

A ritka elemek.*

Két, legfeljebb három évszázaddal ezelőtt még azt hitték az emberek, hogy épen annyi elem van a Földön, a hány bolygót ismernek az égen, és az elemek és bolygók illetén számbeli megegyezésének kiváló jelentőséget tulajdonítottak. Hét volt az ismert elemek száma s hét az égen megfigyelt bolygó; nem csoda, hogy a hetes számot szentnek tekintették. Mi lett idő közben e gyermek hitből, mivé nőtte ki magát a fémek s az elemek száma s mivé vált a bolygók száma? Ha már a chemia is termékeny volt új elemek fölfedezésében, a csillagászat hasonlíthatatlanul még termékenyebb volt bolygószerű testek fölfedezésében, a melyek között csak az asteroidák száma ötszáz körül jár, ha ugyan még ennyinél is nem több. Tagadhatatlan, hogy ezek között valósággal törpe világocskák is vannak, a melyek csak kevés emberi szemnek hozzáférhetőek, de tény, hogy e kicsiny égi testek is a Napot futják körül, a Vesta pl. 80 mérföldnyi, az Agatha csak 2 mérföldnyi átmérővel. Hogy még az utóbbi jelentéktelen égi test nagyságáról is fogalmunk legyen, álljon itt H. J. Klein ismert csillagász adata, a mely szerint az Agatha bolygó olyan távolságból, mint a mennyire pl. M.-Vásárhely fekszik Budapesttől, tehát égi testre nézve

* CLEMENS WINKLER, freiburgi bányászakadémiai igazgató beszéde a német kemikusok múlt évi közgyűlésén.

közvetetlen közelben, biliárd-golyó nagyságúnak látszanék.

A naprendszer nagy méretei közepett az ily kicsiny égi testek csak különösen kedvező viszonyok között s a legtökéletesebb megfigyelő eszközökkel találhatók föl; rendszerint észre sem vehetők s e tekintetben a földünkön alárendelt mennyiségben előforduló alkatrészekhez hasonlíthatók, azokhoz t. i., a melyeknek *ritka elemek* a közös nevek.

Könnyen érthető, hogy zavarba esünk, ha a ritkaság fogalmát, vonatkozásban a földön, vagy jobban mondva az embertől hozzáférhető földszinen található elemekkel, közelebről kívánjuk megvilágítani. Ez a fogalom határozottan viszonylagos, mert csak nagyon felszínesen fejezi ki azt a mennyiségi viszonyt, a mely a Föld rejtett, vagy elvétve előforduló elemi alkatrészei s a szemlélés útjába mindennap kerülő, többé-kevésbé tömeges elemfőlhalmazódások között van. Hogy a föltételezés, a mely e szemlélésből kiadódik, a tényleges állapotnak nem felel meg, nem szorul bővebb bizonyításra, hiszen a Föld átlagos alkata minden geológiai tanulmányozás ellenére is egészen ismeretlen. A Napon pl., a melynek anyaga pedig bizonyára hasonló Földünkéhez, a földszin főalkotó részét, az oxigént sem tudjuk még minden kétséget kizárólag kimutatni, holott például a Földön ritkaság számba menő germanium a Na-

pon nyilván óriási mennyiségben van fölhalmozva.

Mihelyt valamely elem előfordulását az emberi szükségletre való előteremtésével mérjük, a ritkaság fogalma azonnal hátra kezd vonulni s lassanként egészen elenyészik. A hol komolyan fogjuk a dolog végét és keresünk, mindig találunk is valamit. Ebből a tapasztalatból következtethetjük, hogy minden, még a látszólag legritkább elem is az emberek szükségletét bőven fedező mennyiségben van a Földön, jöllehet az egyiknek kiaknázása fáradságosabb s költségesebb a másikénál. Igen gyakran történik, hogy valamely technikai alkalmazásában eleinte rendkívül keresett elem idővel nagy mennyiségben kerül piacra, s hirtelen árhanatlást s más kereskedelmi kellemetlenséget okoz. Ettől minden időben csak egy fém mentes, a szilárd értékkel bíró arany, bár az ő értéke is némi hullámlásnak van alávetve.

Az ember az aranyra való vágyában különben is telhetetlen, minthogy e fém kiváló tulajdonságai miatt határtalan célokra alkalmazhatja. Ép ezért az arany az összes fémek közt legkeresettebb a legrégebb időktől a mai napig; és voltaképen mégsem mondható ritkának. Gondoljuk meg csak, hogy az évenként bányászott arany értékét már II. Ramzes idejében 1500 millió forintra becsülték, hogy a fönicziaiak titokszerű Ophir országa a nemes fémnek számokban bár ki nem fejezett, de igen nagy mennyiségét szolgáltatta s hogy az egykori Inka-ország, elfoglalóit, a spanyolokat hihetetlenül gazdagította. Vessük latba továbbá, hogy a mostani, állandó növekedésben lévő aranybányászat évenként közel 400 tonna aranyat szolgáltat 1200 millió korona értékben s meggyőződünk, hogy az aranyra a »ritka« fogalom nem illik reá. Még kevésbé volna reáilleszhető, ha számításba vennők az aranytak azt a mérhetetlen

mennyiségét, a mely Sonstadt és A. Liversidge vizsgálatai szerint a tengerekben sejtethő.

