

II. \*)

### Az elemek.

„Tehát te azt tartod, hogy *Pictet Raoul* híres kísérlete mitsem bizonyít a Hydrogén fém volta mellett?“

„Azok után, a miket csak nem rég tőled hallottam, valóban nem mernék erre következtetést vonni. *Pictet* a Hydrogént  $140^{\circ}$  C-on a  $0^{\circ}$  alatt, 650 atmosphära nyomásnak teszi ki s készüléke csapjának megnyitásakor, a csőből aczélkékszinü sugarat lát kilépni, mely a földre esve, fémszemcsék zöreijéhez hasonló hangot ad. De hiszen a szín csak nem bizonyít! Magad mondtad, hogy az Ozonnak, mely határozottan nem fém, sötétkék színe van! Az az állítólagos fémzörej pedig számba sem jöhet. Ki tud a hangokban pontos distinktiót tenni? Mi tulajdonképen az a fémes hang, és meddig terjed a határa? Erről még senki sem adott definitiót és nem is foghat egykönnyen adni. A víz nem fém és légüres térben mégis fémes hangot ad. Nekem úgy látszik, hogy ti a kérdésben elvagytok fogulva, a Hydrogénben parforce fémet akartok látni, s innen ered, hogy *Pictet* észleléseit is a szerint magyarázzátok! Légnemü s oly csekély sűrűséggel bíró test, mint a Hydrogén és fém, kissé különös gondolat.“

„S mért lenne az különös? Igaz ugyan, hogy a közéletben a fém fogalmával rendszeren vele jár a szilárdság, szívósság, magasan fekvő olvadási pont, s nagy fajsúly fogalma is, s a gyakorlatban használt fémeket ez tényleg többé-kevésbé meg is illeti. De már a konyhasó-

\*) Második előadás; tartatott 1892. ápril 30-án.

nak féme a Natrium és a Kalium mekkorát tér el ezen definitiótól. Míg egyrészt a fémeket jellemző legtöbb tulajdonságnak kiváló képviselői, másrészt határozott átmenetet képeznek a mi szilárdságukat, olvashatóságukat illeti a cseppfolyó halmazállapot felé; gyurhatók, mint a viasz, 100<sup>o</sup>-nál alacsonyabb temperaturán megömlenek és fajsúlyok is oly csekély, hogy a vízben nem merülnek alá. A *Gallium* szilárd, szívós fém, de már 30<sup>o</sup>-on megolvad, megolvasható a bezárt kézben. De itt van maga a cseppfolyó *higany*, mely csak — 40<sup>o</sup> C.-on mered meg. Cseppfolyó és légnemű fém között csak gradualis különbség van. A higany 360<sup>o</sup>-ra melegítve, forrásba jön s szintelen gázzá alakul, légnemű fémmé, s ha gondoskodunk arról, hogy belső mozgási energiáját megtartsa, tehát hogy le ne hűlhessen, tetszés szerinti ideig meg fogja őrizni légnemű állapotát. A Hydrogén e részt csak abban különbözik tőle, hogy a közönségesen előforduló legalacsonyabb temperaturán is légnemű marad. A fémeknek csaknem mindenike légneművé alakítható, csak a temperatura más és más, a melynél ez megtörténik. Különb, abban igazat adok neked, hogy *Pictet* észleletei egymagokban véve, vajmi keveset nyomnának a Hydrogén fém vagy nem fém voltának megítélésében. Csakhogy *Pictet* észleletei nem állanak ám egyedül; egyértelműleg velök szól számos más észlelet, és pedig fontosabb és döntőbb észleletek azoknál, a melyekről idáig beszéltünk.“

„Kiváncsivá teszesz, szeretném ezen érveket megismerni. Te tudod, hogy azt a chemiai tudományt, a mit az iskola padjain egykor megszereztem, nem volt nagy mesterség, az auristussal együtt magamról régen lerázni. Pedig igazán kár, nem annyira azért, a mit a chemiából ott tanultam, hanem, hogy később nem mélyítettem ismereteimet e tudományban, melynek gyakorlati fontosságát napról-napra mindinkább átlátom. Ti vagytok a modern mágusok, a kik a fekete kátrányból szebbnél-szebb festőanyagokat varázsoltok elő; megédesítitek azt, ha kedvetek tartja, hogy a méh ezredéves tudománya eltöprel cukrotok mellett. Borzasztó fájdalmakra enyhítő irt adtok az orvos kezébe, s a mi a természet hatalmas szereivel daczol, ti megtöritek a gyötrő láz hevét. Töltek fél egyedül, a nemtelen nyereség-vágy bűnöse, midőn embertársai vesztére, megrontja mindennapi edelük. Ti vagytok hivatva, hogy e szörnyetegektől mentsétek meg a társadalmat, s a mellett a mindennapi kenyeret pedig megsokszo-

rozzátok, megtanítván a földmivest termő talajának okszerű művelésére. Hány iparág vett új lendületet, a dolog mélyére látó tanácsaitok meghallgatásával, s hány ezer embernek adatok már új találmányok értékesítésével módot a biztos megélhetésre. De Istennőtök, kinek lelkes tekintete a természet végtelenségébe mélyed, a fény szárnyaival is fölruházta igazságra vágyó szellemetek. Parányi földgolyóink szűk határain túl messzire, elgondolhatlan távolságban égő napok zsarát-nokában, a föld vajudó testvéreit ismertétek föl, az üstökös rémét megdöntöttétek, s a nagy mindenség egységének tudatát ti ébresztettétek föl lelkeinkben.“

