

# TÁRCZA.

## Fabinyi Rudolf. Vázlatok a Chemiából.

— Három népszerű előadás. —

(Folytatás.)

Az alchymisták symbolistikájából a mai vegytan nem igen húzhatott hasznot, annál többet azonban azon kor számos és fáradságos munkájából, mely sok becses ismeretet hozott napvilágra. Ezen ismeretekre támaszkodva vethették meg már a mult század vége felé a rendszeres chemiai analysis első alapjait, mely az ismeretek szaporodásának arányában mind szabatosabb alakot öltve és felölelve a jelen század felfedezéseit, fejlődött mai tökélyének színvonalára. A chemiai analysis feladata az összetett testeknek alkotórészeikre bontásában áll, azon czélból, hogy azoknak minőségi és mennyiségi összetétele kipuhatoltassék. Nagyszámú ismeret felett kelle rendelkezünk, az elemek és vegyületeiknek sajátságait, maguktartását lehető kimerítően kelle tanulmányoznunk, mielőtt analytikai feladatok eredményes megoldásához hozzá lehetett volna fogni. Tökéletesedniök kellett a kísérleti módszereknek, melyekkel kérdéseket intézünk az anyaghoz, s a melyekre ez tünemények alakjában felel. A kényszer, melyet külső behatások által a hallgatag anyagra gyakorolunk, megszólaltatja azt a maga nyelvén, e nyelvet értenünk kell, de ép annyira tudnunk kell uralkodni is a kényszerítő eszközökön, hogy azokat helyesen alkalmazhassuk. Szóval tisztában kell lennük azzal, hogy esetenként mit akarunk elérni, előidézni, s hogy milyen alakban nyilvánulhat az, a minek előidézésére törekszünk. Ha kérdésünk helyesen volt föltéve, kényszerítő eszközünk jól megválasztva, czélt érünk. A kérdéses tünemény be fog állani, ha az anyag a tüneményt életbeléptethető föltétekkel rendelkezik, ellenben elmarad. A felelet tehát positiv vagy negativ tartalmú lehet. Egy konkrét esetet fölvéve, ha például tudom, hogy a vas vegyületei, bizonyos behatásokkal szemben milyen magatartást mutatnak, s ki akarom puhatolni, vajjon egy vizsgálat alá adott anyagban vasvegyület van-e, kiteszem ez anyagot ama hatásnak; a vasra mutató tünemény bekövetkezése elárulja jelenlétét a vizsgált anyagban, a tünemény elmaradása azt, hogy vas nincsen jelen. Kétséget kizáró következtetést positiv válasz esetén azonban csak is úgy tehetek, ha az előidézni szándékolt tünemény a vasra kizárólag jellemző, az az semmiféle egyéb anyag által elő nem idézhető. Az egyes anyagok megkülönböztethetésére tehát mindenekelőtt őket kizárólag

jellemző tünetények ismeretére van szükségünk. Ilyenekkel rendelkezünk. Azonban vizsgálatainkban nem mindenkor, sőt inkább csakis kivételesen idézhetjük elő őket közvetlenül. Nem pedig azért, mivel e tünetények igen gyakran elmosódnak, felismerhetlenné válnak, vagy be sem következnek, ha az illető anyag nem egyedül, hanem egyéb más anyagok társaságában van a vizsgálat alá vett testben jelen. Hiszen képzelhető, de tényleg úgy is van, hogy több különböző anyag reagál — a mint magunkat kifejezni szoktuk — egy és ugyanazon hatásra, azonban mind más és másféle módon. A tünetényeknek egy egész sora következhetik tehát be egyszerre, egy időben, a várt egy tünetény helyett, s mi egy tiszta kép helyett talán tíz képet kapunk, a melyek egymást kölcsönösen elfödik, mintha például, hogy egy hasonlattal éljek, több, üvegre fotografált képen keresztül néznénk egy fényforrás felé, a képek közül egyet sem tudunk biztosan fölismerni. Itéletünk megzavarodik, következtetésünk ingatag leend.

Hogy a képeket fölismerhessük, el fogjuk egymás felől távolítani s ekkor megtudjuk, valjon a keresett kép is közöttük volt-e, vagy nem. Ugyanezt kell tennünk a chemiai analysisben is, el kell választanunk az összetett test egyes alkatrészeit egymástól, hogy külön-külön megismerhessük. Vizsgálataink túlnyomó számában, e gyakran bizonyos sck időt és fáradságot igénylő, de föltétlenül szükséges eljáráshoz kell folyamodnunk. Ez eljárás keresztülvitelében bizonyos tapasztalati ismeretek jönnek segítségünkre, a melyekre támaszkodva, célunkat minden esetben bizton elérhetjük. Az egyszerű testek sorában több, egymáshoz bizonyos tekintetben hasonló, közös tulajdonságokkal bíró csoportokat különböztetünk meg, a melyeket közös tulajdonságaik révén elválaszthatunk az elemek egyéb csoportjaitól, a melyek e tulajdonsággal nem bírnak. Így például tudjuk, hogy a fémek közül számos a kénnel könnyen egyesül, míg savakban is oldhatlan szilárd vegyületekké. Kénvegyeik képződnek, ha e fémek sóinak oldatába kénhydrogégázt vezetünk. Az oldatból kivált szilárd kénvegyeket megsűrös és kimosás által elkülönítjük a feloldott egyéb anyagoktól. Elvileg hasonló eljárással, rokon tulajdonságaik alapján, külön-külön csoportokká egyesítjük a többi anyagokat is és csoportjaikat egymástól elkülönítjük. Ismervén az egyes anyagok magatartását az elválasztásra használt eljárás iránt, biztos tudomásunk van arról, hogy a nyert egyes csoportok mindenikében, micsoda testek lehetnek jelen.

Az egyes csoportokba tartozó anyagok között vannak ismét olyanok, a melyek bizonyos befolyás irányában egyforma, és a többi ugyanazon csoportba tartozó anyagoktól eltérő módon viselkednek, például valamely kémszer által oldhatlan vegyületekké alakíthatók s így a többi, feloldva maradó anyagoktól elválaszthatók. A csoportokat tehát alcsoportokra bontjuk s ez eljárást ugyanazon szellemben addig folytatjuk, a míg oly alcsoportokhoz jutunk, a melyek már csak egy, vagy kétféle anyagot tartal-

mazhatnak. Ez utóbbi alcsoportok anyagait azután, természetöknek megfelelő eljárással választjuk külön és azonosítjuk jellemző hatásaik alapján. Ily szellemű rendszeres eljárást kell mindig követnünk, midőn ismeretlen összetételű testeket vizsgálunk alkatrészeik minőségére, mert csak ez által jutunk abba a helyzetbe, hogy bizonyossággal megmondhassuk, miféle anyagokból áll a vizsgált összetett test és milyen anyagok nincsenek benne.

Jóval egyszerűbbé válik az analitikai eljárás, oly esetekben midőn csak az tűzetik ki feladatul, hogy kimutassuk, vajjon egy vagy két bizonyos anyag jelen van-e a vizsgálat alá adott testben, vagy hiányzik belőle. Ilyenkor csupán azon csoportokra kell különös figyelemmel lennünk, melyekhez a keresett anyagok tartoznak, ennél fogva a legtöbb esetben a rendszeres eljárásban jelentékeny rövidítéseket fogunk tehetni. Nem egyike a természetben gyakrabban előforduló anyagoknak bir továbbá bizonyos olyan jellemző tulajdonságokkal, a melyeknek alapján lehetséges ez anyagokat, számos egyéb anyag mellett is, rövid úton megtalálni.

A rendszeres eljárást mindég megelőzi az elővizsgálat, melynek az a célja, hogy tájékoztat adjon arról, hogy a vizsgálat alá vett test miféle categoriába tartozik, és ennél fogva milyen anyagokra kell a vizsgálat keresztülvitelénél különös tekintettel lennünk; ezen elővizsgálatnál a fennebb érintett tulajdonságú anyagok jelenlétéről vagy hiányáról már nyerhetünk tudomást. Az elővizsgálat céljaira egyik eszközünk a *Bunsen* által szerkesztett lámpa, melynek lángja többféle chemiai művelet végrehajtására alkalmas. A lámpa csövén kitóduló gáznak nem világító lángot kell adnia, e végből a gázt levegővel kell megkevernünk, mielőtt az égés helyére eljutna. A lámpa csöve alúl, egymással szemben fekvő kerekded nyílásokkal van ellátva, a melyek a csőre tölt s szintén megfelelőleg átlukasztott gyűrű elfordításával, a levegőnek tetszés szerinti mértékben megnyithatók vagy elzárhatók. A világító gáz fölfelé áramolva a csőben, a nyílásokon levegőt húz maga után, azzal megkeverődik s a cső tetején meggyujtatván, teljesen elég. Ilyenkor nincsenek a lángban izzó finom szénrészecskék, a melyeknek a közönséges láng világító-képességét köszöni, mivel a gáz szénvegyeiből való kiválásuk pillanatában elegendő levegővel találkozáván, azonnal teljesen elégnék. Ha a gyűrűvel a lyukakat részleg elzárjuk a láng világítani kezd s világítása a lyukak megnyitásával arányban fokozódik. Levegő most csak kívülről hatolhat a lánghoz, a belsőbb részekig csak kevés ér, úgy, hogy a szénvegyekből kiváló szén nem éghet el azonnal, hanem a láng magas hőmérséke folytán izzóvá lesz s fényt áraszt, csak midőn a láng széle felé jut, találkozik elegendő levegővel s ég el tökéletesen. Hideg tálczával lenyomván a lángot, megakadályozhatjuk elégését s korom alakjában rakódik le a tálczára.

A nem világító lángban három, egymást borító kúp-idomot különböztethetünk meg. A legbelsőbbet, mely egészen szintelen, a lámpa csövéből

folyton kitóduló gáz-levegő elegy képezi, itt égés nem történik, a hőmérsék alacsony. Az ezt borító kúp nem világító, kékes színű; e helyt megy végbe a gáz szénvegyeinek fölbomlása s elégeése. A harmadik kúp, mely vékony köpenygszerűen borítja a másodikat, világosabb és fénylőbb kék színe által tűnik ki, a külső levegőnek a lánghoz tódulása által jön létre, benne a második kúpból még esetleg oxydátlanul kikerülő gázrészecskék érik el teljes elégeésüket. Ugyanilyen három kúpot különböztethetünk meg a világító lángban is, azzal a különbséggel, hogy itt a második nem kék, hanem világító, rétegeiben jövén izzásba a gáz fölbomlásából kikerülő szén.

Hogy a láng belsejében a hőmérsék alacsony s égés nincs, könnyen demonstrálható. Gyúlékony anyagot, például gyufát tartunk belé azt hirtelen átdugva a külső kúpokon. A gyufa nem gyúl meg, csak szála ég el ott, hol a második és harmadik kúpra ér. Közönséges lámpacylinderre dróthálót helyezünk, alsó nyílásába pedig csővel ellátott dugót illesztünk, a világító gáz bevezethetésére. A drótháló közepére papirostálczára lőport halmozunk fel s megeresztve a gázt a lőpor fölött meggyújtjuk. A lőpor a nagy láng közepén nem robban fel. Még gyufát is teszek rá. A gyufaszálak elégnék a láng szélében, de a lőporon nyugvó gyufafejek a láng közepén nem adnak tüzet. Most azonban részleg elzárom a gázt kibocsátó csapot. A láng kisebbedik, — kúpjai mind összebb húzódnak, az égő kúp széle már szinte érinti a lőport — most ellobbant.

Hímzéshez használt fehér papiron szépen lerajzolódik a láng, függőleges meg vízszintes metszetében, ha a papirt mintegy  $\frac{1}{10}$ -ed perczig a megfelelő irányokban a lángba tartjuk. Az első esetben a kúp képét kapjuk, a papir megbarnul a magas hőmérsékű helyeken; a második esetben barna gyűrűt, mely közbül fehér, valamint a kúp belseje is, hol a papir a láng által meg nem támadtatott.

Magas hőmérsékű és szabad Oxygén bősége a láng külső részében, megadja a módot számos oxydatio kicsinyben való keresztülvitelére. A melyek ily körülmények között Oxygénnel vegyülhetnek, azokat az anyagokat a láng külső részeiben oxydálhatjuk.

A világító gáz szénvegyeiből kiváló magas hőmérsékű Szén és Hydrogén, a láng belső és második kúpja határvonalain eszközt nyújt azon oxygéntartalmú vegyületek desoxydálására — reductio, — a melyekből a fönnforgó körülmények között az Oxygén, a Hydrogén és Szén által elvonható.

A nagy hőfokú lángban számos test megolvad, némelyik el is gőzölög, elúzhető s a láng tetejébe vagy fölébe tartott hideg tárgyon fölfogható. A lángban reducált fémoxydok illanó fémeit így gyűjthetjük össze és pedig fémes, vegyületlen állapotban, ha hideg tálcát tartunk a láng csúcsába, és újból oxydalt állapotban, ha a tálcát nem a csúcsba, hanem

mintegy egy centiméternyire a csúcs fölé helyezük, mivel akkor a fémgőz a csúcs külső szélein levő levegő Oxigénjével újból egyesül s oxydja képében verődik le a tálczára.

A lángban elilló anyagok gőze megizzik s jellemző színre festi meg a lángot. A láng színének közvetlen észlelése, vagy még inkább a spectroskópnak nevezett készülék segélyével, melyről azonnal részletesebben szólni fogok, becses felvilágosítást nyújt a lángba került gőzök anyagi minősége felől.

Az imént elmondottak igazolására tegyünk néhány kísérletet. Két ásványt küldenek be azon megkereséssel, vizsgálnók meg az egyiket réz és vastartalomra, a másikat aranyra, ezüstre és tellurra. A vizsgálatot az elsővel következőleg foganatosítjuk: Finom porrá törünk egy darabkát belőle s abból egy parányi részletet egy csepp kristályos szódával, melyet a lángban megömlesztünk, elkeverünk. Reducálni — színteni — fogjuk a lángban s a szóda arra való, hogy az ásványban esetleg jelenlevő savképző anyagokat a szóda féméhez, a Natriumhoz kössük, ekként fölszabadítva a vasat, meg a rezet, ha e fémek ez ásványban tényleg tartalmaztatnak.

Most arról kell gondoskodnunk, hogy e cseppet valami alkalmas módon a láng színtő terébe tartsuk. E célra jó lesz egy svédgyufának a fácskája, melyet azonban, hogy időnekelőtte el ne égjen, tűzmentessé kell tennünk. Bevonjuk szintén megömlesztett szódával, mely a lángban megolvad rajta és védő burokként veszi körül, úgy hogy egy darabig ellentállhat a magas hőmérsék hatásának. A fácska végén levő szódát megömleszttem most a láng szélén s ráragasztom a kémlelendő kis golyócskát. Egy percz tartamáig betartom erre a láng színtő terébe, aztán, hogy lehülhessen, mélyebben, a legbelsőbb kúp közepére tolom. A gyufa végéről letöröm a gyöngyöcskét s piczi achát-mozsárban csepp vízzel eldörzsölöm; a vizet szívó papírral távolítottam el, s az anyag jó kimosása végett e műveletet kétháromszor ismétlem. Újból vizet töltök reá s most hozzálatok a vasnak a réztől való eltávolításához. Tollkésemen végig húzok néhányszor egy mágnest, hogy mágnesessé tegyem, mivel ily módon, hegyes mágnessel könnyen kifogom halászhatni a finom vasport. Valóban a kés hegyén valami megtapadt; letörölöm a vizet a kés hegyéről szívó papírral, s megszáritom, egy-kétszer a láng fölébe tartva egy pillanatra. Balkezem mutató- és hüvelykújjának hegyét egymásra szorítom s végighúzom köztük a kés hegyét, hogy levegyem a reá tapadt anyagot s lássam tényleg mágneses tulajdonságú por-e, vagy csak szénpór, mely a késre tapadt. Közéltém a kés hegyét újjamhoz, a fekete por ime reaugrik, tehát mágneses anyag. De a Vason kívül mágneses tulajdonsággal bír a Cobalt és a Nikkel fém is! A vasra speczialis kémlőszert kell tehát még alkalmaznom, hogy eldöntsem a por minőségét E végből azonban föl kell, hogy oldjam a port. Piczi üvegcserepbe teszem s egy-két csepp Sósavval, meg egy csepp Salétromsavval melegítem. Fölldódik. Melegítem még, míg a savak fölöslege elpárolgott, s erre pár csepp

Könnnyü a Phosphor kimutatása ásványokban, érczekben. A megvizsgálható anyag jól kiszárított finom porában kis darabka Natrium-fémet hőmpölygetünk meg, s a por kéreggel bevont Natriumot keskeny és vékony falazatu, rövidke üvegcső befórasztott végébe toljuk s aztán a lángban megömlesztjük. Tűztüneteményt látunk, a Natrium Oxygént von el az ásvány phosphorsavas sóiból, s fölőse a fölszabaduló Phosphorral egyesül Phosphor-natriummá.

Ezen vegyület a nedves levögön felbomlik; bomlása, ha megnedvesítjük azonnal végbe megy, a Natrium a viz Oxygénjével, a Phosphor pedig a Hydrogénnel egyesül oly vegyületté, mely borzasztó kellemetlen, foghagyma szagú és rendkívül mérges s azonkívül azon tulajdonsággal is bír, hogy a levegőn már közönséges hőmérséknél is magától meggyulad. Széttöröm a csövecskét e porcellánlapon, az undok szag már érzik s csekély mennyisége daczára érezhető lesz a teremben is; most vizet fecskendek a tálczára, apró villanások támadnak, a Phosphorhydrogén gyorsan fejlődik és azonnal elég.

A különböző anyagok fölismerésére szolgáló vegyi hatások többekévéskévéskévé érzékenyek, némelyik anyag még akkor is elárúlja magát a vizsgálat alá vett testben, midőn rendkívül csekély mennyiségben, mint mondani szoktuk, nyomokban van csak jelen. Ismerünk hatásokat, a melyek biztosan bekövetkeznek, midőn a hatásban résztvevő anyag mennyisége oly csekély, hogy még göröcsővel is aligha lenne látható, s a beálló tünetemény mégis oly intensiv fokú és annyira jellemző, hogy csalhatatlan belőle vont következtetésünk.

Valamennyi analytikai módszer között, az alapjául szolgáló hatásokra nézve a legérzékenyebb az, melyet Bunsen és Kirchhoff 1859-ben állapított meg: a szinképelemzés (spectralanalysis).

Számos anyag gőze, midőn a Bunsen lámpa lángjában izzóvá lesz, megfesti a lángot, az illető anyagra jellemző színű fénysugarakat lövel ki. A Natrium és sói intensiv sárgára festik a lángot, a Kaliumvegyek ibolyaszínűre, a Calciumra jellemző a narancspiros szín, míg a Strontium sötétebb piros, a Lithium carminvörös szín által árulja el jelenlétét. Világoszöld színt adnak a Baryum sói, a Thalliuméi pedig gyönyörű sötétzöldet. Ha ezen anyagokból csak egy van egyszerre jelen, a láng színén könnyen és bizton fölismerhető, de ha egyidejűleg többnek a gőze világít, az egyes színek elfödik, zavarják egymást s következtetésünk bizonytalanná válik. Egyes esetekben ugyan segíthetünk magunkon egyszerű módon, így különösen ha egyidejűleg csak Natrium- és Kalium-vegyületekkel van dolgunk. A Natrium erőssárga fénye ugyan teljesen elfödheti a Kalium kevésbé intensiv viola fényét, úgy, hogy ez utóbbiból közvetlenül mit sem veszünk észre, de ha a fényt Cobaltoxyddal megfestett kék üvegen keresztül nézzük, Kalium jelenlétében a lángot fényes ibolyaszinben tündöklő-

nek látjuk. A Cobaltüveg úgy hat, mint egy szűrő, a sárga színű sugarakat visszatartja, az ibolyaszínűeket pedig át bocsátja.

Ilyen fogásokkal azonban csak kivételes esetekben érünk czélt. Bunsen és Kirchhoff segítette ki a tudományos világot e téren, halhatlan fölfedezésével, a tökéletes fényszűrő használatának, alkalmazása előnyeinek és módjának megtanításával. Ez a fényszűrő az üvegprisma, mely valamennyi színű fény sugarat át bocsátja magán, azonban elhajlítja őket testén való áthaladásuk alkalmával és pedig különböző fokban, úgy, hogy szétágazva lépnek ki belőle. A fehér fény, melyben valamennyi szín harmonikusan egyesülve van, szineire bontva hagyja el a prizmat s fehér ernyőn felfogva a szivárvány gyönyörű színeit mutatja. Legtisztábban látható ez, ha egyközű, keskeny fénynyalábot töretünk meg a prisma által, keskeny résen bocsátva ki a fényforrás sugarait a prisma lapjára, ilyenkor hosszú, egyközű szalagban jelennek meg a színek. A fehér fény színeképe, spectruma ez. Legkevésbé hajlítja el a prisma a vörösszínű sugarakat, ezekre következnek a narancssárgák, sárgák, zöldek, kékek és a legtávolabbra elhajlított ibolyaszínű sugarak.

Midőn valamely szilárd testet izzítunk, izzása legelején csupán vörösszínű sugarakat lövel ki, a színeképen csak a vörös szín látszik; azon mértékben, a mint magasabbra és magasabbra hág hőmérséke, megjelennek sorban a vörösre következő fény sugarak, míg fehéren izzó állapotát eléri, a midőn a legtörekenyebb violasugarak föllépésével, a színekép teljes lesz.

Feljebb és feljebb fokozzuk a hőmérséket! A test megömlik, fényének színeképe intenzitásban nyerhet még, de máskülönben változatlan. De ím a megömlött tömeg forrásba jön, gőzzé alakul, izzó gőzzé, mely világít. A színeképen ezalatt nagy változás megyen végbe. Megszűnik a színek folytonossága, csak itt-ott marad meg belőlük egy pár keskeny csík, sötét közöktől elválasztva, egyes színek teljesen eltűnnek! Az izzó gőz spectrumát látjuk. Bármennyiszor ismételjük e műveletet, mindég ugyanazon színekép áll elő, fényes csíkjainak ugyanazonos helyzetével.

Az izzó gőzök színeképe tehát nem folytonos, hanem sötét alapon több vagy kevesebb színes csíkból áll. Minden izzó gőznek más és más a színeképe, azaz a többi gőzökétől eltérő helyzetű színes csíkokat mutat. Számos csíkot mutató gőzök színeképei elfödhetik egymást részleg, azaz csíkjaik közül némelyek a színekép egy és ugyanazon helyére eshetnek, de mindég marad a csíkok közül több, mely egymást nem fedi, úgy, hogy egymás jelenlétében is a reájok jellemző csíkok föllépéséből fölismerhetők.

Herschel John már a huszas években vizsgálta a színes lángok spectrumát, s azt mondá, hogy: „a szín, melyet különböző anyagok a lángnak kölcsönöznek, sok esetben könnyű és egyszerű módot ad az illető anyagok rendkívül kis mennyiségének fölismerésére.“ 1834-ben Talbot F. a Lithium és Strontium spectrumáról írt; 1845-ben Miller W. A. a Ba-

ryum, Strontium és Calcium színeképét ismertette, míg ugyanez évben Swan kimutatta, hogy a konyhasó izzó gőzét jellemző fényes sárga csík, a színeképben még rendkívül csekély mennyiségű só által is bizton előidézhető.

Sok fémeket ismertünk, mely a Bunsen lámpa lángjában nem gőzölög el, az ilyenek spectrumát úgy lehet előidézni, hogy az illető fémek két csúcsos darabja között erős feszültségű elektromos szikrákat ugratunk át, azoknak fényét vizsgáljuk. A szikra, a mint az egyik fémhegyről a másikkra ugrik, parányi fémrészecekkéket lép, tova ragad s magas hőmérsékénél fogva nemcsak elgőzölög, de izzóvá is teszi gőzüket. Így járt el már 1835-ben Wheatstone, azonnal észrevehén, hogy a különböző fémeknek különböző spectrumok felelnek meg, melyek alapján könnyen felismerhetők. Ő meg is jósolta, hogy e methodus valamikor czélirányos alkalmazást fog nyerni. Hasonló vizsgálatokat tett húsz évvel későbbben Angström, a ki azon fontos ténnyt fedezte fel, hogy a spectrum, mely előáll, midőn elektrómos szikrák csapnak fémdarabok közt át, kettős, ugyanis a fémgőzének spectrumából és a levegőnek vagy azon gáznak spectrumából áll, melyen a szikra útjában áthalad.

A vegyészek e munkákat azon időben alig méltányolták még; hasznát belőlük egyáltalán nem húztak. Csak a midőn 1859-ben Bunsen és Kirchhoff klasszikus buvárlatai lőnek köztudomásuakká, nyert az általuk készített színeképelemző készülék, a spectroscop nagy fontosságot és gyors elterjedést, s fejlődött ki mai tökélyére azon methodus, melynek nemcsak az analytikai chemia új és váratlan eredményeket köszön, hanem a mely azon bámulatos vívmányokat is elérette, melyekről a csillagászati chemia szól, felvilágosítást az égi testek anyagi összetételéről.

A spectroscop háromlábu vasállvány közepén megerősített egy vagy több üvegprismából áll, melyekre a vizsgált gőz fénye, az állvány egyik vízszintes karjára erősített csövön keresztül (collimator cső) esik; e cső túlsó végére kettős lemez van erősítve, mely csavar segítségével egymáshoz tetszésszerű közelségre igazítható, miáltal többé vagy kevésbé keskeny, parrallel falú nyílást létesíthetünk, a melyen a fény a csőbe hatolhat. Rendesen félig elfödik e nyílást (a hasadékot vagy rést) egy félig leérő kicsi üvegprisma által, a czélból, hogy összehasonlítás kedvéért egy második fényforrásból is lehessen a csőbe, a vizsgált fénnel egyidejűleg fény sugarakat bevetni, s ekkép egyszerre két, egymásfölött megjelenő színeképet előállítani. Az egyik lámpa, melynek lángjában a vizsgálandó anyag elgőzölög, a szabadonhagyott rés előtt áll, a másik, mely az összehasonlításra szolgáló anyag elpárolására szolgál, ódalt a kicsi prisma mellé helyeztetik el, úgy, hogy e fényforrásból a rés szabad nyílásán ne juthassanak be sugarak a csőbe, hanem csak a kicsi prismáról, melyről a csőbe tükröződhetnek. Ez eljárás annyiban jár előnyvel, a mennyiben a vizsgált anyag minőségének



biztos fölismerésére még a gyakorlatlan észlelőt is a legrövidebb úton elvezeti, nem levén egyébbre szüksége, minthogy az összehasonlító lángba egymásután ismert anyagokat helyezzen, mindaddig, míg az összehasonlító láng színeképe teljesen megegyezik a vizsgált anyag színeképevel, míg tehát az elsőnek fényes csíkjai folytatásukat megtalálják az alatta levő színekép fényes vonalaiban.