Ily számítás, mely a tárgytól elterelne, nem végzünk; elég megjegyeznünk, hogy e számítás arról tenne tanúbizonyosságot, mily óriási s gazdag a tárház, a mellyel a teremtésben rendelkezünk. Mert épen úgy, a mint a tengerben bizonyos arany-mennyiséget kimutathatunk, a mely, noha viszonylag csekély, de a tömeg nagysága következtében mégis szinte elképzelhetetlen értéket képviselne izolált állapotban: hasonló az eset a tengervízben oldott állapotban kimutatott ezüsttel s bizonyára így áll a dolog más elemekkel is, a melyek a tengerben szintén előfordulnak, de nem választhatók le besűritéssel s a szokásos elválasztó módszerekkel oly könnyen, miként az említett nemes fémekkel lehetségés. A tengereket mindenképen a Földön található összes elemek oldható vegyületeinek gyűjtőhelyéül tekinthetjük, s hogy a kevésbé gyakoriak oly könnyen kerülnek ki megfigyelésünket, ennek egyedüli oka az, hogy a nátrium- és magnézium-vegyületek rendkívüli tömege mellett elenyésznek. És mivel a tenger vize folytonos párolgásban van, — a mi ismét maga után vonja, hogy a szárazföldet eső lepi el, a mely a föld mállását s kilúgozását elősegíti, — ennél fogva a föld olyan kivonókészüléknek vehető, a melynek működéséből az oldható alkotó részeknek a nem oldhatoktól való szakadatlan különválása, az előbbieknak a tengerben, az utóbbiaknak pedig a szárazföld mélyebben fekvő helyein való fölhalmozódása természet-szerűleg ered. Ha ez az elkülönítő folyamat nem menne végbe, ha mérhetetlen időközön át nem tartott volna: az elemek chemiai elváltozása sem következett volna be úgy, miként lépten-nyomon találjuk s az ásványok képződése is abban maradt volna, a mivel azután együtt járna az,

hogy az ú. n. ritka elemek még rejtettebbek lennének.

Szigorúan véve nem az anyag hiánya tesz valamely elemet ritkává, hanem előteremtésének nehézségei. F. W. Clarke az elemek mennyiségének becsléséről irt dolgozatában reámutat arra, hogy a földkéregnek mily csekély tört részét teszik olykor még az olyan elemek is, a melyek gyakoriaknak, majdnem tömegeseknek látszanak, mivel szükségleteinkre kelletténél nagyobb mennyiségben vannak jelen. A szén, az egész szerves világ fölépítésének főanyaga, a termés szén főalkotó része, meleg- és erőforrásunk, csak 0·21%-át teszi* 16 kilométer vastagnak számított földkérgünk súlyának. A vegyületeiben egész heglánczokat alkotó calcium is csak 3·5, a vas 5·1, az aluminium 7·30%-kal van a földkéregben. Ezeket szemügyre véve, nem csodálkozhatunk, ha a ritka elemek kis mennyiségben vannak meg. Így a chróm 0·01%-kal, a bárium 0·03%-kal, a kén 0·04%-kal fordul elő. Ezzel ellentétben föltűnhetik, hogy a közönséges értelemben még nem régen a ritkább elemhez számított titán 0·30%-nyi mennyiséggel szerepel. Nátrium 2·28%- van a földkéregben, a kálium mennyisége 2·23%.

Más képet kapnánk, ha az elemek kisebb-nagyobb gyakoriságát a szerint vennők számításba, a mint az ember elemi minőségökben, tehát vegyületeik kizárásával bányássza, feldolgozza és fölhasználja. Ez esetben pl. a calcium, a strontium, a bárium az igazán ritka elemek közé tartoznék, mert ezeket szabad állapotban alig találjuk; chemiai ritkaságok ők, a melyek árjegyzékekben szakasztott olyan nagy árral vannak fölveve, akár az iridium. Alig néhány évtizeddel

* Lásd a Természettudományi Közlöny 1892-ik évi folyamának 263. lapján levő, »A gyakoribb elemek relativ mennyisége a földkéregben« című közleményt. SZERK.

előtt így állt a dolog az aluminiummal s a magnéziummal is. Mikor az aluminiumot az 1855. évi párizsi kiállításon először bemutatták, mint chemiai termék ritkaság számba ment, s értékét nem a nyers anyag előfordulása, hanem előállításának fáradságos volta s a költségek rendkívülisége határozta meg. Ma az aluminium előállított mennyisége már 3414 tonnára rúg, ára pedig kilónként 1200 koronáról 3 koronára sülyedt.

