

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is $2\frac{1}{2}$ nagy nyolczadrét ívnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrakkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT
KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 6 forint.

XX. KÖTET.

1888. NOVEMBER

231-ik FÜZET.

AZ ÁSVÁNYTANI KUTATÁSOK ÚJABB IRÁNYAIRÓL.

A mineralógiai kutatásokat mai nap már az a bizonyos aprólékoság jellemzi, a mi a nagyjából megformált művek részletes kidolgozásának felel meg. Hogy ez így van, annak oka egyrészt az, hogy a természetiek egyéb országához mérve sokkal kevesebb az ásványfaj, másrészt meg, hogy az ásványok természetének elrejtettebb részleteiben való nyomozására, az aprólékos dolgok megismerésére nemcsak a szerszámok és az elbánási módok vannak manapság a korábbiakhoz mérve igen magas fokon, hanem a rokon tudományok is.

Mikor 1817-ben a hírneves Abraham Gottlob Werner meghalt, írásai között az ásványoknak egy rendszerezését is találták, melyben mintegy 320, többnyire jól megszabott ásványfaj soroltatott el. Ma ezernél több, de a két ezret meg nem haladó ásványról számol ugyan be a mineralógia, de csekély e szám az állatok vagy növények százezerekkel mérhető sokaságához képest. Míg az állatok vagy növények sorában a leíró tudomány gyarapodása évről évre minden kritikai levonás daczára is igen tetemes, addig az úgymondott »új-ásványok«-at egyáltalán könnyen áttekinthetjük. Ezért a kutatók manapság világszerte nem az új ásványokat hajhásszák, hanem inkább az ismert ásványok mentől részletesebb megismerésére törekszenek. Azt szokás mondani: a vágott dohányunk fogy; noha nem a meglévő, az ismert ásványok száma apad, hanem a további gyarapodás csekély.

Összességében a mineralógusok száma is elmarad a zoológusok vagy botanikusok sokaságától. Ez a dolog természetéből következik; mert ha csak a tárgyak beszerzését vesszük is szemügyre, bizonyos, hogy az állat- vagy növénykedvelő többnyire nem sok költséggel, bárhol gyűjtheti materiáléját, de az ásványok csak bizonyos helyeken és ott sem gyűjthetők olcsón. Megőrizésre, tanulmányozásra érdemes darabokat kivált a kedvelő alig szerezhethet másutt, mint ásványkereskedőktől, a derekabb ásványok pedig újabb időkben meglehetősen

drágák. A sok európai nagyobb gyűjtemény, meg az amerikaiak folytonos vásárlása az ásványkereskedésen érezhetően lendített. Ez az oka, hogy kedvelőknél ma már csak elvétve akadni valamire való ásvány-gyűjteményre, holott kiválóbb állat- vagy növénygyűjteményt magánosoknál is gyakrabban találunk. Az is figyelembe veendő, hogy az ásványok kellő méltatása nem mindig egyszerű dolog. Meghatározáskor az állatok, növények sorában a szín, forma, termet, nagyság, életmód, a találatás viszonyai stb. mind többnyire igen jellemzők; a gyakorlatot szemű ezekre ügyelve, az első pillanatban már legalább helyesen tájékozódik. Az ásványokon a szín, termet, nagyság többnyire mellékes; a forma bár megszabott, de első tekintetre megismerni csak beható készütség alapján lehet. Gyakorlott, dolgát értő mineralógus gyorsan megismer ugyan egy-egy ásványt, de ilyenkor a kérdéses darab külső tekintetének összességével kell számolnia. Ez az, mit gyorsan, kényelmesen megtanulni épen nem lehet és ezért a legjobb mineralógiai könyv ma is csak az ásványgyűjtemény maga. Innen ered az is, hogy ügyes faunista, florista inkább akad mindenütt, holott a jobb mineralógusok világszerte kevesen vannak. Itt én természetesen csak a gyakorlati irányról szóltam, mikor a kutatót ismeretein kívül mindössze zsebkése és kézi nagyítója támogatja. Mert mihelyest a szerszámok és vizsgálati módok sorozatához fordulunk, oda már a kedvelés nem elég, oda beható szakbéli tanulmány is kell.