A fényt bevető csőnek a fényt felbontó prismarendszer felőli vége lencsével van ellátva, mely a rajta áthaladó sugarakat egykörösökké teszi. A színekép észlelésére közönséges távcső szolgál, mely az állvány másik vízszintes karján nyer elhelyezést; e kar az állvány tengelye körül forgatható, e szerint a távcső is, mely rajta nyugszik. Szükséges ez a végből, hogy a prismákból kijövő sugarakat, a melyek erős szétágazásuk miatt a távcsőbe egyidejűleg nem juthatnak, a távcső megfelelő továbbmozdítása által sorban látni lehessen. Még egy harmadik karja is van az állványnak, a melyre az előbbieknél jóval rövidebb cső van foglalva. Ezen csőnek a célja az, hogy egy üvegre fotografált, mikromilliméterekre osztott és számozott mérték (a skála) képét lehessen a prisma azon lapjára vetni, melyen a fényugarak kilépnek, és pedig olyan szöglet alatt, hogy a kép a prisma lapjáról, mint tükörről a távcsőbe vettessék, az észlelő tehát a két színeképpel a mérték nagyított képét is egyszerre láthassa. A mérték a két színekép között jelenik meg s arra szolgál, hogy a színeképek fényes vonalainak helyzete csalhatatlanul meg legyen határozható.

Valamennyi elem, reája jellemző, több vagy kevesebb, fényes, finom csíkot mutató színeképet ad. A csikoknak helyzete, bármilyen hőmérsékű is legyen az izzó gőz, változatlanul ugyanaz, azonban a csíkok száma, fény erőssége és általános jellegük nem állandó, hanem az izzó gőz hőmérsékétől függ, továbbá a nyomástól, mely alatt a gőz áll, valamint még a gőzréteg vastagságától is. Így például a Lithium Bunsen lángban elgőzölögtetve, oly spectrumot ad, melyben egy fénylő vörös s egy gyenge fényű narancssárga csík látható, míg ha elektromos fényívben, vagy a hydrooxygén-gázzal táplált igen magas hőmérsékű lángban párologtatjuk el, még egy kékszínű csíkot is léptet fel. Hasonló tünetmények észlelhetők egyéb elemeknél is.

Ha, már közönséges hőben is légnemű elemek színeképet akarjuk észlelni, üvegcsövekbe fogjuk fel, melyek középső részükben thermometeres keskenységére eresztendő össze, két végükbe pedig platina drótok forrasztandók. A drótokat elektromos inductorral kapcsoljuk össze s szikrákat üttetünk a gázon át, a cső keskeny részét állítva a színeképeszülék rése elé. Itt a nyomás és a gőzréteg vastagságának befolyása különösen jól észlelhető.

A míg a fémek és a hozzájuk tartozó Hydrogén is, élesen határolt, finom csíkokat mutató színeképpel bírnak, melyek a hőmérsék jelentékeny

variálásával sem mutatnak változást, addig a nemfémek aránylag alacsony hőben, széles, kicsipkézett szegélyű szalagokat tüntetnek elő, melyek magasb hőben finom vonalakba mennek át. A nemfémekéhez hasonló, de éles szegélyű, széles vonalakat adnak a fémek illanó vegyületei is, ha a Bunsen-lámpában elgőzölögtetjük. Bunsen és Kirchhofnak a szinképelemzésről irt első értekezésében, érdekes és jellemző adatokat találunk a szinképreaktiók fölötte nagy érzékenységéről és a biztosságról, melylyel e módszerrel még rendkívül kicsi anyagmennyiségek is minőségükre nézve fölismerhetők :

„a következő kísérlethől kitűnik, hogy a chemikus egyetlen olyan reactiót sem mutathat föl, mely érzékenysége nézve a legtávolabbról is össze lenne hasonlítható a Natriumnak szinkép elemzés útján való fölismerésével. Körülbelöl 60 köbméter légtérfogattal bíró észlelő szobánknak apparatusunktól legtávolabbra eső szögletében, 3 milligramm Chlorsavanasatronnak, Tejczukorral való keverékét durrantottuk el, mialatt a rés elé állított nem világító lángot észleltük. A lassanként fakósárgára festődő láng már néhány percz mulva megjelentette a Natrium erős vonalát, mely csak 10 percz mulva tűnt el teljesen. Az eldurrantott Natriumsó és a szobában foglalt levegő súlyából könnyen kiszámítható, hogy ez utóbbinak egy súlyrészben még  $\frac{1}{20000000}$ -od súlyrész Natronfüst sem tartalmaztatott. Minthogy e reactio, egy másodpercz időtartama alatt teljes kényelemmel észlelhető, ezen időben pedig a hozzáfolyás és a lánggázainak összetétele folytán, csak körülbelöl 50 köbcentimeter vagyis 0,0647 gramm levegő, mely a Natronsóból kevesebbet tartalmaz  $\frac{1}{20000000}$ -od résznél, kerülhet a lángban izzásba, kitűnik, hogy szemünk még  $\frac{1}{3000000}$ -od milligram Natronsót a legnagyobb tisztasággal fölismerhet. A reactionnak ilyen érzékenysége mellett belátható, hogy izzó légköri levegőben határozott Natriumreactió csak ritkán hiányzik. A föld a maga felületének több mint kétharmadán konyhasó oldattal van fődve, mely a tenger hullámainak habzó tajtékká verődése által szüntelenül elporzittatik. A tenger vizének csöppecskéi, melyek ily módon a légkörbe jutnak, elpárolognak és konyhasó tartalmú porszemecskéket hagynak hátra, a melyek a légkörnek ugyan nagyságra változó, de a mint látszik, csak ritkán hiányzó elegyrészét képezik, és a melyek talán arra vannak hivatva, hogy a kis szervezeteknek azon sókat adják, a melyeket a nagyobb növények és állatok a földből kapnak meg. A levegőnek a szinképelemzés által könnyen kimutatható ezen konyhasó tartalma, még egy más tekintetben is figyelemre méltó. Ha ugyanis katalyzises befolyások azok, a mint most már alig kétségbe vonható, a melyek a betegségeknek miazmás elterjedését közvetítik, akkor egy antiseptikus módon ható anyag, mint a konyhasó, még eltűnő csekély mennyiségben is aligha lehetne lényeges befolyás nélkül, a levegőben lejät-

szódó olyatén folyamatokra. Napontai, hosszabb időn át folytatott szinképeszlelések által könnyen föl lesz ismerhető, vajjon a légköri Natriumvegyek által okozott Na  $\alpha$  szinképvonalnak intenzitásbeli változásai összefüggnek-e, endemicus betegségek feltünésével és elterjedésének irányával.

Ezen Natriumreactio hallatlan érzékenységében keresendő egyszerűs mind az oka annak, hogy a levegőnek kitett valamennyi tárgy, ha bizonyos idő múlva a lángban izzítatik, a Natrium vonalát adja, és hogy csak kevés vegyületnél sikerül, még ha tiszter és többször is átkristályosítjuk oly vízből, mely csak platina-edényekkel jött érintkezésbe, a Na  $\alpha$  vonalának utolsó nyomát eltávolítani. Hajszálfínomságú platinadrót, mely kiizzítás által a Natron minden nyomától megszabadított, néhány órai állás után a levegőn, a reactiót újból a legvilágosabban mutatja. Nem kevésbé adja a por, mely a szobában a levegőből lerakódik, úgy, hogy például egy poros könyvnek megkopogtatása már elegendő, hogy néhány lépésnyi távolságból a Natrium vonalának heves felvillanását előidézzé.

Értekezésüknek egy más helyéről idézem még a következőket:

„A hely, melyet a fényes vonalak a spectrumban elfoglalnak, oly chemiai tulajdonságot tételez föl, mely változatlan és fundamentalis természetű, mint az anyagok atomsúlya és azért csaknem csillagászati pontossággal meghatározható. A mi azonban a szinképelemző eljárásnak főleg különös fontosságot tulajdonít, az azon körülmény, hogy a határokat, a meddig az anyag chemiai ismertető jelei idáig terjedtek, csaknem a végtelenségig kitolja. Az anyagoknak a geológiai formációkban elterjedéséről és elrendezéséről a legbecesebb felvilágosításokat igéri. Már azon kevés kísérlet is, mely ez értekezésben foglaltatik, azon váratlan ismerethez vezet, hogy nemcsak a Kalium és a Natrium, hanem a Lithium és Strontium is földünknek a noha csak kis mennyiségben, de általánosan elterjedt anyagaihoz tartoznak.

Nem kevésbé fontos jelentőséget nyerhet a szinképelemzés idáig még meg nem talált elemek fölfedezésére. Mert ha vannak anyagok, a melyek a természetben oly gyér elterjedésűek, hogy az analysis eddigi módszerei fölismerésüknél és leválasztásuknál bennünket cserben hagynak, remélhető, hogy sok ilyen anyag a maga szinképeének egyszerű észlelése által még oly mennyiségben föl lesz ismerhető és meghatározható, mely a közönséges úton a chemiai észrehevés alól kivonódik. Hogy ilyen idáig ismeretlen elemek valóban léteznek, arról már alkalmunk volt megbizonyosodni. A spectralanalytikai módszer kétségbevonhatlan eredményére támaszkodva, teljes bizonyossággal hisszük már most azon állítást kimondhatni, hogy a Kalium, Natrium és Lithium mellett, az alkalifémek csoportjához tartozó még egy negyedik fém van, mely ép oly jellemző és egyszerű szinképet ad, mint a Lithium — oly fém, mely szinképelemző készülékünkkel csak két vonalat mutat, egy gyenge kéket, mely a Strontium Sr.  $\beta$ . vonalával csaknem egy-

beesik és egy mást, kékét, mely csak valamivel távolabbra fekszik a színeké violaszínű végefelé és intenzitása, valamint határoltságának élességére nézve, a Lithium vonalával versenyez.<sup>4</sup>

És valóban alig fődözte fel Bunsen az általa Caesiumnak nevezett elemet, már is egy másodikat talált, a Rubidiumot, mely szinte igen csekély mennyiségben s rendszeren a Caesium társaságában fordul elő. Bunsen prognosisa fényesen beteljesült.

Azóta a színeképelemzés segélyével még több új elemet ismertek fel. Így Crookes a Thalliumot, melynek színeképében egyetlen egy vonal látható csak, egy fényes zöld. 1864-ben Reich és Richter egy Zinkércz vizsgálata alkalmával két új sötétkék csíkot láttak megjeleni a színeképben, egy új elemtől származott e két csík, az Indiumtól. 1875-ben Lecoq de Boisbaudran szintén egy Zinkérczben fedezte föl a Galliumot, ezen ezüstoffényű szép fémet, mely különösen jellemezve van az által, hogy már a kéz melegében megolvad. Legújabban pedig Winkler talált egy új elemet a Germaniumot.

A színeképelemzés az eddigiektől eltérő más irányban is tett már fontos szolgálatot. Ha fehér fényt festőanyagok híg oldatán bocsátunk át, s azt a spektroskóppal vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a színekép egyes részei elhomályosúlnak s fekete csíkok jelennek meg, az egyes festőanyagokra jellemző számmal és helyzettel, úgy, hogy számos ilyen anyag ez úton fölismerhető. A gyakorlatban főleg a vér fölismerésére nyer a spektroszkópia alkalmazást, mivel a vér még nyomokban is biztosan fölismerhető, a vér festőanyagának, az Oxyhämoglobinnak a fehér fény bizonyos sugaraira gyakorolt elnyelő képessége folytán, miáltal a színeképben két jellemző fekete csík támad. E reakció olyannyira érzékeny, hogy a vér festőanyagából még 0.00006 grammnyi mennyiség felismerhető.

\* \* \*

A napfény a spektroskóppal észlelve sajátos színeképet mutat. A szivárványszínek folytonosságában finom fekete hézagokat, fekete csíkokat veszünk észre, melyeknek száma rendkívül nagy. Helyenként oly sűrűn következnek egymásra, hogy egész finom rácsozat hatását teszik, míg másutt gyérebben állanak. Vastagságuk is igen különböző. Legelőbb Wollaston irt ezen különös tüneményről, melylyel utána Fraunhofer foglalkozott tüzetesen, pontosan meghatározván helyüket a színeképben és számukat. Ugyanő vette észre, hogy a hold és a bolygók színeképe teljesen megegyezik a napéval, ezen testek magát a napfényt tükrözik hozzánk, míg az álló csillagok színeképei lényeges eltérést mutatnak, ezekében is vannak fekete csíkok, de más helyzetben. Hogy e fekete csíkok mely ok által idéztetnek elő, az egyelőre homályban maradt; annyit azonban már

Frauenhofer megállapított volt, hogy ezen ok földünkön kívül eső és nem állhat abban sem, hogy a napfény bizonyos sugarai a világtéren áthaladtukban tartatnának valami által vissza.

De még egy fontos észlelést is tett Frauenhofer, hogy ugyanis a Natriumot jellemző, szorosan egymás mellett álló két finom csíknak, a nap színekében két fekete csík felel meg, mely a Natrium vonalaival a színeképnek tökéletesen ugyanazonos helyére esik.

Hogy ezen figyelemre méltó, különös tüneményt mi idézi elő, arra 1859-ben Kirchhof felelt meg; kísérletét, mely a kulcsot kezébe adá, következőleg írja le:

„Hogy a Natrium vonalainak már többször hangsúlyozott egybeesését a nap színeképének *D*-vonalaival a legközvetlenebb úton megvizsgálhassam, közepes fényerejű napszíneképet idéztem elő s aztán a készülék rése elé Natriumlángot helyeztem el. A sötét *D*-vonalakokat ekkor világossakká válni láttam. A Bunsen-lámpa a Natriumvonalakokat a napszíneképben nem várt világosságban mutatta. Hogy megtaláljam azt, hogy mennyire fokozható a napszínekép fényereje, a nélkül, hogy a Natrium vonalai a szem elől eltűnjenek, a Natriumlángon át a teljes napfényt bocsátám a részre, s ekkor, meglepetésemre, azt láttam, hogy a sötét *D*-vonalak rendkívül erősen lépnek föl. A napfényt Drummond-féle fénynyel helyettesítém, a melynek spectrumában, mint minden más izzó, szilárd, vagy cseppfolyó test spectrumában, fekete vonalak nincsenek; ha ezen fény vezetett át alkalmas konyhasó-lángon, a spectrumban fekete vonalak mutatkoztak, a Natriumvonalak helyén. Ugyanaz következék be, ha az izzó mészcylinder helyett platinadrót lett használva, mely láng által megizzítatott és elektromos áram segítségével közel olvadási pontjáig hevítettett.

Ezen tünemények könnyű magyarázatot nyernek azon föltevessel, hogy a Natrium lángja azon törékenységű sugarakat absorbeálja, a melyeket maga bocsát ki, ellenben minden egyéb sugár számára teljesen átlátszó.“

Miután Kirchhof más anyagoknál is minden általa megvizsgált esetben hasonló eredményre jutott, mathematicai úton is taglalta e kérdést és pedig oly fényes eredménnyel, hogy a fénytán egy fontos törvényt sikerült megállapítania, a mely törvény szerint:

Egyforma hőmérséknél a kibocsátó és elnyelő képesség viszonya minden sugárnemre és minden testre nézve ugyanaz. A miből következik, hogy egy izzó gáz ugyanazon sugarakat nyeli el, a melyeket maga kibocsát, hogy tehát bizonyos körülmények között, fényes vonalakot mutató színekép olyanba változtatható at, melyben fekete vonalak lépnek föl, az előbbi fényes vonalak helyén.

Váratlan és meglepő eredmények érettek el ezen törvény alkalmazásával az égi testek anyagi összetételére nézve. Először kitűnt a napról, hogy a földünkön található fémek legtöbbje előfordul a napban is. Hogy a nap

maga rendkívül magas hőmérsékű magot kell hogy tartalmazzon, mely izzó gázburokkal (Chromosphära) van mindenütt körülvéve, melynek hőmérséke alacsonyabb, mint a nap magjának hőmérséke, s a mely számos anyagnak izzó gőzét tartalmazza. A fénysugarak, melyeket a magas hőmérsékű mag kilövel, keresztül hatolván az izzó, de alacsonyabb hőfokú gázburokon, mintegy megszüretnek; a gázburok anyagai visszartartják, elnyelik azon sugaraknak egy részét, a milyeneket magok bocsátanak ki, a minek eredménye, a sötét vonalok föllépése a nap színképében. Mert a nap magjának egyéb, a gázburok által elnemnyelt, s intensív fényű sugarai mellett, a gázburok által legyengített sugaraknak homályosoknak kell látszaniok, annál sötétebbeknek, mennél nagyobb a különbség a változatlanul átment és a részleg visszatartott sugarak intenzitásában.

A Chromosphaera ugyan maga is bocsát ki hatalmas fénysugarakat, azonban a mag rendkívül magas hőmérsékéhez képest, e fénysugarak fényereje messze túlhaladtatik a mag fényereje által, úgy, hogy a mag egyes sugarainak elnyeletése folytán szükségképen jelentékeny intenzitásbeli különbségeknek kell beállaniok, a melyek a fekete vonalak föllépésében nyilvánulnak.

Tehát a fekete vonalak a nap színképében azon anyagoknak felelnek meg, melyek a nap chromosphärájában izzó állapotban léteznek, s a mely vonalak helyén fényes vonalak jelennek meg, ha az izzó gáz fényét közvetlenül észleljük, a nélkül, hogy sugarai előbb hasonló anyagú izzó gázon mentek volna át.

A vas rendkívül számos fényes vonalának, melyet mutat, midőn elektromos szikrák csapnak át csúcsai között, ugyanannyi fekete vonal felel meg a nap színképében, a színképnek ugyanazon helyén és ugyanazon jelleggel, azaz mentől fényesebb a vas illető vonala, annál sötétebb csík felel meg neki a nap spectrumában; élesen határolt vonalnak éles, elmosódott szegélyűnek elmosódott határu fekete vonal. A nap chromosphaerájában izzó vasgőzöknek kell jelen lenni.

„Kell oknak léteznie, — mondja Kirchhof — mely ezen egybevágást előidézi. Meg lehet nevezni az okot, mely ennek magyarázására tökéletesen alkalmas; az észlelt tény abban leli magyarázatát, hogy azon fénysugarak, melyek a nap színképét adják, vasgőzökön haladtak át és itt szenvedték amaz elnyeletést, a melyet vasgőzök föltétlenül okoznak. Az egybevágásra (Coïncidenzia) nézve ezen ok az egyedül megnevezhető; föltételezése azért szükségszerűnek tűnik föl. Már most vagy az gondolható hogy a vasgőzök a nap vagy az, hogy a föld légkörében tartalmaztatnak. De a mi légkörünkben lehetetlen oly nagy mennyiségű vasgőz lételét föltételezni, mely elegendő legyen arra, hogy oly kiváló elnyeletési vonalakat a nap színképében előidézzon, a milyenek a vasvonalaknak megfelelők; annál kevésbé, a mennyiben ezen vonalak észrevehető-

leg nem változnak, mikor a nap a horizonhoz közeledik. Ilyen gőzök föltételezésével azonban a nap légkörében, azon magas hőmérsék mellett melyet neki tulajdonítanunk kell, semmi sem ellenkezik. Ennél fogva azt tartom, hogy a nap színképeének észlelése a vasgőzök jelenvoltát a naplégkörében oly nagy fokú biztossággal bizonyítja, a milyen a természettudományokban egyáltalán elérhető.“

Az ő, valamint Angström, Thalén és Lockyer vizsgálatai szerint, a nap a következő egyszerű testeket tartalmazza:

Hydrogén,	Calcium,	Zink,	Vas,	Uran,	Réz,
Kalium,	Strontium,	Cadmium,	Cobalt,	Titan,	Ólom,
Natrium,	Baryum,	Aluminium	Nickel,	Vanadin,	Palladium.
Rubidium,	Magnesium,	Mangan,	Chrom,	Cer,	

Az álló csillagok színképeiben is különböző földi elemek vonalai lépnek föl. Így p. az Aldebaran spectrumában láthatók a Hydrogén, Natrium, Calcium, Magnesium, Vas, Bismuth, Tellur, Antimon és Higanym vonalai.

A saját fényvel világító égi testek chemiai összetételére nézve a spectralanalysis az egyedüli eszköz, mely felvilágosítást képes nyújtani. Megszabadított az üstökösök rémétől, kiderítvén, hogy az üstökös nem szilárd test, hanem légnemű, szénhydrogén vegyekből áll, a milyen a mocsárlég. Aligha vennők észre, ha földünk valamely üstökös farkán haladna át. Nem egy másnemű feltűnő égi tűnemény mibenlétéről nyertünk már legalább egy bizonyos fokig felvilágosítást a színképelemzés által. A legelsőket egyike az azon nevezetes észlelés, melyet Huggins és Miller tett 1866-ban, midőn május havában a Corona borealis csillagképében egy különben csak távcsővel látható kis csillag egyszerre elsőrangú csillagnál erősebb fényben kezdett tündökölni. Reáirányozván a spectrokopot, az álló csillagok sötét vonalás színképében fényes vonalakat, és pedig a Hydrogén vonalait látták meg. Nagy eruptiónak kellett végbemennie azon az égi testen, roppant tömegű izzó Hydrogén gáznak kitörnie, melynek a csillag szokatlan fényét köszöné. A tűnemény erőssége lassanként apadt s ugyanazon év augustus havában a csillag eredeti fényére tért vissza.

A nap gőzkörében legelőször teljes napfogyatkozások alkalmával láttak sajátos, lángalakú képződményeket, melyek rendkívüli gyorsasággal változtatják meg külsejüket és helyzetüket. Megnőnek néha egy óra lefolyása alatt 6—10,000 kilometer magasságra s ép oly rövid idő alatt vissza is hanyatlanak, elsimulnak a nap fölszínén. Ezek a protuberanciák. Az észlelő távcsövek sajátos berendezése folytán, ma már bármikor vizsgálhatók. Kitűnt, hogy izzó Hydrogégázból állanak, melyhez még néhány egyéb elemnek, főleg Magnesium és Calciumnak gőzei járúlnak. Oly iszonyú viharoknak színhelye a nap gőzköre, a mikhez képest a földünk légkörében végbemenő áramlások leghevesbire legfőlebb egy gyermek leheté-

nek mondható. Volt eset rá, hogy 90 másodperc kilométernyi gyorsasággal röpült az izzó Hydrogén orkán a magasba, ijesztő piros lángcsóvát nyújtva az ürbe.

De nem akarom még továbbra is fárasztani a m. t. közönséget. Csak még egy érdekes tényt említek meg röviden, mely a színeképelemzés legbámulatosabb vívmányainak egyikét képezi. E módszer tette lehetővé azt, hogy a csillagok azon mozgásáról szerezhetünk tudomást, mely mozgás a gömbnek képzelt égbolt felületére merőleges. A csillagok azon mozgását, mely tőlünk elirányúl s a melyik felénk tart, a világtér óriási távolságai miatt közvetlenül nem lehet észrevenni. A távolságok oly nagyok, hogy a távozás és közeledés véges idő alatt, a csillag fényében látható változást nem okoz. De e csodás módszer, a spectralanalysis, kitágította látásunk határát elképzelhetetlen távolságokig is.

Nem tudom valjon észrevette-e már valaki a t. közönség közül, a midőn gyorsvonaton utazva egy vasúti állomás felé közeledék, s az állomásról egy gőzsíp vagy csengettyű hangja hallszott, hogy a hang nemcsak erősségében változott az állomás felé közeledtében, hanem magasságában is. Magasabbnak hallszott a közeledés alkalmával, mint a milyen magassággal az állomáson tényleg bírt. Ugyancsak fordítva, ha az állomásról a gyorsvonattal elrobogunk, mélyebbnek halljuk az állomáson megszólaló hangot. Minden magasságu vagy mélységü hangnak egy másodperc alatt bizonyos számú hullámrezgés felel meg, melyre a hangzó test a levegő részecskéit bírja; halló szervünk a rezgési számoknak megfelelő hangról ad nekünk tudomást. Midőn a gyorsvonat nagy sebességével közeledünk a hangzó test felé, elébe megyünk a felénk tartó hanghullámoknak s többet fogunk el belőlük egy másodperc idejében, mintha egyhelyt állnánk, minnek folytán magasabb hangot hallunk, mivel több rezgésnek egy másodperc alatt magasabb hang felel meg. Ha pedig gyorsan távolodunk a hangzó testtől, kevesebb hanghullám éri fülünket s a hang a mit hallunk, mélyebb.

Ugyanezen vonatkozás áll a fényt illetőleg is. Csakhogy ez esetben a gyorsvonat sebessége mellett mitsem vehetnénk észre, mivel ezen sebesség a fény terjedésének sebességével szemben eltűnő csekély. Csakis világtérbeli gyorsaságok mellett fog ez érvényesülhetni. S közvetlenül szemmel, vagy pedig távcsővel észrevehetőleg csakis akkor, ha a fényforrás, mely felé planetarius sebességgel közeledünk, vagy a mely felénk közeledik, egyszínű, monochromos sugarakat lövel ki. Fehér fény, vagy általában több fajta sugarak kibocsátása mellett, a tünemény közvetlenül nem lenne észrevehető. A spektroskop megmutatja ilyenkor is. Az égi test színeképeinek egyes sötét vonalai eltolódást mutatnak a színekép bal — vörös — vége felé, ha az égi test felénk közeledik, a jobb — viola — oldal felé, ha távolodik. Az eltolódás nagyságából, ismerve a fény terjedési sebességét



(296000 kilométer 1 másodpercre), ki lehet számítani a haladás másodpercenkénti gyorsaságát.

Igy számította ki egy alkalommal Huggins, a Sirius F. vonalának a milliméter 1.09 tizmilliomodrészével való eltolódásából a színekép vörös része felé, hogy a Sirius azon időtájt földünk felé rohant, másodpercenként 66.6 kilométernyi gyorsasággal.

### III. \*)

*Az összetett testek alkatrészeinek mennyiségi meghatározása. Súly szerinti és térfogat szerinti analysis. Szénvegyületek quantitativ analysise. A vegyület képletének kiszámítása. Vegyiértékek. A molecula szerkezetének analysise. A molecula synthesise.*

*Vegyí erélytan. Az energia átalakulásai és az energia megmaradásának törvénye. A vegyi erő és a hő közötti viszony. Vegyrokonság. A meleg mérése. Thermochemiai törvények és viszonyok. Befejezés.*

Mérleggel és karddal a kezében, bekötött szemmel, ábrázolták a rómaiak a jog és igazság istenasszonyát. Személyválogatás nélkül oszszon mindenkinek egyforma mértékkel, s ítéletének, ha szükség, karddal szerezzen érvényt.

