

A levegő új elemei.

Ha sötét szobában gyertyát gyújtunk, áttekinthetjük legközelebbi környezetünket, sőt igen közelben még olvashatunk is mellette; de ha 100 gyertyával világított teremben még egy gyertyát gyújtunk, azt észre sem vesszük. De nemcsak a szobában lakó fogja ezeket a jelenségeket észlelni, hanem a házon kívül járó-keelő közönség is ugyanazt fogja tapasztalni. Fel fog tűnni a szerény szoba kivilágított ablaka, de nem ötlük majd fel az az egy gyertyafénnyel való szaporodás a nagy terem ablakán.

Igy vagyunk a tudományban is. Ha a tudomány egyik-másik sötét területén fel-felvillan egy-egy szikra, azt csak az a tudós látja, a ki ott tapogat és nagy gonddal lánggá akarja gerjeszteni a szikrát. Ha ez nem sikerül, a legérdekesebb fölfedezés hire nem terjed a laboratórium falain túl. Ilyen szikrát gerjesztett 114 évvel azelőtt Cavendish* hires angol chemikus. Az ő idejében a levegő alkotó részeiről még keveset tudtak. A nitrogént a levegő flogisztonos részének nevezték el a tudósok, az oxigént pedig deflogisztonizált levegőnek tartották. Cavendish tudta, hogy adott mennyiségű nitrogént, oxigén jelenlétében elektromos szikrák átcsapása által *majdnem* teljesen el lehet tüntetni, t. i. salétromossavá lehet átalakítani és az utóbbit lúgokkal elnyeletni. Tudta, hogy ezt csak *majdnem* sikerül, de teljesen befejezni, vagyis a nitrogént teljesen eltüntetni nem sikerült, még akkor sem, mikor a szikrát heteken át üttette az említett keveréken. Cavendish a hátramaradt gáznemű testnek még mennyiségét is meghatározta és arra a végeredményre jutott, hogy az egésznek nem több mint 120 részét teszi. Cavendish e bámulatra való kísérleteivel az *argon*-elem fölfedezője lett, bár nem ismerte fel ez új elem mibenlétét s természetét, mert a flogiszton-elmélet békóiból nem tudott szabadulni és a tudomány oly hatalmas segédeszközével nem rendelkezett, mint a minő a szinképelemzés. A szikra nem vált lánggá, a külvilág nem vette észre felvillanását: Cavendish fölfedezése feledésbe merült. Azóta sokan foglalkoztak a levegő alkotó részeinek tanulmányozásával. Romba dőlt a flogiszton-elmélet. Rutherford 1772-ben felismerte a

* Phil. Trans. 75., 372., 1785.

nitrogént, Priestley s tőle függetlenül Scheele 1775-ben fölfedezte az oxigént, de fölfedezésök nagy fontosságát még nekik sem sikerült kifejtetniök. Ez csak a nagy lángésznek, Lavoisier-nek sikerült; csak-hogy az ő korszakalkotó tanulmányai inkább az oxigénnek a chemiai folyamatokban való szerepére vonatkoztak, mint a levegő alkotó részeinek pontos megállapítására. Az első pontos légelemzést Dumas és Bous-singault végezte és arra az eredményre jutottak, hogy a tiszta levegő csak oxigént és nitrogént tartalmaz, még pedig súlyrészekben kifejezve: 23·005 súlyrész oxigént és 76·995 súlyrész nitrogént; vagy térfogatokban kifejezve: egy hektoliter levegő tartalmaz 20·77 liter oxigént és 79·23 liter nitrogént.

Később Bunsen és utána Regnault még pontosabban állapították meg a levegő összetételét* és kimutatták, hogy a levegő összetétele mindenütt megközelítőleg egyenlő; jóllehet Regnault adataiból kitűnt, hogy a levegő oxigéntartalma nem egészen szigorúan állandó, hanem, bár nagyon szűk határok között, ingadozik. Regnault elemzéseinek eredményét a következő táblázat adja:

Az elemzések száma	A levegő eredete	Oxigéntartalom	
		legkevesebb	legtöbb
100	Párizs	20·913	20·999
9	Lyon	20·918	20·966
30	Berlin	20·908	20·998
10	Madrid	20·916	20·982
23	Genf és Chamounix	20·909	20·993
5	Atlanti-tenger	20·918	20·965
2	Ecuador	20·960	—
2	Pichinca csúcsa	20·949	20·988
2	Déli Jegestenger	20·860	20·940

A levegő összetétele tehát véglegesen megállapítottnak látszott. A közönség tudomást vett ez érdekes eredményekről, a fiziológus, az orvos számolt vele és lassanként hozzászókkott a chemikus is, hogy a levegőben csakugyan nincs más, mint oxigén és nitrogén. S ha néha-néha valami kis új adattal szaporították a levegőre vonatkozó ismereteinket, észre sem vettük. Ki volt világítva a nagy terem és egy újabb gyertyafény hozzá csatolását senki sem vette figyelembe. A tudós kutatók lassanként más, még ismeretlen területek tanulmányozásával foglalkoztak; parlagon hevert a mező, nem munkálta senki.

