

A légkör összetételére vonatkozó ismereteink nem régi keletűek. A múlt század folyamán csak egyetlen gázt ismertek: a levegőt. Mikor azt látták, hogy valamely test, pl. a víz elpárolog, azt mondták: átváltozik levegővé. Ilyen átalakulások elképzelése akkor semmi nehézséget sem okozott; az anyag megmaradásának törvénye s az elemek tana később fejlődött csak ki.

1772 körül *Scheele* svéd és *Priestley* amerikai vegyészek észrevették, hogy a levegőben két különemű gáz van összekeveredve, melyek ellentétes tulajdonságúak. Ezen két gáz valódi természetét pár évvel később *Lavoisier*, a híres francia kémikus kutatta ki; kimutatta, hogy az egyik, melyet oxigénnek nevezett el, az égést táplálja, a másik, a nitrogén, pedig nem. Meghatározta azt is, hogy bizonyos térfogatú levegőnek  $\frac{1}{6}$  része oxigén és  $\frac{5}{6}$  része nitrogén.

A későbbi kémikusok azután megállapították, hogy a levegő összetétele állandó. *Lord Henry Cavendish*<sup>1</sup> valami 60 fajta levegőt gyűjtött össze, melyek a föld különböző helyeiről és különböző időkből származtak, megvizsgálta mindegyiknek összetételét és azt tapasztalta, hogy az oxigén és nitrogén aránya állandó.

A jelen század kémikusai azután kimutatták, hogy a levegőben az oxigénen és nitrogénen, mint főalkatrészekén kívül még más gázok is előfordulnak. Ezen nem is csodálkozhatunk, hiszen a föld mélyéből, felületéről és a vizekből kiáramló gázok mind a levegőbe kerülnek. Valamint a föld folyóvizei az óceánba jutnak, úgy a kémiai átalakulásoknál fejlődő gázok a légóceánba áramlanak. A levegő ily mellékalkatrészei: a vízgőz, szénsav, ózon és az ammoniak. Ezek azonban összevéve is a levegőnek csak kis részét teszik ki; 100 liter levegőből 78,06 l. esik a nitrogénre, 21 l. az oxigénre és csak 0,94 l. a mellékalkatrészekre. Kivált az ózon és ammoniak mennyisége nagyon csekély; 100000 köbméter levegőben van 0,4 – 4,1 gr. ózon és 0,001 gr. ammoniak.

Képzhetjük, mily finom meghatározások szükségesek ahhoz, hogy ily csekély mennyiségek is felismerhetők és lemérhetők legyenek! A mai tudomány emberei azonban még tovább mentek, ilyen alkatrészeket is fedeztek fel a levegőben, melyek még ezerszer, sőt százezerszer kisebb részét képezik annak, mint az ammoniak. Ilyen járulékgázok: a szénoxid, kénes sav, kénhidrogén, mocsárgáz, jód stb. Némelyikből 1 köbkilométerben nem fordul elő több 0,01 grammnál s a kémiai analysis mégis felismerte.

Mikor a kémia ily finom meghatározásokat végrehajtani képes, méltán csodálatot és kételkedést kelthetett az a jelentés, mellyel *Lord Rayleigh* és *William Ramsay*, híres angol tudósok 1895 január havában lepték meg a tudományos világot. E szerint ők a levegőben olyan új gázt fedeztek fel, mely abban háromszor nagyobb mennyiségben fordul elő, mint a vízgőz és sok ezerszer nagyobb mennyiségben, mint a járulékgázok bármelyike, melyeknek arányszáma régóta meg van állapítva. A csodálatot az keltette, hogyan maradhatott ez a nagy mennyiségű gáz oly sokáig ismeretlenül, holott az ügyes kémikusok a sokszorta kisebb mennyiségű többi alkotórészeket oly pontosan felismerték és lemérték.

A hír igaz volt, mert a két felfedező az új gázt literszámra tudta előállítani és a többi gáztól elütő tulajdonságait megállapítani. A tudomány e ritka jelenségét megértjük, ha az új gáz tulajdonságaival megismerkedünk. Előbb azonban elmondjuk, minő okoskodások és kísérletek útján jutott a két nagy angol tudós az új gáz felfedezéséhez.

*Lord Rayleigh* hosszú évek során át azzal foglalkozott, hogy a különböző gázok sűrűségét egész pontosan lemérje. Méréseinek során a nitrogén is kísérletezés alá került. A nitrogént kétféle úton nyerte: 1. oly vegyületekből, melyeknek egyik elemét a nitrogén képezi (pl. ammoniumnitrát, ureum, nitrogénoxidul st.), 2. a levegőből. Az első fajta nitrogén a *chemiai* nitrogén, a második fajta pedig a *légköri* nitrogén. Feltűnt neki, hogy a *légköri nitrogén* mindig *súlyosabb*, mint a *chemiai*, ugyanis

a légköri nitrogén 1 literének súlya 1,2572 gr.  
a chemiai nitrogén 1 literének súlya 1,2505 gr.