„S te azt mondod, hogy nem vagy tájékozva a chemiában, ha ily hozsannát tud zengeni ajakad?“

„Mit tud a hajó közönséges útasa, a tenger mélyben zajló életéből; kit ihletett még meg a művészet génusza a sixtini Madonna pusztá leírásában? — Egyes, kimagasló tények, a közéletbe átment s az úgynevezett művelt embertől megkövetelhető felületes ismeretek képezik azt, a mit te tájékozottságnak nevezél. Más az, a mi után vágyom. Állhatatlannak bizonyult, s nagyrészt ködként eloszlott az, a miben egykor boldogságomat találtam, meggyőződtem arról, hogy az űrt, a melyet lelkemben hátrahagyott, csak a munka gyógyító keze bírhatja kitölteni. Nehéz, mert szokatlan volt a kezdet, de most már örömet nyújt; teljes intenzitással ébredt föl bennem a tudásvágya, s új becsét nyert minden óra, mely a természet nagyszerűségéhez közelébb vezet. Lépten-nyomon találkozom kérdésekkel, melyeknek megoldása a ti tudományszakotokba tartozik. A mit a közéletben láttam, a mit olvasmányaimból merítettem, s a mivel a te szivességed ismertetett meg, mind annyira felkelté érdeklődésemet a részletesebb ismeretek után, hogy komolyan el vagyok határozva a chemia zászlója alá esküdni! Min kezdjem, melyik út vezet el legbiztosabban a ti bűvös tudománytokba? Tőled kérek tanácsot s jóakaró útbaigazítást. Kérdéseket szeretnék hozzád intézni, ha lehető, most mindjárt, oly dolgok felől, a melyek különösen felkeltették figyelmemet. Mond, mi birt arra benneteket, hogy az anyagot eloszthatlan atomokból állónak tekintétek? Az anyag tulajdonságainak tervszerű megváltoztatásában milyen alapokon indultok el? Hogyan hozzátok létre azt a tömérdek új, érdekes testet, a mely azelőtt nem létezett, és miképen ismeritek ki magatokat az anyagok chaoszában, hol maga a terminológia, a

mennyit belőle eddig láttam, a chinai nyelvnél is nehezebbnek látszik. Az erők mérése, irányítása és céljaitokra felhasználása, hogyan történik? Miként van az, — — — de látom, hogy tájékozottságom mivoltát már megismerted, mosolyod kérdéseim özönére világosan beszél.“

„A buzgóság, a melylyel munkának fogsz, s kérdéseid természete lepett meg. Több tájékozottság szól belőlük, mint a mennyit beismerni akarsz. De ha ép úgy kívánod, hát fussuk át röviden a dolgok elejét is. Kérdezz, a miben felvilágosíthatlak örömet teszem, a többiben együtt kell, hogy a válaszáért fáradjunk.“

„Félbeszakítottalak előbb; még nem mondtad el az okokat, a melyek a Hydrogén fém volta mellett felhozhatók. Végezzük el először ezt. Azután, mielőtt az előbb fölvetett kérdésekre térnénk, adj arról számot, hogy az egyszerű testek mai beosztása milyen, és hogy a belőlük létrejött különböző összetett testek milyen elvek alapján classifikáltak?“

„A fémek közös jellemző tulajdonsága az, hogy a melegnek és az elektromosságnak jó vezetői. A Hydrogén osztja velük e tulajdonságot.

*Exp. 1. A Hydrogén jó hővezető képességének kísérleti bebizonyítása.*

A Hydrogén számos fémmel egyesül, a fémekből képezhető fém-ötvezetekhez hasonló testekké.

*Exp. 2. Hydrogén ocellúsiója Palladiumban.*

Sőt a mint *Winkler K.* legközelebb kimutatta, még igen magas hőfokon is egyesül egyes fémekkel. A Hydrogén a fémekéhez hasonló szerepet visz számos összetett testben. Ide tartoznak a legrégebbi idők óta és legjobban ismert vegyületek és vegyületcsoportok mint: a víz, a savak és bázisok nagy csoportja. Bennök a Hydrogén mintegy a fém szerepét játssza, fémet helyettesít, s fém által helyettesíthető.

*Exp. 3. Natrium hatása vízre.*

*Exp. 4. Aluminium hatása Kalihydratra.*

A nem fémek nagy részével könnyen egyesül és jelentékeny hőt szabadít föl vegyülése folytán, épen úgy, miként a fémek. Idézd csak emlékezetedbe múltkori kísérletünket, a Hydrogénnek Chlór-gázban való égéséről.