Természetes dolog tehát, hogy a majdnem csak szakbéliekre utalt mineralógiában újabban mindinkább részletező a kutatás iránya. A népek eszejárását ezen a téren is igen jellemzi a világirodalom s a különbségek talán soha sem váltak egymástól annyira el, mint épen ma. Az angol munkákat itt is megbízható adatok, részletezésben is velős, de nem szűkszavú rövidség jellemzik. Repertóriumjok pontos, igen használható; a mineralógusok száma újabban Angliában úgy látszik megcsappan, de az új világban sok fiatal munkást nevelnek. Dolgozataikban gondosan megokolnak mindent és az elegáns forma kivált az amerikaiak műveiben mintája lehet az ilyen természetű munkáknak. A francia közlemények ugyancsak rövidre szabottak, némelykor csak az adatokat sorolják el oly kurtára fogva, hogy ez a használhatóságot is csorbítja. Megokolásaikban nem figyelmesek annyira mint az angolok s nem egyszer a theóriák útvesztőjét követik, melybe az angolok ritkábban lépnek. Repertóriumjok pontatlan. A francziáknál újabban több mineralógus serdül, de készütségük inkább elméleti mint gyakorlati irányú. A német irodalom újabb keletű mineralógiai műveit pedig kevés kivétellel a bőbeszéd jellemzi. Adataik sokaságában gyakori a fölösleges, ámbár

bizonyos, hogy munkáik rendszeresek, megfigyelésük pedig igen figyelmes, gondos. A német irodalom ismert egybegyűjtő természete folytán a repertórium ezen a téren is — mondhatnók — virágzik. A legtöbb mineralógus ma is német, ámbár e század első feléhez szabva, a visszamaradás tagadhatlan náluk. A kisebb nemzetek sorából a skandináv népek mineralógiai irodalma még leginkább az angol mintát közelíti meg, az újabban lendülő olasz munkák ellenben inkább francia típusra vallanak. Francziások még a belgák művei, kevésbé olyanok a spanyol dolgozatok. A mi *saját* mineralógiai irodalmunknak nincs még kiforrott külön jelleme; különös viszonyainkhoz mérten kevert jellemű, a kevés szerző egyéniségéhez szabott. Eléggé fejlett mineralógiai irodalmok van még az oroszoknak, de munkáik természete kevert, a német és a francia hatás nyomaira vall. A további nemzetek irodalma csekélységet nyújt, ámbár újabban a japánok is közölnek anyanyelvükön mineralógiai dolgozatokat.

Az így futtában jellemzett világirodalomban a mai mineralógia terén körültekintve, ügyeljünk meg egy-egy modern kérdést, hogy közelebbről lássuk a kutatások mai irányát. Tekintsük a formai mineralógiának, a kristálytannak azon részét, mely az egyes kristálylapok természetét taglalja. Ismeretes dolog, hogy a kristályok határoló elemei, a kristálylapok, az illető test *természetének* folyományai s mint ilyenek nem véletlenség szülte dolgok. Addig helyes ítéletet nem is formáltak a kristályok természetéről, míg éppen a kristálylapok szabályszerűsége ki nem derült. Ezen szabályszerűség egyike az, hogy egyugyanazon kristályon, vagy egyugyanazon test két vagy több kristályán az analog, megegyező lapoknak hajlása a megfelelő éleknél általában mondva ugyanaz. Ez az, mit az állandó hajlások törvénye nevéen ismerünk. A hajlások megmérésében a pontosság egyúttal a mérő készülétek tökéletességétől is függvén, a mint ez utóbbiak mind inkább javultak, egyúttal az eredményeket is mind inkább lehetett bírálni. Ez okból lassanként kisebb-nagyobb eltérések derültek ki; így Dauber 1858-ban megmutatta, hogy a legsímább lapú kristályok analóg hajlásai sem abszolút változatlanok, sőt inkább változók, az igaz csekély mértékben, de jó szerszámokkal dolgozva, a változások mégis akkorák, hogy azokat megfigyelési hibák rovására be nem tudhatni. Ha a hőmérséklet okozta eltéréseket, mint a megfigyelés rendes hőmérsékleti határai között a legtöbb test kristályain csak alig-alig tapasztalható csekélységet figyelmen kívül hagyjuk és azonos kristályok normálisan formált lapjain pontos szerszámokkal dolgozunk, nyilvánvaló, hogy e kérdés a kristályok egyik sarkalatos törvényét igen közletről érinti. Mi sem természetesebb tehát, mint hogy a dolog nem maradt eny-

