége, ereje; és gondolkodni kezdettek rajta, miként lehetne ezt a hatalmas erőt, mely munkáiban néha borzasztó lehet, megmérni.

E törekvés nevezetes jelentőségű a chemia fejlődéstörténelmében, mert egy lépéssel előre segítette azon céljában, hogy az exakt tudományok rangjára emelkedjék.

Ha a chemiai átalakulásoknál egymásra ható testek erejét akarjuk ismerni, ismernünk kell azt a munkát, melyet a molekulák erői chemiai tekintetben végeznek. Ha a chemiai munka mindig tisztán lépne föl, a feladat egyszerű lenne. Ugyanis: találunk a chemiai átalakulások kíséretében különféle fizikai tünetenyeket, mint pl. fényt, elektromosságot, hőtümenényeket, melyekről azt tapasztaljuk, hogy a chemiai erő nagyságától függnek. Közel áll tehát arra gondolni, nem lehetne-e a fellépő fényt, elektromosságot vagy hőt alkalmazni a chemiai erő mértékéül.

Közelebbi vizsgáldás kideríti, hogy a fény e célra nem alkalmas, mert nincs minden chemiai átalakulás fénytümenényvel összekötve, és, a mi legfőbb, a fényt mérni sem lehet kellő biztossággal és kényelmesen.

Az elektromosságot szintén nem lehet mértékadónak elfogadni, mert két gáz és két szilárd test egyesülésénél keletkező elektromosságot nehéz igazolni és csakis akkor lehet azt kényelmesen mérni, mikor fémek savakban oldódnak. Mindamellet elvitázhatatlan, hogy e század elején az elektromosságnak chemiai átalakulásokra gyakorolt befolyása nem kevésbé vonta magára a figyelmet, sőt kimutatták a chemiai erővel való közösségét is, a nélkül azonban, hogy a kettő között tartós és alapos összefüggést sikerült volna megállapítani. Mert ha igaz is, hogy az elemeknek úgy a vegyületek szétbomlásából, mint azok egyesüléséből kapott tapasztalatok alapján

összeállított elektrochemiai sorozata sok esetben megdönthetetlen tényt fejez ki, de a chemiai erő relatív nagyságát minőségileg sem képes ellenmondások nélkül feltüntetni.

Így az elektrochemia egyik tétele szerint a sorozat tagjai között annál nagyobb a chemiai rokonság, minél távolabb állanak a sorozatban. A mellékelt táblázatban* látható, hogy az ezüst távolabb áll az oxigéntől mint a chlórtól, következésképp az ezüstoxidnak a chlorgázban nem lenne szabad változni és mégis megváltozik: ezüstchlorid képződik és az átalakult chlórral egyenértékű oxigén szabadul föl.

Hasonló esetet találunk eleget, melyeknek alapján el kell ismerünk, hogy ha a chemiai átalakulások és elektromos tünemények közötti összefüggés nincs még tisztázva, az elektrochemiai sorozat, mely a chemiai rokonság fokát több-kevesebb bizonytalansággal fejezi ki, nem képviselheti a chemiai energia nagyságát.

Olyan fizikai tünemény, mely minden chemiai átalakulást kísér, és mely kényelmesen mérhető: a hő. Könnyen érthető, hogy chemiai átalakulásoknál a hőviszonyoknak meg kell változni. Hiszen két vagy több testből, melyek bizonyos erővel voltak felruházva, különböző munka eredményeként egy vagy több új, más erővel felruházott test keletkezik. De az erőmegváltozás és munkavégzés, mondhatjuk, mindig hőviszonyok megváltozásával levén kapcsolatban, természetes, hogy ez alól a chemiai átalakulásban résztvevő molekulák erőmegváltozása és végzett munkája sem képezhet kivételt. Ennek ellenkezője az erő megmaradása elvének egyenes tagadása lenne.

* *Az elemek elektrochemiai sorozata:*

— Oxigén.	Bór.	Higany.	Thorium.
Kén.	Szén.	Ezüst.	Zirkon.
Selen.	Antimon.	Réz.	Aluminium.
Nitrogén.	Tellur.	Bismuth.	Didymium.
Fluor.	Tantal.	Ón.	Lanthanium.
Chlór.	Titán.	Ólom.	Yttrium.
Bróm.	Silicium.	Cadmium.	Beryllium.
Jód.	Hidrogén.	Cobalt.	Magnézium.
Phosphor.	Arany.	Nickel.	Calcium.
Arzén.	Osmium.	Vas.	Strontium.
Chróm.	Iridium.	Zink.	Bárium.
Vanadium.	Platin.	Mangán.	Lithium.
Molybdaen.	Rhodium.	Urán.	Nátrium.
Wolfram.	Palladium.	Cerium.	Kálium. +

A sorozat első tagja mint legnegatívabb az oxigén, utolsó a kálium mint legpozitívabb. Minden közbeeső tag az előtte állóval szemben pozitív, az utána állóval szemben negatív.