Tehát a Hydrogén fémes természete mellett szól: kiváló hővezető képessége, továbbá, hogy számos fémmel a valóságos ötvözetekkel egybe-hasonlítható vegyületekké egyesül, valamint hogy számos vegyületben

a fémekéhez hasonló magatartást tanusít. Igaz ugyan, hogy jelentékeny különbségeket találunk ezen vegyületek általános tulajdonságai és a fémek megfelelő vegyületeinek tulajdonságai között, mint az péld. :

a HCl (Sósav) és NaCl (Chlornatrium),

a H<sub>2</sub>O (Víz) és Na<sub>2</sub>O (Natriumoxyd),

a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Kénsav) és Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Kénsavasnatrium)

tulajdonságainak és vegyi jellemének egybehasonlításából nagy fokban kitűnik, azonban ezen eltérések plausibilis okát a Hydrogén extrém helyében találhatjuk meg, melyet a fémek hosszú sorozatában elfoglal. Az első, legszélsőbb helyen van, a lajtörja legelső fokán ; atomsúlya a legkisebb. Ha az anyagegységének ma már sokat hangoztatott elméletét fogadnók el, azt mondhatnók, hogy a Hydrogén az ösanyaghoz legközelebb álló azon elem, a melyben a fémes tulajdonságok legelőször léptek nyilvánulásba, még mintegy embryonális, fejlődetlen állapotban. Jelentékeny hézag következik reá, mire a 7 atomsúlyú, hozzá legközelebb álló Lithiumban már szembetűnő fémtulajdonságokkal ellátott elemre találunk. Ilyen és ehhez hasonló, fejlődési különbözetek gyanánt felfogható eltérések előfordúlnak a fémek egész sorozatában az egyes tagok között, egész általánosságban. És pedig mind physikai, mind chemiai tulajdonságaik tekintelében.

A Hydrogén nemcsak a fémek, hanem az összes elemek között a legkisebb sűrűségű ; a levegőnél 14<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-szerte könnyebb, a víznél 11160-szor, a higanynál 151,700-szor. Míg a legkönnyebb szilárd fémnek, a Lithiumnak fajsúlya a vízhez viszonyítva 0.594, a Káliumé 0.865, a Natriumé 0.974. A többi fém mind sűrűbb a víznél ; köztük a legnagyobb fajsúlylyal bírók az arany (19.265), a Platina (21.5) és az Osmium (22.477).

A Hydrogénnek nemcsak az atomsúlya a legkisebb, hanem atomja is legkisebbek. Térfigatuk *Meyer L.* és *Naumann A.* vizsgálatai szerint körülbelöl csak félakkora, mint az Oxygén atomoké. Ezen tulajdonságuk, valamint csekély súlyuk által föltételezett gyors mozgásuk, több érdekes és jól ismert tüneménynek az előidéző oka. Ha egy Oxygénnel (vagy a mi közel egyre megy, levegővel) töltött máznélküli agyaghengert Hydrogén atmoszférába teszünk, a hengerben nyomás támad, a likacsain befelé tóduló Hydrogén nyomása folytán, mert az átömlés sebessége likacsos választófalakon át, mint *Graham* kimutatta, a légnemek sűrűségével szorosan kapcsolatos, és pedig fordított arányt képez



Még magasabb hő szükséges a vasfajok megolvasztására, a nyersvas 1200°, az aczél 1350°, a kovácsolható lágyvas pedig 1550° hőmérséketet igényel cseppfolyóvá alakítására. Legmagasabban fekszik a Platina-csoport fémének olvadási pontja, a Platináé 1750°-on, az Iridiumé 2200—2500° között.

Nagy eltérések mutatkoznak a fémek hővezető és elektromosságot vezető képességében is. Az Arany, Réz, Bismuth és az Ezüst például e részben a következő sorozatot képezi:

Ezüst > Réz > Arany > Bismuth;

és pedig, ha az Ezüst hővezető képességét 1000-nyi egységének tesszük, a Bismuthét csak 18 egységének találjuk.

Rendkívül nagy különbségeket találunk a fémek szívóssága, nyújthatósága, kalapálhatása és sok egyéb tulajdonságuk tekintetében is.

A mi a különböző fémek chemiai magatartását illeti, úgy e téren is az előbbiekhöz hasonló viszonyok uralkodnak. Egy példa elegendő leendő ennek illusztrálására. Tekintsük a fémek viseletét Oxigén irányában. Az úgynevezett nemes fémek egyik becses tulajdonsága az, hogy a levegőn nem változnak meg, nem oxydálódnak; vannak más fémek is még, a melyek az Arany, Ezüst, Platina ezen tulajdonságával kisebb-nagyobb mérvben bírnak, mint a Higany, az Aluminium, az Ón stb. Magasabb temperaturán azonban már itt is észlelünk különbségeket; a míg az Arany, a Platina az Oxigénnel közvetlenül semmiféle hőfokon sem egyesül, addig az Ezüst, (legalább gőzealakjában) részleg oxydálható, a kész Oxyd azonban már 300°-on alkotórészeire esik szét. A Higany már könnyebben oxydálható, de magasabb hőfokon szintén elbocsátja az Oxigént. (1774. *Priestley*. Oxyg. fölfedezése). Ellenben az Aluminium, az Ón magasabb hőfokon teljesen elégnék és nem is vesztek el többé Oxigénjüket.

A legtöbb fém már közönséges hőben is egyesül a levegő Oxigénjével, főleg nedves levegőn. A Vas rozsdásodása, az Ólom bevonódása szürke kéreggel ismeretes. Nézük ellenben az alkáliák fémeit a Káliumot, a Natriumot, mihelyt érintkeznek a levegővel, azonnal eltűnik fénylő felületük.

*Esp.* 8. Natrium-rúd megszelve.

Sőt ezen fémek (s a Calcium, Baryum, Strontium is) nemesak

a légköri Oxygénnel egyesülnek azonnal, hanem mint ismeretes, a Hydrogénnel vegyült Oxygént is elvonják a Hydrogéntől, felbontják a vizet. Vegyülésök az Oxygénnel igen heves, jelentékeny hő szabadul föl, mely a kiváló Hydrogént gyúlési temperaturájára hozza.

