This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

A térfogatos elemzés alkalmazása előadási kisérletekre.*

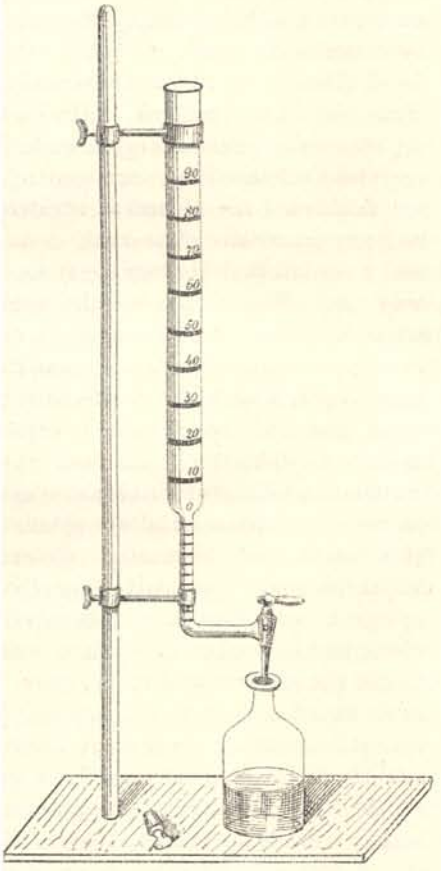
Az előadási kisérletek közül a legfontosabbak, mert legtanulságosabbak azok a kisérletek, melyek a mennyiségeknek pontos megmérésére vannak alapítva. A mérlegnek e czélra való alkalmazása előadási kisérletekben nem csekély nehézségekkel vagy költséges bonyodalmakkal jár, és ennélfogva nem igen használják. Ellenben a térfogatok mérése a mellett, hogy a legegyszerűbb eszközökkel végezhető, egyszersmind szabatosan és gyorsan megvalósítható, a hallgatóságtól közvetetlenül észlelhető, ennélfogva világos és meggyőző. A térfogatos elemzés módszerei közül eddigelé leginkább a gazometriás módszereket használták fel előadási czélokra; sokkal ritkábban és tökéletlenebbül alkalmazták előadási czélokra folyadék térfogatos elemezésének módszereit, pedig a pontosan mérő előadási kisérleteknek épen itt kinálkozik a legtágasabb és legkedvezőbb tér. E módszereket főképen két irányban lehet a chemiai előadásokban értékesíteni, úgymint: 1. az analitikai chemia eljárásainak ismertetésére, 2. a mennyiségek vonatkozásainak tudományos bebizonyítására. Az első módszerek általánosan ismeretesek lévén, nem szándékom itt azokat elősorolni, hanem csak az utóbbiak egyeseinek bemutatására szorítkozom. Ezek közül is néhány oly eljárást ismertetek meg, melyet előadásaim érdekében dolgoztam ki, és a melyek hosszas tapasztalás után czélszerűknek és biztosaknak váltak be.

Első feladat volt a kitűzött szempontból jó szerkezetű mérőcsöveket, bürettákat szerkeszteni, melyek, hogy az előadási kisérletek czéljaira alkalmasak legyenek, kellékeik, hogy távolból is jól láthatók és leolvashatók, hogy pontosok legyenek és hogy e végre belőlök nagy folyadék-térfogatokat gyorsan lehessen kibocsátani. E kellékeket, úgy hiszem, eléggé megközelítettem a következő szerkezetekkel. Előadási czélokra kétféle bürettát használok: az egyszerűt és a tekés bürettát. Az egyszerű büretta (l. az 1. ábrát) körülbelül 2 cm. belső átmérőjű üvegcsőből áll, melynek alsó keskenyebb csöve mintegy $^2/_3$ belső átmérőjű. A felső szélesebb cső 10—10 köbcentiméterre, az alsó keskenyebb 1—1 cm³-re van beosztva. A fönnebbi méretek mellett ekkor egy-egy osztályvonás mintegy 3 cm.-re esik egymástól, melyek fölé az illető köbcentiméterek számai erős fekete festékkel vannak felírva. Hogy a távolból is jól kivehető legyen, a büretta hátulsó fele igen erősen fehérlő tejüvegből van. A vonások és számok $2\,^1/_2$—3 milliméter vastagságúak és a fehér alapon jól megkülönböztethetők. A folyadékok jó láthatása miatt lakmusz vagy más színes indikátorral, esetleg anilinfestékkel vannak megfestve. A büretta alul egy tengely-

* Előadta a szerző az 1892 december 20-iki chemia-ásványtani értekezleten.

