

A HAZAI ÁSVÁNYVIZEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A KÜLFÖLDIEKKEL.*

THAN KÁROLY r. tagtól.

Az ásványvizeknek elemzésekor a chemikus közvetlenül kísérleti úton az egyes alkatrészeknek összes mennyiségét határozza meg. Így ha nátrium, magnézium, kénsavmaradék meg chlór fordulnak elő valamely vízben, meghatározzák, hogy a víznek egy kilogrammjában összesen mennyi nátrium, magnézium, kénsavmaradék meg chlór stb. van. Bármennyire pontosak is a chemikus kísérletei, a felől semmi felvilágosítást sem adnak hogy a nátriumnak mekkora mennyisége van nátriumchlorid és mekkora nátriumszulfát alakjában; épen így az elemzés módszerei nem derítik ki, hogy mennyi a magnéziumchloridnak és a magnéziumszulfátnak a mennyisége. Mindamellet, hogy a sók alkatrészeinek csak összes mennyiségét, de az egyes sóknak mennyiségeit nem ismerjük, a chemikusok bizonyos hipotézisek alapján az egyes sóknak mennyiségeit tüntetik elő az ásványvizekben. A szokásos összeállításkor eddig legtöbbször azt a hipotézist vették fel, hogy a vizekben a legnehezebben oldható sókká vannak csoportosúlva az alkatrészek, és ha ezt bebizonyították nem is tartották, közmegegyezés szerint legtöbbször ebben állapotban meg. A gyakorló orvos — e konvenczió eredete és értéke ismeretlen lévén előtte — azt tartotta, hogy az egyes sóknak az analizisban előtüntetett mennyiségei az ásványvízben valóban bennfoglaltak. A szakemberek egy része azt hitte, hogy a főbb hipotézis jogosult, de a tárgygyal behatóbban foglalkozók érezték, hogy ez nem egyéb, mint pusztán konven-

* Előadatott az Akad. III. oszt. 1890. okt. 20-ikán tartott ülésében.

ezió, sőt a mennyiben számos adat ennek ellentmondott, úgy voltak meggyőződve, hogy a hipotézis téves. Nézetem szerint ennek a szokásnak igen káros következményei voltak, 1. mert ilyenmű előítéleteknek meggyökerezését a valódi tudás elterjedésére veszedelmesnek tartom, 2. mert az ásványvizek összetételének megítélésében és a vizek gyakorlati alkalmazásában is sok zavart okozott. Az eddigi szokás helytelensége leginkább abból derül ki, hogy két különböző víz szabatosan összehasonlítható nem volt, még pedig főképen azért, mert nem volt a valónak kifejezése és mert még konvenczióknak is tökéletlen volt. E szokás mellett, sok esetben a vizsgáló chemikusnak felfogásától, izlésétől, tehát önkényétől függött, hogy kombinál némely alkatrészeket sókká és ennélfogva általánosan konvenczió gyanánt sem fogadhatták el. Ennek következtében nem ritkán megtörtént, hogy egy ugyanazon víz, két chemikustól ugyanazon analitikai eredménnyel megvizsgálva, a felfogás különbsége folytán, az eredménynek összeállítására úgy ütött ki, mintha két különféle vizet vizsgáltak volna meg. Könnyen érthető ebből, hogy a gyakorló orvos, a ki az ásványvizeket alkalmazza, két különféle víznek összetételét szabatosan összehasonlítani képtelen volt; mert az ilyen összehasonlítás a gyakorlott szakchemikusnak is csak hosszadalmas átszámítások után sikerülhetett. E zürzavarnak véget vetendő, a természetvizsgálók és orvosok marosvásárhelyi vándorgyűlésén már 1864-ben egy új módot javasoltam az ásványvíz-analizisek eredményeinek összehasonlítására. Célja volt e javaslatnak egyrészt az objektív való kiderítése, másrészt, hogy az ásványvizeknek chemiai összetételét helyesen megítélni és a különféle vizeket összehasonlítani lehessen. Az elv, a melyből akkor kiindultam, az volt, hogy csak annyit fejezzünk ki ezen összehasonlításokban, a mennyit a kísérlet valóban bizonyít, és hogy ne csempésszünk beléjük olyan állításokat, melyek valótlanak vagy legalább nagy mértékben kétesek. E főntebbi példára vonatkozva, a tárgyilagosság érdekében azt javasoltam, mondjuk ki, hogy hány gramm a nátriumnak és a magnéziumnak a mennyisége egy kilogramm vízben, továbbá mennyi benne a chlór meg a kénsavmaradék (SO_4). Ennyi az, a mit analiziskor a kísérlet bizonyít, mert azt, hogy mennyi a nátriumchlór ($NaCl$), a magnéziumchlór ($MgCl_2$) meg a nátriumsulfát (Na_2SO_4) és a magné-