Az előbbi fölfogás természetesen el-esik, mihelyt az elemek viszonylagos ritkaságáról, beleértve vegyületeiket is, szö-lünk; hogy azonban az arány az idők folyamán változott s jelenleg is változik, arra elég példa van.

A szászországi Érczhegységben közel háromszáz év óta bányásszák a kobaltot, nikkelt és biszmutéczeket. Régente, mielőtt a kobaltot elemi sajátságaiiban ismerték volna, oxidjait a kobaltkék előállítására értékesítették. Most a bányászati tevékenységnek ez ága tudományos alapon tökéletesedett s többé nem törődnek azzal, hogy a kobaltot mily vegyületek alakjában bányászhatják: a vegyületeket mind a legkifogástalanabb tisztaságú kobaltoxid előállítására fordítják és ezzel megértük, hogy a kobaltszükséglet pótlására más országokra is szorulunk.

Sokkal gyorsabban s nagyobb arányokban fejlődött ki az előbbi iparágból a nikkeliipar. A kobaltkéküveg olvasztásakor képződő nikkelsalakot, a melyet mint hasznavehetlent két évszázadon át a földbe ástak vagy a vízbe dobtak, az újezüst* használatakor a földből s a folyó-, vagy patak-vizekből újra kiszedték s összegyűjtötték, akár csak az aranyat szokták Kalifornia vizeiből. Mennyire haladt az utolsó ötven év alatt az oly silánynak ígérkező nikkeliipar, miképen tanulta meg

* Újezüst olyan ötvény, a mely 54% vörösréz, 28% cizinkból és 18% nikkeltől áll.

az ember bányászni, a földön épen nem túlságosan elterjedt nikkelt s mily lelőhelyeit sikerült föltárni Új-Kaledoniában és Kanadában! Ma a nikkelt már fontos ipari fém, a melyből évenként 5000 tonnát állítanak elő s dolgoznak föl részint tisztán, részint ötvözeteiben.

Hasonló módon növekedett a bizmut bányászata is. A bizmut szintén csak értéktelen mellékterméke volt hajdan a kobaltkéküveg olvasztásának s helyelközzel még most is láthatók a házi mángorlókon súlyként oly tömbök, a melyek a bizmutos melléktermék darabjai.

Valamint a bogárgyűjtő lelkesedik a rovarvilág színpompájáért, ugyanigy csodálta a chemikus a chrómvegyületek színpompáját ezelőtt száz évvel, a mikor a chrómot fölfedezték. A chróm vegyületei azonban akkoriban nagyon is drágák voltak, mert a technikai előállításukra alkalmas ásványok közül csupán a szibériai vörös ólomérczet ismerték. Csak mikor a chrómvasérczben olyan chrómterméket fedeztek föl, a mely messze vidékeken nagy mennyiségben el van terjedve, vesztette el a 'chróm ritka voltát; ma a keletről tömérdek hajószállítmánnyal hozzák ez ásványt, hogy chrómsavas sókat, zománczfestéket s ferrochrómot állítsanak elő belőle, sőt magát a nyers anyagot kályhabélésnek használják. Hogy szakasztott ily jövő várhat a vanadiumra, épen nem látszik lehetetlennek, minthogy az Új-Mexikóban fölfedezett nagy vanadinit-telepek bizonyára a vanadium nyers anyagának árát is le fogják szállítani. És nem szenvedne szükségét nyers anyag dolgában a molybdaenium sem, ha gyártása nagyobb mértéket öltene; a wolfram s urán szükségességében már ismételtlen érezhető hiány köszöntött volt be.

Hogy anyag dolgában hiány valóban mutatkoznék, határozottan kétségbe vonható. Erre kézzelfogható bizonyíték

újabbban a thórium-szükséglet fedezése. Ezt az elemet még csak néhány évvel ezelőtt a legritkábbak közül valónak néztük s alkalmazása az Auer-féle harisnya előállításában ma már óriásinak mondható. Tagadhatatlan, hogy a thorit és más thóriumásványok az izzó-testek előállítására szükséges thórium-sókhoz korántsem elegendők, azonban a Braziliában s az Amerikai Egyesült-Államokban lévő monazit-homok telepeiben a thóriumnak oly forrására akadtak, a mely minden szükségletet fedez. A monazit-homok földolgozásával egyúttal a cerium, lanthanium s didymium nevű elem is elvesztette ritka voltát, minthogy a thórium-készítmények gyártásakor az évek folyamán sok ezer kilogramm számra fölhalmozódtak s gyárakban várják alkalmas felhasználásukat, a mely jelenlegi csekély értéköket emelni fogja.