Azonban a kémiai átalakulásoknál nemcsak kémiai, hanem fizikai munka végzését is észleljük, következésképpen a hőváltozást nem lehet pusztán a kémiai munka figyelembevételével megfejteti, hanem szükséges a kémiai és fizikai munkák meg a keletkező hő között keresni összefüggést, mi által a feladat tetemesen bonyolódottabbá válik.

E törekvésnek alapeszméjét a mechanikai munka és hő közötti viszonyoknak ismerete kölcsönözte. És miután a tapasztalat is azt bizonyította, hogy a vegyületek elbontására szükséges hőmennyiség annál nagyobb, mennél állandóbb valamely vegyület, azaz: mennél nagyobb az alkotórészei között uralkodó rokonság; továbbá, hogy mennél állandóbb valamely vegyület, annál nagyobb a keletkező hőmennyiség, midőn azok egymással egyesülnek: indokoltnak tekinthetjük, ha a vegyületek keletkezésénél fellépő hő szolgál a kémiai erők által végzett munka egyenértékéül, és a különféle vegyületek keletkezésénél fejlődő hőmennyiségekből igyekeznek következtetni a kémiai rokonság, a kémiai erő nagyságára.

Evvel foglalkozik a thermochemia.

A thermochemia alapvető feladatai közé tartozik a kémiai erő nagyságát megállapítani. — A kémia e része bármily kevéssé foglalkoztatja még a kemikusokat, sőt mondhatjuk, hogy Favre és Silbermann, Andrews és mások aránylag csekélyebb számú adatait nem tekintve, a thermochemia összes anyagát két nagy tudós: Berthelot Párisban, és Thomsen Kopenhágában hordotta össze, mégis oly terjedelmessé vált, hogy annak minden irányban tett haladásait egy rövid előadás keretébe szorítani lehetetlen.

A thermochemia alapelveinek rövid előrebocsátása után, a keletkezési hő megméréséről röviden szólva, csak azokra a tényekre fogok szorítkozni, melyek a kémiai erőre vonatkozó ismereteinkről thermochemiai alapon igyekeznek számot adni.

Az elvek, melyeknek alapján a thermochemia kutatásait végzi, kezdetben tisztán elméleti jelentőségűek voltak. Azonban lassanként annyi kísérleti adat igazolta helyességöket, hogy a következő, minden kémiai átalakulásra érvényes három elvet lehetett megállapítani:

- a) a molekulák munkáinak elvét,
- b) a kémiai átalakulások hőegyenértékének, vagyis a kezdeti és végső állapotnak az elvét, és
- c) a legnagyobb munka elvét.

A molekulák munkáinak elve szerint: *a kémiai átalakulásoknál keletkező hő mértéke a velök járó kémiai és fizikai munkáknak.*

Ha tehát a chemiai erő mértékéül a chemiai átalakulásoknál fejlődő hőt tekintjük, akkor, ha ismerjük egy chemiailag egymásrható testrendszerben az átalakulás alkalmával keletkező hőmennyiséget és a végzett fizikai munka hőegyenértékét: következtethetünk a chemiai erő nagyságára.

Következik e tételből az is, hogy bármely chemiai átalakulásban keletkező hőmennyiség egyenértékű azon munkák összegével is, melyek képesek a vegyületek alkotó részeit eredeti állapotukba visszahelyezni.

A chemiai átalakulások hőegyenértékének, vagyis a kezdeti és végső állapot elvének értelmében: *ha meghatározott feltételek között levő egyszerű vagy összetett testrendszer chemiai vagy fizikai változások miatt külső munka végzése nélkül jut új állapotba, az átalakulásban keletkező vagy eltűnő hőmennyiség csak a kezdeti és végső állapottól függ és állandó, bármi legyen a közbeeső állapotok sora és természeté.*

Ezen elv jelentősége érthető a következő példából:

Calciumoxidból és sósavból közvetlen és közvetett úton állíthatunk elő calciumchloridot.

Ha calciumoxidot föloldunk sósavban, calciumchloridot közvetlenül nyerünk és ezt az átalakulást kísérő hőmennyiség Berthelot kísérlete szerint 46,000 c.* Lehet azonban a calciumoxidot éppen annyi vízzel elegyíteni, a mennyi elég, hogy szilárd calciumhidroxid keletkezzék, a midőn fölszabadul 15100 c. ;
a calciumhidroxidot föloldjuk vízben, az oldási hő 3000 c. ;
a föloldott calciumhidroxidot (mészvizet) elegyítjük sósavval, midőn a telítési hő 27900 c.