ziumszulfát ($MgSO_4$) a vízben, kísérletileg nem tudjuk szigorúan meghatározni és így nem is fejezhetjük ki mennyiségeiket. Ha ezt a régi szokás szerint megteszszük, akkor tulajdonképen a fáradságosan meghatározott világos kísérleti adatokat bizonytalan hipotézisekkel homályosítjuk el. Mint minden régi előítélet, úgy ez a szokás is annyira gyökeret vert, hogy ha javaslatomat egyesek kivált hazánkban követték is, egészben véve a régi szokás fennmaradt.

A nagyobb rész javaslatomat bár helyeselte, leginkább azért nem tartotta elfogadhatónak, mert a gyakorló orvos kevésbé tud elbánni a nátrium meg a magnézium mennyiségével, mint a tőle jobban ismert nátriumchlorid és magnéziumszulfát mennyiségeivel. Ezt ugyan megengedem, de a tudományban nem a gyakorlat kényelme, hanem a valóság lehet csak az irányadó. Az ezelőtt 26 évvel tett javaslatomnak jogosultságát a legújabbban történt nagy tudományos felfedezések fényesen és minden kétséget kizáró módon igazolták. Javaslatomat eredetileg csak a tárgyilagosság és az analízisek összehasonlításának érdekében tettem. — Az említett nagy felfedezések, melyek kivált az elméleti chemia terén egyelőre megmérhetlen horderejűek, azt derítették ki, hogy javaslatom nemesak a főnebbi szempontból czélszerű, hanem, hogy az egyuttal az ásványvizek legnagyobb részének valódi chemiai konstituczióját is szabatosan kifejezi, a mit akkorában magam sem mertem remélni.

E felfedezések sorozatának lényege a következőkben áll: PFEFFER növényfiziológiai kísérleteinél 1877-ben azt tapasztalta, hogy ha égetett agyagedények falának tömegében a rézferrocyanidnak amorph csapadékát létesítjük, ebből olyan válaszfal keletkezik, melynek sajátságai, az élő sejtek protoplazma-rétegéhez annyiban hasonló, a mennyiben mind a kettő a vizet osmosis útján átterszti, de a vízben oldott anyagokat nem. Ha egy ilyen „félleg áttersző” anyagból készült edényt czukoroldattal teletöltünk, azt bezárjuk és tiszta vízbe állítjuk, a külső víznek osmotikus beszivárgásától igen nagy nyomás áll elő az edény belsejében. E nyomás nagysága a czukor-oldat koncentracziójával és az abszolút hőmérséklettel arányos és 2—3% czukortartalommal atmoszférákat érhet el. Ezt a nyomást osmotikus nyomásnak nevezték el.

VAN t' HOFF amsterdami tanár 1887-ben e jelenségek okát

keresvén, arra a gondolatra jött, hogy az osmotikus nyomást a vízben oldott cukormolekuláknak a falakhoz való ütközése okozza, olyformán, mint azt a gázok feszítő erejére nézve már régen elfogadták a tudományban. — Nagyobb koncentrációban a cukormolekulák száma nagyobb lévén, a hőmérsékkel pedig a molekulák mozgásának sebessége növekedvén, az idő egységében történő ütközések száma — tehát az osmotikus nyomás is — arányosan növekszik. E felfogásból kiindulva, a híg oldatokra a mechanikai hőelmélet tételeit igen szellemesen alkalmazva, azon nagy felfedezést tette, hogy a gázok kiterjedésének törvényei a szó szoros értelmében a hígított oldatokra is szigorúan érvényesek, ha a gázok feszítő ereje helyett az oldat osmotikus nyomását, térfogatuk helyett pedig az oldószer térfogatát értjük. Ily felfogás mellett a híg oldatokra a BOYLE-GAY LUSSAC és az AVOGADRO-féle törvény épen úgy érvényes, mint a gázokra.