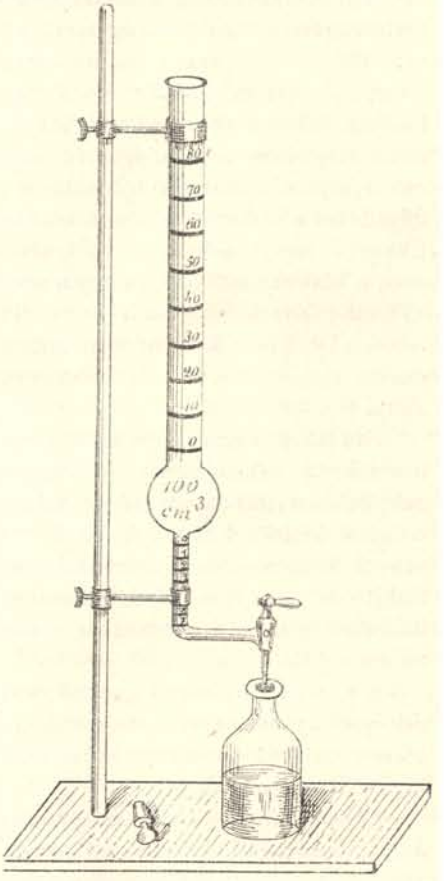
This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

furatú 3 mm.-es nyilású csappal van elzárva, melyet száraz állapotban $^2/_3$ vaselin és $^1/_3$ viaszból álló kenőccsel kell megkenni. Ily szerkezet mellett e csapok, ha őket mindig gyengéden a csapokhoz szorítva nyitjuk ki és zárjuk el, soha sem cseppegnek, és néhány másodpercz



1. ábra.

alatt rajtok több száz cm³ oldatot bocsáthatunk le. Kalibrálásuk gyors lefolyásra van készítve, és hogy a leolvasás szigorú legyen, a folyadékmeniskusnak a vastag osztályzat felső szélét kell épen érinteni. A büretta zéruspontja a keskeny cső első osztályvonala, a számok ettől számítva fölfelé és lefelé növekedőleg vannak felírva. Ha tehát épen 36·5 cm³-t akarok az előadási kisérletkor lemérni, a bürettát megtöltöm a 30-as számig, és a csappal leeresztem a keskeny csőnek 6 $^1/_2$ osztályzatáig. Kisérletkor a büretta természetesen elejével van a hallgatóság felé állítva, de az osztályvonás felső széle a büretta



2. ábra.

oldaláig terjedvén, az előadó pontosan leolvashatja a folyadék állását.

A tekés büretta (l. a 2. ábrát) arra szolgál, hogy 100 vagy 200 cm³-nél több folyadék-térfogatot kényelmesen mérjünk le előadási kisérletekben. Ily mérésekre igen is hosszú, tehát ügyetlen alakú, egyszerű bürettákat kellene használni. Ennek elkerülésére szolgál a tekés

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

büretta, melynek tekéje 100, 200 vagy 300 cm³-t foglal magában a felette álló széles csőnek, és az alatta álló keskeny csőnek zéruspontjai között. A tekékre is fekete festékkel van a köbtartalom felírva, és a tekék nagyságából köbtartalmukat távolból is könnyű megbecsülni. A tekés büretták szerkezete különben egészen hasonló az egyszerűekéhez. Ha pl. 118 cm³-t (az ón atómtömegét) akarom előadási kisérletben lemérni, akkor a 100 cm³-es tekés bürettát megtöltöm 100 cm.-ig a szélesebb cső zéruspontja felett, és lebocsátom a folyadékot a keskeny csőnek 8 cm³-ig. Ekkor a széles csőből 10, a tekéből 100, a keskeny csőből 8, összesen tehát 118 cm³ folyt ki. Ezt az előadási bürettákat Dr. Kiss Károly úr útmutatásom szerint igen czélszerűen és olcsó áron állítja elő.