A hőmennyiségek összege 46000 c.

tehát ugyanannyi, mint midőn calciumoxid és sósav közvetlenül hatnak egymásra. E szerint: *a chemiai átalakulásokat kísérő hőmennyiség éppen olyan állandó, időtől és lefolyási szakoktól teljesen független, mint maga a vegyületekben szereplő anyagmennyiség.*

És végre a legnagyobb munka elve értelmében: *minden chemiai átalakulásban, ha arra külső erők nem folynak be, az a test vagy testrendszer keletkezik, mely legtöbb hőt fejleszt.*

Ezen elv szerint, mely a hatalmasnak a gyöngé feletti elsőbbségét tükrözi vissza, előre megítélhetjük, hogy, ha különféle egyszerű vagy összetett testek találkoznak pusztán a molekulák erőire hagyatva, milyen értelemben fog végbemenni a chemiai átalakulás.

* c = kis kaloria. 1 kis kaloria az a melegmennyiség, mely 1 köbcm. víz hőmérsékletét 0°-ról egy fokra képes emelni

Röviden összefoglalva ezen elvek jelentőségét, láthatjuk, hogy az első — előleges megállapodásunk szerint — az erő mértékét nyújtja; a második, mintegy kiegészítője az elsőnek és a kémiai erő egyéni természetét szabja meg közelebbről, midőn azt minden egyes kémiai átalakulásra nézve állandónak nyilvánítja és függetleníti az átalakulás egyes szakaitól; a harmadik pedig a kémiai egyensúlybeli esetekre szolgáltat támasztó pontot.

A molekulák munkáinak elve kijelöli most már az irányt, melyet követve, fogalmat szerezhethünk a kémiai erő nagyságáról. Első feladatunk tudniillik a vegyületek keletkezésénél nyilvánuló hőmennyiséget pontosan megmérni. A hőmérés módszereiről nem szükséges részletesen szólanom. Berthelot és Thomsen a keverő módszert használják. Ha csak arról van szó, hogy a tények között valami összefüggést lehessen észrevenni és nem arról, hogy abszolút pontos eredményeket lehessen elérni, e módszernek nagy javára válik a kezelés egyszerűsége.

Utóbbi időben végzett meghatározásokból felette pontos eszköznek bizonyult a Bunsen-féle *kaloriméter*; azonban kezelése annyi fáradsággal jár, hogy e miatt nem sokan merik megkísérteni alkalmazását.

Be kell ismerni, hogy gázalakú testek kémiai változásainak tanulmányozásánál a keverő módszer csak nagy elővigyázat mellett bízható meg, mert a kémiailag egymásra ható anyagmennyiség relative csekély; az is igaz, hogy nagy időközökben történő és csekély hőkeletkezéssel járó kísérleteknél a „correctio“ értéke olyan magas lehet, hogy a valódi hőmérséklet-változás a kaloriméterben bizonytalanná válik: de másrésről meg az is tény, hogy rövidebb ideig tartó hatásoknál — és a könnyű szerrel megejthető kémiai átalakulások mind ilyenek — olyan biztos eredményeket ad a keverő módszer is, a milyeneket csak szabatosnak nevezhető módszertől várhatunk.

A keletkező vagy eltűnő hőmennyiséget kalóriákban fejezik ki: Berthelot nagy, Thomsen kis kalóriákban. E jelzők alkalmazása onnét ered, hogy Berthelotnál egység a kilogrammhőegység, Thomsennél a grammhőegység. Minthogy pedig a keletkező vagy eltűnő hőmennyiséget a keletkező vegyület bizonyos súlymennyiségére kell vonatkoztatni, célszerűnek tartom megjegyezni, hogy ez Berthelotnál a vegyület egy egyenérték súlya grammokban, míg gázoknál vagy gőzöknél a vegyület 22.33 liter normál térfogatban foglalt súlymennyisége, azaz: a konkrét értékben grammokban kifejezett molekula-súly. Thomsen mindig a molekula-súlyt használja. *Azt a hőmennyiséget, mely fölszabadul, vagy eltűnik akkor, mikor*

valamely vegyületnek grammokban vett egy egyenérték-, illetőleg egy molekula-súlyának megfelelő súly mennyisége keletkezik, keletkezési hőnek nevezik. Minthogy az égési hő az a hőmennyiség, mely keletkezik, midőn a testek egy grammja ég el, látható, hogy a szorosabb értelemben vett égésfolyamatoknál az égési hőből a keletkezési hőt, a keletkezési hőből pedig az égési hőt kiszámíthatjuk. Előbbi esetben az égési hőt sokszorozni, utóbbiban a keletkezési hőt osztani kell az egy egyenértéksúly, illetőleg a molekula-súly számértékével.

Néhány példa legjobban felvilágosít bennünket arról, miként lehet a keletkezési hőt megállapítani és ebből a kémiai erő nagyságára következtetni.