Tudvalevőleg az AVOGADRO-féle törvény egyszerű alakban úgy fejezhető ki, hogy a különböző gázok egyenlő térfogatának súlya arányos a molekulasúlyukkal. — E törvény alapján eddigelé csak a gáz és gőz alakú vegyületeknek molekasúlyát lehetett meghatározni. Jelenleg már a nem illékony anyagoknak molekulasúlyát is biztosan meghatározhatjuk, ha a hígított oldatoknak osmotikus nyomását ismerjük, mert VAN T' HOFF törvénye szerint egyenlő osmotikus nyomású és hőmérsékű oldatoknak egyenlő térfogatában az oldott anyag mennyisége arányos a molekulasúlyával.

RAOULT már 1882-ben empirikus alapon szintén összefüggést talált az oldatok fagyáspontjának csökkenése és az oldott anyag molekulasúlya között. VAN T' HOFF a mechanikai hőelmélet segítségével kapcsolatba hozta az oldatok fagyáspont-csökkenését osmotikus nyomásukkal és egészen szigorú alapon bebizonyította különféle anyagokból és ugyanazon oldószerből készült oldatokat értve, hogy az olyan hígítású oldatoknak, melyeknek fagyáspont-csökkenése egyenlő, osmotikus nyomása is egyenlő. E szerint VAN T' HOFF törvénye alapján elméletileg is meg van okolva az az eljárás, hogy a híg oldatok fagyáspontjának csökkenéséből az oldott anyagnak molekulasúlyát levezethessük. Az utóbbi években ezen eljárás szerint számtalan anyagnak határozták meg molekulasúlyát. Ezekből kiderült, hogy az elektromosságot nem vezető olda-

tok kivétel nélkül hódolnak a VAN t' HOFF-féle törvénynek. E szerint az ugyanazon osmotikus nyomású és ugyanazon fagyáspont-csökkenésű oldatoknak egyenlő térfogatában az oldott anyagnak mennyisége arányos a molekulasúlyaikkal, vagy mint hipotetikus alakban szokás mondani: a molekulák száma egyenlő. Azonban a sók, savak és bázisok, általában az elektrolytek kivételt képeznek a törvény alól és avval csak úgy egyeznek meg, ha felvesszük, hogy ezeknek oldataiban a molekulák száma 2-szer, 3-szor, vagy 4-szer akkora, mint a bomlatlannak képzelt elektrolyt molekulaszáma. Így például, ha négy oldatot készítünk egy-egy molekula nádcukorból, $NaCl$ -ből, Na_2SO_4 -ből és Na_3PO_4 -ből, mindegyik anyagot igen sok, de egyenlő mennyiségű vízben oldva föl, akkor azt tapasztaljuk, hogy ha a nádcukor osmotikus nyomását vagy fagyáspontcsökkenését egynek vesszük, akkor a $NaCl$, Na_2SO_4 és a Na_3PO_4 oldatoknak megfelelő értékei 2-szer, 3-szor, illetve 4-szer akkora, mint a cukoréi. Minthogy az osmotikus nyomás meg a fagyáspont csökkenése az oldott molekulák számától függ, első pillanatra látható, hogy az elektrolytek is azonnal hódolnak a VAN t' HOFF-féle törvénynek, ha nem a bomlatlan vegyületeket, hanem magukat a ionokat tekintjük molekuláknak. Az ionok alatt pedig azokat az alkatrészeket értjük, melyekre a sók elektrolízisben szétválaszthatók. A $NaCl$ -nál ezek Na és Cl , tehát kettő; a Na_2SO_4 -nál $2Na$ és SO_4 , tehát három; a Na_3PO_4 -nál $3Na$ és PO_4 , tehát összesen 4. A mondottakból határozottan következik, hogy az elektrolytek kellő hígítás mellett teljesen a ionokra — vagyis féltre és savmaradéokra — felbomolva léteznek az oldatokban. Ez az, a mit «*elektrolytikus disszociáció*» névvel jelöltek meg. — A konyhasónak kéllőleg hígított oldatában tehát nem bomlatlan $NaCl$ molekulák vannak, hanem ennek részei a Na és Cl atomok, különváltan léteznek. Ezek közül a Na igen nagy pozitív elektromos töltéssel, a Cl pedig negatívval van felruházva. Ez az elektromosság az atomoknak anyagához, azoknak kémiai természete szerint különböző, de általában igen nagy erővel van kapcsolódva. Ennélfogva ezek a disszociált atomok egészen más sajátágúak, mint az úgynevezett egyszerű testek molekulái, a fém-nátrium és a gázalakú chlor, a melyek elektromos tekintetben semlegesek; a két fogalom tehát nem tévesztendő össze. Az elektrolyteknek bomlatlan