Ezúttal a chemiai tömegek törvényeinek (a stöchiometriai törvényeknek) bebizonyítására vonatkozó nehány előadási kisérletet mutatok be. E törvények levezetésének és formulázásának alakját már egy más helyen* közölvén, különben is mint ismereteseket részleteiben mellőzhetem.

A Richter-féle, vagy a vegyülő tömegek viszonyának törvényét a fönnebb idézett dolgozatom szerint következőképen fejezhetjük ki.

Chemiai átváltozáskor az egymásra ható és a keletkező homogéntestek mennyisége ($A_1 A_2$ . . .): *molekula tömegeiknek* ($M_1 M_2$ . . .) *egyszerű sokszorosa* azaz: $Q_1 : Q_2 : Q_3 .. = n_1 M_1 : n_2 M_2 : n_3 M_3 : ..$

E tétel kisérleti bebizonyítása végett, ki kell mutatnunk, hogy a testek határozott mennyiségi viszonyok szerint hatnak egymásra. A molekula tömegek összehasonlítására legczélszerűbben választhatjuk a sósavnak azt a mennyiségét, melyben a tömeg egységhidrogén (1 cg.) foglaltatik, a melynek analizisét ennélfogva már előre kell bocsátanunk. A sósavnak hatásával ammoniákra kikeressük titrálás útján ennek molekulatömegét, és ezután kikeressük, hogy az ammoniák molekula-tömege mily viszonyok szerint hat egyéb *egy és több vegyértékű savakra.* A titráló kisérletekhez olyan oldatokat készítünk, melyeknek egy köbcentiméterében az egymásra ható vegyületeknek épen egy centigrammja van feloldva. Ezen oldatokat rövidség kedveért százalékos oldatoknak nevezzük. Ily oldatokkal kisérletezve világos, hogy az elhasznált köbcentiméterek száma, melyeket a hallgatóság maga olvas le, közvetetlenül adja az egymásra ható vegyületeknek molekula-tömegét.

A kisérletek következőkép végezhetők. A bürettából lemérünk egy centigramm hidrogént tartalmazó sósav mennyiségét, tehát a százalékos oldatból 36·5 cm³-t, ezt lakmusszal vörösre festjük, és most egy másik bürettából 17 cm³. százalékos ammonia-oldatot adunk hozzá, a mikor az átmeneti szín áll elő. Ezt úgy bizonyítjuk be, hogy a titrált folyadék egyik feléhez egy csepp sósavat, a másikhoz ugyanannyi ammoniát adunk. Egyúttal megmutatjuk, hogy a vízben oldott szalmiák semleges kémhatású, a miből következik, hogy a sósavnak 36·5 súlyrészére épen 17 súlyrész ammoniával egyesül, és hogy a két test csak ezen egyetlen viszony szerint hat egymásra, mert akár az egyikből, akár a másikból veszünk felesleget, bepárologtatáskor mindig csak 53·5 cg. szalmiákot kapunk, mely teljesen homogén kristályokból áll, a viszonytól eltérő feleslegek pedig az illető vegyületnek eredeti sajátságaival birnak, tehát a chemiai változásban nem vettek részt. Egé-

* M. tud. akad. menny. és termész. értesítő 1888. Termt. tud. Közl. III. Pótfüzet 1888.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

szen hasonló módon demonstrálhatjuk, hogy 17 súlyrész ammonia épen 63 súlyrész salétromsavra, 46 súlyrész hangyasavra és 60 súlyrész eczetsavra, és pedig minden esetben egyetlen viszony szerint hat.