Az eltérés ugyan csak a harmadik tizedesnél kezdődik, de hogy állandóan meg van, annak bizonyára van oka. Miért nehezebb a légköri nitrogén, mint a chemiai? Először kísérleteiben nem bízott, variálta őket mindenféleképpen; majd ismét más tudósok adataihoz fordult, de az eredmény mindig csak az volt. Mikor látta, hogy a meghatározások helyesek, a rendhagyóságnak magyarázatát igyekezett adni. Sok sikertelen elmélkedés után ahhoz az egyszerű és természetes magyarázathoz fordult, hogy a légköri nitrogén azért súlyosabb, mert benne valamely ismeretlen súlyosabb gáz van. A feladat most már az volt: a két gázt egymástól elválasztani. Ennek végrehajtása céljából szövetkezett *Ramsay*-vel, a híres kémikussal.

A feladat abból állott: az új gázt a nitrogéntől valami módon megszabadítani, vagy a mint a kémikusok mondják, a nitrogént redukálni. A művelet aránylag könnyű szerrel végezhető. Egy nagy üvegcsőbe körülbelül 7 liter légköri levegőt zártak el, melyet előbb a porrészecskéktől, ózontól, ammoniaktól, szénsavtól és vízgőztől megtisztítottak. A csövön azután két platina elektród között elektromos szikrákat bocsátottak át. Az elektromos energiát egy 2700 volt sarkfeszültséggel dolgozó *Ruhmkorff* szolgáltatotta. A kisülések hatása alatt a nitrogén az oxigénnel nitrogéndioxiddá egyesült, a keletkező vegyületet a csőben lévő alkalikus oldat elnyelte. Bizonyos idő múlva a csőben lévő összes oxigén elfogyott; hogy a nitrogén reduktióját tovább folytathassák, új oxigén mennyiséget kellett a csőbe bevezetni. Ily módon mintegy 7 napi folytonos elektromos kisülések hatása alatt, miközben 9 liter oxigén fogyott el, a nitrogén teljesen redukálva volt; a csőben nem maradt belőle egy szemernyi sem; az egész teret az új gáz töltötte ki. A 7 liter levegőből hátramaradt gázmaradék a normális nyomás alatt 65 cm<sup>3</sup>-nyi tért foglalt el. Ez volt az új gáz, az *argon*, miként felfedezői elnevezték.

<sup>1</sup>Cavendish, Devonshire herceg unokaöccse s igen gazdag ember volt. Róla mondta a szellemes francia tudós, Biot: „Gazdagabb mint az összes tudósok és tudósabb, mint az összes gazdagok.” Saját költségén nagy laboratóriumot épített és ott minden hivatalos elfoglaltságtól mentén, tisztán a physikának és chemiának élt. Számos felfedezés ered tőle.

Az argon felfedezése nem a véletlen, nem a kísérleti esetlegesség műve. Rayleigh számításai alapján már több évvel a tényleges előállítás előtt kimondta, hogy a levegőben kell valamely, eladdig ismeretlen gáznak lenni, melynek sűrűsége nagyobb, mint a nitrogéné. Az argon Rayleigh lelkében már meg volt akkor is, midőn tényleges előállításától még nagyon messze volt. Ez a felfedezés a szigorú gondolkodás, a kétségbevonhatatlan szám adatok eredménye; "a harmadik tizedes győzelme," mint azt Rayleigh tréfásan mondani szokta. És valóban, hisz a kiindulási pontot az a körülmény szolgáltatta, hogy a légköri nitrogén sűrűsége a harmadik tizedesjegyben eltér a kémiai úton nyert nitrogén sűrűségétől. Rayleigh gondolatmenete és következtetései erősen emlékeztetnek azon módra, mellyel Leverrier, a híres francia csillagász, a Neptun bolygó pályáját, helyét és nagyságát előre meghatározta, úgy, hogy a messzelátót csak az ég kijelölt helyére kellett irányítani és a bolygó fel volt fedezve.

Az argon előállításának módján a felfedezők újabban sokat egyszerűsítettek; ma már óránként 7-8 liter argon gázt tudnak gyártani. Elegendő gáz állván rendelkezésükre az argon fizikai és kémiai tulajdonságait megállapították; meghatározták azon arányszámot is, mely szerint a levegő gázkeverékében helyet foglal. E szerint 100 liter levegőben van 21 liter oxigén, 78,05 liter nitrogén és 0,94 liter argon. A súlyviszonyok a gázok különböző sűrűsége miatt kissé mások: 100 gr. levegőből 23,2 gr. oxigén, 75,5 gr. nitrogén és 1,3 gr. argon.