*Exp. 9. Kalium vízre dobva.*

Vizet bontani különben a nehéz fémek s több más fém is képes, azonban csak magas hőben. Így pl. vasdarabokkal töltött, izzó csőben a belévitte vízgőz elbontatik, a vas oxydálódik és Hydrogén szabadul föl. Ha Magnesiumszalagot meggyújtunk, az vízgőzben is folytatja égését.

*Exp. 10. Magnesiumszalag elégetése vízgőzben.*

Ugyanilyen viszonyokra találunk más elemek iránt való magatartásukban is.

A fémek physikai és chemiai tulajdonságaiban tehát jelentékeny eltérések léteznek, ezen eltérések azonban csak gradualisak. Igen sok adatot sorolhatnék föl, a mely mind e mellett szól, de arra ma már nincs rendelkezésünkre elegendő idő.“

„Köszönöm, teljesen elegendő az a mit e tárgyról elmondottál. Még magam is megtudnám pótolni a gyakorlati életből merített nem egy tapasztalattal. Elfogadom, hogy csak gradualis a különbség, hogy a fémek sok tekintetben egymáshoz hasonlóak, hogy egy fém mintegy a másiknak az anyagát tehetjük föl, de módosított tulajdonságokkal, ahhoz hasonló viszonyban állónak, mint a milyen viszonyban van az Ozon az Oxygénnel, a nélkül azonban, hogy lehetséges lenne az egyes fémeket egymásba változtatni, a mint az az Ozonnal és Oxygénnel sikerül. De még sem, a hasonlat így is sánta; mert a mint a multkor elmondtad, az Ozon és az Oxygén mihelyt más testekkel vegyülnek, egy és ugyanazonos vegyületeket alkotnak, a melyekben már megszűnt az Ozon és Oxygén közt fennforgó nagy különbség, míg az egyes fémek bizonyára vegyületeikben is megfogják tartani, habár elrejtve, individualis jellegöket.““

„Helyesen fogtad fel a különbséget. A vasvegyületekben benne van a vas, s kiválasztható belőlük újból, eredeti változatlan vas tulajdonságaival, míg a Kaliumoxydban közönséges Oxygén foglaltatik mindég, akár Oxygénnel, akár Ozonnal képeztük is azt.“

„A chemia az elemeket a mint tudom két osztályra, fémekre és nem fémekre osztja, kétségkívül azon közös jellemvonások alapján, a melyek az

egy és ugyanazon osztályba tartozó elemek között, mintegy a rokonság lánczát képviselik. De vajjon az egyik osztályt jellemző tulajdonságok teljesen hiányoznának a második osztály tagjainál? “

„Az esetek túlnyomó számában igen, azonban vannak kivételek. A fémeket jellemző fémfény, a többnyire magas fajsúly, a meleget és elektromosságot vezető képesség, csaknem kizárólag az ezen osztályba tartozó elemek tulajdonsága és csak igen kevés olyan elem ismerünk a második osztálybeliek közül, a melyeknél ezen tulajdonságok egyikének vagy másikának számottevő nagyságban való kifejlődésére találunk. De tényleg mégis léteznek, és épen a miatt nem is lehetséges egy minden ízében következetes határvonalat a fémek és nem fémek osztálya között megvonni. Mert ezek a kivételes elemek tulajdonképen szorosan véve egy osztályba sem tartoznak, hanem olyan átmeneti individuumoknak tekinthetők, a melyek a két osztály között levő ürt áthidalják. Úgy vagyunk velök, mint a zoologus és botanikus a *véglényekkel*, azokkal: „a szervezetek legalsó lépcsőjén álló lényekkel, melyekben az állati és növényi bélyegek, mint a szírvárvány színszalagjai, elmosódva, minden éles határ nélkül mennek át egymásba.“<sup>1)</sup> De, valamint a véglényektől eltekintve, állat és növény közt döntő és éles megkülönböztetést lehet tenni, úgy lehetséges a chemiai véglények kivételével is fölláítani oly jelzőket, a melyeknek alapján az elemek két osztálya elegendő következetességgel körvonalozható. Azokon kívül, a miket már megbeszéltünk, igen fontos jellemvonása a fémeknek az, hogy Oxygénnel képezett vegyületeik, a *fémoxydok*: *bázisok*, a melyek savakkal *sókká* egyesülnek, és csak elvétve találunk egy néhány olyan fémre, a melynek bizonyos, magasabbrendű oxydja játszhatja egyes esetekben egy gyenge sav szerepét, míglen a nem fémek oxydjai majdnem kivétel nélkül *a savakat képező oxydokhoz* tartoznak.

De megkülönbözteti a fémeket a nem fémektől még különösen azon tulajdonságuk, hogy egymással *ötvözetekké* egyesülhetnek. *Az ötvözetek a fémek valamennyi alaptulajdonságát megtartják, a fémfényt, az elektromosságot és hőt vezető képességet stb., míg azon összetett testek, a melyek a fémeknek nem fémekkel, vagy a nem fémeknek egymással való vegyi egyesülésénél keletkeznek, tulajdonságaikban*

<sup>1)</sup> Entz G. Az állati véglényekről. Term. Közlöny. 1886. XVIII. k. p. 200.