Mérlegre támasztva kezét, előrehajoltan áll a természetbúvárlat istennője, lelkes arcának átszellemült tekintete a végtelenségbe mélyed, hájában az ég legtündöklőbb csillaga ragyog.

Mérleggel tárja fel a bűvár a természet igazságait, s szellemének éle a kard, melylyel kivívja törvényeinek megnyilatkozását és biztosítja áldásos ismeretüket.

A mérleg ítéletének hódol föltétlenül minden a mi e világon súlylyal bír. Bírónak ismeri el az élet primitiv szükségleteiben a földhi szigetek vad lakója s döntése alá terjeszti a tudós a tudomány mélységes kérdéseit.

Hogy megsemmisíthetlennök vagyunk, a mérleg mondta meg nekünk, hogy az anyag, mely testünket alkotja, örökké megmarad. Változzék bár alakja, elemei változhatlanok, enyészet számukra nem létezik. Övék az élet, ma egyszerű —, földünk legtökéletesebb formájában holnap. Ideális felfogásban ő intézi erkölcsi világunkat s létünk legmagasabb kérdéseiben hozzá folyamodunk. Együvé gyűjtve a természet és élet megfigyeléseit, az öntudat, a sejtelem és a hit érveit, szemben a positiv tudás elégtelenségével, a bizonytalansággal — serpenyőjébe teszszük és örömmel látjuk a serpenyő mély lebillenését, mely a lelkünkben gyökerező sejtelmes reménynek ád igazat.

\*) 1889. márczius 16-án tartott népszerű előadás.

Elsőrangú szerepet visz a mérleg, az anyagi világ tüneményeinek és törvényeinek megismerése körül. Alig lehetne megnevezni egyet is, melynek genesisé alkalmával vagy fejlődése korszakán a mérleg közreműködésére nem találunk. Szükség volt és van reá minden természettudományban. A chemiának jelen korszakát épenséggel a mérleg korának nevezték el, alapvető törvényeinek megállapítása közvetlenül a mérleg és következtetés fölhasználásának eredménye. Midőn az anyag mennyiségi viszonyainak pontos meghatározásáról van szó, ítéletünk meghozásában a mérleg jelzéseire vagyunk útalva. Egyaránt az egyszerű, mint a legbonyodalmasabb kérdésekben.

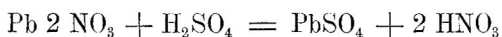
Ha ismerjük valamely összetett test elemi alkatrészeinek minőségét, mennyiségök megtudása végett, le kell hogy mérjük őket. A mennyiségi elemzés — *quantitativ analysis* — tanít ilyen mérések eszközlésére.

Hogy valamely összetett test egyes alkatrészeinek mennyiségét meghatározhassuk, szükséges, hogy ezen alkatrészeket egymástól elkülönítsük, s vagy közvetlenül — ha lehet — lemérjük, vagy ha ez az illető alkatrész természeténél fogva nehézségekbe ütköznék, hogy oly alakba hozzuk, mely lemérését lehetővé teszi. Az alkatrészek egymástól való elválasztására a legtöbb esetben a *qualitativ analysis*ben követett eljárást kell alkalmaznunk, osztályokba egyesíteni a rokon tulajdonságú alkatrészeket, azután az egyes osztályokat csoportokra és alcsoportokra bontani, a míg eljutunk az egyes alkatrészekhez, a melyeket összegyűjtve és a kellő alakba hozva, végül lemérünk. A kellő alak alatt, az egyes elemi alkatrésznek oly természetű vegyületeit értjük, a melyek a leválasztásuknál jelenlevő folyadékokban teljesen oldhatlanok, továbbá oly szilárd halmazállapotú testet — csapadékot — képeznek, mely veszteség nélkül tökéletesen kimosható, tehát azon idegen anyagoktól, melyek mellette azon oldatban tartalmaztattak, melyből csapadék alakjában leválasztottuk, tökéletesen megszabadítható; a csapadéknak végül oly természetűnek kell lennie, hogy összetételét a levegőn való szárításnál se hidegben, se melegben ne változtassa.

A megfelelő vegyülete alakjában leválasztott elemi alkatrész mennyiségét, a nyert vegyület mennyiségéből, súlyából számítjuk ki, támaszkodva a vegyszültani törvények egyikére, az *állandó súlyviszonyok* törvényére, mely miként az első előadásból tudjuk, azt mondja, hogy ugyanazon vegyületben az alkatrészek viszonyos mennyisége mindenkor változatlanul ugyanaz.

A tárgyat könnyebb megértése végett czélirányos lesz, egy példával megvilágosítanom. Fémötvözetet vizsgálunk, melynek alkatrészeiül minőleges vegyelemzés fonalán ólmot, rezet és ónt ismertünk föl. Az egyes fémek viszonyos mennyiségének meghatározása végett, Salétromsavban feloldjuk. Az ólom és a réz Salétromsavas sóik alakjában feloldódnak, míg

az ón a fennforgó körülmények között oldhatlan dioxyd vegyületévé alakul. Főzés által elhajtván a fölösen alkalmazott Salétromsavat, destilált vízzel fölhígítjuk a sűrű maradékot s papir tölcseren megsűrjük. A szűrőn összegyűjtjük a fehér por alakú Óndioxydot s forró vízzel több ízben megmossuk, hogy az ólom és réz-sótól teljesen megszabadítsuk. Ez utóbbiakat a szűrőről lecsepegő oldatban gyűjtjük össze. Ha ez oldatba híg Kénsavat töltünk a Salétromsavas ólomból Kénsavas ólom lesz:



mely a jelenlevő folyadékban teljesen oldhatlan lévén, fehér finom por alakjában leülepedik, míg a Réz, melynek Kénsavas sója is vízben oldható, a folyadékban oldott állapotban megmarad. Most leszűrjük a Kénsavas ólmot, kimossuk s a lecsepegő folyadékot összegyűjtjük, hogy belőle majdan a rezet kicsaphassuk. Elegendő azonban a mi céljainkra, hogy csak egyikével ezen anyagoknak foglalkozunk tüzetesebben. Kövessük azért az ólom mennyiségének megtudására vezető eljárás menetét.

A szűrőn összegyűjtött Kénsavas ólmot megszáritjuk s aztán porát óvatosan betöltjük egy előzetesen megmért porcellán tégelykébe. A papir szűrőt, a melyen összegyűjtöttük volt, kemény kis hengerré csavargatjuk össze, s körül fogjuk egy platina dróttal, hogy a lángba tartva elégethessük s a hamut, mely között még kevés, a papírról el nem távolítható ólomso maradt volt, szintén lemérhessük. A kiegészített hamut a tégely fedelére teszszük. Miután ez is megtörtént, melegítjük a tégelyt, hogy a Kénsavas ólomból a víz utolsó nyomait is elhajtsuk, s hogy ne szívhasson a levegőből újra vízgőzt magába mialatt kihűl, beteszszük még melegen egy födeles üveg edénybe, melynek fenekén Chlorcalciumsó van, a melynek az a tulajdonsága, hogy az őt környező levegőből a vízgőzt mind magába vonja, tehát az üvegedénynek levegőjét vízgőzmentessé teszi. Miután tégelyünk kihűlt, reá teszszük a mérlegre és pontosan meghatározzuk az összes súlyát. Analytikai mérlegünkön a gramm tizezeredrészzeig menő pontossággal mérhetünk. A talált összes súlyból levonjuk az előzetesen lemért tégely-súlyt, a különbség a Kénsavasólom súlya, meg a szűrőpapir hamujának csekélyke súlya. Hogy magának a tiszta Kénsavas ólomnak súlyát megtudjuk, le kell tehát még vonnunk a nyert különbozeti súlyból a papirhamú súlyát. Hogy ez mennyit nyom, azt rendszeren szintén előzetesen szoktuk meghatározni, oly módon, hogy ugyanazon fajta papirból vagy öt—hat ugyanakkora nagyságú szűrőt elégetünk, megmérjük hamujok súlyát s e súlyt az elégetett szűrők számával elosztjuk, hogy az egy szűrőre eső súlyt megtudjuk.

Tegyük föl, hogy a tiszta Kénsavas ólom 0.3659 grammnyit nyomott.

Hogy ezen mennyiségnek hányadrészét képezi az ólom, azt kiszámíthatjuk a Kénsavas ólom ismert összetételéből. A Kénsavasólom képlete:



az az 1 moleculájában 1 atom Ólom, 1 atom Kén és 4 atom Oxygén foglaltatik. Molecula súlya ennek folytán:

1 atom Ólom	súlya . . . . .	207
1 „ Kén	„ . . . . .	32
4 „ Oxygén	„ 4 × 16 =	64
PbSO <sub>4</sub> . . . , . . . . .		303.

Tehát a következő arányt kell fölállítanunk:

$$\text{gr. Kéns. ólomban van : gr. ólom} \text{ — tehát — gr. Kéns. ólomban : gr. ólom}$$

$$303 \quad : \quad 207 \quad = \quad 0.3659 \quad : \quad x ;$$

az x ismeretlent e szerint megkapjuk, ha az arány belytagjait egymással megszorozzuk és a szorzatot az ismert kültaggal elosztjuk:

$$x = \frac{207 \times 0.3659}{303} = 0.24997 \text{ gr. ;}$$

0.24997 gr. Ólom volt tehát az általunk feloldott 1 gr. fémötvözetben, ez utóbbinak 100 részében tehát:

$$1 : 0.24997 = 100 : y ;$$

$$\text{e szerint } y = \frac{100 \times 0.24997}{1} = 24.997$$

vagyis, csaknem egész pontosan 25%.

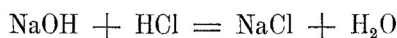
Vannak esetek, a mikor az elektromosságnak vesszük nagyon jó hasznát mennyileges elemzéseknél. Számos fémsónak az óldatából az elektromos áram a fémot elemi állapotban tökéletesen kiválasztja, összegyűjthetjük s közetlenül lemérhetjük. Az óldaton átbocsátott elektromos áramnak gyengének kell lennie, ilyenkor a fém, a rendesen platinából készített elektródán erősen megtapadó rétegben válik ki. Elektródáknak az áramot vezető drót végeire kapcsolt lemez, csésze vagy egyéb alakú fémrészeket nevezünk, a melyek egyikéről az áram az óldatba lép, a másikon pedig az óldatot elhagyja. Az az elektróda, a melyikről az áram az óldatba jut a positiv, a másik a negativ. A fémek sóiknak óldatából mindig a negativ elektródán válnak le. Elektromos telepem negativ sarkát összekapcsolom egy platina csészével, melybe rézgáliczóldatot töltök, a prositiv elektródát kóralaku lapos platinalemez képezi, ezt bemártom az óldatba úgy, hogy lehetőleg egyforma távolságra álljon mindenütt a csésze fenekétől. A rézgálicz óldata lassanként vesz kék színének erősségéből, végre víztiszta lesz: az összes réz kicsapódott belőle a platina csészére; vörös színű réteg borítja azt be egyenletesen. Ha előzetesen megmértük a csészébe öntött rézgálicz

mennyiségét, s magát a platina csészét is, a művelet végével csak ki kell azt öblögetni, megszáritani s újra lemérni, hogy megtudjuk a reá tapadt, tehát a rézgáliczból kiválasztott vörös réz mennyiségét.

Bármilyen alakot adjunk is a negatív elektródának, alkalmas árammal leválaszthatjuk a fémeket oly módon, hogy szívós, összefüggő réteget képezzenek, mely tökéletesen hozzáidomúl az elektróda alakjához, annak tehát hű negatív másolatát képezi, mely, ha elegendő vastag lett, az elektródáról tökéletesen le is fejthető. Fémmásolatok ilyen módon való készítése a galvanoplastika feladata, mely ma már közkinccset képez s a műipar egyes ágait nagy virágzásra juttatta.

Quantitativ meghatározásokat még egyéb, az eddigiektől eltérő módon is hajthatunk végre. Egy bizonyos vegyület, vagy ezen vegyületben levő egy alkatrész mennyiségének kitudására számos esetben akként is járhatunk el, hogy a kérdéses vegyületet vagy alkatrészét arra alkalmas anyag és eljárás segítségével egy más vegyületté, vagy egy más vegyület alkatrészévé alakítjuk át. A végül eredményezett testet ilyenkor nem szükséges lemérni, hanem a helyett azon anyagot, mely az átalakításra szolgált, mivel ennek a mennyiségéből következtetést vonhatunk az átalakított anyag mennyiségére. Az analysis ezenmódjának definitiója talán nehezebben érthető, remélem azonban, hogy egy példa meghányása azt azonnal kellő világosságba helyezi.

Meg akarnók például tudni, hogy egy Natronlúg oldatban mekkora a Natronhydrát — NaOH — mennyisége? E végből alakítsuk át a Natronhydratot Chlornatriummá, Sósav segítségével. Az átalakításra felhasznált Sósav mennyiségéből ki fogjuk számíthatni a Natronhydrat mennyiségét is, támaszkodva azon, általunk már a második előadásból ismert egyenletre:



melyből tudjuk, hogy:

1 molecula, azaz 40 gramm NaOH és  
1 " " 36.4 " HCl

között cserebomlás jön létre, melynek eredménye:

1 molecula, azaz 58.4 gramm NaCl és  
1 " " 18 " H<sub>2</sub>O

Tehát 40 gr. NaOH átalakítására 36.4 gr. HCl szükséges, s így az esetenként ismeretlen mennyiségű NaOH-ot, a Chlornatriummá való átalakítására szükséges Sósav mennyiségéből egy arány megoldásával ki tudjuk számítani:

36.4 : 40 = x : y  
gr. HCl szükséges gr. NaOH átalakítására gr. fölhasznált HCl megfelel y gr. NaOH-nak

a honnan:

$$y = \frac{40 x}{36.4}$$

A következő első kérdésül ezen művelet végrehajtásánál természetesen az merül föl, honnan, vagy miből tudjuk azt megítélni, mikor van az óldatban levő Natronhydrat Chlórnatrimummá teljesen átalakítva? hogy se többet, se kevesebbet, hanem csak éppen annyit használjunk föl a Sósavból, a mennyi a jelenlevő Natronhydrat telítésére, azaz Chlornatrimummá átváltoztatására föltétlenül szükséges. Mert csakis ez utóbbi esetben bír következtetésünk jogosultsággal.

A válasz itten nagyon könnyü s tudom, hogy a m. t. társaság közül legtöbbben azonnal is megtudnák adni. Ismerünk nem egy olyan anyagot, mely a Natronhydrat és Sósav közt végbemenő folyamatot legkevésbé sem alterálja, de igenis maga szemelláthatólag alteráltatik, vagy a Sósav, vagy a Natronhydrat, vagy mindkettő által, de ellentett értelemben, a míg a Chlornatrium reá nézve teljesen indifferens. Ilyen anyag például a *l a c k m u s z* kékszinű festőanyaga, melyet a Sósav legkisebb mennyisége is pirosra változtat, s mely újra viszszanyeri kék színét, mihelyt a Sósavat Natronhydrattal telítjük. Ilyen anyag a *Phenolphtaleïn*, melynek borszeszes óldatából töltök pár cseppet vízbe; Sósav hozzáadásával nem változik meg, az óldat víztiszta marad, de most telítem a Sósavat Natronhydrattal s abban a pillanatban, midőn a Sósav utolsó nyoma is Chlornatrimummá alakult, szép ibolyapiros színt nyer az egész óldat. Egy csepp Sósav újra elszínteleníti, egy csepp Natronhydrat megint megfesti. Ilyen tulajdonságú anyagokban tehát érzékeny kémilőszerekkel bírnak a fölvetett kérdésben annak eldöntésére, hogy mikor van az óldatban foglalt Natronhydrat teljesen Chlornatrimummá átalakítva.

Az analysis ezen nemében az átalakításra szolgáló anyagot mindig óldott állapotban alkalmazzuk; a Natronhydrat mennyileges meghatározására tehát a Sósavgáznak vízbeli óldatát. Kőbcentiméterekbe osztott, alsóvégükön csappal ellátott mérő csövekbe — bürettákba — töltjük, s ezen csövekből csepegtetjük a megméréndő anyag óldatába. Fölhasznált mennyiségüket, a bürettából kifolyt, kőbcentiméterekben adott térfogatokban fejezzük ki és vesszük számításba; az analysis ezen módját tehát térfogatszerintinek nevezhetjük, szemben az előbb ismertetett, súlyelemzéssel, a melynek révén a nyert végeredmény súlyát határozzuk meg.

A térfogatszerinti analysisben az átalakításra szolgáló anyagokból a czélirányos mennyiséget előzetesen lemérjük, vagy egyéb módon meghatározzuk s azt 1 liter = 1000 kőbcentiméter destillált vízben feloldjuk. Megállapítjuk tehát előzetesen óldataink hatásképességét; ismerjük,

hogy hatásos óldataink 1 köbcéntiméterre, a meghatározandó anyagnak mekkora mennyiségét képes átalakítani, s ekként a fölhasznált óldat köbcéntimétereinek számából rögtön megtudjuk a vizsgált anyag mennyiségét.

\* \* \*

Az előbbeniektől lényegesen eltérő eljárás szolgál a szénvegyületek alkatrészeinek mennyiségi meghatározására. Ezen vegyületek túlnyomó sokaságában aránylag csak igen kevés különböző nemű elemi alkatrésszel találkozunk. A szén után leggyakrabban előforduló alkatrész a Hydrogén, az Oxygén s úgy a Nitrogén, a Kén és a Phosphor. A többi elemek közül csupán a fémek egynémelyike fordul elő a természetben képződő szervessókban. Mesterséges úton azonban a többi elemek is tehetők szénvegyületek alkatrészeivé, így kiváltképen a Chlor, Brom és a Jód rendkívül számos, ezen uton nyert szénvegyületben szerepel.

A szerves vegyületekben foglalt szén és Hydrogén, a szerves vegyület tökéletes elégetése által Szénsavvá és vízzé oxydálható. Ezen alkatrészek mennyiségi meghatározása céljából lemérünk a vizsgálat alá vett anyagból 0.2—0.5 grammnyit s azt oly körülmények között égetjük el, hogy az égésnél keletkező Szénsav és víz összes mennyiségét alkalmas módon összegyűjthessük és súlyát meghatározhassuk. A nyert Szénsav és víz súlyából, ismerve ezen vegyületek összetételét, kiszámíthatjuk a bennük foglalt — s a lemért szerves vegyből eredő — szén és Hydrogén mennyiségét, és súlyszázalékokban fejezhetjük ki.

Az elégetésre szolgáló készülék egyik főalkatrésze mintegy 1 meter hosszú s 15—20 m/m átméretű üvegcső, tűzálló, nehezen olvadó káli üvegből. E cső  $\frac{2}{3}$ -ában mintegy kölesszemnyi nagyságú tiszta Rézoxydal töltetik meg, melynek az a tulajdonsága van, hogy sötét vörös ízzó hőben a vele érintkezésbe jövő szerves anyag gőzét oxydálja, átadván neki Oxygénjét. A szerves vegyület, kis csónak forma edénykében, mely platinából vagy porcellánból készült, betolatik a cső üres részébe. Az égető csőnek mindkét végébe jól záró dugókat illesztünk, melyekbe előzetesen vékony, rövid üvegcsövecskéket erősítettünk. Gázkemencze csatornájába helyezük el az égető csövet, alatta 12—20 Bunsen-lámpa áll sorjában, melyeknek lángja tetszőleg szabályozható s a kellő hőmérsék előidézhető. Az égetőcső mindkét vége egy sor készülékkel áll kapcsolatban. A Rézoxyd felőli végén, ott, hol a szerves vegy oxydációjánál képződő Szénsavat és vízgőzt ki fogjuk bocsátani, az égető csővel összekapcsolatnak azon készülékek, a melyek a vízgőz és Szénsav összegyűjtésére szolgálnak. A vízgőz összegyűjtésére U alakú csövet használhatunk, melynek szárait darabos Chlorcalciummal töltjük meg. E só erősen nedvesség szívó tulajdonsággal bír s a vele érintkező légneemből a vízgőzt teljesen fölveszi, a Szénsavra ellenben nincs hatással. Tehát az égetőcsőből kilépő légneemből

a vízgőz a Chlorcalciumos csőben vissza fog tartatni. Ezután következik egy több golyóval ellátott sajátzerű üvegekészülék, a melyet először Liebig használt erre a célra, s Liebig golyós-kálikészülékének is nevezik, mely tömör Kálihydrátot tartalmaz. Arra való, hogy a rajta búborekcolva keresztül haladó légnemekből a Szénsavat visszatartsa, mely a Kálihydráttal Szénsavas kálivá vegyül. Végül a Káliapparatusra még egy rövid Chlorcalciumos csővecske következik, hogy a Kálihydrátból elpárolgó kevéske vízgőzt elnyelje. Lemérjük a kísérlet előtt külön e készülékeket. Súlynövekedésük a kísérlet végeztével, adja az égetésnél képződött víz és Szénsav mennyiségét.

Czélirányos az előbb említett utolsó csővecskét még egy jól szabályozható szívó készülékkel összekapcsolni, a végből, hogy a légnemeknek az elnyelő apparatusokon való áthaladását megkönnyítsük.

A másik végére az égetőcsőnek Chlorcalciummal, tömör Kénsavval és Kálihydrattal töltött csövek és készülékek kapcsoltatnak, a melyek két gáztartóhoz vezetnek. Ezeknek egyike levegővel, a másika Oxygénnel töltetik meg. Czéljok az, hogy tiszta száraz és Szénsavtól ment levegőt, majd Oxygént lehessen az égető csőbe — lassú áramlással — behajtani, mely a szerves test elgőzölgésénél keletkező gázokat az izzó rézoxyd felé vigye és aztán az elnyelő készülékekbe. Az Oxygén még arra is szolgál, hogy a csőnakban esetleg visszamaradó elszenesült anyagot teljesen elégesse, valamint a reducált Rezet is újból oxydálja. E szerencsés körülménynél fogva az égető cső a kísérlet végeztével, minden további előkészítés nélkül azonnal egy új elemzésre alkalmas, csak a cső csőnakos részét kell kissé hűlni hagynunk, a csőnakot új anyaggal kicserélnünk, s új, lemért absorbeáló apparatusokat kötnünk össze a cső elejével.

Szükséges, hogy az elemzések megkezdése előtt, teljesen kiszárítsuk a csövet és a rézoxdydot, a mi végből azt melegítvén száraz, tiszta légáramot hajtunk rajta keresztül. Csak azután tesszük be, a hátsó dugó pillanatnyi eltávolításával, az elégetendő anyaggal megterhelt csőnakot.

Ha a szerves anyag Szén és Hydrogénen kívül még csak Oxygént tartalmaz, ennek közvetlen kísérleti meghatározását el lehet kerülni, a meny nyiben az Oxygén mennyiségét megtudjuk a differentiából: 100, és a szén és Hydrogén százalékainak összege között.

A Nitrogén s egyéb alkatrészek mennyiségi meghatározásának ismeretetésébe, mely részben a leírthoz hasonló módon történik, ezúttal az idő rövidsége miatt nem bocsátkozhatom. Czéljainkra elegendő is lesz, ha egy oly konkrét esettel foglalkozunk tüzetesebben, a melyben az elemzett szerves vegyület a fönnebb említett három alkatrészt tartalmazza: Szént, Hydrogént és Oxygént.

Ezen követelménynek megfelel például az Eczetsav. Határozzuk meg ennek az összetételét.



Lemértünk 0.5000 gr.-ot ezen vegyületből; az elégetés után a Chlorcalciumos, Kalihydratos készülékek megmérésekor az elsőnél 0.3038 gr., a másodiknál 0.7300 gr. súlynövekvést találtunk; tehát a keletkezett:

Víz mennyisége . . . . . 0.3038 gr.  
 a Szénsav mennyisége . . . . . 0.7300 gr.

A nyert víz mennyiségéből következőleg számítjuk ki a benne foglalt Hydrogén mennyiségét.

A víz molekulatömege 18, mivel molekuláját 2 Hydrogén és 1 Oxygen atom képezi

$$\begin{array}{r} 1 \text{ atom H súly} \quad 1, \text{ tehát } 2 \times 1 = 2 \\ 1 \quad \text{ " } \quad \text{O " } \quad 16, \quad \text{ " } \quad 1 \times 16 = 16 \\ \hline \text{H}_2\text{O} = 18 \\ \text{H.} \end{array}$$

18 gramm vízben van 2 gr. H. tehát 0.3038 grban: x;  
 H.

$$x. = \frac{2 \times 0.3038}{18} = 0.03375 \text{ gr.}$$

A Szénsav mennyiségéből pedig a benne foglalt Szén mennyiségét hasonló módon:

A Szénsav molekulatömege 44, mivel molekuláját 1 Szén atom és 2 Oxygen atom képezi:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ C. atom súly} \quad 12, \text{ tehát } 1 \times 12 = 12 \\ 1 \text{ O. " " } \quad 16, \quad \text{ " } \quad 2 \times 16 = 32 \\ \hline \text{CO}_2 = 44 \end{array}$$

44 gr. CO<sub>2</sub>-ban van 12 gr. C, tehát 0.7300 gr. CO<sub>2</sub>-ban van: x;  
 C.

$$x. = \frac{12 \times 0.7300}{44} = 0.19910 \text{ gr.}$$

Az elemzés alá vett Ecetsav lemerő 0.5000 grammjában tartalmazott tehát

0.03375 gr. H. és  
 0.19910 " C.