Oly teremben, melynek hossza 8 m., szélessége 5 és magassága is 5 m., van 200.000 liter levegő; ebből nitrogén 156.000 liter, melynek súlya 197.062 kg., oxigén 42.000 liter, melynek súlya 60,060 kg. és argon 1880 liter, melynek súlya 3,351 kg. Az argon tehát a légkör elég tekintélyes részét teszi ki.

Az argon 19,94-szer sűrűbb a hidrogénnél és 1,385-ször sűrűbb a levegőnél; 1 liter argon súlya 1,791 gr., tehát jóval súlyosabb, mint a többi légköri gázok, kivéve a szénsavat; ugyanis 1 l. oxigén súlya 1,430 gr., 1 liter nitrogén 1,256 gr., 1 l. szén-sav 1,977 gr., 1 l. száraz levegőé pedig 1,294 gr. A többi fizikai tulajdonságai közül említést érdemel, hogy a víz nagy mohósággal nyeli el; ezen körülménynek tulajdonítandó, hogy az eső és a folyóvizek argontartalomban igen gazdagok.

Az argon legnevezetesebb sajátossága: teljes *kémiai tétlensége*, melynél fogva semmiféle elemmel sem vegyül. E tekintetben egyedül áll az elemek közt, ilyen még eddig nem ismertünk. Már maga a nitrogén is igen nehezen vegyül, azonban az elektromos szikra hatása alatt az oxigénnel és magas hőfokon a fémekkel mégis egyesül; mindezen körülmények hatástalanok az argonra. Felfedezése óta nagyon sok kísérletező különféle feltételek alatt a legtöbb elemmel próbálta egyesíteni, de mindig siker nélkül. Az argon tehát oly elem, melynek kémiai tulajdonságai nincsenek; valódi fizikai elem. A föld megszilárdulása óta ott van a légkörben, de a végbemenő jelenségek tétlen szemlélője maradt, maga nem vett bennük részt.

Ramsy az argon vegyületei után hiába kutatott, de ezen munkája nem maradt haszontalan, mert egy másik új elem felfedezéséhez vezetett. A *cleveit* nevű ritka ásványfajról ismeretes volt, hogy ha kénsavval forralják, akkor gázt bocsát ki, melyről azt tartották, hogy nitrogén. Ramsay megvizsgálta és azt tapasztalta, hogy sem nem nitrogén, sem nem argon, hanem egy új gáz.

Ismeretes, hogy a gázok legjellemzőbb tulajdonságai közé tartozik az a színkép, melyek a spektroszkópban mutatnak. Minden gáz izzó állapotában színes sugarakat bocsát ki, melyek egy prizmán áthaladva, különböző törést szenvednek; ha azután a prizmán keresztülatoló megtört sugarakat messzelátóval szemléljük, az egyes sugaraknak megfelelő színes vonalakat látunk egymás mellett. Ezen vonalak alkotják a színképet. Minden testnek meg van a maga jellemző színképe, pl. a natriumot két fényes sárga vonal, a lithiumot két vörös vonal, a hidrogént két kék és egy vörös vonal jellemzi stb.

*Crookes* már 25 év előtt a Napban oly színképet fedezett fel, melyhez megfelelőt a földön hiába keresett, holott a nap legtöbb eleme ugyanaz, mint a földé. Ezen ismeretlen elemet, melyről az a színkép származott, elnevezte *helium*-nak. Ramsay a *cleveit* ásványból nyert új gázt elküldte *Crookes*nak, hogy vizsgálja meg. *Crookes* legnagyobb meglepetésére azt tapasztalta, hogy az új gáz színképe teljesen ugyanaz, mint a Napban feltételezett héliumé. Így tehát végre a földön is megtalálták azt az elemet, melyet 25 évvel előbb a Napban fedeztek fel.

A helium jelentékeny mennyiségben a *cleveit*en kívül más ásványfajokban is előfordul. Éppúgy, mint az argon a forrásvizekben is fel van oldva. *Ramsay* egy meteoritban is feltalálta. A légkörben csak minimális része szerepel. Az argonnal ellentétben, a helium gyakran képez vegyületeket. Sűrűsége kicsiny, csak körülbelül kétszer nagyobb, mint a hidrogéné. Az utóbbi gázhoz annyiban hasonlít, hogy nehezen folyósodik. Múlt május havában *Dewar* angol tudós folyósította először a héliumot és a hidrogént is, amazt  $-234$ , ezt  $-243$  fokon.