*kivétel nélkül lényegesen eltérnek alkotó elemeik eredeti tulajdonságaitól.*

Módosúlnak ugyan az ötvözés által a fémek tulajdonságai 's a közélet, az ipar céljaira igen becses új tulajdonságok merülnek föl, azonban ezen módosulása a tulajdonságoknak, habár olykor igen nagy fokúnak tűnik is föl, a vegyületek keletkezésekor föllépő tulajdonság változásokkal még csak össze sem hasonlítható.

Ilyen, aránylag nagy fokú megváltozást szenved az ötvözés által némely fémnek az olvadási pontja, minek kiváló példáját mutatja a Wood által készített ötvény, melynek összetétele :

8 s. r.	Ólom	}	Az ólom olv. pontja	334° C.
15 " "	Bismuth		a Bi. " "	270° "
4 " "	Ón		az Sn. " "	235° "
3 " "	Cadmium		a Cd. " "	315° "

míg a kész ötvözet már 65° C.-on megolvad.

*Exp. II.* Wood ötvény forró vízben megolvasztatván, egy érem lemásolására szolgál.

Fokozható egyes fémek keménysége más fémekkel való ötvözésük által. Így az arany és ezüst, mely gyorsan kopnék lágysága miatt, kevés rézzel való ötvözés által megfelelő keménységgel látható el. A vörösrezet súlya felényi Zinkkel olvasztják egybe sárgarézze, hogy keményebb, jól önthető és esztergályozható legyen.

Igen kemény és szívós ötvözetet lehet előállítani 9 r. Réznek 1 r. Ónnal való ötvözése által; belőle készülnek az ágyúcsövek, 2 r. Ón még keményebbé teszi a Rezet, 's tiszta, csengő hangot kölcsönöz az ötvénynek, ebből állítják elő a harangokat.

Ha 1 r. Ónra csak 2 r. Rezet vesznek, csaknem ezüst fehér az ötvény színe 's kitünően csiszolható. (Távcső tükrök.)

A *betűötvény* 1 r. Antimón és 4 r. Ólomból áll, könnyen olvad, nem törik 's elegendő kemény, a betűk készítésére semmi más fém által nem pótolható. Ismert nagy becsű ötvözetek a Wolfram-aczél, az Aluminium-bronz, a China-ezüst, az Alpacca, Brittanía, Oreide stb

Vannak fémek, a melyek minden arányban ötvözhetőek, de olyanokat is ismerünk, a melyek csak bizonyos mennyiségi határon belül egyesülnek egymással, mint p. a Zink az Ólommal,

mert a Zink legfőlebb 1.2% Ólmot vehet föl, az Ólom pedig legfőlebb 1.6% Zinket.

Az ötvözetek készítésénél gyakran észlelhető, hogy meleg szabadul föl, 's hogy az eredményezett ötvözet fajsúlya ritkán egyenlő alkatrészei fajsúlyának középértékével, hanem annál nagyobb vagy kisebb; tehát térfogatbeli változások is állanak be, a fémek az ötvözéskor összébbhúzódnak, némely esetben pedig kiterjednek.

A vegyi tulajdonságaikban leginkább különböző fémek ötvöze-  
tei, leginkább emlékeztetnek a valóságos vegyületekre, főleg midőn az illető fémek atomsúlya arányában készítjük meg az ötvözetet, a mely olykor kristályos alakban is nyerhető. *Számos ötvözet általában ilyen, atomsúly szerint való fémvegyületnek tekinthető, mely vegyület a fölöslegben lévő egyik fémbe eloszlott, fölolvadt 's így a kész ötvözet ezen fémvegyületnek a fölös mennyiségben vett fémmel képezett homogén, megmerevült oldata.*

Az ötvözetek hasonlósága a közönséges oldatokkal valóban több irányban feltűnő. A közönséges oldatok keletkezésekor, (tehát oly anyagoknál, a melyek egymásra vegyíhatást nem gyakorolnak), — pedig akár valamely folyó testet oldjunk föl egy más folyadékban, akár szilárd testet folyadékban, — az alkatrészek mennyiségi viszonyára nézve ugyanazt tapasztaljuk mint az ötvözeteknél, ugyanis tetszésszerű viszonyt, pl. Alkohol és víz, Kénsav és víz kölcsönös feloldásánál, vagy pedig bizonyos meghatározott maximumot, a melynél többet az oldószer valamely anyagból magába fölvenni nem képes. Azonban ezen maximális mennyiség, legalább a mi a szilárd testeknek folyadékokban való feloldását illeti, a temperaturától függ; a szilárd testek oldékonysága a temperaturával rendszerint növekedik s csak egy és ugyanazon hőfokon állandó. 20° C-ú víz 1 kilogrammjában például egész 31.20 grammig menő Salétromot föllehet oldani, de ennél többet nem. Ha azonban 20°-nál habár csak  $\frac{1}{100}$ -ad fokkal is magasabb a víz hőmérséklete, már valamivel többet old föl 31.20 grm. Salétromnál. S ez így megy rendszerint tovább, a mint emeljük az oldószer hőmérsékletét, növekszik az anyag feloldható mennyiség is.

A feloldáskor, az anyagok hőállapotában és térfogatában szintén jelentkeznek megváltozások, olykor igen jelentékenyek, ép úgy mint a fémek ötvözésekor. Az Alkohol és a víz pl. erősen megmelegednek, midőn egymásban oldódnak.

*Exp.* 12. Alkohol és víz elegyítése. Az óldat megmelegedését elektromos csegettű jelzi.