Ezután egy jól elzárható lombikba lemérünk 150 cm^3 százalékos borkősavoldatot; oldószerül ez esetben azonban erős borszeszet kell használnunk. Ehhez lakmuszfestéket és ezután 17 köbcentiméter ammoniákot adunk. Az oldat savanyú marad, de összerázáskor fehér kristályos csapadék válik ki belőle; ez a savanyú borkősavas ammonium. Ez a mikroszkóp alatt teljesen egynemű kristályokból állónak tünik elő, és a felette álló folyadéknak bepárlásakor semmi sem marad vissza, a mi bizonyítja, hogy e kisérletkor 150 cg. borkősav és 17 cg. ammonia egyesült egymással. Bocsássunk most a folyadékba még egyszer 17 kcm. ammoniát. Akkor összerázás után a csapadék eltünik, és a folyadék semleges lesz. E semleges oldat bepárolásakor egészen egynemű kristályos tömeget kapunk, melynek azonban kristályalakja az előbbitől egészen eltérő. Ez a kristályos test a semleges ammoniumtartarát. Ha bármiféle közbeeső viszony szerint elegyítjük a két oldatot, bepárologtatáskor mindig kétféle kristályokat kapunk, melyeknek egyike a semleges, másika a savanyú só. A kisérletekből következik, hogy az ammonia borkősavra csak kétféle viszony szerint hat, és pedig:

150 rész borkősav és 17 rész ammonia ad 167 r. ammoniumhidrotartrátot;

150 rész borkősav és 2 × 17 rész ammonia adnak 184 rész ammoniumtartrátot.

Hasonló módon mutatható ki, hogy 192 rész czitromsavra az ammonia három különféle viszony szerint hat, mely viszonyok 17, kétszer 17 és 3 × 17-tel fejezhetők ki. Az eredményeket egyéb analóg tényekkel kibővítve, táblázatosan összeállítjuk, és ebből a fönnebbi tételt közvetetlenül levezethetjük, ha az egymásra ható mennyiségek sokszorosai közül a legkisebbet, az illető vegyület molekulatömegének nevezzük.

A másik kisérletsorozat, melyet ez alkalommal szándékom bemutatni, az aequivalens mennyiségeknek és ezzel kapcsolatban a vegyértékeknek kisérleti bebizonyítása a térfogatos elemzés segítségével. E végből Böttger* eljárása szerint nátriumszulfid-oldatot állítunk elő. Ez abban áll, hogy 85—90% alkoholban nátriumhidroxidot oldunk fel, az oldatot két egyenlő részre osztjuk, egyik felét kénhidrogéngázzal telítjük, a másik felét hozzáöntjük, a mikor kristályos csapadék alakjában válik ki a nátriumszulfid. Ha az egészet vízfürdőn 90 fokig melegítjük, a kristályok feloldódnak; az oldatot most az üledékről leöntjük. A tiszta folyadékból kihülésekor ismét kristályokban válik ki a nátriumszulfid, és pedig csaknem egészen tiszta állapotban, ha a műveletek alatt lehetőleg elkerültük a levegővel való érintkezést, a mi polyszulfidek és nátriumthioszulfát képződésére ad okot. A kristályok összetétele Na_2S, $5H_2O$. Ezeket gyorsan papiroson megszárítva, beforrasztott csövekben változatlanul eltarthatjuk.

A kristályokat körülbelül 10 annyi jól kifőzött desztillált vízben oldjuk fel, és egy olyan üvegbe öntjük bele, melynek háromszor átfúrt jól záró dugója van. A fúrások egyikén egy hébér alakú cső nyúlik az edény fenekére, melynek külső hosszabb szára egy $^1/_{10}$ centiliterre osztott közönséges bürettának alsó oldalára forrasztott csapos csővel