Egyszerű test-e az argon és a helium? Ez utóbbi többek észlelései szerint csakugyan úgy viselkedik, mint az egyszerű testek vagy elemek. Nem úgy azonban az argon. Oly jelenségek merültek fel, melyek Ramsay szerint azt engedték gyanítani, hogy nem is annyira egyszerű gázzal, hanem inkább gázkeverékkel van dolga. Meg akart róla bizonyosodni. Két út kínálkozott: 1. a színképi vizsgálat, 2. a folyósítás. Saját kísérleteiben nem bízott teljesen, azért az első vizsgálat megejtésére *Crookes*-t, a másodikra pedig *Olszewski*-t kérte fel, kik ezen szakokban elsőrangú szaktekintélyek. *Crookes* az ő kitűnő színképelemző készülékében megvizsgálta az argon színképét és a következőket tapasztalta: az argon színképe nem állandó, mint a többi elemké, hanem a gáz nyomása szerint változik; ily módon az argon a körülmények szerint több színképet mutat; az egyikben a vörös vonalak túlnyomók, a másikban pedig a kék. Ez a körülmény arra a következtetésre utal, hogy az argon nem egyszerű test, hanem gázkeverék.

*Olszewski* a folyós levegő segítségével, melyet nagyban tudott előállítani, folyósította az argont. Ez a gáz  $-187$  C foknál és 1 afm. nyomás alatt színtelen, átlátszó folyadékká változik, melynek sűrűsége körülbelül  $1\frac{1}{2}$ -szer nagyobb, mint a folyós vízé. Ha a hőmérsékletet még jobban süllyesztette, az argon megszilárdult és átlátszó kristályokat alkotott.

Még alacsonyabb hőfoknál a kristályok tejszínűvé váltak s átlátszóságukat elvesztették. Ezt a rendhagyó magaviseletet csak úgy tudjuk megmagyarázni, ha felvesszük, hogy az argonnak nevezett gáz nem tiszta, hanem más anyagokat is tartalmaz.

Crookes és Olszewski eredményei megerősítették Ramsay azon véleményében, hogy az argon nem tiszta gáz; hozzá kellett látni a többi gázok elválasztásához. De hogyan? Ezekről is fel kellett tenni, hogy épp oly kevésbé vegyülnek más elemekkel, mint az argon. A kémiai módszerek nem vezethettek célhoz, a fizikaiakhoz kellett tehát fordulni. Eljárása abból állott, hogy az argont folyósította. A szükséges igen alacsony hőmérsékletet a folyós levegő segítségével, mely mai nap már kereskedésben is kapható, állította elő. A gázkeverék azon része, mely előbb fagy meg, mint az argon, a cső fenekén szilárd kristály alakjában vált ki, az argon pedig körülötte még folyós állapotban volt. Ezután a folyós argont elpárologtatta, s a kristályt képező anyagot külön csőben fogta fel. Ez volt az az anyag, mely az argon tisztátalanságát részben okozta. Tulajdonságainak megvizsgálására nem kellett egyebet tenni, mint a cső igen alacsony hőmérsékletét megszüntetni (a csövet kivenni a folyós levegőből), miközben a kristály lassan megolvadt és elpárolgott. Az így nyert gáz a *metargon* nevet kapta. Sűrűsége 1 atm. nyomásnál 19,87 (hidrogéné= 1). Tulajdonságai nagyon közel állanak az argon tulajdonságaihoz.

De a metargon nem volt az egyetlen test, mely az argonnal együtt gázkeveréket alkot. Ramsay még egyet fedezett fel. Ezt pedig úgy nyerte, hogy a folyós argont lassan párologtatta s e művelet kezdetén fejlődő gázt felfogta. Úgy okoskodott, hogy ha az argonban oly gáz fordul elő, mely illékonyabb, mint az argon, akkor az előbb fog elpárologni. Okoskodása helyesnek bizonyult, mert az ily úton nyert gáz az argontól eltérő tulajdonságokat mutatott. Sűrűsége csak 10,04, tehát jóval könnyebb, mint akár az argon, akár a metargon. Ez a gáz a *neon* nevet kapta.

Az argon társaságában tehát még két új elemi gáz szerepel a légkörben: a metargon és a neon. Amaz nehezebb, emez könnyebb mint az argon. A neon különben a légkör legkönnyebb alkotórésze.

Ramsay még a folyós levegővel is úgy járt el, mint előbb az argonnal; ily módon még két új elemet fedezett fel, az egyik, mely nem párolog oly hamar, mint a nitrogén, oxigén vagy argon és 22,5-szer sűrűbb, mint a hidrogén, a *krypton* nevet kapta; a másiknak tulajdonságai még nincsenek teljesen megvizsgálva, de annyi bizonyos, hogy több mint 30-szor nehezebb, mint a hidrogén, ennek neve *xenon*.

A légkörben tehát az ismert gázokon kívül még az argon, helium, krypton, neon, metargon és xenon nevű gázok is szerepelnek, az argon igen jelentékeny mennyiségben. Ezen gázok valamennyien elemek, melyek (a helium kivételével) más elemekkel nem vegyülnek.

*Mikola Sándor.*