A térfogatbeli változás kimutatására is alkalmas például szolgálhat az Alkohol feloldása vízben.

*Exp.* 13. Az Alkohol feloldásánál bekövetkező térfogatváltozás bemutatása.

Nagy molekuláris erők jönnek ilyen összehúzódásnál működésbe. Így a mi esetünkben, midőn e kísérletben 15 mm. átmérővel bíró csővünkben, az 500 mm. magasságú vízoszlopra 540 mm. magas Alkohol oszlopot töltvén, az 1040 mm. magas folyadék oszlopnak 1000 mm.-nyire való összehúzódását észleltük, egy láthatatlan erő hatalmas működésének voltunk tanúi. Egyszerű számítás mutatja ugyanis, hogy ezen folyadéknak mesterséges módon való akkora mérvű összesajtolására, a mekkorát a benne működő erők az imént kifejtettek, igen közel 550 légkörnyomásnak megfelelő nyomást kellene kifejtenünk.

A vízben feloldott Alkohol, vagy a vízben feloldott só, noha ezen óldatok teljesen egynemű testeknek látszanak, tulajdonságaikat az óldatban is megtartják, csak gyengébb fokban nyilvánítják azokat és pedig annál gyengébben, minél több vízben óldottuk föl. Az ötvözött fémek ellenben, legalább részben, új tulajdonságokat vesznek föl. A feloldott sót az óldószer eltávolításával, legegyszerűbben tehát lepárlással, visszalehet nyerni összes, eredeti tulajdonságaival. Az ötvözetekből azonban az egyes fémeket csak chemiai úton, chemiai megváltozásuk árán lehet elkülöníteni, leginkább ásványi savak segítségével. Ezek már nem közönséges óldatokká egyesülnek a fémekkel, hanem azokat elsősorban fémsókká alakítják át, mint pl. a Kénsav a Zinket, Kénsavas zinksóvá, a mely azután a vízben közönséges óldattá feloldódik. Némely ötvözet mellett azt is tapasztaljuk, hogy alkatrészeinek egyike vagy másika mélyebbre menő *vegyi megváltozást* is szenved egyes tulajdonságokban; vannak fémek, a melyek pl. az ötvözés által óldhatókká válnak oly savakban, a melyekben tiszta állapotukban nem óldódnak, így az ezüsttel ötvözött Platina oldódik Salétromsavban, míg különben tiszta Platina irányában a Salétromsav hatástalan. Más fémek ismét elveszthetik óldékonyságukat, mint pl. az ezüst, mely ha ugyanannyi arannyal ötvöztetik, Salétromsavban, melyben különben könnyen óldódik, teljesen óldhatatlanná válik. Az ilyen tények, tekintettel az ötvözetekről fennebb elmon-

dottakra, arra adnak jogot, hogy az ötvözetekben oly összetett testeket lássunk, a melyek a közönséges ódatok és a tulajdonképen való chemiai vegyületek között közbül állanak, 's az ódatoktól a vegyületekhez mintegy átmenetet létesítenek.

Hogy a chemiai vegyületeket jellemző tulajdonságoknak csak egy kis részét találjuk meg az ötvözetekben, valószínűen azért van hogy alkatrészeik, az egyes fémek, bármennyire is különbözzenek egyes tulajdonságokban egymástól, mégis közösen viselik a fémeket a többi elemektől megkülönböztető legfőbb jellemvonásokat, *hasonlók egymáshoz*, 's a tapasztalat mutatja általában, hogy hasonló elemek között a vegyi egyesülésre való törekvés is csekély, vagy a mint közönségesen mondani szoktuk, csekély vegyrokonságuk van egymás iránt. Az igazi vegyületek tulajdonságai is annál inkább emlékeztetnek alkatrészeik tulajdonságaira, mennél hasonlóbbak ezek az alkatrészek egymáshoz, 's annál nagyobb az eltérés az összetett test tulajdonságai 's alkatrészeinek tulajdonságai között, mennél különbözöbnek magok az alkatrészek. Így az ötvözetek is annál nagyobb fokban közelítenek a vegyületekhez, mennél inkább különböznek az alkatrészeiket képező fémek egymástól.

Az ódatoktól és az ötvözetektől lényegesen eltérő viszonyokra találunk a valódi vegyületeknél. A mi ezen összetett testeket legfőképpen jellemzi, az az, hogy alkotó elemeik szigorúan és változatlanul mindég atomsúlyaik egyszerű, vagy kétszeres, háromszoros, szóval egész szám által kifejezett sokszorosaik arányában képezik őket, mely alapvető törvénynek sem az ódatok, sem az ötvözetek nem hódolnak. Természetes, hogy ha két elem atomsúlya különböző arányában egyesül egymással, hogy az eredményezett vegyületek is mások, 's egymástól eltérő tulajdonságaik lesznek. Régi, de igen jó példát szolgáltat ennek igazolására azon öt különböző vegyület, melyet a Nitrogén az Oxygénnel alkot.

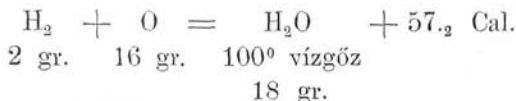
*Exp. 14.* Nitrogénoxydul, Nitrogénoxyd, Nitrogéntrioxyd, Nitrogénperoxyd és Pentoxyd valamint jellemző tulajdonságaiknak bemutatása

A vegyületek képződése alkalmával, az alkatrészekben rejlő chemiai energia mennyiségében mindig és többnyire igen jelentékeny változás áll be. Az esetek túlnyomó számában energia szabadul föl, az az rejlő, úgynevezett potentialis állapotából, működő, activ ener-

giává lesz, és pedig gyakran igen nagy mennyiségben. Az activ alakot öltő chemiai energia közönségesen a hőenergiának megfelelő mozgási állapotba jut, az az meleg alakjában szabadúl föl. A vegyi-egyesülés pillanatában az alkatrészek megmelegednek, olykor az izzásig.