* Liebig's Annalen 223. köt. 335. l.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

közlekedik. A második fúrás csöve a büretta felső nyilásába illesztett dugóba vezet. A harmadik fúráson át a palaczk egy abszorbeáló toronnyal közlekedik, a mely konczentrált káliumhidroxid és galluszsav oldatával megnedvesített habkődarabokkal van megtöltve, a levegő oxigénjének abszorbcziója végett.* Az így összeállított készülékben néhány napig is megóvhatjuk oxidácziótól az oldatot, és a bürettába tetszésszerinti mennyiségben mérhetjük le az oldatot ismételten, a nélkül, hogy a levegő rá oxidálólag hatna. Ebben az oldatban egyszer s mindenkorra pontosan meg kell határoznunk a nátriumszulfid tartalmát.

Ezt alkalimetrikus úton sósavval határozzuk meg, és indikátorul methilorange-t használunk, a mely a kénhidrogén nem zavar. Szabatosabb a meghatározás, ha a nátriumszulfid oldatát phenolphtaleinnel vörösre festjük és az oly oldatot normál sósavval telítjük, melyben egy $^1/_{60}$ grammaequivalens arzéntrioxid ($^1/_{60}$ As_2O_3 = 3·3167 g.) van feloldva. Telítéskor ily körülmények közt pontos kisérletek alapján, melyet vezetésem alatt Chyzer István bölcsészethallgató 1888-ban végzett, a következő folyamat történik.

$$2\,Na_2S + A_sCl_3 = 3\,NaCl + NaAsS_2.$$

Az itt képződő nátriummetasulfarsenit az indikátorra épenséggel nem hat, telítés után a legelső csepp sósav a piros oldatot határozottan elszínteleníti. A fenn leírt arzénchlorid oldatából 75 cm³ épen 16 cg. kénnek felel meg a nátriumszulfid oldatban. A nátriumszulfid oldatának ezt a mennyiségét, a mely épen 16 cg.-ként (egy aequivalenst) tartalmaz, egy kis megszűkített nyakú kémcsőbe belemérjük és azt beforrasztjuk. Ha 50—60 ilyen kis kémcsövet töltöttünk meg a lúggal, ezeket sok időre eltehetjük, és új titer-meghatározás nélkül az alább leírt előadási kisérleteket akár mikor bemutathatjuk.

Különféle fémek aequivalensének a meghatározására az ezüstnitrátból, a mercurichloridból, hánytató borkőből és ammoniumchlorostannatból [$(H_4N)_2SnCl_6$] olyan oldatokat készítünk, melyeknek egy köbcentiméterében nem a vegyületnek, hanem az *illető fémnek egy centigrammja* van. Ez oldatokkal az illető fémek aequivalenseinek megfelelő köbcentimétereket előadási bürettákba előre betesszük, ezenfelül egy bürettába 10 kcm. szabályos sósavat (= egy centigramm hidrogén) adunk. Most öt jól beköszörült üvegdugós palaczknak mindenikébe beteszünk óvatosan egy beforrasztott kis kémcsövet, a melyben, mint láttuk, épen 16 cg. kén foglaltatik nátriumszulfid alakjában. Ezután négy palaczkba bebocsátjuk az illető fémoldatok aequivalenseinek megfelelő köbcentimétereket, felírván a büretta fölé illesztett kis táblára távolból is láthatólag a bebocsátott köbcentiméterek számát. Az 5-ik üvegben összerázással eltörjük a beforrasztott kémcsövet, és a kifolyt nátriumszulfid-oldatot vízzel higítván, methylorange-zsal sárgára festjük, és most a 10 kcm. normal sósavot (egy centigramm hidrogén) hozzáeresztjük. Az utolsó csepp beeresztésekor az oldat megvörösödik, mi bizonyítja a cserebomlás értelmében, hogy 1 cg. hidrogén épen 16 cg. kénnel egyesült kénhidrogénné.

Ezután a többi négy üveget bedugva jól összerázzuk, úgy hogy a kémcsövek bennök összetörjenek. Ekkor mindenik üvegben csapadékok származnak; az antimon és ónnál czélszerű utólag kevés sósavval megsavanyítani a folyadékot, és újra összerázni, hogy a csapadékok teljesen leváljanak. Most mindenik üveg-

* Lásd Dr. Kiss Károly Term. tud. Közlöny 16. k. 107. l.