Hasonló az eset, vagy legalább ilyen lehetne, a színeképi elemzés első szülőtteivel, a caesiummal, a rubidiummal s a thalliummal. Ezeket is nagy mennyiségben állíthatnók elő, ha kelendőségek volna. S épen a thalliumra nézve bizonyult be ez állítás igazsága. Mikor Lamy azt a figyelemre méltó, de eléggé meg nem becsült ajánlatot tette, hogy az ólomüvegnek kálium-alkatrésze egészben vagy részben thalliummal helyettesíttessék, a czélból, hogy nagy fajsúlyú s kitünően fénytörő üveget állíthassunk elő: mindenfelé megindult a puhatólódzás, hogy mennyi thalliumot tudna a chemiai ipar előteremteni. Az eredmény az lett, hogy néhány gyáros évenként 1500 kilogramm thalliumot ígért. A thalliumüveg gyártása, a gyártás rendkívüli nehézsége miatt, sajnos, nem öltött még nagyobb arányokat, de bizonyos, hogy mihelyt alkalmas gyártás-módnak a nyitjára sikerül jönni, a thallium kereslete azonnal rohamosan emelkedni fog. A thallium előállításának költségei alig vehetők számba ahhoz a

haszonhoz képest, a melyet a thallium-tartalmú üveg az optikának nyujt.

W. Feit és K. Kubierschki, továbbá H. Erdmann érdemes munkáiból kiderül, hogy a carnallitnak rubidium- s caesium-tartalma; jóllehet csak 0.025%-ra rúg, megfelelő kristályosító eljárással töményíthető s ez elemek tiszta vegyületeik alakjában könnyen kiválaszthatók. E chemikusok javaslata következtében a német káliumsó-művekben évenként 300 tonna rubidiumot készítenek. Ha tekintetbe vesszük, hogy e káliumsótelepek tengeri eredetűek, könnyen beláthatjuk, mily megmérhetetlen mennyiségű rubidium s caesium lehet a tengerben. Ugyanez mondható a jódról és a brómról is; e két elemet a tenger növényeiből évi 600 tonna mennyiségben állítják elő, úgy, hogy ritkaságuk szintén nem valódi.

Miként az említett elemek, úgy a selen és tellur s sok más elem is nagyobb mennyiségben kerül majd a fémpiacra, ha czélszerű alkalmazásuk lesz.

Nem kell talán bővebben fejtegetni, hogy vannak igazán ritka elemek is, a melyekből nagyobb mennyiséget nem tudnánk előteremteni. Ide tartozik a gallium, a germánium és az indium, mivel előfordulásuk nagyon gyér. Ez a szórványosság is azonban csak a tudomány mai állásában van meg, s lehet, hogy kimutathatóságuk módszereinek tökéletesítésével e ritka fémek is kevésbé ritka termékké válnak.

Vannak végre oly elemek, a melyekkel szükségletünket épen úgy nem tudjuk kielégíteni, mint az arannyal, bármily meny-

nyiségben álljanak is rendelkezésünkre; el lehet róluk mondani, hogy előfordulásuk az emberi vágyat soha sem fogja kielégíteni. Ilyen fém mindenekelőtt a platina, ilyenek a platinacsoport többi fémjei. Mily kiszámíthatatlan hasznára volna a chemiai technikának, ha a platina olcsó lenne; mi mindent lehetne remélni a contact-hatáson alapuló chemiai folyamatoktól, ha a palládiumot legalább a platina mostani árán lehetne beszerezni, s mily nagy jelentősége volna a rhodiumnak az elektrolízisben, mikor F. Emich vizsgálataiból ismeretes, hogy 40% rhodiumot tartalmazó platinarhodium-elektrod minden chlortartalmú folyadékknak ellentáll. Ez esetekben valódi, el nem odázható hiányról s ennél fogva igazán ritkaságról lehet szó.

A legújabb időkben egész sorozatát fedezték föl az új elemeknek, a melyek, mint a hélium, a krypton, az argon, a neon és metargon, a xenon mind mennyianyian ritkákknak vehetők, mivel nagyon is alárendelt alkotó részei a levegőnek, a forrásviznek s némely ásványnak. Valójában ezekből is nagy mennyiség van a levegőben, de reakciót vagy egyáltalán nem, vagy csak kevésbé adnak s technikai szempontból nem keltenek érdeklődést. A mint sikerült az annak előtte közönyösnek tartott nitrogént belevonni a chemiai iparba, épen úgy sikerülhet idővel amazokkal is; valamint más elemeknél, úgy e ritka új elemeknél sem tudjuk kiszámítani, mit hoz reájok a jövő s nem emelkednek-e valamikor technikai fontosságra.

Közli DR. SZÉLL LÁSZLÓ.