Módunkban áll azonban számos vegyifolyamatot oly körülmények között is végrehajtani, hogy a főlzabaduló chemiai energia nem meleggé, hanem az energia más nemévé, p. elektromos energiává alakuljon át. Mint az tudvalevőleg a galván elemekben, s az accumulatorokban történik.

*Az elemek atómjai az energiának raktárai, anyagi természetök szerint különböző mennyiségben halmoznak föl magukban energiát. Midőn egymással vegyileg egyesülnek elvesztik energiát raktározó képességöknek különböző nagyságú részét,* különbözőt a szerint, a mint más és más elemek atómjaival egyesülnek. *Egy és ugyanazon vegyületbe lépésöknél azonban az energiának mindenkor egyforma mennyiségét vesztik el.* Így a Hydrogén és az Oxygén együttesen midőn vízzé egyesülnek



s a keletkezett vízgőz 100°-ra lehül, minden esetben 57.2 Caloriányi meleggel egyenlő chemiai energia készletet vesztenek, és pedig valahányszor 2 gr. Hydrogén 16 gr. Oxygénnel egyesül. Ez a meleg mennyiség épen elegendő 1 liter 0.-u víznek fölmelegítésére 57.2° C.-ra Munka energiává alakítatván pedig 24310 m/kg.-nak felel meg, azaz akkora munkaerőnek, melylyel 243 m/mázsa 1 méter magasra fölemelhető.

*Exp. 15.* Hydrogén elégetése Oxygénnel Platina lombikban. A nagy mennyiségben főlzabaduló és a meleg alakját öltő energia hatása nyilvánul a platinából készült edény erős megizzásában.

A hatalmas hőfejlődésnek egy más ismert példáját is bemutatom még. Kén és vasport elegyítettem össze s megtöltöttem ez elegyvel ezt az üvegcsövet. A két anyag között való egyesülés megindítására azonban ezen érintkezés még nem elegendő. Nagy molekulahalmazok, a melyeknek mozgási energiája kicsi, állanak szemközt egymással.

Apróbbakra kell, hogy megbontsuk, nagyobb mozgási szabadságot kell, hogy adjunk nekik. Érintkezések akkor számosabb ponton eshetik meg, bensőbbé válik, főlhalmozott energiájok fölszabadulása e pontok körül megindúlhat. A legkisebb akadály különben, mely az érintkezésnek gátot vet, megszünteti vagy lehetetlenné teszi a testek chemiai hatását. Szép példát mutat erre a Zink magatartása concentrált és diluált Kénsav irányában.

*Exp. 16.* Zinklemez conc. Kénsavba mártva, utóbb a Kénsav egy része vízbe öntve és a Zink a híg Kénsavba állítva (Projiciálva.)

A conc. Kénsavban a Zink azonnal szürkés fehér igen finom Oxydkéreggel vonódik bé, mely oldhatlan lévén a conc. Kénsavban, megátolja a savval való érintkezését; a híg Kénsavban az oxydkéreg Kénsavaszinkké oldódik föl, s a Kénsav hatása megindúl s a Zink teljes fölemésztéseig tart.

„És valjon mi czélszerűbb az érintkezésnek a vas és kénpor között bensőbbé tételére, az összepréselés, vagy a megolvasztás?”

Mindkét eljárással lehet célhoz jutni. Hatalmas nyomásnak alávetve Vaskénné egyesülnek. Ugyanazon vegyület képződik, ha az elegyet egy kis darabon annyira meglemegetem, hogy a kén ott megolvadjon.

*Exp. 17* Vas és kénporból Vaskénné előállítás.

A vegyi folyamat, mely a melegítés helyén megindúl, annyi meleget termel, hogy a szomszédos részekben is megolvad a kén; a folyamat ekként tovább halad, az egész tömegén át, mely teljesen megizzik. — Két cseppfolyó test vegyiegyesülésén akarom még bemutatni az energia változás érdekes tüneményét. Anilint egyesíték Kénsavval Kénsavasanilinné. A vegyülésnél fölszabaduló hő oly nagy, hogy az Anilinné a conc. Kénsavba hulló cseppjei a vízbe mártott izzó vas hangjához hasonlót keltenek.

*Exp. 18.* Anilin conc. Kénsavba cseppetgetve.

„És valjon a térfogat megváltozása a vegyületek keletkezésénél szintén ehhez hasonló nagy mérvű?”

„Különböző nagyságú, mint a hőállapot megváltozása is. Legnagyobb fokú számos légnemű anyag vegyülésénél, mint p. az Oxygén egyesülésénél a Hydrogénnel. Két térfogatrész H. és 1 térf. O. nem eredményeznek 3 térf. vízgőzt, hanem csak 2-öt. 1 térf. eltűnik, az összehúzódás tehát az eredeti elegy  $\frac{1}{3}$ -át teszi.

*Exp. 19.* A víz keletkezésénél beálló térfogatváltozás demonstrálása.