Ha egy térfogat hidrogén és egy térfogat chlór hatnak egymásra, két térfogat sósavgáz (chlórhidrogén) keletkezik. Ebben az esetben jellemző tehát, hogy az egymásra ható gázok térfogata nem változik, az átalakulás fizikai munka nélkül megy végbe, következésképpen az összes hőmennyiség csak a hidrogén- meg a chlórátómoz új elhelyezkedésében, a keletkező sósavgáz eltérő erő-viszonyaiban leli magyarázatát. Itt nincs másféle munka, mint a hidrogén- meg a chlórmolekulák erőinek kémiai munkája. E tisztán kémiai munka hő-egyenértéke, vagyis a sósav keletkezési hője, ha a sósavból 36,5 gramm keletkezett, — 22,000 c.

Hasonló eset fordul elő, ha nagyon híg oldatokban, vagy szilárd állapotban hatnak a testek egymásra, vagy általában ott, hol fizikai munka — mint halmazállapot-, térfogat-változás — nem forog szóban, vagy olyan csekély, hogy tekinteteken kívül hagyható. — Ilyenkor tehát a keletkező hőt csakis a kémiai erő átalakulásának tulajdoníthatjuk.

Másként áll a dolog, ha gázalakú testek kémiai átalakulása térfogat-változással és pedig térfogat-kisebbedéssel jár. A keletkező hőmennyiség ebben az esetben változik, a szerint, a mint állandó térfogatnál, vagy állandó nyomásnál megy végbe az átalakulás. Könnyű belátni, hogy akkor lesz nagyobb a keletkezési hő, mikor az atmoszféra által végzett pozitív munkával egyenértékű hő járulhat ahhoz, melyet a rendszer maga létesített. — Állandó térfogatnál, azaz: ha zárt edényben foly le az átalakulás, ez nem következhetik be, csak állandó nyomásnál, midőn a keletkezési hő minden 22,33 liter normál térfogatnyi összehúzóásra $0,54 + 0,002 \cdot t^*$ hőegy-

* $0,54 + 0,002 \cdot t$ azon munka hőegyenértéke kilogramm-hőegységekben, melyet a levegő nyomása (10,334 kilo egy négyszögméterre) végez, midőn valamely gázt 22,33 térfogattal nyom össze.

séggel nagyobb, mint állandó térfogatnál, ha t. i. t° hőmérsékletnél megy végbe az átalakulás és a keletkező hőmennyiséget kilogrammhőegységekben fejezzük ki; ha pedig grammhőegységekben, úgy a fennebbi érték ezerszerese veendő.

Ezt igazolja nem egy eset. Legjobban tanulmányozott példa a víz keletkezési hője. A víz más irányban is érdekes tanulságot nyújt arra nézve, miként vesszük számításba a halmazállapotot megváltoztató munka hőegyenértékét.

A n d r e w s szerint a víz keletkezési hője állandó térfogat

mellett, 0°-nál 67,755 c.

T h o m s e n szerint a víz keletkezési hője állandó nyomás

mellett, 0°-nál 68,496 c.

Ezen értékek különbsége közel áll ahhoz, melyet kapunk, ha 0.54-et $\frac{3}{2}$ -del sorozzuk; a mi azt fejezi ki, hogy egy molekula-súly víz keletkezésével másfélszer 22.33 liter hidrogén és oxigén gázelegy sűrűsödött folyós vízzé.

Azonban a víz három halmazállapotban fordul elő; vajjon az lesz-e a szilárd és gőzalakú víz keletkezési hője, mint a folyósé?

Ha meggondoljuk, hogy a szilárd halmazállapotú vízből folyós, vagy a folyósból gőzalakú bizonyos munka árán keletkezhetik, mely munkát a vonzó erők ellenében valamely hőmennyiség végez; ha meggondoljuk továbbá, hogy a gőzállapotból folyósba, vagy folyósból szilárdba való átmenet, mint a vonzó erők irányában végzett pozitív munka, bizonyos hőmennyiség felszabadulásával jár: beláthatjuk, hogy a szilárd víz, — azaz a jég — keletkezési hője nagyobb, a gőzalakúé pedig kisebb lesz mint a folyós vízé.

A 0-fokú jég keletkezési hőjét megkapjuk, ha a 0-fokú folyós víz keletkezési hőjéhez hozzáadjuk a 0-fokú víz lappangó hőjét, vagyis, 0-fokú jég olvadási hőjét, azaz azt a hőmennyiséget, mely szükséges, hogy a 0-fokú jég 0-fokú vízzé alakuljon. 18 gramm 0-fokú jég olvadási hője, ha 1 grammé 80,025, — 1440,45 c.; a 0-fokú jég keletkezési hője tehát Thomsen adatai alapján: 68496 c. + 1440,45 c. = 69936,45 c.