nyiben, hanem hogy az idő újabb részleteket is derített ki. Scacchi, 1862-ben egy nagy lépéssel haladt előre, mikor megmutatta, hogy sok ásvány, mint a fluorit, galenit, harmotom, analcim, chabasit, dioptas stb. kristályain gyakran a látszatra egyenes sík és így jól tükröző lapok nem egy-egy síknak felelnek meg, hanem hogy a látszatra egyetlen síkot számos, egymáshoz csak igen csekélységgel hajló lapocskák szerkesztik egybe. Ő e sajátos jelenséget *poliédria* névvel jelölte meg, mint a melynek folytán a normális kristálylapok síkja és helyzete megváltozik. A Scacchi-féle poliédria mértékét bizonyos határig apasztva, azt magát direkt talán alig ismerhetjük meg, de a hatása nyilvánulhat hajlásbeli eltérésekben is, mint a minőket például Dauber tapasztalt. Végtelen kicsinyre fogyasztva, természetesen a normális kristálylapok helyzetéhez jutunk. Ezen előzmények után érett meg a dolog annyira, hogy azt ma a *viczinális* lapok ügyének ismerjük. Így nevezte ugyanis Websky a berlini egyetemnek nemrég elhunyt kiváló tanára 1863-ban azon lapocskákat, melyek egy-egy kristálylap síkját megbontják úgy, hogy ez utóbbi helyett ott több igen apró, egymástól és az ott keletkezhett normális kristálylap helyzetétől csak igen-igen csekély mértékben eltérő helyzetű »viczinális lapok« vannak. De Websky nemcsak új szóval növelte a kristály-terminológiát, hanem e megnevezést egyúttal csak bizonyos meghatározott esetekre szabta, mert az adulár kristályain törekedett megmutatni, hogy e *síkbontó lapok* — ha ugyan a viczinális lapokat magyarul így is mondhatjuk — törvényszabta formálatok, tehát a kristály természetéhez tartoznak. A síkbontó lapokkal így számolnunk kell ma, először az iránt, vajjon a kristály természetéhez tartoznak-e és nem a kristály szerkezetének valamely belső vagy külső megzavarásából vagyis véletlenségből eredtek-e; másodsor pedig a kristályok sarkalatos törvényeinek tekintetéből.

A síkbontó lapok szabályos helyzetét kiderítendő, röviden megemlékezhetünk általában a kristálylapoknak szabott viszonyairól. A kristálylapok kölcsönös helyzete ugyanis matematikai törvény szabását követi. Helyzetüket tetszésünk szerint kiválasztott kristály-éleknek, mint egy kezdőpontból eredő tengelyeknek mentében, egymásból határozhatjuk meg. Ha valamely forma lapjainak tengelymetszéseit ugyanis az egyes tengelyeken sorban vezérnagyságoknak (paraméter) választjuk, minden más, azon a kristályon meglévő vagy lehetséges lap egyes tengelymetszése mindig a megfelelő tengely vezérnagyságának raczionális többszöröse. Ez egyes többszörösök, mint ismeretes, a mutatók (indexek), melyek a kérdéses kristálylap helyzetét egyúttal az ismert tengelyekkel meg is hatá-

rozzák. Ez tapasztalati igazság, melyhez még hozzáadható, hogy a mutatók, a határokat számba nem véve, a számsornak nemcsak egymagukban véve legkisebb, legegyszerűbb tagjai, hanem hogy egymáshoz való viszonyuk is legtöbbször igen egyszerű.

A síkbontó lapok ezen szabálynak csak részben felelnek meg. We b s k y az idézett példában megmutatta ugyan és utána sok más kutató vizsgálatából kiderült, hogy esetenként a síkbontó lapok tengelymetszései is kimutatható egy-egy arithmetikai sor: de a tengelymetszések magok szokatlan nagy számok, többszörös százakban fejezhetők ki, holott a mutatók rendszeresen az 1, 2, 3, 4, 5 nagyságokat csak igen kivételesen haladják meg. Nyilvánvaló dolog, hogy a mint a síkbontó lapok tengelymetszéseit a vezérnagyságok racionális többszöröseivel megadhatjuk, egyúttal azoknak mint valóságos kristálylapoknak geometriai természetét is megtaláltuk. Az igen nagy tengelymetszésekhez meg a lapok kapcsolatához azonban mégis szó fér.