De vannak esetek, a mikor felényivel is megkevesbedik a térfogat, mint például a Nitrogén egyesülésénél Hydrogénnel Ammoniakgázzá.

A legcsodálatosabb jelenségek közé tartozik azonban a mélyre menő megváltozás, a melyet az elemek tulajdonságaikban szenvednek, midőn vegyületek alkatrészeivé lesznek. Gondolj csak a vízre, mivé lettek a Hydrogén és Oxygen karakterisztikus tulajdonságai! Mivé ezen elemek s a szén tulajdonságai a cukorban, a zsírban, az Anilin gyönyörű festő anyagaiban, az ezernyi szerves vegyületek bármelyikében. A Chloroform súlyának 90%-át a veszedelmes Chlor képezi, s 99,2%-át e légnemű, a levegőn fehér füstöt okozó testnek, a Jódhydrogénsavnak, a merev, kristályos Jód! A csak 0,8%-ot képező Hydrogén e vegyületben mily rendkívüli mértékben változtatja meg a Jód szokott tulajdonságait! A Jód jelenléte e testben szinte hihetetlennek látszik, de a legkönnyebben igazolható. A Voltaív hatásának vetem alá e légnemet és ime ibolyaszín felhők támadnak, a Jódgőzök ismertető jele, s fénylő, szürke kristályokban rakódik le a Jód az edény falazatára.

*Exp. 20.* Egy literes üveggolyóban foglalt Jódhydrogénsav, a Voltaív hatása által lesz elbontva.

Az egyszer egymással végyileg egyesült alkatrészek energia hiányában azontul együtt kénytelenek maradni azon test képében, a mely egyesülésöknél létrejött s osztozni annak minden sorsában. Hajójukat elégették maguk mögött, régi állapotukba a maguk erejéből visszatérni képtelenek. De ha megsegítjük ebben, ha módot nyújtunk nekik energiát újból raktározhatni, akkor, mi helyt összegyűjtöttek szigorú pontossággal épen annyi energiát, a mennyit egyesülésöknél kiadtak, szabad szárnyra kelhetnek megint; a kötelék mely a segélyül vitt és általuk összegyűjtött energia mennyiségével arányosan mind jobban és jobban meglazul, e ponton végre megszakad s az alkatrészek eredeti állapotukba térnek vissza: *a vegyület felbomlik*, megszűnik létezni. Így megadhatjuk például a víznek elektromos energia alakjában a felbomlásra szükséges energiát, vagy pedig akár egyenesen meleg alakjában is, melyet chemiai potenciális energiává alakítanak át felszabaduló alkatrészei.

„Bámulom, hogy mily kérlelhetlen következetesség uralkodik mindenütt a természetben, még az oly csekélynek látszó dolgokban is. Elemeitek magaviselete azt a benyomást teszi rám, mintha a chemiai atomokban is szenvedélyes vágy lakoznék az ismeretlen iránt, mintha bennök az egymással való benső egyesülésre törő ösztön nyilatkoznék meg, mely az egyesülés, az ölelkezés hevében fundamentálisan képes megváltoztatni hatalmas, erőttől duzzadó szabad lényeket, hogy egy újnak, mindkettőjüktől lényegesen különbözőnek adjon életet. Így kényszeríti a természet, vágyakkal, ellenállhatlan ösztönökkel ellátva szülőtteit, nagy céljainak szolgálatába. Reájok nézve legalább időleges rabigába, melyet az együtt elviselés keserűségétől részleg megfoszthat, az együttérzés meg is édesít, úgy hogy az idővel megszokottá, talán kedvessé is válik, s a megválás a bilincsektől aggodalmas, szívesen kikerült gondolattá.

Te, a reális tényekkel számot vető, álmodozónak fogsz tekinteni, ha azt mondom, hogy így képzelem a földi lét igájába hajtva, az anyagi testtel egyesült, s a mindenséget átölelő szárnyaitól megfosztott szellemi lényünket is, a természet titokzatos céljainak szolgálatában. Szabad múltjának elmosódott, homályos képei, föl-fölvillannak néha benne, de eltűnnek, elfoszlanak mielőtt öntudatosan fölismerhetné. De a kölcsönös viszony ideiglenes voltának sejtelve megmaradt, él benne; a természet jelenségei, az élettapasztalat elmélyíti e sejtelennek gyökérszálaít. Korán vagy később, de hajtásnak indul. A bennünket körülvevő s a bennünk lezajló élet tüneményeinek beható megfigyelése, ismereteink s különösen természettudományi gondolkozásunk gyarapodása, a bíráló tehetség kifejlődése, rügyeket, bimbókat fakasztanak rajta. Lassan, de ellenállhatlanul kering benne az életnedv, nő energiája; mind önállóbban, függetlenebbül az anyagtól nyilatkozik meg a szellemi lény. Lehetnek pillanatok, a melyekben a disszociáció haladó folyamata, — mint a chemiai vegyületek alkatrészeit, midőn eredeti energiájoknak már csaknem teljes birtokába kerültek, — az anyagtól való eltávolodás legszélsőbb határáig kilengeti. Ki tudja, tán ép ily pillanatokban születnek a korszakot alkotó eszmék, a látnoki ihlettség, — s megteremtésükben vész el a fölhalmozott energia. Idő előtt meglazult kapesok megszilárdúlnak ismét, a disszociatio kisebb fokra száll s a közönséges élet kapui megnyílnak újra.“