Ugyancsak Thomsen szerint 18 gramm víz keletkezési hője 100°-nál 67726 c. A 100-fokú vízgőz keletkezési hője kevesebb a 100-fokú víz párolgási, vagy a vízgőz lappangó hőjénél, azaz azon hőmennyiségnél, mely belső és külső munkát végez, midőn a 100-fokú folyós víz ugyanolyan hőmérsékletű vízgőzzé alakul. Ez a párolgási hő 18 gramm vízre számítva, egyenlő levén 9657 c.-al, lesz a 100-fokú vízgőz keletkezési hője 67726 c. — 9657 c. = 58069 c.

A víz felvilágosító példát szolgáltat arra, miként változik a keletkezési hő értéke akkor, ha két gőzalakú testből egy különböző

halmazállapotban ismeretes termék keletkezik. A brómhidrogénre és jódhidrogénre talált adatok feltüntetik, miként foly be az egymásra ható testek halmazállapota a keletkezési hő értékére.

Ha folyós brómból lesz a brómhidrogén, keletkezési hője $18-20^{\circ}$ -nál Thomsen szerint 8440 c. Ha azonban gőzalakú brómból keletkezik, akkor $18-58^{\circ}$ -ig, hol a bróm gőzalakú, annyi kaloriával növekedik fokenként a brómhidrogén keletkezési hője, a mennyivel nagyobb a hidrogén és bróm atómhőjének összege, mint a brómhidrogén molekula-hője.

A folyós bróm atómhője 8.5 , a hidrogéné 3.4 c., a brómhidrogén molekula-hője pedig 6.7 c., tehát a brómhidrogén keletkezési hője 5.2 kaloriával növekedik fokenként, a miből következik, hogy 58° -nál 8440 kalóriához hozzáadandó még $5.2 \times 40 = 210$ c., valamint egy atómsúly bróm párolgási hője, 3600 c., mi által a keletkezési hő $12,300$ c. lesz, azaz 58° -nál 3860 kaloriával nagyobb mint $18-20^{\circ}$ -nál.

Ha a jódhidrogén szilárd jódból és hidrogénből áll elő, keletkezési hője 19° -nál -6036 c. A negatív jegy azt fejezi ki, hogy ennél az átalakulásnál hő tűnik el. E hő-eltűnésnek egy része bizonyára onnan származik, hogy a szilárd jód gázalakba ment át. Ha most kiszámítjuk, mi lesz a jódhidrogén keletkezési hője 180° hőmérsékletnél, a mikor a jód gőzállapotú, azt találjuk, hogy ott 5600 kaloriával nagyobb lesz mint 19° -nál, azaz: -436 c.*

Különösnek tűnhet fel, hogy a jódhidrogén keletkezési hője -436 c., tehát ha 128 gramm jódhidrogén keletkezik, 436 hőegységgel egyenértékű munka tűnik el. Ez azonban éppen nem rendellenes. Ha a hidrogén és jód kölcsönös kémiai ereje nem elég arra, hogy egyesüljenek, segítő erőre szorulnak és elvégzik az egyesülés munkáját idegen erő rovására. És ez nem az egyetlen eset, hogy a hő, az elektromosság, a fény, a mechanikai munka ilyen segítő erőt szolgáltatnak kémiai átalakulások megvalósítására. Azonban ezen segítő erő eltűnése éppen olyan jellemző 128 gramm jódhidrogén keletkezésénél, mint más esetekben a hőfejlés. (Hasonló ez az eset ahhoz, mikor a levélpapírt asztalunkon lenyomtatjuk, hogy a nyitott ablakon beáramló szél el ne fujja.)

Már az említett esetekből nyilvánvaló, hogy a keletkezési hő

* A számítást a következő egyenlet szerint végezhetjük:

$$Q_{180} - Q_{19} = 6135 \text{ c. } (3.42 - 6.74) (1.61) \text{ c.} = 5600.$$

Q_{180} a keletkezési hő 180° -nál, Q_{19} a keletkezési hő 19° -nál.

6135 c. az a hőmennyiség, mely 127 gramm 19° -ú szilárd jódot 180° -ú gőzzé alakít.

3.42 a hidrogén fajhője.

6.74 a jódhidrogén molekula-hője.

180° -nál a keletkezési hő $= -6036 + 5600 = -436$ c.

meghatározásánál többféle munkának jut szerep, melyeknek hőértékét thermochemiai vizsgálatoknál lehetetlen nélkülözni. De befolyának még a halmazállapoton, a fajhőn kívül, a gőz feszültségének változása, és a kristályos meg amorph testek különböző módosulatai is.

Azonban hagyjuk abba most a keletkezési hő megállapítására vonatkozó tárgyalást; tartsuk az egyes adatokat helyeseknek és foglalkozzunk velők a chemiai rokonság szempontjából.