Számítsuk ki most ezen vegyület százalékos összetételét. E végből a következő arányokat kell megoldanunk:

$$\begin{array}{l} \text{vett anyag} \quad \text{H.} \quad \text{anyagban} \quad \text{H.} \\ 0.5 : 0.03375 = 100 : x; \quad x = 6.75 \\ \quad \quad \quad \text{C.} \quad \quad \quad \text{C.} \\ 0.5 : 0.19910 = 100 : y; \quad y = 39.82 \end{array}$$

A Hydrogén és Szén százalékait összeadva és kivonva az összeget 100-ból, kapjuk az Oxygén százalékos mennyiségét.

$$100 - 46.57 = 53.43$$

Az Eczetsav százalékos összetétele tehát:

	%
C. . . . .	39.82
H. . . . .	6.75
O. . . . .	53.43
	100.00

Az Eczetsav százalékos összetételének ismeretéhez eljutván, egy lépéssel előbbre is haladhatunk; módunkban van ugyanis levezetni az Eczetsav moleculáját alkotó atomok számának legegyszerűbb viszonyát. Hogy e viszonyos értékeket megkapjuk, azt kell megkeresnünk, hogy az egyes alkatrészek százalékában hányszor foglaltatik az illető alkatrészek atomsúlya, azaz az egyes alkatrészek százalékait osztanunk kell ezen alkatrészek atomsúlyával. Gyorsabb haladhatás végett e számítást már előzetesen megtettük, s transparenens üvegtáblánkon látjuk az eredményt:

C.	$\frac{39.82}{12}$	= 3.318
H.	$\frac{6.75}{1}$	= 6.750
O.	$\frac{53.43}{16}$	= 3.339

E viszony számokat egyszerűbb alakba hozandók, osszszuk el valamennyit, a köztük előforduló legkisebb értékkel. E művelet eredménye is megjelenik transparenens táblánkon:

C.	$\frac{3.318}{3.318}$	= 1.000
H.	$\frac{6.750}{3.318}$	= 2.034
O.	$\frac{3.339}{3.318}$	= 1.006

Az ekként nyert értékek, az Eczetsav moleculáját alkotó Szén, Hydrogén és Oxygén atomok legegyszerűbb számbeli viszonyát fejezik ki. Az egész számoktól való eltérések nagyon kicsinyek és kétségen kívül az elemzésnél ki nem kerülhető, csekély kísérleti hibákból erednek. Joggal állíthatjuk ennél fogva, hogy az Eczetsav molekulájában 1 atom Szénre, 2 atom Hydrogén és 1 atom Oxygén esik, hogy tehát az Eczetsav legegyszerűbb képlete:



Legegyszerűbb azért, mert egyszerűbb alakban nem fejezhetjük ki, a nélkül, hogy az atomtheoria alapelvét, az atomok oszthatlanságát, halomra ne döntsük; 1 atomnál kevesebb valamely elemből egy moleculában sem fordulhat elő. Ezen legegyszerűbb formula alapján az Eczetsav moleculasúlyaú 30-at nyerünk, mivel

C . . . .	12
H <sub>2</sub> . . . .	2
O . . . .	16
CH <sub>2</sub> O =	30

Hogy azonban az Eczetsav moleculája a valóságban ekkora nagyságú, hogy 30-e a moleculasúlya, az az eddigi vizsgálatainkból még egyáltalán bebizonyítva nincsen.

- 1 : 2 : 1 hez, ugyanazon viszonyban van, mint
- 2 : 4 : 2 höz, vagy
- 3 : 6 : 3 hoz,
- 4 : 8 : 4 hez, stb.

Épp oly joggal írhatnók tehát az Eczetsav formuláját CH<sub>2</sub>O helyett

C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> -nek, minek	60	felelne meg moleculasúlyúl, vagy
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> -nak, „	90	„ „ „ „
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> -nek, „	120	„ „ „ „
		stb.

Ezen formulák mindenikéből ugyanazon százalékos összetétel számitódik, mint a legegyszerűbből.

Vizsgálódásunkban az Eczetsav összetételét illetőleg e szerint egy oly határhoz értünk, melyen túllépni pusztán a quantitativ analysis segélyével nincs módunkban. Meghatározhattuk vele azt, hogy az Eczetsav száz súlyrészében hány súlyrész Szén, Hydrogén és Oxygén foglaltatik; levezethettük alkotrészei atomjainak legegyszerűbb számbeli viszonyát, a mely szerint moleculájában előfordúlnak, de az atomok valóságos számának, a molecula valóságos nagyságának ismerete segédeszközünkkel megoldatlan maradt.

Igy állt a tudomány ezen kérdésekkel szemben e században csaknem a hatvanas évekig, míglen segélyére érkezett ama fontos törvénynek legnagyobb horderejű consequenciája, melyet második előadásomban igyekeztem megvilágítani: A v o g a d r o törvényének consequentiája, mely a moleculasúlyok számértékeinek meghatározását lehetővé tette.

Alkalmazzuk tehát a törvényt mi is most az Eczetsav moleculasúlyának megtudására. Az Eczetsav bomlás nélkül gőzzé alakítható, gőzéből

22.34 liternyi térfogat 60 grammot nyom. Tehát az Eczetsav moleculasúlya 60, s ennekfolytán moleculaképlete az általunk talált képlet kétszerese által nyer helyes kifejezést:



Ismeretünk az Eczetsav alkatáról, ha mindjárt a moleculaképlet birtokában is vagyunk, ezzel még nem érte el betetőzését. Az utolsó évtizedek bámulatos vívmányai a magasabb analysis mezején, lehetővé teszik nekünk ma, hogy mélyebb betekintést is nyerjünk a vegyületek moleculáinak rendszerébe. Lehetővé vált azon még néhány évtized előtt csak tudományos álomnak tartott föladat megoldása, megismerhetni a moleculát alkotó egyes atomok viszonylagos helyzetét, elrendezését a molecula határain belül, valamint a csillagásztan megismerte a naprendszer egyes égitesteinek kölcsönös helyzetét. Sőt a microcosmossal foglalkozó chemia még bámulatosabb eredményeket is tud felmutatni: eszközölhető a moleculát alkotó atomok rendszerének öntudatos, tervszerű megváltoztatása, atomoknak adott pontokról való eltávolítása, kicserélése másnemű atomokkal; moleculáknak elbontása és újra fölépítése, a moleculáknak számítás által előzetesen megállapított tulajdonságokkal való fölruházása.

A csillagász a csillagoknak öröktől kimért pályáján változtatni nem képes, az atomok világa ellenben értelmi tehetségeinknek, akaratumknak hozzáférhető. A combinációk, értve ezalatt az atomok kölcsönös helyzetét a moleculákban, adott számú és nemű atomok között sokfélék lehetnek. Valamint az építész egy bizonyos, meghatározott mennyiségű és nemű építőanyagból sokféle, különböző jellegű és beosztású, tehát különböző tulajdonságokkal fölruházott építményeket alkothat, ép így különböző tulajdonságokkal fog bírni, a különben az anyagok nemében és az atomok számában egymással megegyező, de az atomok kölcsönös elrendezésében eltérést mutató vegyületek moleculája. Igen sok olyan testet ismerünk, különösen a szénvegyületek sorában, a melyek ugyanazon elemekből állanak, az atomok ugyanazon számát tartalmazzák, melyeknek moleculasúlyuk, és százalékos összetételük tehát egyforma, de a melyek physikai, chemiai és élettani tulajdonságaikban lényeges eltérést, olykor a legélesebb ellentétet mutatják. Ezeket is o m é r vegyületeknek nevezzük. E tapasztalati ténynek, az is o m é r i á n a k, előidéző okát, a legtöbb esetben, az illető vegyületek moleculáit összetevő atomok különböző elrendezésében sikerült megtalálni. A moleculák ilyen értelemben vett alkotásának, s t r u c t u r á j á n a k földerítése körül, a chemia valóban meglepő sikereket bír fölmutatni. A s t r u c t u r - c h e m i a, a mint tárgya után a tudomány e részét elnevezték, tőkélyének oly magas fokára jutott el, hogy a szénvegyületek óriási terrenumán ma már aránylag kevés oly vegyületcsoport létezik, melynek közelebbi viszonyai még ismeretlenek; vívmányai alapján sikerült a

szénvegyületek tömkelegébe rendszert vinni be, s azokat áttekinthető módon classifikálni.

E. Du Boys-Reymond, a híres physiologus 1882 június 29-én, Landolt chemikus felavatásánál a porosz tudományos akadémia tagjává, az újkor chemiájáról következőleg nyilatkozott:

„Ich weiss nicht, ob es ein staunenswerteres Erzeugniss des menschlichen Geistes giebt, als die Structur-Chemie. Aus dem, was den unbefangenen Sinnen als Qualität und Wandlung des Stoffes erscheint, Schritt für Schritt eine Lehre zu ermitteln, wie die von den Isomerie-Verhältnissen der Kohlenwasserstoffe, war wohl kaum leichter, als die Mechanik des Planetensystems aus der Bewegung leuchtender Punkte zu erschliessen.“

Az atomok helyzetére vonatkozó tanulmányokban azon tapasztalati tényekből indulunk ki, hogy a vonzási erő, mely a vegyülést előidézi, az atomok által csak bizonyos meghatározott számú irányban gyakorol hatást, s ennek folytán az atomok csak bizonyos, őket jellemző számban egyesülnek egymással. Ha valamely atom vonzási képessége, más atomokkal való vegyülésénél fogva kielégítést nyert, ezen atom új vegyületeket többé nem képezhet, más atomokkal többé nem egyesülhet, csakis akkor, ha az általa lekötve tartott atomokból távozik el valamelyik, a melynek helyére aztán léphet az új atom. Az atomok vegyi értékének nevezzük ezen tulajdonságot. Számbeli értékének meghatározásánál egységül a Hydrogén vegyülési képessége szolgál. A Hydrogén 1 atomja 1 atom Chlórral, 1 atom Brómmal vagy 1 atom Jóddal egyesül oly moleculákká, a melyekben a két-két atom vonzása kölcsönös kielégítést nyert, egymást kölcsönösen mintegy megkötve tartja, egymást telíti. A H. telítőképességét, vegyértékét 1-nek tévén, a Cl. Br. J. atomjait is egyvegyértékűeknek kell tekintenünk. A vegyérték megjelölésére az atomok symbolumai mellé annyi vonást teszünk, a hány vegyértékű az illető atom. Tehát a Hydrogén, Chlor, Brom, Jód symbolumai tekintettel vegyértékükre, következőleg lesznek irandók:



s a három utóbbinak a Hydrogénnel képezett vegyei:



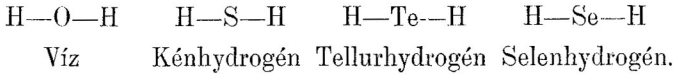
vagy egyszerűbben, a vegyérték kölcsönös kielégítését csak egy vonallal jelölve:



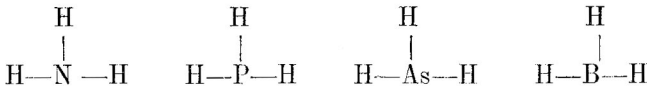
A Hydrogén az Oxygénnel, a Kénnel, a Tellurral, a Selennel oly telített vegyületeket képez, a melyekben ezen elemek egy-egy atomjára két atom Hydrogén esik, a miért ez elemek atomjait két vegyértékűeknek kell tekintenünk:



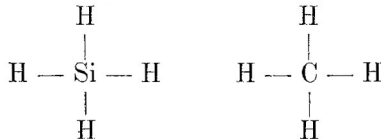
s Hydrogén vegyeiket következőleg írhatjuk:



Három vegyértékű atomnak ismerjük a Nitrogén, a Phosphor, az Arsen, a Bor atomjait; Hydrogén vegyeik:



Négy vegyértékű a Silicium, a Szén atomja; Hydrogén vegyeik:



Az eddig felsorolt elemek egy csoportot képeznek, melynek egyes tagjai chemiai viseletöket és physikai tulajdonságaikat illetőleg többé-kevésbé rokon természetet tanusítanak és többnyire jelentékeny különbséget a második csoportot képező elemektől: a fémektől. Ez utóbbiaknál szintén igen különböző vegyértékű atomokra találunk, egy, kettő, három, négy, sőt öt és hat vegyértékűekre is.

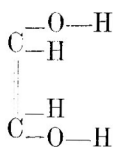
A míg az egy vegyértékű atom, ha egyszer valamely más atommal egyesült, vegyi vonzását kielégítvén, újabb összeköttetésekbe mindaddig nem léphet, míg a másik atommal vonzási viszonya fönáll tehát hosszabb atomlánczolatok keletkezésére alapúl nem szolgálhat, addig az egynél több vegyértékű atomok, vegyértékeiknek szintén több vegyértékű atomokkal való részleges telítése által, egymással összefüggő, hosszabb és különböző elágazásokkal bíró atomrendszereket, lánczolatokat alkothatnak. A combinatiók tehát, mihelyt több vegyértékű atomok rendszerei kerülnek szóba, többfélék lehetnek, sőt igen jelentékeny számúak, ha a vegyület moleculájában számosabb több vegyértékű atom fordul elő. A komplikációt lényegesen növeli még azon körülmény, hogy a több vegyértékű atomok nemcsak más anyagú atomokat jutatnak vonzásuk körébe, hanem a velök meg egyező anyagú atomokkal is egyesülhetnek, vegyi vonzásuk, vegyértékeiknek részleges és kölcsönös igénybevételével. Valamennyi anyag között a szén atomjai tűnnek ki főleg e képességgel, a mely körülményben egyrészről, másrészről pedig a szénatomok négy vegyértékűségében rejlik a szénvegyületek rendkívüli sokadalmának és a közöttük előforduló számos izomériának az oka.

A képletek, a melyekkel mi az atomok kölcsönös összeköttetési viszonyainak kifejezésére élünk, nem vonatkoznak az atomok térbeli helyzetére, a melyről eddig vajmi keveset tudunk. A tan az atomok vegyértékéről azon a tapasztalati tényen nyugvó, hogy az atomok törekvése a vegyegyesülésre, más atomok vagy atomcsoportok egyforma számú egyenértéke által elégittetik ki, függetlenül ez utóbbiak természetétől. Ezen ténynek kifejezése azonban a képletekben — melyeket alkati vagy struktur képleteknek nevezünk — tisztán formális dolog, csak az emlékezet és a szemléltetés segéd eszközéül szolgál, annak a kitüntetésére, vajjon a vegyértéktan követelményeinek elég van-e téve. A strukturformulák az általok képviselt vegyületekhez körülbelől oly viszonyban állanak, mint az analitikai geometria formulái az általok repraesentált térbeli alakokhoz, csakhogy ez utóbbiakat a kifejezés biztossága és teljessége tekintetében utól nem érik. A járatos a következtetéseket nagy számmal vonhatja ki belőlük, s a tapasztalati tények jelentékeny összegét találjuk bennük egyszerű alakban kifejezve.

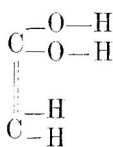
Használatuk hatalmas eszközt nyújtott, főleg a szénvegyületek tanulmányozásában s a szerves vegytan jelenkori magas színvonala, a meglepő synthesisek hosszú sora, nagyrészt nekik köszönhető.

Hogyha már a vegyértéktan alapján, megkísértjük az Éczetsav  $C_2 H_4 O_2$  atomok által képezett moleculájának analysisét, az atomok kölcsönös összefüggési viszonyát illetőleg, a következő lehetőségekhez jutunk.

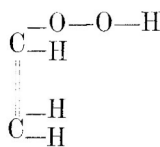
Lehetséges, hogy a két szénatom az Éczetsav moleculájában közvetlen kapcsolatban áll egymással. Ez a kapcsolat lehet egyszerű vagy többszörös. A combinatiók megkísértése által könnyen meggyőződhetünk arról, hogy csak egyszeres vagy kétszeres kapcsolat fordulhat elő a szénatomok között, hármias kapcsolat ki van zárva, mivel akkor a vegyértéktan alapelvének az atomok vegyrokonságai kielégítésének, a formulában nem tehetünk eleget. A kétszeres kapcsolatú atomcombinatió alapul tevésével a következő három structura képzelhető:



1,

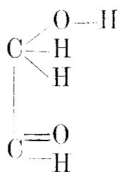


2,

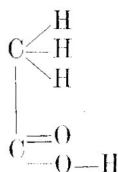


3.

A szénatomok egyszerű kapcsolata mellet pedig, a következő kettő:

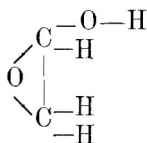


4,

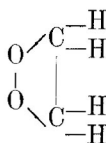


5.

De lehet, hogy a szénatomok közvetlen egymáshoz kapcsolásán kívül az összefüggést közöttük részleg az Oxigénatomok is közvetítik, a mely esetben, a lehetséges combinatio ismét kettő:

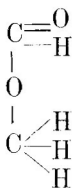


6.

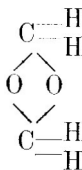


7.

Nincsen kizárva azon lehetőség sem, hogy a szénatomok között közvetlen összefüggés nincs is, hanem hogy a molecula szénatomjainak egybefűzését pusztán az Oxigén egy vagy mindkét atomja közvetíti, a mely esetben újból két combinatio fordulhat elő:



8.



9.

Szemléltetési eszközül czélirányos olykor atommintákat használni. Esztergályozott, különböző nagyságú és különböző színű golyókat használhatunk e végből, a melyekbe fémpálczikákat erősítünk meg oly számmal, a hány vegyértékű az illető atomot képviselő golyó. A fémpálczikákra tolható ruganyos fémhüvelyekkel kapcsolhatjuk egymáshoz az összetartozóknak ítélt atomokat, ekkép fölépítve a molecula atomrendszerét. E két hosszú léczre fölaggatva szemlélhetjük a golyó-atomokból összeállított 9 formulát, melyet az imént a táblára jegyeztem.

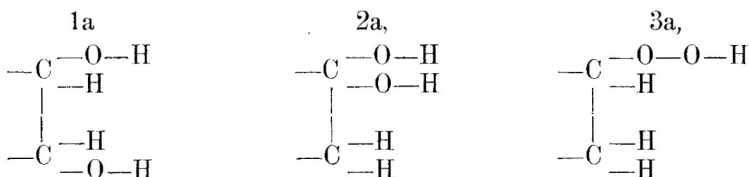
Kérdés, hogy e 9 lehető combinatio között, hogyan igazodjunk el, mi alapon válaszszuk ki közülök azt, a mely az Eczetsav atomrendszerét helyesen kifejezi, s a 9 között csak egy lehet az igazi! A választásnak nyilván azon formulára kell esnie, a mely leghívebben fejezi ki az Eczetsav moleculájának tulajdonságait, chemiai és physikai viseletét. Bizonyos szempontokból kiinduló kérdéseket kell intéznünk kísérleti úton az Eczetsav moleculájához, hogy elárúlja atomjainak elrendezését.

A 9 képletben az atomok kölcsönös helyzetére s a több vegyértékű atomok kapcsolati viszonyára nézve lényeges különbségek forognak fenn. A mi legelőbb is a Szénatomok egymáshoz való viszonyát illeti, itt négy esetet különböztethetünk meg. Az 1, 2 és 3-ik képletben a két C atom két-két vegyértéke van lefoglalva, egymás vonzására, a 4 és 5-ik képletben



csak egy-egy, a 6. és 7-ik képletben a C. atomok egyszerű kapcsolatán kívül, az összeköttetést még egy, illetve két O. atom is közvetíti, míg végre a 8. és 9-ik képlet szerint nincsen közvetlen összefüggés a C. atomok között, hanem csak egy, illetve két O. atom által közvetített.

Az 1., 2. és 3-ik képletben kifejezett vonzási viszony a C. atomok között, azon föltevésre bírhat bennünket, hogy e vegyületeket szemben a többiekkel, bizonyos irányban kiváltságos tulajdonsággal felruházottaknak tekintsük. Lehetőnek látszik ugyanis, hogy ezen vegyületek moleculájába még két egyvegyértékű atom befoghat lépni, a molecula egységének felbontása nélkül és a nélkül, hogy a moleculákban már jelenlevő atomokból egy vagy több, helyének elhagyására s a moleculából kiválásra kényszerítették. Az új atomok fölvétele ugyanis megtörténhetnék, ha a C. atomok közötti kettős kapcsolat egyszerű kapcsolatba menne át, a mi által mindkét C. atomon egy-egy vegyérték felszabadúlna, s vonzását az új atomokra kifejthetné:

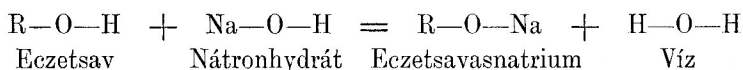


Az 1., 2., 3. képlet szerint alkotott vegyületet tehát e tekintetben, szemben a többiekkel, nem telített állapotban levőnek foghatjuk föl. A tapasztalat valóban a fönnebbiekhez hasonló esetekben, a midőn szénatomok között többszörös kapcsolat létezésének a föltevésére vagyunk utalva, igazolta e következtetést. Az ilyen állapotban levő moleculák igen könnyen assimilálnak, egyszerű hozzáadás folytán, bizonyos egyvegyértékű elemekből két-két atomot, különösen könnyen Chlor és Bróm-atomokat; a míg az olyan moleculák, a melyekben többszörös kapcsolatú szénatomok nem foglaltatnak, ezen tulajdonsággal nem bírnak. Ez alapon tehát módunkban van az első kísérleti kérdést megtenni, a melynek eredménye az esetben, ha az Eczetsav moleculáját olyan tulajdonsággal bírónak ismernők meg, hogy két Chlor vagy két Brom atomot közvetlenül hozzáadás útján föl tud venni, azon következtetésre fogna bennünket vezetni, hogy az Eczetsav képleteül az 1., 2., 3. képletek valamelyikét ismerjük el, ellenkező esetben pedig, hogy e képleteket, mint a tapasztalatnak meg nem felelőket, további tanulmányainkból kizárjuk.

Megtéve a kísérletet, azon meggyőződéshez jutunk el, hogy az Eczetsav nem bír az 1, 2, 3 képletek folytán előre látott tulajdonsággal; additíó útján nem vesz föl sem Chlor sem Brom atomokat, Az 1, 2, 3 képletet ennél fogva kirekesztjük. Ha az atomok elrendezését a fönmaradó 4—6 képletekben közelebbről szemügyre vesszük, további megkülönbözte-

tések fonalán új kísérleti kérdések föltevésére nyertünk alapot. A 7. és 9-ik képlet szerint a négy H. atom a moleculában symmetrikus elrendezésben van, a miből kifolyólag arra kell következtetnünk, hogy mindegyik egyforma functiót teljesít, s egyforma magatartást fog mutatni, a moleculára ható agensekkel szemben. A 4, 5 és 6-ik képletben ellenben egy-egy H. atom másféle kapcsolati viszonyban van, mint a többi három, mert ez az, egy H. atom nem függ közvetlenül össze a C. atommal, mint a többi három, hanem O. atomhoz van kötve, a mely összefüggését a C. atommal közvetíti. Visszatérve a moleculának egy naprendszerrel való összehasonlítására a három H. atomot a C. atomok bolygóinak tekinthetjük, míg a negyediket az O. atom körül keringőnek. Az O. hatása alatt áll ez, mely tapasztalati lag abban nyilvánul, hogy az ilyen H. atomot igen mobilissá teszi s könnyen kicserélhetővé valamely fém atomjával, a melyre az O. nagyobb vonzást gyakorol, mint a Hydrogenre.

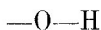
Az Eczetsavat tehát megvizsgálhatjuk, bír-e ilyen kiváltságos szerepű Hydrogénatommal vagy nem. A tapasztalat valóban azt bizonyítja, hogy van az Eczetsav moleculájában egy, a többi háromtól eltérő Hydrogén atom. Ha Eczetsavhoz Natronhydratot adunk, az Eczetsavnak Natriummal képezett vegye keletkezik, az Eczetsavsnatrium só, a mely, összetételére nézve, csak abban különbözik az Eczetsavtól, hogy 1 H. atommal kevesebbet tartalmaz moleculájában, mint az Eczetsav, de e helyett 1 Na. atomot. A vegyi folyamatot, ha az Eczetsavnak atomrendszerét az O—H. atomcsoport kivételével R-rel jelöljük meg, következő egyenletben fejezhetjük ki:



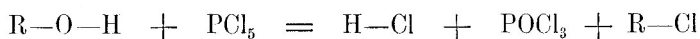
Többet mint 1 H. atomot ezúton nem helyettesíthetünk Natriummal. E tapasztalati adat feljogosít tehát bennünket arra, hogy a 7-ik és a 9-ik képletet is, mint a mely e ténynyel nem számol, mint megnefelelőt kirekesszük. Marad még a 4, 5 és 6-ik, a melyek közül mindegyik egyaránt magyarázatot adhat, az egy Hydrogén atom a többi háromtól eltérő functiójának okáról. De számolnunk kell még a 8-ikkal is. Ebben ugyan nincsen Oxygenhez kötött Hydrogén, hanem igenis van egy H. atom, mely a többi háromtól eltérő viselkedésű kell hogy legyen, mert egészen más viszonyok közt van, mint a többi. Az utóbbiak symmetrikus elrendezésben egy és ugyanazon C. atom körül, míg a negyedik egyedül a másik C. atomon, Oxygen szomszédságában, mely befolyásolja és a többiekétől eltérő szerepet kényszeríthet reá. Hogy valjon ez a szerep azon képességre is kiterjed-e, hogy Natronhydráttal való érintkezés alkalmával, ez a H. atom helyettesíthető-e Natriummal, az ugyan nem bír különös valószínűséggel, de kizártnak sem tekinthető. Egyéb módot kell azért még keresnünk, hogy e kérdést eldönthessük. Segítségünkre van itt egy vegyifolyamatra vonatkozó tapasztalati

talati ismeret, melyből határozottan kitűnik, hogy az Eczetsav moleculájában egy —O—H alkotású atomcsoportnak, — a melyet hydroxyl csoportnak szoktunk nevezni — léteznie kell.

Ha Eczetsavat a Phosphor ötöschlórvegyével —  $\text{PCl}_5$  — lepárolunk, terményül három új testet nyerünk, S ó s a v a t, P h o s p h o r o x y c h l o r i d o t és A c e t y l c h l o r i d o t; ez utóbbi vegyület moleculája abban különbözik csak az Eczetsav moleculájától, hogy 1 O. és 1 H. atommal kevesebbet tartalmaz, de a helyett 1 Chlor atomot vett föl. Az Eczetsav moleculájában tehát, az 1 O. és az 1 H. atom együttes kilépése által, e folyamatban összesen 1 vonzási irány, azaz 1 vegyérték szabadult föl, melyet aztán az egyvegyértékű Chlor 1 atomja telített. Már pedig 1 vegyérték csakis abban az egy esetben szabadúlhatott föl, ha a moleculából kilépett Oxygen és Hydrogén atom, a molecularendszerében együttesen egyvegyértékű atomcsoport szerepével bírt, a mi e két elem mellett másként nem lehetséges, csak ha a hydroxyl csoport combinatióját képezik egymással, mert a két atomnak csakis ilyen csoportja egy vegyértékű:



Az Eczetsavban tehát a Phosphorchlorid behatása folytán végbemenő átalakulás, melynek egyenletét így írhatjuk:

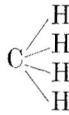


a leghatározottabban tanúskodik a hydroxyl csoport jelenlétéről, minél fogva az Eczetsav moleculájának alkatát kifejező képletet, az ezen tényről számot adó 4-ik, 5-ik vagy 6-ik képlet között kell keresnünk, a 8-ik ellenben kizártnak tekintendő.