This work is licensed under a Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

ből egy kevés folyadékot reczézett szűrőn átszűrünk, a szüredéket két részre osztjuk, és kimutatjuk, hogy se a fémoldat, se a nátriumszulfid csapadékot nem okoz. Ez bizonyítja azt, hogy az elhasznált köbcentimétereknek megfelelő fémmennyiségek centigrammjai egyesültek 16 cg. kénnel. Ekként közvetetlenül bebizonyítottuk, hogy

16 cg. kén (1 aequ.)	egyesül	1	cg.	hidrogénnel
» » »	»	108	»	ezüsttel
» » »	»	100	»	mercurival
» » »	»	40·1	»	antimonnal
» » »	»	29·5	»	ónnal.

Szóval bebizonyítottuk, hogy a hidrogén, ezüst, mercuri, antimon és az ónnak meg a kénnek aequivalensei, illetve 1, 108, 100, 40·1, 29·5 meg 16.

Ugyane módszernek felhasználásával egyszerű módon bizonyíthatjuk be a kérdéses elemi gyököknek a vegyértékét is. E végből az I., II., III. és IV-gyel jelzett palaczkokba a 16 cg.-ként tartalmazó kémcsövecskékből egymásután 1., 2., 3. és 4-et teszünk be. A fémoldatokból a bürettákba pedig a fémek atomtömegeinek megfelelő köbcentiméterek számát öntjük be. Az ezüstoldatból tehát 108, a mercurichloridból 200, a hánytató borkőből 120·3, az ónsóból pedig 118 kcm.-t. A palaczkok összerázása után, mint fent le volt írva, bebizonyítjuk, hogy

Egy atomtömeg, azaz					Aequivalens száma
108 cg. ezüst	egyesül	16 cg	kénnel		1
200 » mercuri	»	2×16 »	»		2
120·3 cg. antimon	»	3×16 »	»		3
118·0 » ón	»	4×16 »	»		4

A kisérleteknek ily módon történt végrehajtásával tehát közvetetlenül bebizonyítottuk, hogy az ezüst 1, a higany 2, az antimon 3, az ón pedig 4 vegyértékű. Ez a bizonyítás sokkal egyszerűbb, közvetetlenebb és meggyőzőbb, mint azok, a melyek eddigelé ajánltattak. Ilyenek a Lepsiustól és a Hoffmanntól ajánlottak. Első lemért mennyiségű fémeket old fel híg savakban és a fejlődő hidrogén térfogatából tesz következtetést a vegyértékre. Hoffmann a sósav, víz és ammoniák elektrolizisét ajánlja; ez azonban czélszerűbben tartható fenn a Faraday féle elektrolizis törvényének a magyarázatára.

THAN KÁROLY.

Növényikrek, különösen ikerlevelek.*

A növényeknek különben külön levő tagjai, midőn egymáshoz közel keletkeznek, vagy midőn a szélök közel esik egymáshoz vagy egészen érintkeznek egymással, főleg fiatal korukban, tehát a gyengébb részek nem ritkán összenőnek egymással s különféle *ikerképződés* (symphysia) támad. Az összeforradást vagy ikerképződést gyakran az is előidézi, hogy a tagokra már a rügyben bizonyos nyomás nehezedik,* ezért a tagok már a rügyből *ikren* bontakozhatnak ki.

Ez alól az összeforradás alól a növénynek egyik tagja sincs kivéve, a gyökértől kezdve a magvakig, sőt a szik-levelekig valamenyi tag összeforradhat egymással. Az összeforradás annál könnyebben megeshetik s annál bensőbb, mennél közelebb valók a növény tagjai egymáshoz, a természetet vagyis inkább

* Előadatott az 1892 november 9-én tartott növénytani értekezésen.

* B. Frank: »Die Krankheiten der Pflanzen«. 290. l.