Van ugyan sok példánk, hogy egynémely kristályon nagyobb tengelymetszéseket lelni. De az ily formák elvétve, és rendszeren kisebb lapokban fordulnak elő. Alkalmos példa erre a titán-dioxidnak azon fizikai változata, mely anatas néven ismeretes. Ennek négyzetes, többszörösen gyönyörű, gyémántfényességű, majdnem fekete, indigókék, jáczintvörös, mézsárga színű, sőt némelykor teljesen színtelen kristályain mai napig mintegy 45 egyes forma ismeretes. Ezek között nagyobb számjegyű tengelymetszések is vannak, sőt egyes ilyen formák akárhányszor nagyobbra nőve, jól tükröző lapokkal is előfordulnak. Az anatason az úgynevezett első sorbeli négyzetes piramisok $\frac{1}{14}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{3}{20}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{5}{12}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{5}{11}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{5}$, 1, $\frac{15}{8}$, 3 metszésekkel fordulnak elő a főtengetly mentén. Látható, hogy bármelyiket válasszuk is ezekből vezérnagyságnak, a sor szélső tagjaira okvetetlenül magasabb rendű számokat kapunk. Valahányszor a formáknak hosszú sorozatával van dolgunk, ez az eset természetesen mindig megvan, ámbár a mutatók számjegyeiben tizeseket gyakrabban, de százásokat aligha lelni, holott a síkbontó lapok mutatóinak többsége épen a százakokban adható csak meg. A normális és a síkbontó kristálylapok tengelymetszései tehát, ha ez utóbbiak a vezérnagyságok racionális többszöröseivel csakugyan megadhatók, csak mennyiségbeli különbség volna; de különbség van e kétféle lapok kapcsolatában is. A síkbontó lapok seregestől tapasztalhatók, oly sűrű egymásutánban, hogy látszatra egyetlen egy síkot formálnak, a mely látszatosan sík lap többszörösen egy normális helyzetű, egyszerű tengelymetszésű lap helyén képződik. A síkbontó lapok folytonos egymásutánban következnek, úgy hogy az egyes lapocskák hatá-

rait csak ügyelettel követhetjük. Ellenben a magasabb rendű tengelymetszések, de normális lapok rendszeren nem egy folytonos sorban, hanem alacsonyabb rendű, egyszerűbb tengelymetszésű formák kapcsolatában tapasztalhatók. Így, hogy példánknál maradjunk, az anatas binnenthali remek kristályainál, jellemző darabokon, egyes kristályokon a következő első sorbeli négyzetes piramisok láthatók együtt: 1, $\frac{1}{7}$; 1, $\frac{3}{5}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$; 3, 2, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{7}$; $\frac{2}{3}$; $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$ stb., hol a pontosvesszővel elkülönített csoportok sorban egy-egy kristály piramisainak főtengely metszéseit adják. Ilyen kapcsolatban síkbontó lapokról természetesen nem lehet szó, hanem ha az anatas összesen ismert és az imént elsorolt piramisait mind egyszerre egy kristályon tapasztalhatnók, mindeniket igen keskeny lapocska módjára képződve, e lapsorozat minősége a síkbontó lapokét bizonyára megközelítené, annyival is inkább, mert azok egy látzatos síkot formálnának. De míg a valódi síkbontó lapok kapcsolata, vagy megjelenési helyök egyszerű tengelymetszésű formákra vonatkoztatható, addig itt azt nem tapasztalhatnók.

A normális és a síkbontó kristálylapok között tehát olyan különbségek vannak, melyeket el nem hanyagolhatni. Talán a legészletesebb dolgozat, mely a síkbontó lapokról legújabban megjelent az, melyet a nemrég elhunyt Max Schuster a Scopiról (Graubündten) eredő Danburit kristályokról, kiválóan felületi sajátágaikról és szerkezetükről közölt (Tschermak's Min. Mittheil. Neue Folge, V, 397--455 és VI, 301--514). E rendkívül aprólékos természetű munka igen jól láttatja egyúttal azt a részletezést, mely újabban a mineralógiai irodalomban mindinkább, bár az ügynek nem épen javára, szokásos. Schuster nem kevesebb mint 135 levélen taglalja ezen egyetlen termőről származó kristályokat és kiválóan a síkbontó lapok természetét nyomozza. Ő nyomatékosan következteti, hogy az egyszerűbb tengelymetszésű lapok és a síkbontó lapok között törvényszerű kapcsolat van; egybefüggésök tehát nem a véletlenség okozata, hanem eredetbeli dolog. Ez a kapcsolat, és a síkbontó lapok sorozatos megjelenése épen a fontos motívumok a síkbontó lapok természetében, melynek Schuster okát is adja, mondván, hogy a megfelelő síkbontó lapok a kapcsolatos egyszerű metszésű, mondhatjuk vezérlapok nagyobbodtával eredtek úgy, hogy ez utóbbiak egyenletes növekedése megváltozott. Ez ugyan nem annyira megokolás, mint inkább a tapasztalt dolog leírása, hanem mivel Schuster a síkbontó lapok és a megfelelő vezérlapok tengelymetszéseiben a matematikai sorozatot is megmutatni törekedett, nem szabad megfeledkeznünk, hogy valahányszor nagy számokkal dolgozunk, azok az experimentumnak a