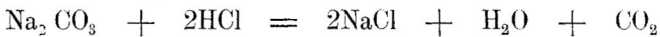
Azon vegyi megváltozások között, melyeket az Eczetsavra vonatkozólag ismerünk, van két olyan, a melynek analizise lehetővé teszi a 4, 5 és 6-ik képlet közül a helyesnek a kiválasztását.

A) Ha száraz Eczetsavasnatriumot szilárd Natronhydráttal olvasztunk egybe, — mely műveletet e görebben most végrehajtom — egy gyúlékony gáz fejlődését tapasztaljuk, melyet vízzel töltött edényekben gyűjthetünk össze. Világító lánggal ég; a lángja fölé tartott üvegpohárban vízcseppek sűrűsödnek meg, tehát a gáz Hydrogént tartalmaz. De a Hydrogén nem világít elégekor. Tekintettel a vegyület összetételére, melyből a gázt nyertük, okunk van föltenni, hogy világító képessége széntől ered. A szén Szénsavvá ég el, melynek jelenlétére Mész vagy Baryhydrat óldatával kémlelhetünk. Valóban dús, fehér csapadék támad, midőn a Barytvizet beöntjük azon edénybe, melyben a gázt elégettük. E gáz tüzetes megvizsgálásából kitűnt, hogy nem is tartalmaz egyebet szénnél és Hydrogénnél, s hogy

összetételére nézve az összes szénhydrogén vegyek közt a legegyszerűbb. A mocsárlég — Meth n — e szénhydrogén:

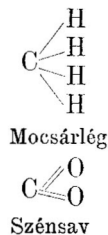
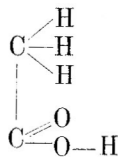


A görebben fehér, sönemű anyag maradt vissza; vízben könnyen óldódik; íze lúgos, a szódának az ízére ismerünk benne. Ha valóban Szén-savaszénatriumból áll, Sósavval erősen kell pezsegni, a Szénsav kihajtatván belőle a Sósav által, s Chlornatriumnak kell képződnie:



Ez be is következik, habzik, erősen pezseg, Szénsav száll el, a folyadék pedig tiszta sós ízet nyert. Ha besűrítjük, koczka alakban ki is kristályosodik belőle a konyhasó.

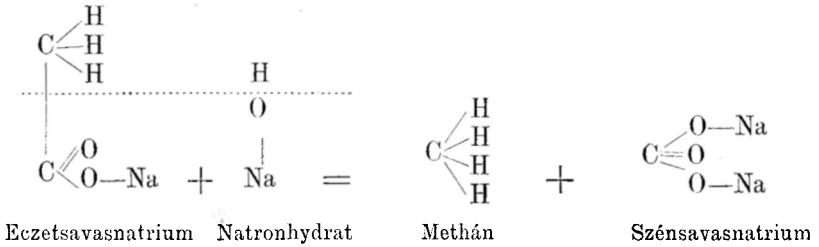
Egy több atomból alkotott molecula szétbontása által két vagy több atomcsoportra, a nyert atomcsoportok összetételéből a molecula alkatára vonhatunk következtetést, mert joggal föltehető, hogy azon atomok, a melyek a nyert egyes atomcsoportok componenseit képezik, az illető atomcsoportoknak a moleculából való kilépése előtt is, tehát az intakt moleculában mint egymáshoz tartozó részek szerepeltek. Alkalmazva ezen fejtegetést a fönnebbi vegyfolyamatra, azon nézet felé kell hajolnunk, hogy az Eczetsav moleculájának közelebbi componenseit a Mocsárlég és a Szénsav, vagy ezekhez igen közel álló atomcombinációk képezik. Ha e szempontból vizsgáljuk az atomok elrendezését a 4, 5 és 6-ik képletben, azt találjuk, hogy e követelménynek csak az 5-ik képletbeli atomelrendezés felel meg:



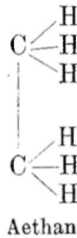
a melyben az egyik szénatomhoz 3 H. atom van kötve, a mely tehát midőn a másik szénatomtól elválik, az ekép fölszabaduló vegyértékével csak 1 H. atomot kell hogy megkössön, hogy Mocsárléggé lehessen, míg a másik Szénatomon a Szénsav képzésére szükséges 2 O. atom foglaltatik. A Mocsárlég és a Szénsav e képlet szerint tehát mintegy praeformált állapotban van az Eczetsav moleculájában. A 4-ik és a 6-ik képletben nem látunk ily praeformációt; a Mocsárlég és a Szénsav képződése ily alkattal

bíró moleculákból a két Szénatom elválásakor nem lenne érthető, más vegyületeknek kellene képződniök.

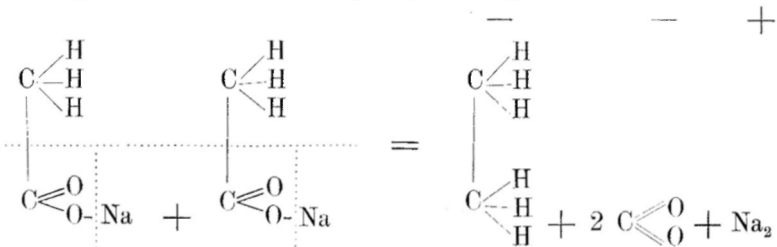
Az Ecetsav moleculájának alkatát tehát az 5-ik képlettel fejezhetjük ki, s így az Ecetsavaszodium felbomlását, midőn Natronhydráttal ömlesztjük, a következő egyenlettel:



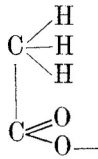
B) A második vegyi megváltozás, melynek lefolyásából szintén vonhatunk következtetést az Ecetsav moleculájának alkatára, akkor következik be, ha Ecetsavaszodiumot elektromos árammal elbontunk. Telepünk negatív sarkán Natrium válik ki (illetve Hydrogén, mivel a kiváló Natrium azonnal vizet bont:  $\text{Na} + \text{H}-\text{O}-\text{H} = \text{Na}-\text{O}-\text{H} + \text{H}$ ) a pozitív elektródán pedig Szénsav és Aethan. Ez utóbbi vegyület, két  $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$  csoport egyesülésével jön létre, alkata:



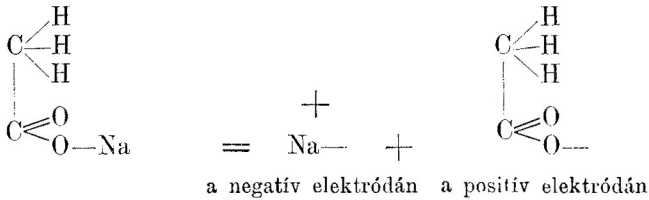
Az Ecetsav moleculájának elektromos fölbontásával keletkező ily összetételű vegyületek képződése szintén az 5-ik képlet adoptálására utal, a mely szerint e vegyületek képződhetése egyszerűen kimagyarázható. Az elektrolysisnál, az Ecetsav 2—2 moleculájának elbontása adja az említett vegyületek képezéséhez szükséges componenseket:



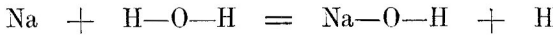
Az elektromos áram behatásánál az Eczetsav moleculája először Natriumra, mely a negatív elektródához vándorol és a



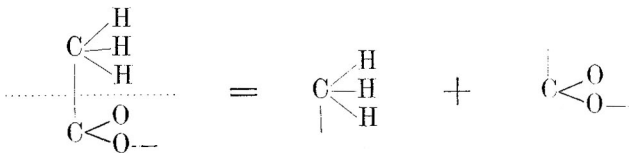
atomcsoportra bontatik el, mely elektronegatív alkatrész, a pozitív elektródán válik ki:



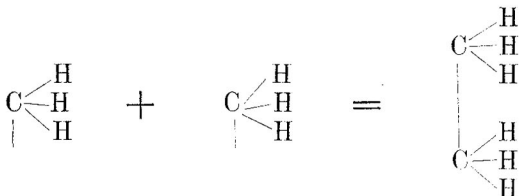
A kiválás pillanatában a Na atom elektromos töltését az elektróda fémének átadva, töltés nélküli, közönséges vegy tulajdonságaival bíró Natriumatommá lesz, mely az ódat vize által környezettvén, azt azonnal fölbontja, Hydrogént szabadítván fel:



A  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{H} \\ \diagdown \text{H} \end{array} \\ | \\ \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \end{array}$  atomcsoport a pozitív elektródához jutván, szintén elbocsátja elektromos töltését, s azonnal szétesik e két componensre:



az utóbbiból Szénsav lesz  $\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array}$ , az előbbi, a Methylnek nevezett atomcsoport pedig, egy más Eczetsav molecula fölbontásából kiváló Methylcsoporttal egyesül s létesíti az Aethant:



A molecula alkotának földerítésével, a helyes képlet megállapításával az analysis feladata véget ér.

A legegyszerűbb esetek egyikét képezi az, a melyet a structur-analysis elvének és eljárásának megismertetésére választottam. A gyakorlatban sokszor rendkívül bonyodalmas és nehezen hozzáférhető kérdések merülnek föl, melyeknek megoldása évekre való munkát ad a bűvárnak, s kemény próbára teszi ismereteit, leleményességét és experimentalis ügyességét. Gyakran számosaknak, különböző irányból kiinduló, de ugyanazon cél felé törekvő fáradalmas munkájára van szükség, a siker kivívására. A nehéz munka edzi az erőt, találékonytá teszi az elmét; innen van, hogy minden új problema megoldása, nemcsak az ismeretek kincses házát gyarapítja, hanem új eszközökkel, új módszerekkel is fölszereli a kutatókat, a melyekkel a még nehezebb problemák megoldását a siker reményével megkísérthetik. A structur Chemia bámulatos eredményeket vívott már ki, de sok és nehéz tennivaló van még előtte. A növényi és az állati szervezet rendkívül bonyolult összetételű vegyületeinek alkata még ismeretlen, ismeretlenek az anyagcsere számos terményei is.

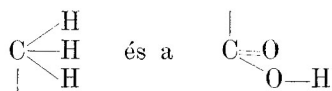
Ezeknek a megállapítása, a jövő chemiájának egyik elsőrangú kérdése. Egy, folyományaiban ma még beláthatlan jelentőségű kérdés ez, melynek megoldása az élet gazdasági viszonyainak teljes átalakítását vonhatja maga után. Mert ha valamely vegyület moleculájának alkatát megismertük, kilátás nyílik annak a reprodukciójára is, a fölépítésére componenseiből, lehet, hogy az utolsó anyagrészekből, magukból az elemi testekből is. Az analysis fölváltja a synthesis. Ledült a korlát már régen, mely a szervezett világ chemiai terményeinek, a szervezeten kívüli, mesterséges megalkotásától eltiltotta a bűvárt.

Nincsen ugyan a kezébe adva és nem is lesz soha, az életerőnek az organismuson kívüli fölébresztése és működésbe hozása, de számtalan tapasztalati tény bizonyosságán fölépült, meggyőződéssé lett, hogy a szervezetek életműködése folytán létrejövő chemiai testek, az életerő működése nélkül is, lombikban és görebbe megalkothatók. Távol áll tőle, Wagner Homunculus-i útvesztőjébe eltévedni; az élő sejt megalkotása, a sejt életerőbresztése azé, a ki az életet adja és elveszi; de a sejt anyaga: a föld anyaga, a természet erőivel ellátott s törvényeiknek alávetett. Az isteni szikra az emberben e törvényekhez hozzáfér, megismeri és terveinek, akaratának megfelelő működésre bírja. Segélyükkel ellátja az anyagot új tulajdonságokkal, anyagi rendszereket megváltoztat és új rendszereket épít. Fölepítheti mindazon anyagokat, a melyek az élő és nem élő természetben előfordulnak és számtalan mást, ismereteinek, inventiójának megfelelőt.

A synthesis, mely ma százakat foglalkoztat, mérhetlen becű szolgálatot tett már az emberiségnek. Nem hivatkozom egyébre, mint azon csodahatású gyógyszerekre, a melyeket a synthesisnek köszönünk.

Hány szempillára hozott már jóltevő álmod a Chloralhydrát, a Paraldehyd? Mennyi kint tett elviselhetővé a Chloroform? És hány életet mentett meg az elpusztulástól a Jodoform, a Salicylsav, az Antipyrin?

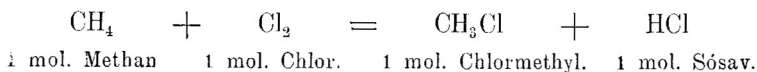
A synthesis legjobb kriteriuma az analysis helyességének is. Ha ez irányban megakarnók vizsgálni az imént általunk végrehajtott analysis, oda kellene törekednünk, hogy az Ecetsav moleculáját fölépítsük, fölismert közelebbi componenseiből, vagy ezekhez oly közel álló atomcombinatiókból, hogy az atomok csoportosulási viszonyának minőségére nézve kétség ne lehessen. Közelebbi componenseknek a Methyl



atomcombinatiókat találtuk. Ámde a Methyl-csoport mint önálló vegyület nem létezik, csak vegyületekben létképes, a midőn a Methyl C atomjának negyedik vegyértéke is telített állapotba kerül.

Céljainkra legmegfelelőbb volna a Methyl azon vegyületeinek valamelyike, a melyekben a C negyedik vegyértéke, egy erős vegyülési törekvéssel bíró, erős vegyrokonságú elem, mint pl. a Chlor, Brom, vagy Jod, egy atomjával van telítve. Mert az ilyen, jelentékeny vegyülési képességgel bíró atom, mint a tapasztalat mutatja, igen mobilis, könnyen tehető a vegyületek alkatrészévé és könnyen ki is vehető a moleculából, ha oly anyag befolyásának tétetik ki, a mely iránt még erősebb vegyrokonsággal bír, az az, a melylyel szemben vonzása nagyobb, mint azon atomok irányában, a melyek társait a kérdéses moleculában képezik. Ki fog tehát lépni, hogy a reáható anyaggal, vagy annak azon atomjával egyesüljön, a melylyel a legerősebb vonzási viszonyban van; kilépése folytán fölszabadul azon vegyérték a moleculában, mely előbb lekötve tartotta, s most más, vele egyenértékű atomot vagy atom-csoportot vehet föl. Úgy fog kellenünk azért operálni, hogy a kicserélődhetés pillanatában, azon atom vagy csoport legyen alkalmas állapotban jelen, a melyre szükségünk van, hogy a kilépő atom helyét elfoglalva, a tervezett atom-combinatio létrejőjjön.

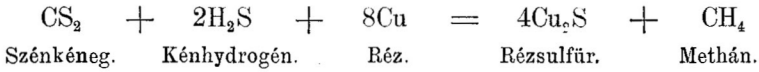
A Methyl-chlor vegyét, a Chlormethylt elő lehet állítani a Methánból és Chlóról, ha e két légnemből egyforma térfogatmennyiségeket a napfény hatásának teszünk ki; e vegyfolyamat egyenlete:



Magát a Methánt pedig, ha úgy tetszik, elemeiből állíthatjuk elő. Vezessünk Kénhydrogégázt —H<sub>2</sub>S— és vele egyidőben Szénkéneg —CS<sub>2</sub>—

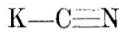


gőzöket izzó vörösréz forgácsokkal töltött üvegcsövön át, az alábbi egyenletben adott mennyiségi viszony szerint, a csövet elhagyó légnemben a Methánra ismerünk:

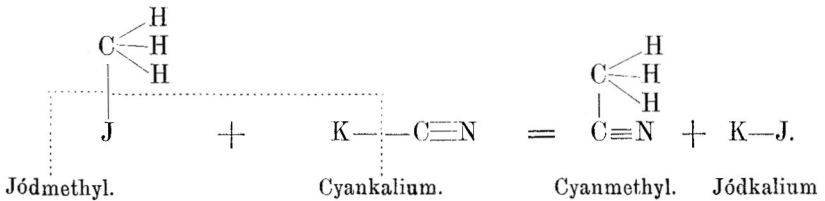


A Methán alkatrészeit szolgáltatató két anyag a Szénkéneg és a Kénhydrogén, könnyűszerrel állítható elő elemeiből. Ezeken kezdve a synthesist közvetítésükkel elemeiből alkothatjuk meg tehát a Methánt is.

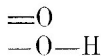
A Chlormethyllel analog összetételű vegyület a Jód methyl  $\text{CH}_3\text{J}$ . Mintán ezen vegyület cseppfolyó, a vele való bánás könnyebb, mint a lég-nemű Chlormethyllel, azért czélszerűbb a synthesis keresztülviteléhez ezt választani. A Jód-atomot most ki kell cserélnünk az Eczetsav második componensével. Ez azonban szabad állapotban szintén nem létezik, közvetett úton kellend azt majd fölépítenünk, ha a Methyl-csoporthoz e czélra előbb egy Szénatomot sikerült fűznünk. Hogy ezt elérhessük, a Cyankálium-hoz fordulunk, melynek atomrendszerét az alábbi képlet adja:



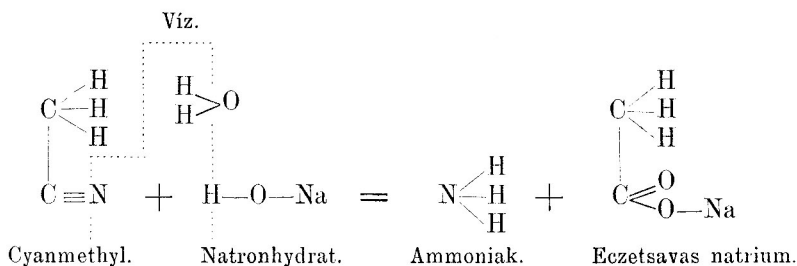
A Cyankálium moleculájában 1 C atom van, melynek egyik vegyértéke 1 Kaliumatommal, három vegyértéke pedig 1 Nitrogénatommal van telítve. A Kalium és a Jód között nagy vegyrokonság uralkodik; jóval nagyobb, mint a Kalium és a Szén, valamint a Jód és a Szén között. Remélhető ennek folytán, hogy a Jód methyl a Cyankáliummal, alkalmas viszonyok közé kerülvén, vegyi átalakulást fog szenvedni, melynek eredménye az lesz, hogy a Jód a Kaliummal egyesül, a két molecula-maradék pedig fölszabadult vonzását egymás irányában érvényesítendi s egyesül egy új moleculává: a Cyan methyl-lé. Valóban, ha benső érintkezésbe hozzuk e két anyagot, fölöldva őket Borszeszben, már gyenge melegítés elegendő a várt vegyi átalakulás végrehajtására, mely szorosán ezen egyenlet szeriut történik meg:



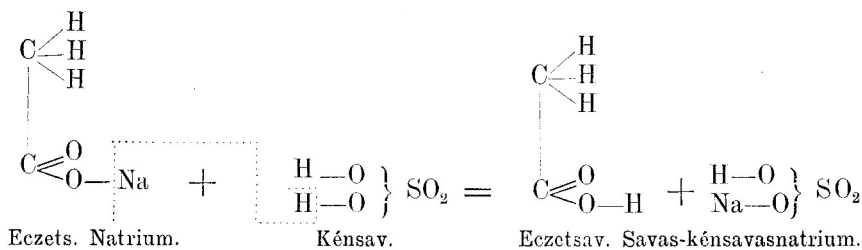
Hátra van még, hogy a Cyan methyl moleculájából a Nitrogén atomot lehasítsuk, s a Szén fölszabaduló három vegyértékéhez az



csoportot főzzük. Ez megtörténhetik, ha a Cyanmethylyt Nátronhydrát vizes oldatával főzzük. A főzés alatt a Szalámiaszesz illó anyaga, az Ammoniak — NH<sub>3</sub> — távozik el, jeléül annak, hogy a Nitrogén a Cyanmethylyből lehasadt. A midőn ennek fejlődése megszűnt, főzzük be szárazra a folyadékot: fehér, kristályos só marad vissza, mely nem egyéb, mint Ecetsavas natrium. A Cyanmethylyl vegyi átalakításának következőleg kellett végbemennie:

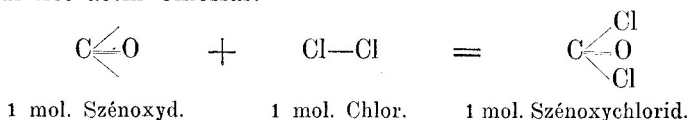


Az Ecetsavsnatriumot híg Kénsavval lepárolván, nyerjük a szabad Ecetsavat:

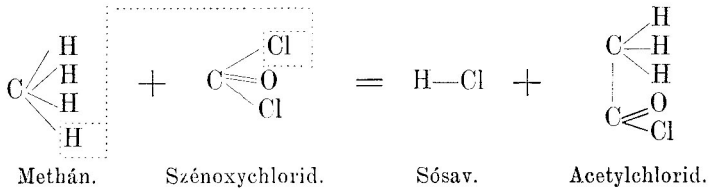


A synthesis útján nyert Ecetsav a természetessel minden tulajdonságában tökéletesen megegyezik.

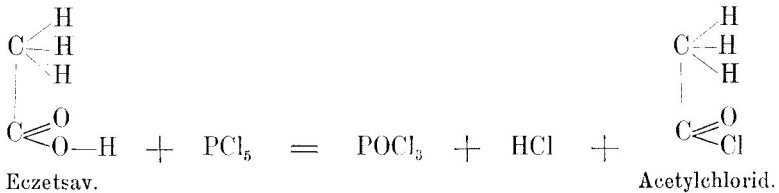
Az Ecetsav synthesisét még más módon is lehet végrehajtani; a Szénoxychloridnak közvetlen egyesítése által Methánnal. A Szénoxychloridot előállíthatjuk a közönséges Széngázból, a Szénoxydból, ha egyentérfogatú száraz Chlór-gázzal elegyítjük s ez elegyet rövid ideig a napfény hatásának tesszük ki. A Szénoxyd — CO — nem telített vegyület, a Szénatomnak négy vegyértéke közül kettő nincs lefoglalva, azért könnyen is egyesül két atom Chlórral:



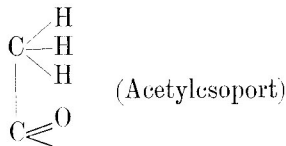
A Szénoxychlorid és Methán közt végbemenő vegyi folyamatban, a két légnemű testből egyenlő térfogatok, tehát egyenlő számú moleculák gyakorolnak egymásra hatást. Ha például 1 liternyi Szénoxychlorid-gáz és 1 liternyi Methangáz hat egymásra, a két liternyi légnemű anyag eltűnik, megsűrűsödik kevéske folyékony anyaggá, mely nem egyéb, mint Acetylchlorid, s e mellett még 1 liternyi Sósavgáz keletkezik. A vegyifolyamatnak tehát szükségképpen aként kell végbemennie, hogy a Methanból 1 Hydrogén atom, s a Szénoxychloridból 1 Chlor atom kilépvén, egymással 1 molecula Sósavgázzá egyesül, a Methylcsoport pedig a Szénoxychlorid maradékával Acetylchloriddá:



Amde az Acetylchlorid nem más, mint azon vegyület, melylyel már előbb találkoztunk, midőn a Phosphorchloridnak az Eczetsavra gyakorolt hatásáról volt szó. Ez a vegyület az, mely mindig előáll, valahányszor Eczetsavat Phosphorchloriddal lepárolunk, s melynek összetételére nézve már fönnebb megállapítottuk, hogy az Eczetsavtól abban különbözik, hogy egy hydroxyl — O—H — csoporttal kevesebbet tartalmaz, s ennek a helyére 1 Chlor atomot vett föl:

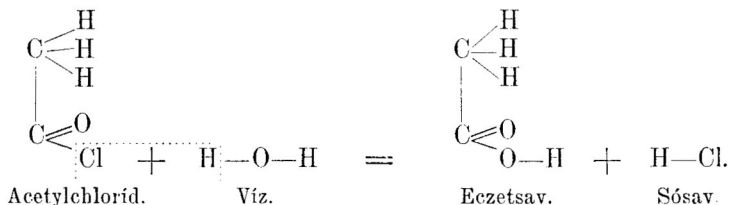


Az Acetylchloridnak képződése Methan és Szénoxychloridból e szerint döntő bizonyíték, hogy az Eczetsavban a



atom combinátióinak kell meglennie, s mivel ezen, 1 szabad vegyértéket fölmutató atom-csoport és az Eczetsav között csakis azon összetételi különbség van, hogy az Eczetsavban ezen atom-csoporton kívül még 1 hydroxyl — O—H — tartalmaztatik, a mely szintén 1 vegyértékkel bíró csoport, a legtermészetesebb következtetés, hogy e hydroxyl foglalja

el az Acetylesoport ama szabad vegyértékét s egészíti azt így ki Ecetsavvá. E mellett különben bizonyít a közvetlen tapasztalat is. Keverjük meg az Acetylchloridot vízzel, s rövid idő múlva nem lesz többé Acetylchlorid a vízben, hanem Ecetsav s mellette Sósav. A víz és az Acetylchlorid között a vegyiátalakulásnak ennél fogva szükségképen eként kellett végbemennie :



Az Ecetsav moleculájának szerkezetére vonatkozó tanulmányainkban tehát helyes úton jártunk, analysisünk eredménye megbízható, a synthesis fényesen igazolta.

\* \* \*

Erős lökással a magasba repül a kő, ép lefelé fordul, de fönnakad egy magas épület kinyúló párkányán, ott nyugalomba tér. Megbillenti szárnyával egy arra repülő madár ; látom lehullni, esése egyre gyorsul, most lecsapott, szikrát kicsalva a kova-koczkájából, mely föltartóztatá. Fölelem ; meleg. Meleg a koczka helye is, a melyről fölvevém. Miért meleg ? Mi okozta magasabb mérsékletét ? Talán a surlódás a levegővel ? De hisz oly ritka a lég, s útja oly rövid volt, gyorsasága nem akkora, hogy ez ki-magyarázhatná. Az nem lehet. A kő az összeütközés pillanatában melegegett meg, abban a pillanatban, midőn mozgása véget ért. A mozgás megszünése és a meleg között kell okozati összefüggésnek lennie. És mi okozta a kőnek mozgását ? A kölesönös vonzás közötté és a föld között. De hogy ezen erő ilyen hatást gyakorolhatott légyen, szükséges volt, hogy a kő előbb a föld felszínétől bizonyos távolságra hozassék. E távolságba karom izomereje hozta, midőn a követ a vonzás ellenében, az épület párkányára földobám. Tehát a kő fölemelkedése, leesése, megmelegedése karizmaim működésével is összefügg, általa okoztatott. De az izmok működése a bennök végbemenő chemiai folyamatokhoz van kötve, egy égési folyamat-hoz, mely lángnélküli ugyan, mert lassú, de ép úgy és ép annyi meleget termel, csak hosszabb időre megosztva, mint a gyors égés a szervezetten kívül. Ez a meleg az tehát, a mely újra megjelent a kőben, akkor, midőn esése véget ért. E szerint a karomban fölhalmozott chemiai erőre vezethetem vissza a kő megmelegedését a földre ütközés pillanatában.