Csak 1894-ben foglalkozott ismét egy angol chemikus, lord Rayleigh, a levegő alkotó részeinek tanulmányozásával és azt a feltűnő tényt állapította meg, hogy magából a levegőből kapott nitrogénnek más faj-

* Bunsen elemzései szerint középértékben 100 térfogat levegőben van 20·924 liter oxigén és 79·924 liter nitrogén.

súlya van, mint annak a nitrogénnek, a melyet ő chemiai vegyületekből állított elő. Rayleigh azt találta, hogy az előbbi, tehát a levegő nitrogénje, $\frac{1}{2}$ százalékkal nehezebb, mint az úgynevezett »chemiai nitrogén« és kezdte kutatni ennek az okát. Ezt a munkát már nem maga végezte, hanem William Ramsay, a londoni University College chemia professzorával és vele oldotta meg az olyannyira érdekes és fontos problémát.* E két tudós angol megismételte Cavendish kísérletét, persze javított és sokkal tökéletesebb eszközökkel. A szikrák átütetésére olyanfajta Ruhmkorff-induktort használtak, mellyel harminczszor gyorsabban dolgozhattak, mit Cavendish a maga primitív masinájával. Minden kétséget kizáró módon megállapították, hogy Cavendish sejtelve helyes volt, és hogy az a bizonyos maradék nem más, mint egy új elem a levegőben, melyet argon-nak kereszteltek.

Megállapították azt is, hogy az új elem sűrűsége megközelítőleg 19.96, ha a hidrogén sűrűségének egységére vonatkoztatjuk. Az új elem a chemiai indifferentismus prototípusa, mert semmiféle más elemmel nem egyesül.** Hiába követtek el mindent, hogy megtörjék a közönyösséget, nem sikerült. Elem voltát a színképelemzéssel igazolták.

Ez a rendkívüli fölfedezés a tudományos világban csakugyan — bár triviális kifejezés — bombaként hatott. Hogyan lehetséges az, hogy a bennünket környező, annyira ismeretes levegő, mely annyszor volt kutatás tárgya, valóban új elemet tartalmazzon, a melynek jelenlétéről eddig sejtelmünk sem volt?

Ezzel a tudós angolok nem is közönséges gyertyát gyujtottak, hanem fölfedezésük mint egy nagy elektromos fonál bevilágított a már kiaknázottnak vélt területre és arra engedett következtetni, hogy ennél még különbet is meg fogunk érni, mert az argon tanulmányozására alkalmazott új módszerek bizonyára még újabb eredményekre fognak vezetni. És nem is csalódtunk. Lázasan tevékenységgel mások is hozzáláttak az új elem elválasztásához, esetleg »még újabb« elemek fölfedezéséhez. E munkásságnak első eredménye a *helium*-elem*** volt, a melynek a Nap légkörében való jelenlétét már régebben sejtették. Most már reá jöttek, hogy ez az új elem bizonyos ritka urántartalmú ásványokban is megvan.

Az alatt Ramsay, előbb Dr. Collie, később Dr. Travers segédeivel folytatta az argon tanulmányozását. Feltűnt ugyanis, hogy az új elem sűrűsége valószínűleg nagyobbnak találtatott, miként az elemek periodikus törvénye szerint várni lehetett volna, úgy, hogy valószínűleg

* Term. tud. Közl. XXVII. k. (1895) 618. l. — Pótf. 1895. 42. l.

** Ezért adták neki az *argon* nevet (*ἀργον* = nem érélyes).

*** A nap színképében 1868-ban Lockyer fedezett föl egy új vonalat, melyből következtette, hogy valószínűleg egy új elemé. Ezt ő *ἥλιος*, Nap szóról héliumnak nevezte.

az argon egy még sűrűbb gázt, azaz egy még újabb, eddig ismeretlen elemet tartalmaz, mi által sűrűsége nagyobbnak találtatott.