Összehasonlítván a chlórhidrogén, brómhidrogén és jódhidrogén keletkezési hőjét, látszólagosan ugyanazon viszonyok mellett, t. i. midőn mind a három halogén ugyanazon halmazállapotú és ugyanazon 80° hőmérsékletű, azt találjuk, hogy keletkezési hőik úgy állanak mint 22153 c. : 12413 c. : — 436 c.*, és ha a keletkezési hőt úgy tekintjük mint a chemiai erő mértékét, úgy ezek az értékek adnak valami fogalmat a chemiai erő relatív nagyságáról. A tudomány mai állása szerint nem állíthatjuk, hogy az idézett keletkezési hőik a chemiai erő relatív nagyságát is fentartás nélkül fejezhetik ki. Mert igaz ugyan, hogy a fizikai munkára fordított hő számításba volt véve, de nem vagyunk képesek azt igazolni, hogy a keletkező hő hányadrésze járult ahhoz; hogy a chlór-, bróm-, jód-, hidrogén-molekulák atomokra szakadjanak, melyek azután új egyensúlyi helyzetben chlórhidrogén-, brómhidrogén- és jódhidrogén-molekulákká egyesüljenek. Már pedig, ha egyáltalában igaz az a föltevés, hogy az elemek legkisebb önálló részei is molekuláknak tekinthetők, nem lehet elképzelni, hogy e molekulák atomjait is valamely erő összekapcsolva ne tartaná.

Kevéssé áll még módunkban bebizonyítani, hogy milyen munkába kerül a különböző testek molekuláit atomokra bontani, de hogy erre munka, és pedig a különböző elemeknél különböző értékű munka szükséges, elég világosan kitűnik azokból a keletkezési hőkből, melyeket egyes allotrop elemeknek egyazon elemekkel képezett vegyületeire nézve találtak.

Így: a kéndioxid keletkezési hője rhombos kénből	71,080 c.
" " " egyhajlású "	71,720 c.
a széndioxid " " gyémántból	93,240 c.
" " " grafitból	93,560 c.
" " " faszénből	96,960 c.

A felmerülő nehézségek daczára, ha a keletkezési hőt nem az egyes atomok, hanem a chemiai átalakulásban résztvevő összes atomok erejéül tekintjük, elfogadhatjuk azt az egymásra ható testek kölcsönös erejének mértékéül.

* A chlórhidrogénnél és brómhidrogénnél a hőmérsékletemelést okozta változás hozzáadásával kapjuk ezeket az értékeket.

És ilyen értelemben mondhatjuk azután, hogy a sósav keletkezési hője azt fejezi ki, hogy egy gramm hidrogén és 35,5 gramm chlór az átalakulás előtt bennök volt chemiai erő által 22,000 hőegységgel egyenértékű munkát végeztek, mely munka jelentékenyen nagyobb mint a minőt 1 gr. hidrogén és 80 gr. bróm vagy 1 gr. hidrogén és 127 gr. jód végeznek, következésképp a chlórnak chemiai ereje a hidrogén iránt nagyobb mint akár a brómé akár a jódé.

Ezek a számértékek bizonyítják, hogy a chlór, bróm, jód chemiai ereje a hidrogénnel szemben különböző, de bizonyítják azt is, hogy e három halogén bármelyikéé ugyanazon körülmények között változatlan, állandó. És hasonló módon igazolható, hogy e halogéneknek az egyes fémek iránti chemiai ereje különböző ugyan, de ugyanazon fém iránt mindig állandó.

Azonban, ha a chemiai erő az elemeknek állandó tulajdonsága, akkor, ha ugyanazon fémchlorid és bromid keletkezési hőinek különbségét kikeressük és egy más fém chloridjának és bromidjának keletkezési hő-különbségével összehasonlítjuk, ezeknek a különbségeknek egyenlőknek kell lenniök egymással. Más szavakkal: a chloridok és bromidok chemiai erő-különbsége állandó.

Ugyanezt mondhatjuk a chloridokról és jodidokról is.

Ennek az összehasonlításnak természetesen csak ott van helye, a hol hasonló folyamatokat hasonló alkotású termékekkel állíthatunk egymás mellé, a hol tehát a fizikai folyamatokra eső hőtünetmények egymással egyenlők levén, a különbség kikeresésnél egymást kiküszöbölik.

A chlór, bróm, jód erő-viszonyairól képet alkotandók, a haloidoknak ugyanazon körülmények között kapott keletkezési hőit kell összehasonlítanunk. Ilyenek a vízben oldott haloidok keletkezési hői; ugyanis: a chloridok, bromidok, jodidok oldási hője közel egyenlő levén, a különbség megállapításánál elenyészik.

Vegyük először a hidrogénnel képezett vegyületeket:

a chlórhidrogén keletkezési hője vízoldatban	39,315 c.
a brómhidrogén	28,376 c.
a jódhidrogén	13,171 c.