A különböző, egymást fölváltó folyamatoknak egy láncolata áll előttünk, oly folyamatoké, a melyek egymással szoros, okozati összefüggés-

ben állanak; különböző erőknek a működése nyilvánul ez egymást fölváltó folyamatokban. Az első a chemiai erő, mely az izmokban székel, mely nyugalomban van, míg akaratom parancsára működésbe nem jő, s képesíti izmaimat a szükséges activ erő kifejtésére, a kő feldobására. Ez az erő látja el a követ azon tulajdonsággal, a melylyel azelőtt nem bírt, hogy a nehézség ellenében a magasba emelkedjék. A kő nyert egy új tulajdonságot, de az én izmaim veszítettek. Veszítettek azon képességből a követ ily tulajdonsággal ellátni. Mert érzem, hogy ha e műveletet gyakrabban ismétlem, hogy karom kifárad: elfogy chemiai erőkészlete. Tehát az én izmaim ereje az, a mely ott van a kőben, a mely ennek a fölemelkedési képességévé lett. Az épület párkányára érve, a kő nyugalomba jött. Bevégezte talán feladatát, és megsemmisült az erő, melyet a kőnek kölcsönöztem? Nem! Megvan, megmaradt a kőben; fönnvantartva a kőnek helyzetében, szemben a földdel. A madár szarnya érintése, a szél kicsi lökése megbillenti és lehull. Lehullási képességében rejlik az erő, melyre a kő szert tett a föld irányában. S midőn a földre ér, ez az erő új alakot nyer, hővé lesz, ismét mozgássá, de nem a kő tömegének mint egésznek, hanem moleculáinak és atomjainak láthatatlan mozgásává.

Kérdezhetjük azt, vajjon az erőknek ezen egymásba alakulásánál, az erők mennyiségére nézve milyen viszony uralkodik? A folyamatok ilyen lánczolatánál, valjon mennyi marad meg végül az eredetileg működésbe ment erőből? E kérdést intézte magához századunk második negyedében egy mélyen gondolkodó fő, Meyer Róbert heilbronni orvos; az igazság istennője őt választotta, ki előtt megnyilatkozzék, ki előtt föltárja a a természet törvényeinek legnagyobbszerűjét: *az erő megmaradása törvényét.*

Változatlan erőmennyiség van a mindenségben de nyilvánulásának alakja sok, alakot cserél, egyikből másikká lesz, de mennyiségéből nem veszít. Eredeti munkaképességének nagysága minden átalakulásán elkiséri, örökké vele marad.

Az öröktől fogva a természetben meglevő erőből mi sem veszhet el. Ha eltűnni, megsemmisülni látszik olykor, csak látszat az, a közelebbi vizsgálat kimutatja, hogy megvan eredeti nagyságában, csak rejlővé lett, a testet, a melyben székel, új képességben részeltette, a melynek kifejtésével a test ép oly nagy munkavégzést teljesíthet, mint a mekkora nagy volt azon erő munkája, mely a testet ez új képességgel ellátta. A párkányon nyugvó kő munkaképessége a *helyzetében* rejlik, mely ép oly nagy munkavégzésre teszi alkalmassá, mint a mekkora nagy volt azon munka, mely elvégeztette a kőnek a párkányra emelésében. A rejlő erőt, mely bizonyos fokú munkaképességgel van fölhalmazva a testben, *helyzeti erőnek* (Energie der Lage, Potentielle Energie) szokás nevezni.

A heilbronni orvos nagyszerű tételét, a legnagyobb gonddal végrehajtott buvárlatok, az erő átalakulása minden esetében, kivétel nélkül igaznak mutatták. Kiváló bűvárok, mint Joule, Hirn, Thomson, Clausius és mások tovább fejlesztették azt. Egyik feladatúl a hő mechanikai értékének pontos meghatározása kínálkozott. A mechanikai munka gyakorlati egysége a méterkilogramm, az a munka az, a mely elvégeztetik az erő által, midőn 1 kilogrammnyi terhet 1 méter magasra emel. Ezen munkának hőmértéke  $\frac{1}{430}$  hőegység (caloria). 1 hőegység a hőmozgás akkora hatása, mely szükséges 1 kgr. 0°-ú víz hőmérsékletének 1° Celsius-ra fölemelésére. 1 hőegység tehát egyenértékű 430 meterkilogrammal, azaz a hőmozgás azon hatása, mely 1 kgr. 0°-ú víz hőmérsékét 1 Celsius fokkal emeli, átalakítva mechanikai munkává, 430 meterkilogrammnyi munkavégzésre képes, 430 kilogrammot emel föl 1 meter magasra, vagy a mi azzal egyremegy, 1 kilogrammot 430 meternyre.

Óriási erőkészletünk van e szerint a kőszénben fölhalmozva, chemiai helyzeti erély\*) alakjában. Ezen erély eredete földünkön kívüli, a naptól került. A növény táplálkozásához, fejlődéséhez a fény föltétlenül szükséges; a fénysugár erélye képesíti a növényt, hogy levélszerveiben a levegőből fölszívott Szénsavat fölbontsa, a Szént áthasonítsa s vele építse föl testét, az Oxygént pedig kilehelje s adja vissza a levegőnek. Azon óriási fucusok, pálmák és harasztok, a melyek földünk egy régi geológiai korszakában a föld alá kerültek, a melyek lassú elbomlásának terménye a kőszén s a kőolaj, a napsugártól kölcsönvett erélylyel fődözték erőszükségleteiket. A napnak, ki tudja, hány ezer év előtti világát és melegét élvezzük mi, késő utódok, szénfűtötte szobáinkban s a villamos lámpák bűvös fényében.

Kellő hőmérsékre hozva meggyúlad a szén, egyesül a levegő Oxigénjével Szénsavvá. E vegyifolyamatban igen nagy helyzeti erély alakúl át hőmozgássá. 1 kgr. szén elégésénél 8080 caloriát nyerünk. A termelt meleggel vizet gőzölögtethetünk el, a gőz moleculáit gyors mozgásba hozhatjuk, feszítő erővel láthatjuk el, mely gőzgépeink közvetítésével mechanikai munkavégzésre képes. Forgattathatjuk vele új elektromos gépeink fegyverzetét, s a munkát, melyet a forgatásra fordítunk, elektromoserély alakjában nyerjük meg, mely, alkalmas készülékek segélyével, újból mechanikai munka végzésére fordítható, vagy az erély más alakjaiba átváltoztatható. Az elektromosság által hajtott vasútak egy példáját adják az elektromosenergia mechanikai munkára való átalakíthatóságának. Itt a chemiai intézetben is hasznát vesszük ez átalakíthatóságnak, a chemiai dolgozóhelyek szellőztetésére. Az elektromos áram, mely a souterrainben elhelyezett dynamoelektromos gép fegyverzetének forgatása által termeltetik, a padlásra van

\*) Az erőt azon értelemben, a melyben e szót eddig használtam, vagyis munkaképességére való tekintettel, erélynek szokás nevezni.

vezetve, a hol egy másik gépben, a mely az elektromos vasútak kocsiiban lévőkhöz hasonló, mechanikai munkává változik, a gép tengelyét gyors forgásba hozván. Szíjáttevással forgásba jön így a szellőző gép is, mely a padláson együvé vezetett tág csövekből kiszivattyúzza a levegőt.

Az elektromos áramot vezető két drót végére szénpálcákat erősítetek meg s egymáshoz közelítem. Azonnal izzásba jönnek s káprázatos fény tölti be a termet. Egy hosszú, csavarszerűleg hajtott platinadróttal kapcsolom most össze az elektromos drótokat, a platina drótot előbb vízben helyezve el. Gázbuborékok szállanak föl nemsokára a vízből, most élénk forrásba jött. Az elektromosenergia itt hőmozgássá alakult.

Kénsavval megsavanyított vízbe mártom a platinalemezben végződő drótokat, a víz alkatrészeire bomlik. Itt látszólag eltűnt az erő, mely a chemiai bontást eszközölte. Valójában azonban nem úgy van. Chemiai helyzeti erélylyé alakult át. A vízből kivált Hydrogén és Oxygén elegye piczi szikra által elgyújtható, vízzé egyesül újra, s ez egyesülése igen jelentékeny hőt szabadít föl. A megjelenő hő egyenértékű azon elektromosenergiával mely a víz két alkatrészének kiválasztására fölhasználtatott.

Az elektromos árammal még egyszer bontatok föl Kénsavval megsavanyított vizet, de a drótok végeit nem platina lemezekben, hanem nagy felületű és érdessé tett ólomlapokon vezetem a vízbe. Most kezdetben légnemek nem fejlődnek a vízből; később az egyik ólomlapról szállanak fel buborékok, melyek meggyújthatók: Hydrogén. Ez az ólomlap fényes felületet mutat, a másik ellenben barna kéreggel vonódott be. Az itt fölszabaduló Oxygén okozta e kérget, mert a vízből kivállása pillanatában vegyileg egyesült az Ólommal. Megszakítom az áramot; az ólomlapokat pedig e nagy drótgűrűvel kapcsolom össze, melynek közepén mágnespálcza függ. A mágnes erős kilengésbe jut. A dróton tehát elektromos áramnak kellett áthaladnia. Ez áramot az ólomlapok szolgáltatták, melyeket a rajtok előbb átvezetett elektromos áram vegyileg megváltoztatott. Az Ólomoxyd és superoxyddal bevont ólomlap a tiszta ólomlappal szembe állítva, elektromos áramot indít, mely az által jó létre, hogy az oxydos lap és a Kénsav közt vegyifolyamat következik be; az oxyd a kénsavban föloldódik, mihelyt a két ólomlapot a folyadékon kívül vezetődróttal összekapcsoljuk.

A míg tehát az első esetben az elektromos energia a fölszabadított Hydrogén és Oxygén egymás iránti helyzeti energiájává lett, mely a két légnem egyesülésénél hő-mozgássá változik át, addig az utóbbi elrendezésben, ugyan szintén chemiai helyzeti energiát idéz elő, de oly körülmények között, hogy e chemiai energiából közvetlenül megint elektromos energia lehet. Chemiai helyzeti energiában összegyűjthető, felhalmozható e szerint ilyen fajta apparatusokban mintegy az elektromosság, a miért e készülékeket el is neveztek elektromos gyűjtőknek vagy fölhalmozóknak, (Accumulátorok).

Az erő átváltozására vonatkozó tanulmányokból a fölemlített és ezekhez hasonló esetekben, kivétel nélkül megerősítést nyert a már fönnebb kiemelt törvény, hogy valahányszor az energia egyik neme egy vagy több másféle energiává alakul át, az új energia összesen ép annyi munkaképességet representál, mint a mennyi munkaképességben állott azon energia, a melynek átalakulása folytán létrejött.

Ha közönséges Zink pácztát híg Kénsavba állítunk, lassanként feloldódik benne Kénsavas zinkké. A folyadék a folyamat alatt jelentékenyen megmelegszik. A fejlődő meleg mennyiségét mindenkor változatlanul egyformának találjuk, valahányszor 65 gramm = 1 atomsúlynyi Zinket, hasonló körülmények között feloldunk. A meleg mennyisége nem változik meg akkor sem, ha a Zink mellé, — de úgy, hogy vele ne érintkezzék — egy platinapácztát vagy lemezt állítunk a Kénsavba. De megváltozik bizonyosan, és pedig megkevesbedik, mihelyt a zinkpácza és a platina-lemez kiálló végeit egy fémdróttal kapcsoljuk össze. Az összekötő drót maga új tulajdonságokat nyer. Mágnesűt kitérít az irányából, s az elektromos áram hatásának egyéb tünetemeyei idézhetők elő vele.

A drótban áramló elektromos energia mind időben, mind pedig okozatilag, a Zinken végbemenő chemiai folyamattal függ szorosán össze. Időbelileg annyiban, mert azonnal megszűnik, mihelyt a chemiai folyamat végbemenését valami módon megakadályozzuk. Okozatilag pedig azért, mert munkavégzésre képes, tehát enargiatartalommal bír. Az egyetlen energiaforrás azonban, mely itt (a környezet melegének kizárásával) rendelkezésre áll, a chemiai folyamat, tehát chemiai energiának kellett átváltoznia elektromos energiává. A chemiai energia egyrészének elektromos energiává való átalakulása miatt találjuk kevesebbnek a Zink oldási melegét. A Zink oldási melegének több mint felét át lehet változtatni elektromos energiává, a leírt combináció mellett. Ha ez elektromos energiát meleggé alakulni engedjük és ennek mennyiségét hozzáadjuk a Zink oldási melegének maradékához, kitérnik, mint Joule, Favre és mások kimutatták, hogy ez összeg egyenlő a Zinknek közönséges körülmények között tapasztalt oldási melegével; szóval az erő aequivalenciájának törvénye szerint megyen végbe ez átalakulás.

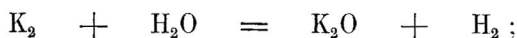
Ugyanez bizonyúl be, ha az elektromos energiát, melyet a chemiaiból nyerünk, egyidejűleg mechanikai munkává változtatjuk át. A Zink oldási melegét itt is kevesebbnek találjuk, és pedig épen annyival, a mennyit a mechanikai munkának hőértéke kitesz. Hozzá adva ezt is, az összeg egyenlő a Zink normális oldási melegével.

És ugyancsak ez áll azon esetre nézve is, ha a nyert elektromos energiát chemiai munkára használjuk föl. Ha például vizet bontatunk vele. Az oldási meleg akkor ismét csekélyebb, és pedig annyival, a mennyi a

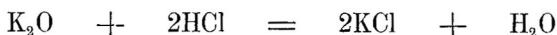


nyert durranólég egyesülési melege. Az energia törvényét minden esetben szigorúan érvényesnek találjuk.

A chemiai energia, mely az ismert energia-alakok közt, a természetben a legsűrűbben szerepel, lényegére nézve még ma is alig ismert. Nem azonos egyikével sem az ismert energiáknak, mint azelőtt gondolták; hatásaiiban a tömeggel való arányosságot mutat, s így alakjára nézve e tekintetben a mechanikai energiához legközelebb áll. Értékét, nagyságát, közvetlenül nem tudjuk megmérni. Az egyetlen mód, hogy ezen ismeretet megszerezzük, abban áll, hogy az energia valamely más, általunk mérhető alakjába átváltoztassuk. A legkönnyebben és a legtökéletesebben hővé alakítható át. A hőt könnyen mérhetjük. Nagy számú becses adat áll már rendelkezésünkre ma a thermochemiában, mely a chemiai energiának melegalakjában való mérését s az e mérések eredményeiből levonható következtetéseket és törvényeket tárgyalja. A chemiai folyamatoknál nyilvánuló energia megmérése fektette le az első szilárd alapot, az úgynevezett vegyrokonság praecis meghatározására, tüneményeinek mennyiségteni kezelésére. Vegyrokonság alatt eleitől fogva a testek azon képességét értették, hogy bizonyos más testekkel chemiai vegyületekké egyesülhetnek. A chemiai átalakulásokat a szereplésbe jutó testek különböző nagyságú vegyrokonságára vezették vissza. Így például a Kaliumnak az Oxygén iránt nagyobb vegyrokonságot tulajdonítottak, mint a Hydrogénnek, mivel a Kalium a vizet felbontja, Hydrogént hajtva ki belőle:



a Chlor irányában még nagyobb, mert a Kaliumoxyd Sósavval találkozáván, Chlórral cseréli ki Oxygénjét:



Az ezüst még nagyobb hajlamot mutat a Chlórral egyesülésre, mint a Kálium; Chlórkali oldatát öntve Salétromsavas ezüst oldatába, fehér, túróképű csapadékot nyerünk, Chlórezüstöt:



Ezen vegyi átalakulások tulajdonképeni okáról, a vegyrokonság mint pusztá fogalom, természetesen semmiféle magyarázatot nem tartalmazott. Valamely tünemény megmagyarázottnak tekinthető akkor, ha képesek vagyunk azt visszavezetni magukban véve ismerteknek tekintett okokra és föltételekre, és kimutatni azt, hogy ezeknek szükségszerű következménye. A vegyrokonság pusztá fogalma által a vegyi tüneményeknek ilyen magyarázata nem adható.

Mert hiszen magának az egyes testek között fönnforgó nagyobb vagy kisebb vegyrokonságnak megállapításához azon észlelések alapján jutunk el, hogy adott testek között vegyiátalakulás történik, hogy az bizonyos határozott értelemben megyen végbe, de hogy miért történik, miért az észlelt és nem más értelemben. arra ezen észleléseinkből nem vonhatunk következtetést, a tényeknek magyarázatát nem adhatjuk.

Egészen más alakot nyer azonban a kérdés, ha az ezen folyamatoknál működő chemiai energia nagyságának számbeli értékeit ismerjük; akkor igen is megvárható, hogy ez adatokból a tűnemények lefolyásának közelebbi okairól fogunk felvilágosítást nyerni, sőt azon helyzetbe is juthatunk, hogy adott esetekben előre megmondhassuk, valjon chemiai átalakulás fog-e történni, s ha igen, milyen eredménnyel.

A chemiai átalakulások legtöbbször a chemiai helyzeti energia hő mozgássá lesz, meleg alakjában szabadul föl. A meleg mennyiségének meghatározására különböző módon lehet eljárni. Eljárhatunk például úgy, hogy az edényt, melyben a chemiai folyamatot végrehajtjuk, ismert mennyiségű és hőfoku vízbe állítjuk be és a folyamat bevégeztével, pontos hőmérővel meghatározzuk, hány fokkal emelkedett a környező víz hőmérséke. Ismerve a víz mennyiségét, kiszámíthatjuk a vegyifolyamat által termelt meleg mennyiségét hőegységekben; visszaemlékezve a már fönebb érintett definitióra, hogy 1 hőegységnek a meleg azon hatásnagyságát vesszük, mely éppen elegendő 1 klg. 0°-ú víz hőmérsékletének 1 Celsius fokra emelésére.

Természetes, hogy készülékünknek úgy kell berendezve lennie, hogy az edényünket környező víz, hősugárzás vagy hővezetés által melegéből a kísérlet tartama alatt, semmit se veszíthessen.

Igen pontos melegmérések eszközölhetők a Bunsen által szerkesztett Caloriméterrel. A termelt meleggel e készülékben 0° hőmérsékletű jeget olvasztunk meg, s a megolvasztott jég súlyából számítjuk ki, a megolvasztáshoz fölhasznált, tehát a vegyifolyamat által az adott esetben termelt melegmennyiséget. Bunsen Calorimeterének berendezése mellett a megolvasztott jég súlyát nem közvetlen lemérés, hanem a megolvasztásnál bekövetkező térfogat megkisebbedés meghatározása által tudjuk meg. Ismeretes, hogy a 0°-ú jég ritkább, mint a 0°-ú víz, a miért úszik is rajta. 1090<sub>3</sub> köbcentimeter 0°-ú jég megolvasztása által csak 1000 köbcentimeter 0°-ú vizet nyerünk, azaz a jégből igen közel  $\frac{1}{11}$  részzel kisebb térfogatú 0°-ú víz lesz.

Ha egy U alakú üvegcsőbe, melynek egyik szára tág és felül beforrasztott, a másik szára keskeny, hosszú, és elgörbítve az előbbire merőlegesen folytatódik, körülbelől annyi tiszta vizet töltünk, hogy a tág szár  $\frac{2}{3}$ -ára vízzel megteljék, miközben e szárat beforrasztott tetejével lefelé fordítjuk, azután a vizet megfagyasztjuk s most higanynyal töltjük ki a cső egész hátralevő üreit, azt visszahelyezve eredeti állásába, egy oly készüléket

nyerünk, melylyel a jég megolvadásánál bekövetkező térfogat kisebbedést igen jól láthatóvá tehetjük. A mint a jégből valami elolvad, a higanyszál a keskeny csőben, az összehúzódásnak megfelelő mérvben beljebb húzódik, úgy, hogy ha ismerjük a keskeny cső ürének átmérőjét, s megmérjük a hosszúságot, a melylyel a higanyszál beljebb nyomúlt, ki számíthatjuk az összehúzódás nagyságát.

Bu n s e n caloriméterében a jég megolvasztása által előidézett térfogat kisebbedés megmérése lényegileg a leiottal megegyező módon történik. A mérés megkönnyítése és pontossá tétele végett, a keskeny cső egész hosszában milliméteres osztályzattal van ellátva, s előzetesen megállapítatik, hogy minden egyes millimeter hosszúságnak, a csőüreből mennyi köbmillimetryeni térfogat felel meg.\*) A melegmérési kísérletek eszközölhetése végett, a jeget tartalmazó szárba függőleges irányban s mintegy a szár közepéig benyulóan, egy megfelelően tág s alúl elzárt üvegcső van beforrasztva, melyben a melegtermelés tekintetében megvizsgálandó vegyifolyamatok hajtának végre. A termelt meleg a csövet minden oldalról

\*) A mérőcső térfogatának kimérése következőleg történik. Elhelyezzük a csövet vízszintesen, oly szobában, melynek lehetőleg állandó a hőmérséke, s néhány centimetryeni hosszú higanyszálat szívunk fel belé, ügyelve, hogy a higanyszál egyik vége az osztályzat 0° pontjával egybeessék. Mire a higany a szoba hőmérsékét fölvette, meghatározzuk táveső segélyével hosszúságát ( $L$ ), egyben a szoba hőmérsékét is leolvassa. Ezután tovább mozdítjuk vagy szívjuk a higanyszálat, s meghatározzuk a cső ezen helyén elfoglalt hosszát ( $L_1$ ) s ezt folytatjuk, míg az osztályzat másik végére értünk. A cső egyes részeinek térfogatát külön-külön azért szükséges meghatározni, mivel oly csövet, mely mindenütt egyforma méretű legyen, aligha lehet találni. A higanyt végre a csőből kiöntjük s megmérjük súlyát ( $g$ ).

Ha a leolvasás 0°-nál történt volna, a higanyszál s így a cső megfelelő térfogatát ( $V$ ) nyernék, a higanyszál súlyának elosztása által a 0°-ú higany fajsúlyával ( $S = 13,596$ ):

$$V = \frac{g}{S}$$

és 1 osztályzatnak térfogata ( $v$ ) az

$$L: \frac{g}{S} = 1 : v; \text{ egyenletből } v = \frac{g}{S L}$$

A leolvasás azonban rendszerint 0°-nál magasabb,  $t^\circ$ -nál történik, ezért szükséges a 0°-ra vonatkozó térfogatnak, a  $t^\circ$ -nál a higany által valóban elfoglaltra való átszámítása; a higany kiterjedési tényezőjét  $\beta$ -val jelölván, a  $t^\circ$ -nál általa elfoglalt térfogat

$$V = \frac{g(1 + \beta t)}{S}$$

s az 1 osztályzatnak megfelelő:

$$v = \frac{g(1 + \beta t)}{S L}$$

környező jégre gyakorolja hatását, olvaszt belőle, a minnek megfelelően a higanyszál a mérő csőben visszahúzódik. A visszahúzódás nagyságából kiszámítható az esetenként megolvasztott jég mennyisége, s miután ismeretes, hogy 1 gr. 0<sup>o</sup>-ú jég megolvasztására 0<sup>o</sup>-ú vízzé, hány Caloria szükséges (0.080 Caloria) a termelt meleg mennyisége caloriákban fejezhető ki. \*) Hogy a calorimeterben a vegyi folyamattól idegen tényezők jeget ne olvassanak meg és hogy a jég állandóan 0<sup>o</sup> hőmérsékletű legyen, az egész calorimeter egy tág faszekrény közepébe helyeztetik el, oly módon, hogy csak a mérőcső nyúljon az egyik oldalán a szabadba; a szekrény pedig megtöltetik teljesen tiszta hóval, mely a calorimetert minden oldalról körül vegye. A tiszta hó olvadási pontja 0<sup>o</sup>-nál fekszik, a calorimeter tehát állandóan 0<sup>o</sup>-ú környezetben tartható, ha a havat azon mértékben, a mint

\*) Annak megtudására, hogy hány gramm jégnek kell megolvadnia, hogy az összehúzódás 1 osztályzat térfogatának  $v$ -nek feleljen meg, a következő elmélkedéssel jutunk el.

Ha a 0<sup>o</sup>-ú jég fajsúlyát  $s_j$ -vel jelöljük, 1 gr. 0<sup>o</sup>-ú jég térfogatát kifejezhetjük következőleg  $\frac{1}{s_j}$ ; a 0<sup>o</sup>-ú víz fajsúlyát  $s_v$ -nek írva, kapjuk az 1 gr. 0<sup>o</sup>-ú víz térfogatát

$$\frac{1}{s_v}\text{-nek.}$$

A különbség:  $\frac{1}{s_j} - \frac{1}{s_v}$  egyenlő azon térfogattal, mely eltűnik, midőn 1 gr. 0<sup>o</sup>-ú jég, 1 gr. 0<sup>o</sup>-ú vízzé megolvad. Jelöljük a  $v$  térfogat összehúzódást előidéző jég gramm-mennyiségét  $p$ -vel, leend:

$$1: \left( \frac{1}{s_j} - \frac{1}{s_v} \right) = p: v; \quad s \text{ innen}$$

$$p = \frac{s_j \cdot s_v}{s_v - s_j} \times v.$$

$$\text{Az } s_j = 0.91674$$

$$s_v = 0.99988$$

ezen értékek helyettesítésével az egyenletbe nyerjük:

$$p = 11.02514 \times v.$$

Valamely kísérletben L osztályzattal ment légyen vissza a higanyszál, akkor az ennek megfelelő megolvadt jég gramm-mennyisége:

$$Lp = 11.02514 \times vL.$$

Miután 1 gr. 0<sup>o</sup>-ú jég megolvasztására 0<sup>o</sup>-ú vízzé 0.080 Caloria szükséges, megfelel  $p$  grammnak:

$$p \times 0.080 = 11.02514 \times 0.080 \times v = 0.882 \quad v.$$

s így az L skálarésznek megfelelő melegmennyiség:

$$0.882 \quad vL \text{ Caloria.}$$

elolvad, folyton friss hóval pótoljuk, a hóvizet a szekrény alján alkalmazott csapon időről-időre kieresztve.