Ramsay-nak rendelkezésére állottak a modern kor minden vívmányai. Nagyszabású kísérletekhez fogott. Felhasználta a Hampson-Linde-féle* fagyasztó gépet és nagyobb mennyiségű argont folyósított vele. Megjegyzendő, hogy ez az elem — 186·9° C.-on forr! Valóban hozzá kell szoknunk, hogy a folyósított oxigénről és nitrogénről úgy beszélhessünk, mint valami más közönséges folyadékról. A folyós oxigén forráspontja — 181·4°, a nitrogén pedig csak — 194·4°-on forr és — 214° C.-on megfagy. Ramsay azon volt, hogy egész argon készletét folyósítsa. De mielőtt e nagy munkához hozzálátott volna, valódi angol módra előbb trainirozta magát és segédjét, vagy a miként maga mondja, előbb játszott egy liter folyósított levegővel, hogy szoktassa magát ez újfajta folyadékkal való bánáshoz. De hogy hiába ne pocsékolják azt a sok levegőt, olyformán párologtatták el, hogy az utolsó maradékot külön felfogták és vizsgálták. E maradék leginkább oxigénből és argonból állott, de eltávolításuk után a színképelemzés útján meggyőződtek, hogy ismét egy új elemmel van dolguk, még pedig jelentékenyen nehezebb gázzal, mint a minő az argon volt. Meghatározták a sűrűségét és 22·5-nek találták. Ezt az elemet a fölfedezők *krypton*-nak (az elrejtett) nevezték. Ezek után foglalkoztak az argon tanulmányozásával.

Az előleges kísérletek befejezése után Ramsay most már hozzálátott a tulajdonképeni feladatához és folyósította az összes argon készletét. Ily úton vagy 25 köbcentiméter színtelen folyadékot kapott, melyben kevés fehér pehely úszott. Erre óvatosan elpárologtatták az argont és arról gondoskodtak, hogy az ismét gázalakúvá vált elem külön gyűjtessék; a szilárd maradék makacson hátramaradt és csak a Töpler-féle szivattyúval sikerült elpárologtatni. Az angol tudósok előbb a könnyebben elpárologtatható részét vizsgálták meg és sűrűségét 14·67, tehát sokkal kisebbnek találták, mint az argonét. A részletes desztillációnak ez első terméke tehát ismét új anyagot tartalmazott és most azon voltak, hogy az utóbbit a felesleges argontól elválasszák. Elég eredeti módon tették azt.

Ritkított térben forraló levegő lehűtötte kigyócsövön át kényszerítették a gázkeveréket, mialatt a jelenlevő fölösleges argon folyósodott, az új elembe pedig megtartotta gáznemű állapotát. Tehát úgy jártak el, mint a szeszgyáros, midőn deflegmálja a szeszpárákat. Nagyon megörültek az angolok, midőn az ily módon megtisztított gáznemű testnek sűrűségét csak 9·76-nak találták; színképelemzés útján azonban meggyőződtek, hogy még mindig argonnal van tisztátalanítva és most azon voltak, hogy az argonnak nyomait is eltávolítják az új gázból. Ez utóbbit

* Természettudományi Közlöny 1897. évf. 70. 1.

neon-nak (az új) keresztelték. A színképi elemzés azt is kiderítette, hogy az argon mellett a tisztátalan *neon* még héliumot is tartalmaz, és ez úton konstatálták először a hélium jelenlétét a körlégben is. Az argonnal és héliummal tisztátalanított gázt most valóban zseniális módon tisztították. Telítettek vele folyósított tiszta oxigént és ezt az oldatot részletezett desztilláció útján három részre bontották. Kaptak forraló levegővel hűtött csőben nem sűrítendő — különösen héliumban gazdag első részletet, az egésznek körülbelül $\frac{1}{5}$ részét — egy középső porciót, a melyben majdnem tiszta neon foglaltatott és egy harmadik utolsó, argon és neonból álló részt. A közelítőleg tiszta neon sűrűségét meghatározták és 10·04-nek találták.

E kísérletek után az angol tudósok ismét a folyósított levegővel kezdtek dolgozni és azt is nagyobb mennyiségben újra a részletes frakcionálásnak vetették alá, és e közben érdekesnél érdekesebb eredményre jutottak. Találtak a már említett krypton mellett még két új elemet, a *metargon*-t és a *xenon*-t (az idegen). Ez utóbbi a legnehezebb, mert sűrűsége 32·5-nek bizonyult. E gáznemű új elemek tüzetes tanulmányozásával most foglalkoznak az angol tudósok.

Most már csak a *tiszta argon* sűrűségének újra való meghatározása maradt hátra és akkor kiderült, hogy ez érdekes elem sűrűsége 19·96, pedig Rayleigh és Ramsay az úgynevezett tisztátalan argon sűrűségét is 19·94-nek találták. Tiszta dolog tehát, hogy az argonhoz kevert új elemek csak kevésbé változtatják az argon sűrűségét, de kitűnik az is, hogy az újonnan feltalált elemek véghetetlen csekély mennyiségben vannak a levegőben. Így például 15 liter argonban a legsűrűbb elemet, a xenont nem sikerült kimutatni. Ezt csak igen sok folyósított levegő elpárologtatásával lehetett megkapni és sűrűségét meghatározni.

Az angol chemikusok további munkálatairól ezentúl is értesíteni fogjuk olvasóinkat.

WARTHA VINCZE.