A keletkezési hőik különbsége:

chlórhidrogén és brómhidrogén között 39,315 c.—28,376 c. = 10,939 c.
chlórhidrogén és jódhidrogén „ 39,315 c.—13,171 c. = 26,144 c.

Hasonlítsuk most össze a káliumhaloidok keletkezési hőit hasonló körülmények között:

kálium-chlorid keletkezési hője vízoldatban	101,170 c.
kálium-bromid	90,230 c.
kálium-jodid	75,020 c.

A keletkezési hőik különbsége:

$$101,170 \text{ c.} - 90,230 \text{ c.} = 10,940 \text{ c.}$$

$$101,170 \text{ c.} - 75,020 \text{ c.} = 26,150 \text{ c.}$$

Vagy:

Strontium-chlorid keletkezési hője vízoldatban 195,690 c.

Strontium-bromid " " " 173,810 c.

Strontium-jodid " " " 143,390 c.

A strontium-chlorid és strontium-bromid keletkezési hőkülömbösége:

$$195,690 \text{ c.} - 173,810 = 21,880 \text{ c.} = 2 \times 10,940 \text{ c.};$$

a strontium-chlorid és jodidé:

$$195,690 \text{ c.} - 143,390 \text{ c.} = 52,300 \text{ c.} = 2 \times 26,150 \text{ c.}$$

Továbbá:

aluminium-chlorid keletkezési hője vízoldatban 475,600 c.

aluminium-bromid " " " 409,920 c.

aluminium-jodid " " " 318,660 c. és

$$465,600 \text{ c.} - 409,920 \text{ c.} = 65,680 \text{ c.} = 6 \times 10,940 \text{ c.}$$

$$475,600 \text{ c.} - 318,660 \text{ c.} = 156,940 \text{ c.} = 6 \times 26,123 \text{ c.}$$

Olyan eredmények ezek, melyek a felette bonyolult kísérletek és kísérleti tökéletlenségek daczára szembetűnően egybevágznak és igazolják, hogy hasonló alkotású haloidok keletkezési hőinek különbsége állandó, és pedig a chloridok és bromidok között közelítőleg 10,940 c., chloridok és jodidok között 26,120 kaloria; vagy azoknál a haloidoknál, melyekben a pozitív alkotórész egy aequivalens súlya nem egyenlő az atómsúlylyal, annyiszor 10,940 c. illetőleg 26,120 c. a hány aequivalens, illetőleg atómsúly halogén fordul elő az összehasonlított vegyületek egy molekula-súlyában.

Nézzük egy-két esetben, hogy oxidok és szulfidok keletkezési hőjével miként áll a dolog:

A nátriumoxid keletkezési hője vízoldatban 155,260 c.

a nátriumszulfid " " " 103,960 c.

ezek különbsége 51,300 c.

A calciumoxid keletkezési hője vízoldatban 149,460 c.

a calciumszulfid " " " 98,330 c.

ezek különbsége " " " 51,130 c.

azaz: ha vízoldatban levő alkalifémek vagy alkali-földfémek oxidjainak és szulfidjainak keletkezési hőit hasonlítjuk össze, az oxidok keletkezési hője körülbelül 51,000 kaloriával nagyobb mint a szulfidoké, miből következik, hogy az oxigén chemiai ereje nevezett fémek iránt nagyobb mint a kéné.

Az előbbi esetekben láttuk, miként győz meg a keletkezési hő arról, hogy a savképző elemeknek a fémek iránt tanúsított ereje különböző, de ugyanazon savképzők erőkülömbösége állandó; vizs-

gáljuk most hasonló alapon a fémeknek a savképzők iránt tanúsított chemiai erejét. Keressük pl. hogy a kálium- és nátriumhaloidok keletkezési hői minő viszonyban állanak egymáshoz és mi lesz erőkülömbőségök.

A káliumchlorid keletkezési hője vízoldatban	101,170 c.
a káliumbromid " " "	90,260 c.
a káliumjodid " " "	75,020 c.
a nátriumchlorid " " "	96,510 c.
a nátriumbromid " " "	85,580 c.
a nátriumjodid " " "	70,300 c.
a káliumchlorid és nátriumchlorid keletkezési hő-külömbősége	4660 c.
a káliumbromid és nátriumbromid " " "	4680 c.
a káliumjodid és nátriumjodid " " "	4720 c.

Megérthetjük ezekből az adatokból, hogy a kálium chemiai ereje a chlór, a bróm, és a jód iránt nagyobb mint a nátriumé, de megérthetjük azt is, hogy e két fémnek, haloidjaik összehasonlításából kapott, erőkülömbősége állandó.

A káliumoxid keletkezési hője vízoldatban	164,560 c.
a nátriumoxid " " "	155,260 c.
keletkezési hőik külömbősége = 9300 c. = 2×4650 c.	
A káliumszulfid keletkezési hője vízoldatban	113,260 c.
a nátriumsulfid " " "	103,960 c.
keletkezési hőik külömbősége = 9300 c. = 2×4652 c.	