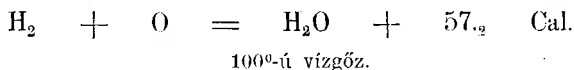
Azon igen számos adatból, melyet a thermochemiával foglalkozó búvárok maig megszereztek, néhány általánosabb érdekűt szabadjon itt felsorolnom. A víz képződésének erélyviszonyai a következőknek találtattak:

2 gramm Hydrogén, midőn 16 gr. Oxygénnel 18 gramm 100°-ú vízgőzzé egyesül, 57.<sub>2</sub> Caloriányi meleget termel. 2 gr. H és 16 gr. O-nek tehát szabad állapotban 57.<sub>2</sub> Caloriának megfelelő chemiai helyzeti energiája van, mely meleggé lesz a két elem vegyiegyesülésénél. A keletkezett 18 gr. 100°-ú vízgőz energia tartalma e szerint 57.<sub>2</sub> Caloriával kisebb, mint vegyületlen alkatrészeié. Miután ez utóbbiak meg a víz között 57.<sub>2</sub> Caloriának megfelelő energia különbözet forog fönn, közel fekvő a víz és alkatrészei tulajdonságainak lényeges különbségét, az energia-tartalmukban való nagy különbözetre visszavezetni és arra következtetni, hogy azon esetben, ha 18 gr. vízgőzzel 57.<sub>2</sub> Caloriányi energiát fölvétetünk, az föl fog bomlani alkotó elemeire.

Ezen következtetés helyes vólta mellett szól a tapasztalat.

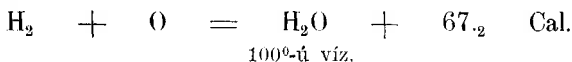
Nemcsak a tárgyalt, hanem minden esetre vonatkozólag: Vala mennyi vegyület szétesik alkatrészeire, ha akkora mennyiségű energiát közlünk vele, vétetünk fel általa, a mekkora mennyiségűt elvesztett akkor, a midőn alkatrészeiből keletkezett. Ha a vegyület fölbontását meleg által eszközöljük, akkor a felbontásnál eltűnő meleg, egyenlő az illető vegyület képződése alkalmával fejlődött meleggel. Ezen igazság a thermochemia egyik sarkalatos törvényét képezi.

Ezen törvény alapján a víz képződésének egyenletét, tekintettel az energiabeli viszonyokra, ekként írhatjuk:



(a symbolumok itt is gramm-atomsúlyokra vonatkoznak.)

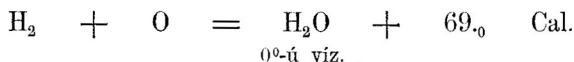
Ha a víz képződése alkalmával a nyert 100°-ú vízgőzt le hagyjuk hűlni, míg 100°-ú folyós vízzé sűrűsödik meg, az egyesülésnél termelt meleg megszaporodik még azon melegrészzel, a melyet a 100°-ú vízgőz elveszt, midőn 100°-ú folyós vízzé lesz. Ezen melegrészzel 10 Caloriának találtattott, úgy, hogy ez esetre — a képezett vegyület ezen végállapotára — vonatkozólag, a vízképződésének energia-egyenlete leend:



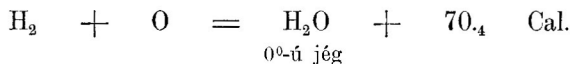
Kiolvasható ezen egyenletnek a fönnebbivel összehasonlításából, hogy 18 gr. 100<sup>o</sup>-ú folyósvíz elgőzölgtetésére, átalakítására 100<sup>o</sup>-ú vízgőzzé 10<sub>0</sub> Caloria meleg szükséges, azaz annyi meleg, a melylyel 10 liter 0<sup>o</sup>-ú víz hőmérsékét + 1<sup>o</sup>-ra lehetne emelni.

Azon esetben, ha a keletkezett vizet 0<sup>o</sup>-ra engedjük lehűlni, a termelt meleghez még hozzájárul azon meleg, melyet 18 gr. 100<sup>o</sup>-ú víz veszít, midőn 0<sup>o</sup>-ra lehűl, ezen mennyiség 1<sub>8</sub> Cal.

Az egyenlet ez esetben tehát:



Ha végül a keletkezett vizet annyira lehűtjük, hogy 0<sup>o</sup>-ú jéggé fagy meg, hozzájárul még 1<sub>4</sub> Cal. a termelt meleghez.



18 gr. 0<sup>o</sup>-ú jég megolvasztására 0<sup>o</sup>-ú vízzé 1<sub>4</sub> Cal. szükséges, s 18 gr. 0<sup>o</sup>-ú víznek még 1<sub>4</sub> Caloriát kell elvesztenie, mielőtt jéggé fagyhatna. Innen érthetővé válik azon lassúság, a melylyel télen a víz megfagy, ha már 0<sup>o</sup>-ot el is ért; s a fönnebbi egyenletek alapján a vízgőzben lappangó melegből, a légkör hőmérsékének gyakran feltűnő emelkedése, a légkör vízgőzének esőcseppekké és hópelyhekké tömörülésekor.

A meleg mennyisége, mely a képezett víz végállapota szerint különböző, figyelmünket fölhívja azon körülményre, hogy az energiára vonatkozó adatok fölhasználásánál, a velök való számításoknál mindenkor tekintetbe vegyük, hogy az illető adat a kérdéses combináció milyen végállapotára vonatkozik. A végállapoton kívül a combináció kezdeti állapota jön tekintetbe, mert ha ez is más és más, természetes, hogy ugyanazon végállapot előidézésekor is, a nyilvánuló energiában megfelelő különbségnek kell jelentkeznie. (A víz képződésére fönt kifejtett viszonyokban a kezdeti állapot minden esetben egyenlő volt, a Hydrogén és Oxygén közönséges, szoba hőmérsékkel bíró).

Tekintettel a kezdet és végállapot jelentőségére, szükséges a fönnebb levezetett törvényt pontosan körülírni:

A vegyületek fölbontásánál eltűnő meleg, egyenlő a képződésüknél fejlődő meleggel, föltéve, hogy a kezdet és a végállapot ugyanazonos.

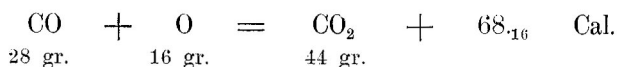
Egy és ugyanazon combináció physikai megváltozásánál vagy vegyi-átalakulásánál a melegnek mindenkor egyforma mennyisége fejlődik, valahányszor a combináció ugyanazon kezdetállapotból ugyanazon végállapotba megyen át, történjék ezen átmenés akár közvetlenül, a kezdetállapotból

egyenest a végállapotba, akár pedig közvetett úton, akkép, hogy a combináció egy vagy több közbeeső stádiumon halad először keresztül s csak azután kerül végső állapotába. Ha ez utóbbi esetben összegezzük a melegmennyiségeket, a melyeket az illető combináció az egyes stádiumokban termelt, az összeg tökéletesen egyenlő a meleg azon mennyiségével, melyet nyerünk, ha ezen combinációt, kezdetállapotából egyenest végállapotába visszük át.

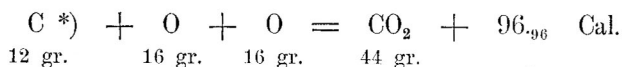
Ezen ismeret lehetővé teszi, hogy oly vegyületek képződési melegét is megtudhassuk, a melyeknél ezt kísérleti úton nem, vagy csak igen körülményes módon mérhetnők meg. Két vagy esetleg több parallal kísérleti meghatározással érünk ilyen esetben czélt; először átalakítjuk a kérdéses vegyületet egy vagy több új vegyületté, megmérve a meleget, a mely ezen átalakításnál fölszabadul; azután ugyanezen új vegyületté vagy vegyületekké egyesítjük a szabad elemek-nek akkora mennyiségét, a mekkora mennyiségben a kérdéses vegyületet alkotják, megmérve itt is a termelt meleget. Azt tesszük meg tehát, hogy ugyanazon és ugyanakkora mennyiségű anyagokból álló, de különböző állapotban levő két combinációt, vagy egyszerűbben: egy testrendszernek két különböző kezdetállapotát visszük át ugyanazon végállapotba.

A két esetben termelt melegben különbséget kell, hogy találjunk; e különbség a két különböző kezdet-állapot energiabeli különbsége: a szabad elemek és a kérdéses vegyület energia-tartalmában való különbség, az az, a kérdéses vegyület képződési melege.

Egy példa ezt azonnal kellőképen megvilágítandja. Tegyük föl, hogy a Szén oxyd (CO) képződési melegét akarnók megtudni. E végből legczélszerűbb lesz, ha a Szén oxyd egy bizonyos mennyiségét Szénsavvá (CO<sub>2</sub>) égetjük el, s megmérjük a Calorimeterben a termelt meleget. Ezt átszámítjuk a Szén oxyd egy gramm-moleculasúlynyi mennyiségére. A tapasztalat szerint ezen érték 68<sub>.16</sub> Caloriát tesz, tehát a folyamat egyenlete:



Erre ugyancsak ebbe a végállapotba, — CO<sub>2</sub> — visszük át a szabad elemeknek, C-nek és O-nek, akkora quantumát, mint a mekkorát Szén oxyd és Oxygén képében, az imént Szénsavvá alakítottunk, s meghatározuk ez esetben is kísérletileg a fejlődő meleg mennyiségét. Ennek értékül 96<sub>.96</sub> Cal. át nyerünk, e folyamat egyenlete tehát:

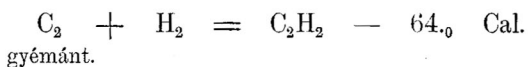


\*) Faszén.





E szerint az Acetylen egy gramm moleculasúlyában 64.<sub>0</sub> Caloriával több energia van főlhalmozva, mint az őt képező szabad elemekben. Az Acetylen ennek folytán elemeiből nem hőfejlődéssel, hanem ellenkezőleg, hőfölvétellel képződik, és pedig 64.<sub>0</sub> Caloriányi energia közlendő 24 gr. szén és 2 gr. Hydrogénnel, hogy 26 gr. Acetylen-né egyesülhessenek. Képződésének energia-egyenlete tehát:



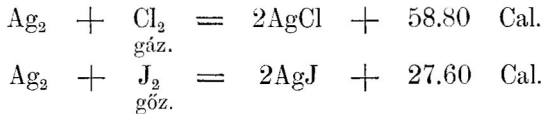
Ezen nagy energia-szükséglet folytán az Acetylent igen nehéz is az elemeiből előállítani. Nyerhető olyan módon, ha egy elektromos ívlámpát Hydrogénatmoszférában hagyunk égni; a lámpa szénsarkai közt fejlődő rendkívül nagy meleg ellátja ekkor a két alkatrészt az Acetylen-képezéshez nélkülözhetlen energiával.

Az olyan testeket, mint az Acetylen, a melyek energiafölvétellel jönnek létre, e n d o t h e r m e s vegyületeknek nevezzük, azokat pedig, a melyeknek képződésénél energia felszabadúl, e x o t h e r m e s e k n e k. A vegyületeknek túlnyomóan legnagyobb része exothermes s csakis exothermes testrendszereket eredményező chemiai folyamatok, chemiai átalakulások történhetnek meg magoktól, idegen, kölcsönvett energia közreműködése nélkül.

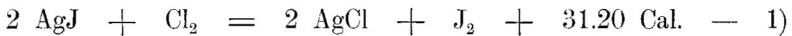
A tapasztalat azt mutatja, hogy minél több meleg szabadúlhat föl valamilyen vegyifolyamatban, többnyire annál könnyebben megyen ez végbe, sőt, ha egy bizonyos testrendszer többféle exotherm átalakulást szenvedhet, rendszerint azon az átalakuláson megyen át, a melynél a legtöbb meleget szabadítja föl, vagy más szavakkal a legnagyobb munkát végzi.

A míg a thermochemiai adatoknak a száma nem volt oly nagy, mint ma, úgy látszott, mint ha a legnagyobb hőfejlesztés vagy munkavégzés a testek chemiai átalakulásaiban kivétel nélküli, általánosan érvényes törvényt képezne, melyet „a legnagyobb munka elvé”-nek neveztek el. Ma tudjuk, hogy e törvény nem áll kivétel nélkül, vannak kivételes esetek, oly vegyi átalakulások, a melyek nem e törvény szellemében mennek végbe, a vegyifolyamatok túlnyomó számára azonban ma is alkalmazást nyerhet. Segélyével azért a legtöbb esetben előre mondhatjuk meg, hogy bizonyos adott testrendszerek, bizonyos körülmények fönnforgása mellett, szenvedhetnek-e megváltozást, s ha igen, hogy ezen megváltozás milyen irányban, milyen eredménnyel fog megtörténni. A testrendszerek lehetséges megváltozásainak erélyviszonyait kell csak ismernünk, hogy a legnagyobb munka elvének alapján megítélhessük, történhetik-e valamely adott esetben átalakulás s ha történhetik, milyen irányban fog ez végbemenni.

Legyen szabad e tekintetben néhány meggyőző példát bemutatnom, a melynél a legnagyobb munka elvéből vont következtetést, a kísérlettel is azonnal igazolhatom. Az első példa az ezüst Chlór és Jódali vegyülésének erélyviszonyaira vonatkozik, a mely folyamatok a következő energia-egyenletekben nyernek kifejezést:

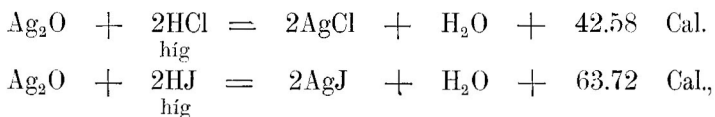


Miután a Chlorezüst képződésénél 58.80—27.60 = 31.20 Calóriával több meleg fejlődik, mint a Jódezüst keletkezésénél, a már kész Jódezüstnek, szabad Chlór által elbonthatónak kell lennie, átalakíthatónak Chlórezüstté, Jód kiválasztása mellett:



Jódezüstöt helyezek el egy csőbe s Chlörgáz hatásának teszem ki; a hatás azonnal meglátszik, megbarnúl a kiváló Jódtól.

A második példa ugyancsak az előbbi vegyületeknek, azonban más körülmények között fönnforgó erélyviszonyaira alapított. Azon körülmények mellettiekre, midőn Ezüstoxydot alakítunk át híg Sósav illetve Jódhydrogénsav oldattal Chlór illetve Jódezüstté. Itt mindkét esetben az Ezüstvegy mellett víz is jön létre:

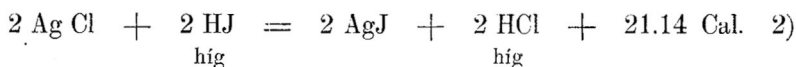


úgy, hogy az ezen folyamatokban nyilvánuló energia tulajdonképen négy factorból jön létre; így az első folyamatban: a Chlorezüst és a víz képződési melegéből, mely positiv értékű, és az Ezüstoxyd s a Sósav fölbontási melegéből, mely negativ, vagyis, az Ezüstchlorid és a víz képződése által meleg szabadul föl, az Ezüstoxyd és a Sósav fölbomlása folytán pedig meleg tűnik el, mely utóbbi az Ezüstchlorid és víz képződési melegének rovására esik, abból vonatik el, úgy, hogy a végérték, a tényleg észlelt meleg, ezen positiv és negativ értékek differenciájának felel meg.

Azt látjuk, hogy e differentia a fönnforgó körülmények között a Jódezüst képződésénél nagyobb, és pedig:

$$63.72 - 42.58 = 21.14 \text{ Calóriával,}$$

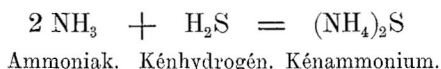
a miből a legnagyobb munka elvének alapján azt kell következtetnünk, hogy a már kész Chlorezüst, híg Jódhydrogénsav behatására elfogbotatni, átfogalakíttatni Jódezüstté, Sósav képződéstől kísérve:



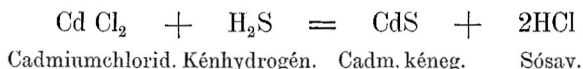
A tapasztalat ezt is igazolja.

Az ezüstvegyek átalakulása tehát az 1) és 2) alatti esetekben teljesen ellentett irányban ment végbe, a körülmények különböző természete szerint, de mindkét esetben összhangzásban a legnagyobb munka elvével.

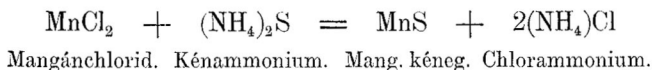
Igen tanulságosak ez irányban a fémek Chlor és Kénvegyeinek képződési viszonyai. Már a második előadásomban tettem említést arról, hogy a minőleges vegyelemzésben, a fémek osztályokba egyesítésére a Kénhydrogént használjuk föl, mely egyeseket, még szabad sav jelenlétében is, sóik oldatából kicsap, kénegeket képezvén velük, míg más fémeket csak Ammoniak közreműködésével, tehát mint Kénammonium képes kiválasztani:



Az első kategóriába tartozik pl a Cadmium, mely sóinak oldatából Kénhydrogén által mint sárga színű Cadmiumkéneg csapatik le:



a másodikhoz tartozik a Mangán, mely csak Kénammonium által csapható le:



Az okok felől, a melyek a fémek ezen különböző magatartását Kénhydrogénnel szemben meghatározzák, az illető folyamatok erélyviszonyaiban nyerünk felvilágosítást.

Az alábbi táblázatban együvé vannak állítva azon fémek, a melyek Kénhydrogén által kénegekké alakíthatók. Az első vízszintes rovat mutatja a termelt meleg mennyiséget, mely az egyes fémek oxydjainak Kénhydrogén oldat által kénegekké való átalakításánál fölszabadúl, a második rovat pedig a meleget, mely kiválik, midőn ugyancsak ezen oxidokból híg Sósav behatása által e fémek chloridjai képződnek. A harmadik rovat a két melegtermelés mennyisége közötti különbséget adja, mely minden esetben a kéneg képződésének javára szól, azaz, a termelt meleg ezen körülmények között, jóval nagyobb a kéneg, mint a Chlorid keletkezésénél. Ebből folyólag, a legnagyobb munka elve szerint, a kész fémchloridoknak Kénhydrogén által elbonthatóknak kell lenniök.

I.

R e a k t i ó	Cd(OH) <sub>2</sub>	PbO	CuO	HgO	Tl <sub>2</sub> O	Cu <sub>2</sub> O	Ag <sub>2</sub> O
a fémoxyd és H <sub>2</sub> S ól- dat közt . . . .	27.37	29.20	31.67	45.30	38.49	38.53	58.51
a fémoxyd és 2HCl híg oldata közt .	20.29	15.39	15.27	18.92	27.52	14.46	42.58
Különbözet . . . .	+ 7.08	+13.81	+16.40	+26.38	+10.97	+23.87	+15.93

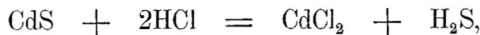
A tapasztalat következtetésünk mellett szól. Ez egymással csövekkel összekapcsolt palaczkokban a Cadmium, Kén, Higany chlórvegyeinek s az Ólom és Ezüst légenysavas\*) sóinak oldata van; Kénhydrogégázt bocsátok az oldatokon át, kicsapódik a Cadmium sárga (CdS), az Ólom (PbS), a a Higany (HgS), a Réz (CuS), az Ezüst (Ag<sub>2</sub>S) fekete színű kénege.

Másféle energia-viszonyokra találunk azonban ezen fémoxydoknak Sósavgáz és Kénhydrogégáz iránti magatartásuknál. Ez esetben a fémchloridok képződési melege szárnyalja túl a kénegek képződésénél termelt meleget, mint a következő táblázatból kitűnik.

II.

R e a k t i ó	Cd(OH) <sub>2</sub>	PbO	CuO	HgO	Tl <sub>2</sub> O	Cu <sub>2</sub> O	Ag <sub>2</sub> O
a fémoxyd és H <sub>2</sub> Sgáz között . . . .	32.12	33.95	36.42	50.05	43.24	43.28	63.26
a fémoxyd és 2HCl gáz között. . . .	54.93	50.03	49.91	53.56	62.16	49.30	77.22
Különbözet . . . .	-22.81	-16.08	-13.49	-3.51	-18.92	-6.02	-13.96

Ebből folyólag a kész kénegek Sósavgáz által fémchloridokká lesznek átalakíthatók. Igazolásúl Cadmiumkéneget tesztek e csöbe és Sósavgázt bocsátok hozzá, a cső másik végén Kénhydrogégáznak kell távoznia:



bebocsátom Rézsó oldatába; fekete csapadékot (CuS) idéz benne elő.

A reakciónak ellentett értelemben való lefolyása a fémoxydok és a savak híg oldata, s a fémoxydok és a légnemű savak egymásra hatásánál

\*) A Chlorvegyek helyett itt a Légenysavassók vétettek, a melyekre nézve igen közel ugyanazon energiaviszonyok állanak. Az Ólomchlorid nehezen, az Ezüstchlorid meg éppen nem oldódik vízben.



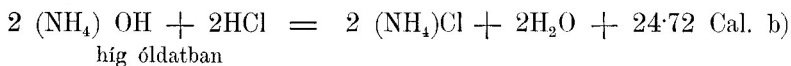
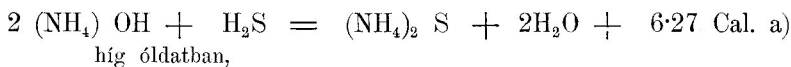
nek képződési melege kicsi, s chloridjaiknak képződési melege aránylag oly jelentékeny, hogy még a Sósav nagy oldási melege sem képes e differenciát kiegyenlíteni, még kevésbé azt túlsúlyozni. A Kénhydrogén pusztá behatása tehát változást nem idézhet elő.

III.

Reakció	Mn(OH) <sub>2</sub>	Fe(OH) <sub>2</sub>	Ni(OH) <sub>2</sub>	Co(OH) <sub>2</sub>	Zn(OH) <sub>2</sub>
A fémhydrát és H <sub>2</sub> S óldat közt . . . .	10·70	α) 14·57	18·63	17·41	18·58
A fémhydrát és 2HCl híg óldata közt .	22·95	β) 21·39	22·58	21·14	20·29
Különbség . . . . .	—12·25	—6·82	—3·95	—3·73	—1·71

Az e táblázatban felsorolt fémek chloridjainak óldata van ez egymással összefüggő palaczkorban; Kénhydrogégázt bocsátok az óldatokon át, semmiféle változás sem történik.

De, ha megsegítjük a Kénhydrogén hatását idegen energiával, mely a fönnforgó energia-szükségletet fődözze, akkor az érvényesülni fog. E fődözetet az által teremthetjük elő, hogy az óldatokban oly segédvegyfolyamatot indítunk meg, mely megfelelő nagyságú melegtermeléssel jár, hogy a fémkéneq a képződéséhez hiányzó energiát belőle vehesse. Ilyen segéd-folyamat fog bekövetkezni, ha az óldatokba Ammoniak óldatot öntünk, mely a Kénhydrogénnel egyesülve Kénammoniumot képez. A Kénammonium és a fémchloridok közti cserebomlás már megtörténhetik, mert ez esetben a fémchlorid elbomlásánál képződő Sósav, a Kénammonium elbontásánál kiváló Ammoniummal, Chlorammoniummá egyesülhet; ezen vegyületnek képződése pedig előteremti a hiányzó energiát. A Kénammonium és a vele aequivalens hatásértékű Chlorammonium képződési melege következő:

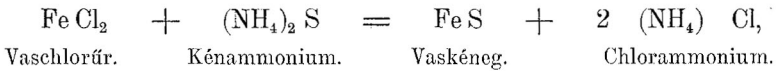


a kettő közötti energiakülönbség:

$$24\cdot72 - 6\cdot27 = 18\cdot45 \text{ Cal.},$$

a Chlorammonium képződésének előnyére.

Kiragadva egy esetet a táblázatban foglalt öt közzül, péld. a Vas-chlorür és a Kénammonium közötti átalakulást illetőt, melynek egyenlete:



az energia viszonyokat illetőleg a következő eredményre jövünk:

E vegyifolyamatban két test jön létre, a Vaskéneg és a Chlorammonium; ezeknek a képződési melege positiv értékkel szerepel; kettő elbomlik, a Vaschlorúr és a Kénammonium, ezeknek a felbontása meleget igényel és pedig a thermochemiai — előbb kifejtett — első törvény szerint, éppen annyit, mint a mennyi képződésük alkalmával termeltetik; e két vegyület képződési melege tehát negativ jellel veendő számításba. Ennek folytán leend:

1. A Vaskéneg képződési melege, a III-ik tábla $\alpha$ ) szerint . . .	+14·57
2. A Chlorammon. „ „ b) egyenlet „ „ . . .	+24·72
3. A Vaschlorúr elbontására felhasznált meleg, III. $\beta$ ) . . .	—21·39
4. A Kénammonium „ „ „ a) egyenlet . . .	—6·27

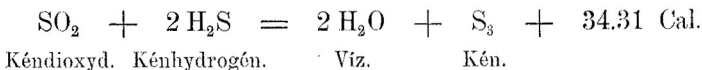
Végeredmény . . . . . +39·29 — 27·66

$$+ 30.29 - 27.66 = + 11.63 \text{ Cal.}$$

E folyamat 11.63 Caloria termeléssel jár, s azért a legnagyobb munka elve alapján végbe kell mennie.

Hasonló eredményre jutunk a többi esetben is. Lássuk most a tapasztalatot, mikép egyezik meg következtetéseinkkel. A palackokba, melyeken az imént Kénhydrogént vezettem át, s a melyből a fémsók oldatai elegendőt vehettek föl, Ammoniakoldatot töltök; ime az elsőben hússzinű csapadék támad, a Mangán kénege (MnS), a következő háromban fekete válmány rakódik le, a Vas (FeS), Cobalt (CoS) és a Nickel (NiS) kénegei; az utolsó velök ellentétben hófehér testet ad, ez a Zink kénege (ZnS).