molekulái csak koncentrált oldatokban léteznek, de részben már ebben is disszociálva vannak. Evvel a magyarázattal, melyet SVANTE ARRHENIUS indokolt kísérleti alapon fejtett ki, a kivételek mind eltűnnek a VAN T' HOFF-féle törvény alól. E magyarázat egészen egyező azzal, melyet én a m. tud. Akadémiában az ammonium-chlorid és egyéb anomál gőzök eltérésére kísérleteim alapján már 25 évvel ezelőtt kifejtettem, a melylyel az AVOGADRO-törvény kivételei eltűntek és a melyet azóta a chemiában általánosan elfogadtak.

Beható vizsgálatok azt is kiderítették, hogy az elektromos disszociáció foka, mely a sóknál a hígítással növekszik, a vegyületek chemiai reakció-képességének, vagyis affinitásának mértékéül szolgál.

Ezekből határozottan következik, hogy chemiai reakció csak disszociált testek között mehet végbe, és olyan testek reakcióit, melyek nem disszociáltak (ilyenek az organikus anyagoknak, általában nem elektrolyteknek oldatai), a disszociált anyagok (sók, savak, bázisok oldatai) jelenléte nagy mértékben közvetítheti.

E futólagos vázlat e nagy kérdésekről csak igen bályadt képet adhat; bővebb felvilágosítást nyújt a m. tud. Akadémia részéről különálló füzetben megjelent értekezésem, melyben a fontos kérdésekről behatóbban foglalkoztam.

E helyen csak azon nézetemnek akarok kifejezést adni, hogy a kérdéses törvények nem tekintendők hipotéziseknek és ámbár még egészen újak, oly sokoldalúlag vannak kísérletileg és szigorú elméleti alapon megokolva, mint eddig csak igen kevés törvénye a chemiának.

Alkalmazzuk az itt vázolt törvényeket most az ásványvizekre. Az ásványvizek csaknem mind a sóknak hígított oldatai. A fentebbi vizsgálatok eredményei szerint jogosultan feltehető kivált azon vizeknél, a melyek nem igen koncentráltak, hogy bennük a sók egészen, vagy legnagyobb részt, a fém-ionra és a savmaradékból álló ionra vannak disszociálva. De ezek éppen azok az alkatrészek, a melyekkel javaslatom szerint az ásványvizek összetételét a hipotézisektől függetlenül fejezhetjük ki. Az összeállításnak az a módja ma már nemcsak konvencionális és czélszerű, hanem a tudomány állásponyjából szükséges is, mert nem a sóknak, hanem a disszo-

cialt ionoknak mennyisége, tehát a régi javaslatom szerinti összeállítás fejezi ki az ásványvizeknek valódi szerkezetét.

Előadó ezután kilencz táblázaton összeállítva terjesztette be az Akadémiának 74 hírnevesebb ásványvíz analizisét a tőle ajánlott elvek szerint átszámítva. E vizek közül 43 hazai és 31 külföldi. A táblázatok alapján a kérdéses vizeknek egyrészt chemiai jellemét, másrészt a chemiai összetételét szabatosan lehet megítélni és összehasonlítani.