Ezek az adatok megint igazolják, hogy a kálium chemiai ereje nagyobb az oxigén és kén iránt mint a nátriumé; valamint azt is, hogy az egy atómsúly, illetőleg egy aequivalens-súly káliumra és nátriumra számított erőkülömbőség állandó.

Nem lehet czélom előszámlálni mindazon különféle vegyületek keletkezési hőjét, melyekből az egyes elemek — mint egyszerű, vagy elemcsoportok — mint összetett gyökök chemiai erejére következtethetünk. — Miként a felsorolt, nagyon kevés számú, de közönségesen ismert példából kitűnik, azokat a minőségileg már több mint egy századdal ezelőtt megállapított tényeket, hogy a különböző elemek chemiai rokonsága különböző fokú, thermochemiai adatokkal, bár relative, de mennyiségileg fejezhetjük ki; és kitűnik különösen az, a mi a thermochemiai adatok ismerete előtt nem volt bebizonyítható, hogy valamely test vagy testrendszer chemiai ereje állandó, éppen úgy mint a tömege.

Kérdés: megvan-e oldva a chemiai rokonság természete az által, hogy tudjuk, hogy azok a testek egyesülnek legnagyobb hőfejléssel, melyeknek chemiai rokonsága, chemiai ereje a legnagyobb? — továbbá azért, hogy ismerjük a keletkezési hőik segítségével a

chemiai erő relativ nagyságát és hogy számadatokkal bizonyíthatjuk a chemiai erő állandóságát?

Be kell vallanunk, a felelet tagadó.

A chemiai rokonságról, ha azt az erő bizonyos nemeként is tekintjük, melyet munkáiból megismerhetünk, lényegileg nem sokkal többet tudunk mint a hajdaniak.

Azonban a thermochemiának, ha a chemiai erő lényegének titkát nem is tárta fel, sikerült mégis sok kérdést okszerűen, kifogástalanul megfejtenie.

A tömeghatás, keletkezési állapot, önkénytes bomlás és sok más kényszerűségből használt ok segítségével magyarázott tünetmények közül többet vissza lehetett vezetni a keletkező hőnek, mint segítő erőnek a befolyására.

És kétségtelen, hogy a thermochemiai vizsgálatok vetették meg alapját a chemiai mechanikának, melynek hivatása exakt tudományhoz méltóan adni számot a chemiai átalakulások fő eseteiről, más szavakkal: a chemiai egyensúlyról és ennek feltételeiről.

DR. ILOSVAY LAJOS.

XX. A KERESKEDESBELI SZÓDAVÍZRŐL.*

A *szódavíz* ellen, a mint azt kereskedéseinkben árulják, sokféle okból lehet kifogást tenni. Így mindjárt a szódavizes üveg kézbevitelénél némi aggodalom foghatja el az embert, meggondolva, hogy az az üveg a ragályos betegségben szenvedőnek a kezében is elégszer megfordul; és ez az aggodalom annál elevebb lesz, ha látja azt a sok piszkot és szennyet, mely a szódavíz-üvegen meggyült és a mely a szódavízet használó száz meg száz ember kezéről, tenyeréről, tapadt oda.

Még nagyobb aggodalomra szolgáltat okot az, hogy vajjon a szódavíz készítése és eltartása elég gondos-e; tiszta-e az a víz, vagy nem tartalmaz-e egészségtelen, avagy egyenesen mérgező anyagot. Mert gondatlan készítésnél sósav, sőt arzén is juthat a szódavízbe; másrészt rosszul ónozott edényeknek és készülékeknek használatá-

nál ólom kerülhet a vízbe. Végre a gondatlan szódavízgyáros szennyes kútvizet vehet a szódavízhez, avagy sokáig állani hagyja a vizet, a midőn az megposhad és ily módon válik az egészségre ártalmassá.

Hogy kiderüljön, vajjon a fővárosi kereskedésekben az előrúított szódavíz ment-e ezen ártalmaktól, az egyetemi közegészségtani intézetben 14 budapesti szódavízgyárból hozattam számos üveg vizet és a legfontosabb egészségi tulajdonságaira nézve megvizsgáltam.

A megvizsgált szódavíz-próbák egyik kivételével mind *vezetett vízből* készültek; ízük — kettő kivételével — kellemes volt. Nem találtam továbbá sem *sósavat*, sem *kénsavat*, vagy *arzenát* a vízben, jeléül annak, hogy a gyárban tisztán bánnak a vízzel. Annál nagyobb hibát találtam a szódavíz *ólomtartalmát* illetőleg.

A szódavíz gyártásánál többféleképen juthat ólom a vízbe. Első sor-

* Előadatott a Ferm. tud. Társulat 1883. márcz. 23-iki szakülésén.



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:

Engedély — 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.