A torjai barlang hasadékaiból fojtó szagú légnem száll föl, a Kéndioxyd, kíséretében van a kellemetlen Kénhydrogén is, Kén lepi be a barlang szikla-odúját. Vajjon miként jön itt létre a kénkéreg, és hogyan újul meg folyton, mert az oda zárandokló turisták és betegek nem egyike viz magával emlékdarabot. A foltok a tört kövön nemsokára mégis eltűnnek, a kéreg visszaképződik, újból összesző. — A legnagyobb munka elve megadja nekünk ezen kérdésre is a választ. E tünemény oka a Kéndioxyd és Kénhydrogén egymásra hatásában rejlik. Találkozásuk egymással mindkettőre végzetes, mert rendszereik oly átalakulásra képesek, mely sok energia föl-szabadulást eredményez. Átalakulásuk terménye víz és Kén:



Mivel:

	Caloria
1) Egy molecula SO <sub>2</sub> felbontására fölhasznált meleg . . . .	—71.07
2) Két „ H <sub>2</sub> S „ „ „ 2 × 4.51 . . . .	— 9.02
3) Két „ H <sub>2</sub> O képződési melege 2 × 57.2 . . . .	+ 114.4
<u>Végeredmény . . . .</u>	<u>+ 114.4—80.09</u>

$$+ 114.4 - 80.09 = + 34.31 \text{ Cal.}$$

Előidézem ez érdekes tüneményt e nagy üvegballonban. Kétoldalt állanak a Kéndioxydot és Kénhydrogént fejlesztő apparatusok; a ballon két oldali furatán ömlik be a két légnem, melyeknek fejlődését úgy szabályozom, hogy az egyenletnek megfelelően a Kénhydrogénből lehetőleg kétakora térfogatot nyerjek, mint a Kéndioxydból. Rövid idő múlva elhomályosodik a ballon fényes fala, mind sárgább színt nyer s nemsokára vékony kénréteg borítja be egyenletesen. A ballontól kilépő fölös gázok, egy vizet tartalmazó mosóüvegen át, a szellőző csőbe lépnek. Észrevehettük, hogy a mosó üveg vize jóval korábban zavarodott meg a kén kiválása folytán, mint a száraz, nagy ballon. Itt könnyebben történt a két gáz kölcsönös fölbomlása és gyorsabban, a minék egyik főoka az, hogy a folyamatban keletkező víz ez esetben folyós állapotot nyert, míg a ballonban gáz állapotban vált ki; a mosóvízben végbemenő folyamat melegtermelése nagyobb, mint a ballonban történőé.

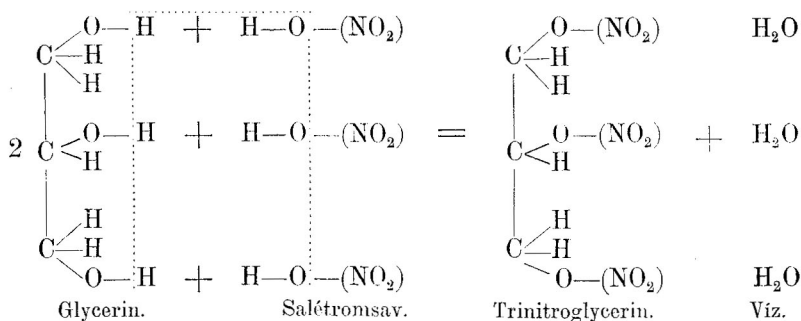
A legnagyobb munka elvét látjuk tehát kivétel nélkül érvényesülni mind e folyamatokban.

Hatalmunkban áll azonban gyakran, a kísérleti körülményeknek megfelelő megválasztása által, vegyi folyamatokat bizonyos ponton megakasztani, mielőtt a legnagyobb munka elvégeztetett volna általuk. A testrendszerek, a melyek vegyi folyamatok megakasztásának eredményei, a munkaképesség egy bizonyos, és pedig igen különböző nagyságú fokával bírhatnak. Bizonyos testrendszereket rendkívül magas munkaképességgel láthatunk el. A szerves vegyek között találunk könnyen ilyeneket. A szerves testek legnagyobb része Salétromsav által kellő körülmények között teljesen elégethető Szénsavvá és vízzé; ez oxydációkban a legnagyobb munka elve érvényesül. De sikerülhet e testeknek csak részleges elégetése is, és pedig nem oly értelemben, hogy a test moleculáinak egy része égettetik el teljesen, egy másik része meg változatlanul marad, hanem akként, hogy a részleges oxydáció valamennyi moleculára egyformán terjed ki s a moleculák valamennyien a totalis elégetés föltételeivel láttatnak el, a mely aztán rohamosan, rendkívül rövid idő, egy másodperc század- vagy ezredrésze alatt is bekövetkezhetik, a midőn a teljes elégetést megindító speczialis körülmények meg vannak adva. A teljes elégetés föltételeivel bíró testrendszerek égési melege akkor egyszerre szabadul föl s légnemű égési terményeik

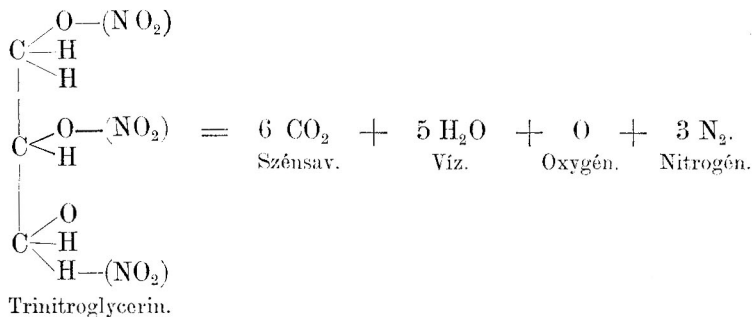


térfogata, feszítő ereje a meleg nagy quantumából rendkívül megnövesztve, felette nagy mechanikai munka momentán elvégzésére van képesítve.

Ezen viszonyokkal találkozunk az explosiv természetű, a robbanó anyagoknál. A közönséges gyapotot vagy Glycerint Salétromsavval teljesen ellehet égetni Szénsavvá és vízzé, de megfelelő körülmények között meg lehet akadályozni e folyamatot s minden molecula alkatrészeiből csak néhány atomot, a könnyen elégő Hydrogén néhány atomját elégetni s az elégett Hydrogén helyére a moleculákba az oxydáló szer, a Salétromsav alkotó elemeit betelepíteni, oly moleculákat létesítve ekként, melyek a pillanatnyi, teljes eléghetés föltételeivel rendelkeznek:



Igy keletkezik a gyapotból a lőgyapot, a Glycerinből a Trinitroglycerin, a Dynamitnak hatásos anyaga. Minden moleculája a lőgyapotnak, a Trinitroglycerinnek bír a pillanatnyi teljes eléghetés föltételeivel:



A molecula terén belül, egymással kapcsolatban, vagy közvetlen szomszédságban állnak az öldöklő elemek, a pusztításra készen minden perczen, midőn az intést megkapják. A moleculák megrázkódtatása, előidézve ütés vagy akár csak egy erősebb hanghullám által, a melyet például egy kis gyutacs elrobbanása előidéz, elegendő, hogy labilis egyensúlyi állapotukat véglegesen megzavarja. A lánczokba erőszakolt legnagyobb munka elve, félelmetes dörgéssel szilánkokra zúzza lánczait, egy pillanat alatt juttatva győzelemre akarátát.

Explosív természettel bírnak mindazon testrendszerek is, a melyeknek képződése energiafölvétellel jár, tehát az *endothermes* vegyületek.

Az *Acetylen*-ben talákoztunk ilyennel. Az *Acetylen* meggyújtható ugyan veszély nélkül, nyugodtan elég, de egy gyutacs elrobbanása által fölkeltett hanghullám lökését nem bírja el, nagy erővel elrobban. Így elrobban az *Ozon* is, mely az *Oxygén*ből szintén energiafölvétellel keletkezik. Az elrobbanás némely explosív vegynél olykor a legesekélyebb rázkódás finom tollpohely érintése által is előidézhető. Ilyen felette explosív anyag a *Jód-nitrogén*, mely csak nedves állapotban érinthető meg veszély nélkül. Papírlapokra nedvesen reákenhetjük, de mihelyt megszárad, még tollal sem érinthető meg, a nélkül, hogy hevesen elnerobbanjon. E szita tetején van belőle egy kevés, a meleg teremben már megszáradt; hosszú pálcza végére erősített tollszárral érintem meg — egy villanás, egy csattanás, s ibolya színű felhőbe dobattak szét a *Jód* moleculái.

Mekkora energia jön működésbe ilyen folyamatoknál!

\*

Az energia-viszonyoknak számbeli meghatározhatása által találta meg a vegyrokonság tana azon szilárd alapot, a melyen a matematikai chemia oszlopcsarnoka fog fölépülni. A kezdet megtörtént, az alapkövek közül már több a maga helyén van, az oszlopok kifaragásának munkája megindult.

\* \* \*

M. t. k.

Fejlődő félben van még a chemia. Hová fog még vezetni, mily most még elnemeképzhető eredményeket fog egykor létesíteni. Az a jövő titka! Nagy átalakulásokat várhatnak mindenesetre a jövő generációk. Oly átalakulásokat, melyek hivatottaknak látszanak új alapokra fektetni a társadalmat. Biztosan előrelátható, hogy talán már nem is a messze jövőben, az anyagi élet legfontosabb eszközei, a megélhetés eszközei, a tápanyagok is chemiai úton lesznek előállíthatók. Nem a búzaszem, a burgonya, a hús, a tej, hanem azon alkatrészeik, a melyek a tulajdonképeni tápanyagokat képezik: a czukor, a zsírok, a fehérnyék. Az igazi czukor mesterséges előállítása valószínűen még e század vívmányai közé fog tartozni. A zsírok synthézise követni fogja ezt, legutoljára maradnak a fehérnyék.

Nem surrogatumok lesznek ezek, hanem a természetes tápanyagokkal minden tulajdonságaikban megegyezők, azokkal teljesen azonos testek. Milyen fog majd alakúlni az élet, ha nem a föld, nem az állatország, hanem az emberi ész, s az emberi kéz munkája fogja szolgáltatni a tápszereket?

Most a könnyen és nagy quantumokat termelő Amerika, hatalmas közlekedési eszközök birtokában, mindinkább dominálja terményeivel a

piacot, s első nemzetnek küzdi föl magát; akkor azon nemzet foghat a föld népeinek élére állni, a melynek tudománya fogta megoldani a nagy synthesisek titkát.

Csodálattal kell eltelnünk valóban az emberi szellem képességeinek nagysága iránt, de alázattal kell egyszersmind beismernünk, hogy az emberi szellem hódító hatalma egy bizonyos határon túl nem mehet. Betekintünk a moleculák csodás országába, atómonkat elválaszthatunk s rendező kézzel számtalan világrendszert alkothatunk a mikrokosmusban, megmérhetjük az atomok vonzásának erejét, s öntudatosan céljainkra használhatjuk föl, de a magyarázat a mit a természettüneményekről nyerhetünk, mégis mindig meddő marad, lelkünket teljesen kinemelégitő. A legegyszerűbb tüneménynél ott áll az óriási kérdőjel: *Miért?* Hogy az Oxygén a Hydrogénnel vízzé egyesül, mert ennyi meg ennyi nagyságú vonzás nyer az egyesülés által kielégítést, ennyi meg ennyi helyzeti erő szabadul föl, azt tudjuk, de meg van-e ez által ezen tünemény teljesen magyarázva? Tudjuk-e annak okát adni, hogy mért nyilvánít az Oxygén ilyen erélyt a Hydrogén irányában, miért mást egy más elem irányában? Honnan van az, miből ered, hogy az atomok egyáltalán olyan magatartást tanúsítanak egymás irányában, mint a minőt közöttük észlelünk? Ki adja meg erre a feleletet? S mennél mélyebbre hatolunk a természet világába s mennél elfogulatlanabb szemmel analysáljuk jelenségeit, nemcsak az úgynevezett holt anyagon, de ép oly mérvben, sőt még inkább az élő szervezetek világában, annál több és nagyobb kérdőjellel, annál több ma és örökké megoldhatatlan ténnyel találkozunk.

Az emberi szellem hatalma véges, korláthoz kötött. Azon a korláton túl megszűnik a tudás, fölváltja a hit.

De nem egy ábrándos, pusztá sejtelen a végokról, nem egy — magára emberikéz alkotta bilincseket rakó — hit, mely a Talmud, a Kórán, a Biblia traditióiból, geniális proféták legendáiból, túlvilági megnyilatkozásokból meríti erejét, hanem a lélek legbensőbb szükségéből kiinduló, szilárd, megingathatlan *m e g g y ő z ő d é s*: *Van Isten a természetben!*

Mély alázattal meghajlik az igazi természetbúvár, a meggyőződés boldogító érzésével, a természetben megnyilatkozó, felfoghatatlan, de létező végok előtt. Nevezze végoknak, építőnek, Istennek, a szó, a név ugyanazt az egyet jelenti előtte.

Így lesz a természettudomány, mely az anyagi világ tüneményeivel foglalkozik, megteremtője az élő hitnek, és visszaadja a kétkedő léleknek a féltudás vakmerő elbizottsága által megtámadott és megingatott békét és bizalmat.

Ápoljuk a természettudományt, mert a megnyugvás boldogító szellemét árasztja magából, a bizalmat sorsunkhoz, a lélek igazi szabadságát!

## EREDETI KÖZLEMÉNYEK.

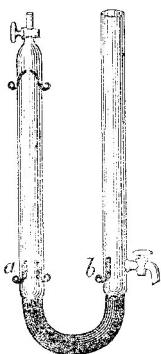
### Előadási kísérlet a víz synthesisére.

A víz képződését Hydrogenből és Oxygenből rendszeren Hofmann eljárása szerint fel szokták használni, annak kimutatására, hogy az alkatrészek határozott viszonyban egyesülnek egymással és a fölös mennyiségben alkalmazott alkatrész változatlanul visszamarad. Ennek kísérleti keresztülvitelére három Hofmann-féle előadási Eudiométer szolgál, melyben higany fölött felfognak: az elsőben 2 térf. Hydrogen és 1 térf. Oxygent; a másodikban 2 térf. Hydrogent és 2 térf. Oxygent és a harmadikban 3 térf. Hydrogent és 1 térf. Oxygent. Ezen gázkeveréket egyszerre eldurantva, constatáljuk a fennebb jelzett eredményeket.

Ezen kísérletek mennyire praecis eredményeket adnak, mégis több időt és ügyességet vesznek igénybe, úgy, hogy előkészítésük — külön Hydrogen- és Oxygen-fejlesztőre levén szükség — már az előadás előtt kell megtörténnék. Továbbá nagy mennyiségű higanyt kívánnak s ha nem rendelkezünk egyszerre három Eudiometerrel, keresztülvitelök nagyon nehézkes.

Ezen hátrányokon segítendő, egyszerű módosítást alkalmaztam a Hofmann-féle Eudiométeren, melynek használatát röviden le akarom írni: Az egész csak annyiban áll, hogy a zárt szár aljába két lemezes electroda (a) van beferrasztva s a nyílt szár aljában pedig egy. A cső görbületét helyettesítheti kautschukcső is, de nagyon rövidnek kell lennie, mert különben a hosszú folyadék-oszlop a két electroda közt szerfölött meggyengíti az áram erejét.

A kísérletek keresztülvitelére előbb megtöltjük az egész készüléket híg Kénsavval. Erre valamely telep sarkait összekötjük a zárt szárban levő két lemez electroddal s kis mennyiségű durrgázt fejlesztünk, mely a felső csap alatt összegyűl. A fejlesztést beszüntetve, a felső sodrony-electrodokat összekapcsoljuk



egy szikra-inductorral s eldurantjuk, beigazolván, hogy az összes fejlődött légnemek vízzé egyesültek.

Ezt rögtön követheti a második kísérlet. Most a zárt szárban levő lemezelectrodoknak csak egyikét kötjük össze az electromos batteriával, míg a telep másik sarkát a nyílt szárban levő electroddal. Megindítva az áramot, a zárt szárban pl. csak Oxygen gyűl össze, míg a Hydrogen a nyílt szárban szabadon elszáll. A felfogott Oxygen térfogatát megjegyezzük kautschuk-gyűrűvel s a telep sarkait megváltoztatva, az Oxygenhez fejlesztünk tetszés szerinti mennyiségben Hydrogent, ennek térfogatát is kautschuk-gyűrűvel megjegyezve. Lekapcsolva a batteriát, a felső electrodokon keresztül szikrát üttetünk, a mikor is a Hydrogen az Oxygennel 2 : 1 arányában egyesül s a fölös mennyiségben alkalmazott légnem visszamarad. Minősége a felső csap segítségével könnyen megállapítható.

A második mintájára aztán megtehetjük a harmadik kísérletet is.

Ezen eljárás nem ad ugyan oly pontos eredményeket, mint ha higany fölött fognánk fel a gázokat, de előadási kísérletnek teljesen kielégítő. Fő előnye, hogy gyorsan és könnyen keresztül vihető egész lefolyásában a tanulók szeme előtt.

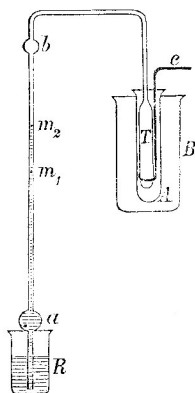
(A brassói áll. főreáliskola laboratóriumából.)

DR. JÁHN KÁROLY.

## IRODALMI SZEMLE.

### Előadási kísérlet a Raoult-féle törvény demonstrálására.

(F. Cimicián. Z. f. d. phys. u. chem. Unt. III. évf. 39. old.)



Raoult törvénye szerint a physikai oldatok fagyás-temperaturája egyenlő mértékben száll le, ha ugyanannyi oldószerben a feloldott testek mennyisége arányos a molekulasúlyokkal.

A kísérlet bemutatására szolgáló készülék leglényegesebb része a levegőhőmérő T. Az oldatokat beöntjük A-ba, a 2.5 cm. bőségű, 16 cm. hosszú próba-csőbe és magát az eprouvettet B-ben hűtőkeverékbe szorítjuk. A levegőhőmérő hengeres alja (a diameterje 1.5 cm., hosszúsága 12 cm.) A-ben az oldatba merül, felül átmegegy a kétszer meghajlított csőbe, melynek belső átmérője 1.5 mm. Ez a szűk cső R-ben megfestett

vízbe torkol,  $a$ -ban és  $b$ -ben kitágul;  $a$ -val elejét veszszük a levegő kitódulásának és  $b$  megakadályozza a folyadék átömlését a hőmérő-csőbe.

Elsőbben az oldószer fagyáspontját határozzuk meg. A hűtő-keverékbe állítjuk az  $A$  edényt és ebben a  $c$  keverő-készülékkel a vizet — oldószerünköt — mozgásban tartjuk. Azt a magasságot, melyre felemelkedett a zárófolyadék, egy tetszésünk szerint készített skálán olvassuk le, vagy kautschuk-gyűrűvel jelöljük meg ( $m_1$ ). — Azután óldatokat készítünk olyképen, hogy 100 gr. vízre a testeknek a moleculasúlyukkal arányos mennyisége essék. Ha ezekkel az óldatokkal ismételjük a kísérletet, azt tapasztaljuk, hogy a fagyás-temperaturájuk ugyanaz, mert a színes folyadék minden esetben egyenlő magasságig ( $m_2$ -ig) emelkedett, néhány centiméterrel magasabbra, mint az oldószer fagyasztásakor.

BEM.

## KÖNYVISMERTETÉS.

„Az erjedés chemiájának kézikönyve, dr. Szilágyi Gyulától“ — cím alatt nem régiben a Franklin-társulat kiadásában egy főleg szesz- és sörgyárosok, gazdák, bortermelők és chemikusok számára becses és ajánlható mű jelent meg. Magyar nyelven első rendszeres, az erjedés chemiájának majdnem minden ágazatát magában foglaló, a legújabb vizsgálatok és kísérletek alapján összeállított munka ez, mely már ezen előnyeinel fogva is a szakértők figyelmét méltán magára vonja. E mellett egyszerű, világos és érthető nyelven lévén előadva a tárgy, még a nem szakértőknek is tanulságos olvasmányul és kútforrásul szolgálhat.

A munka felosztása és rövid tartalma következő:

I. A bevezetésben szerző az erjedés fogalmát körvonalozza. Erre az erjedés történelmét adja elé legrégebb kezdetétől fogva a legújabb korig, a haladás nevezetesebb mozzanatait behatóan ismertetve. — Ezután az erjedés mivoltáról alkotott négy legfontosabb elméletet adja elé; u. m.: 1. A legrégebb, Liebig-féle bomlási elméletet, 2. a chemiai vagy fermentum-elméletet, 3. a Pasteur-féle Oxigén-elvonási elméletet és 4. a Nágeli-féle moleculár physikai erjedési elméletet.

II. Külön fejezetben írja le az erjedés organismusait és pedig először tenyésztési és vizsgálati módjaikat, nevezetesen a microscopiai és physiologiai vizsgálati módokat. Ezután alakítani tekintetben részletesen ismerteti a bakteriumokat, a penészgombákat és az alkoholos erjedést okozó gombákat. A tiszta kultura előállításának módjait írja le és az ezek vizsgálata által elért legújabb eredményeket. A Saccharomyceseeknek, mint a legnevezetesebb erjedést okozó organismusoknak rendszertanát bővebben adja elé, igen sok szép, hű ábrával és leírással kísérve.

A III-ik fejezetben a fermentumokról szól általában, különösen az élesztőről, mibenlétéről, chemiai összetételéről. Ezután az erjedést, mint physiologiai tünetényt, majd a legújabb nézetek alapján, mint chemiai physiologiai tünetényt mutatja be.

A IV-ik fejezetben az erjedés organismusainak táplálási feltételeit, tápanyagait írja le részletesen, így a nitrogéntartalmu, a

Nitrogenmenteseket és az ásványi sókat. — A Nitrogenmentes tápanyagok között legfontosabbak a Szénhidrátok, melyek az organizmusok által felvételnek, s testükben felbontatnak, végeredményben Szénsav és Alkohollá. Ez utóbbi táplálkozási folyamat képezi alapokát a szeszes erjedésnek.

Külön fejezetben írja le az Alkohol-képződéshez szolgáló szénhidrátokat, a keményítőt, az ebből keletkező 9 különböző fajta dextrint, a maltózt, dextrózt (szőlőcukor), lüvulózt, nádcukrot, innulint és cellulózt.

V. Ezek után az Alkohol-erjedésnél fellépő mellék-erjedéseket ismerteti; u. m. a tejsav-, az eczetsav-, a vajsav- és a salétromsavas erjedést. Az erjedés terményei közül a Szénsavat, Aethylalkoholt, a kozmás olajokat és a többi csekélyebb mennyiségben fellépő terményeket írja le.

Az utolsó VI-ik fejezetben a Diasztáz-ról, mint a keményítő legnevezetesebb invertáló anyagáról, előállításáról, chemiai összetételéről, (saját vizsgálatai nyomán is), az általa létesített átalakulási folyamatokról s terményekről szól behatóan. Végül különösen az invertálás folyamatának gyakorlati keresztülvitelére vonatkozó becses adatokat közöl.

Ezen rövid ismertetésből is látható, mily gazdag, nagy terjedelmű és nemesak elméletileg érdekes, hanem gyakorlatilag még sokkal fontosabb kérdésekkel foglalkozik szerző munkájában, melyeket mindenütt világosan kifejt és hasznos útmutatásokkal egybeköt. E műben rövid és becses kézikönyvet nyertünk az erjedés chemiájának magyar nyelven való szélesebb-körü megismertetésére.

RUZITSKA BÉLA.

Dr. Ulbricht Richárd: Adatok a bor- és mustelemzés módszeréhez czim alatt a kir. magy. természettudományi társulat megbízásából nemrégiben megjelent egy kisebb összefoglaló mű, melynek szerzője a társulat által már régebben megbízott a bor- és must-elemzés módszereinek birálatos megvizsgálásával. — Fáradtságos kísérleteinek eredményeit időnként szaklapokban is közölte, összefoglalva azonban a társulatnak nyújtotta be. E terjedelmes kéziratból állította aztán össze a társulat megbízásából dr. Csanády Gusztáv az ismertető kisebb művet, mely a bor és must alkatrészeinek meghatározására ez idő szerint használt legalkalmasabb és jobb módjait tárgyalja a kútforrások pontos felemelésével. A bor- és must-elemzés különösen minket, mint bortermelő államot, nagyban érdekel, azért nyelvünkön megjelenő ilyenmü munka örvendetes jelenségnek vehető. Azonkívül e téren még felette sok tennivaló van, mert eddigelé a bornak csak legfőbb alkatrészeit vagyunk képesek pontosan meghatározni, igen sok, csekély mennyiségben előfordulót pedig még megközelítőleg sem. Épen ez utóbbi alkatrészek miatt kissé kényes borelemzést, szerző beható, fáradtságos és igen pontos kísérleteivel valóban előbbre vitte, a mint az a mű ismertetéséből is ki fog derülni.

A munka tartalma röviden következő:

Először a bor fajsúlyának meghatározásáról szól, azután az Alkoholnak, mint legfontosabb alkatrésznek meghatározását tárgyalja behatóan. Saját tapasztalatai alapján a Gay-Lussac-féle átpárló módszert ajánlja, mint legpontosabbat.

Leírja, hogy a bor száraz anyagának közvetlen úton, bepárlás által való meghatározása, főleg a glicerin miatt, nem vihető véghez, hanem saját kísérletei alapján kimutatta, hogy a bor fajsúlyából, e czélra szer-

kesztett táblázatok segítségével elég nagy pontossággal meghatározható a száraz anyagtartalom.

Ezután a bor és must összes, szabad és félig kötött savainak titrálás által történő meghatározását adja elő. Az eczetsavat az alkohol elbajtása után maradt részlet vízgőzzel való lepárlása által választja ki s azután titrálja. — Előadja, hogy a borkő és borkősav meghatározására szolgáló módszerek mind hiányosak; számos kísérlete alapján megbízható módszert dolgozott ki. A cukornak a Fehling-féle óldattal való meghatározását saját tanulmányai alapján, melyekben a hőfok és a bor különböző alkatrészeinek befolyását vizsgálta, ismerteti. Ezután szól a cersav, festőanyagok és a glicerín mennyileges meghatározásáról, melyet a legnehezebb feladatok közé sorol.

A bor összes Nitrogénjét a Vill-Varrentrapp vagy a Kjeldahl módszere szerint határozhatjuk meg. Leírja az ásványi alkotó-részeknek a bor hamujában való kimutatását és mennyileges meghatározását, nagyjából a már ismert elemzési módszerek segítségével. Ilyen alkatrészek a Cl, SiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, esetleg a vas és a Mangan, phosphorsavas Ammonia, Salétromsav, Széndioxid és Kénssav. Ezután ismerteti a Salicylsav, nádcukor, Dextrin, arabmézga, Mannit, továbbá az idegen festőanyagok kimutatására szolgáló módszereket, melyek közül azonban számosat csak névszerint említ fel.

Általában a tárgyalásnál, a rövideg miatt, elemi dolgokkal nem sokat foglalkozik, úgy, hogy leírásai inkább a vegyi műtétékhez már értő chemikusok számára vannak szánva. Ennélfogva nem is lehet a jelen munka célja, hogy a borelemzés módjait szélesebb körben megismertesse, hanem hogy igen becses kísérleti adataival a borelemzés módszereinek javításához hozzájáruljon. Ezen oknál fogva e munka megjelenése főleg a szakemberek előtt bir jelentőséggel.

RUZITSKA BÉLA.