kisebbséknél jóval kedvezőbbek. Így midőn Schuster egymásután a 378, 286.4, 258, 215, 176, 168 számjegyű tengelymetszéseket sorban a 9×42 , $1\frac{3}{2} \times 44$, 6×43 , 5×43 , 4×44 , 4×42 faktorokra bontja, ez jelent ugyan valamit, de azt a síkbontó lapok törvényszabta sorozatának talpköve gyanánt tekinteni csak bizonyos engedményekkel, a magasabb rendű számok tágíthatósága folytán lehet. Látni való tehát, hogy a síkbontó lapok természetének nyomozása mily részletekhez ért ma és hogy a Dauber tapasztalta hajlászeltérések és a Schuster munkálata között a megjárt út már is tetemes.

A síkbontó lapok szokatlan bonyolódott viszonyokat fejeznek ki, a melyek talán épen ezért a természetesség rovására írhatók. A kristálylapok tengelymetszéseinek megszabása a megmért hajlások adataiból folyik és itt megmutatta a tapasztalás, hogy mentől tökéletesebb lapokon, mentől tökéletesebb szerszámokkal és módokkal mérhetünk, a kristálylapok tengelymetszéseiben annál inkább egyszerűbb viszonyokra vonatkoztatható nagyságokat kapunk. Ha pedig keskeny lapoknak teljes sorozatát kell megfigyelnünk, igen bajos megbírálni esetenként, vajjon nem véletlenség alkotta formálatokkal van-e dolgunk. A bíráló motívum itt egyúttal osztályozó is, mert a mért hajlások az irányadók, a melyekből, ha a tengelymetszések a tengelyek vezérnagyságaival raczionális többszörösökben megadhatók, síkbontó lapokkal van dolgunk, különben csak a véletlenséget kell okozóul tekinteni. Ezért kiváló ügyeletet követel a síkbontó lapok dolga, annál inkább, mert a bonyolódott viszonyokat síkbontó lapok nélkül is jól megtermett kristálylapok tengelymetszéseiben is megtalálni, habár nem gyakran. Tudjuk jól, hogy az egyszerűség a természet törvényeiben mily kiváló helyen áll, de azt is tudjuk, hogy az egyszerű dolgok egybekapcsolása gyakran mily rendkívül bonyolódott viszonyokat okoz. Azért a természetességnek és ennek folyamában az igazságnak mértéke az egyszerűség csak úgy minden további nélkül nem lehet, mert sok komplikált dologgal kell számolnia még mindig, s ki tudja, még meddig, a természettudományoknak is, a melyeknek igaz voltát megdönteni mégis alig lehet. Így a kristálylapok tengelymetszéseiben is nem egyszer kétségtelenül tapasztalni a komplikált viszonyokat az egyszerűség helyett. Az említett ásvány, az anatas kristályain például egy nyolczoldalú piramis ismeretes, melynek tengelymetszéseit sorban az $\frac{5}{19}$, 1, 5 számok adják meg. E nagyságokból az $\frac{5}{19}$ -edet, az egyszerűbb $\frac{1}{4}$ -re változtatni egyáltalában nem lehet, a mérési adatok pontossága nem engedi azt meg. Ez a piramis még nemcsak hogy nem ritka forma, hanem, bár kisebb lapokkal, elég gyakran megtalálható. Brazíliai anatas kristályokon

meg az $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$ és $\frac{1}{2}$ főtengelymetszésű első sorbeli piramisokkal együtt két más piramist találtak, melyeknek főtengelymetszéseit az $\frac{5}{12}$ illetve $\frac{5}{11}$ nagyságok szabták meg; a jól megmérhető és normális formátat itt sem engedte meg, hogy e komplikált mennyiségeket egyszerűbbre változtassák.

A bonyolódott viszonyok azonban a kristálylapok tengelymetszéseiben is nem egyszer megváltoztak, mikor a későbbi helyesebb megfigyelés egyszerűbb viszonyokat derített ki. Így az As_2O_3 azon fizikai változatán, melyet claudetit néven mint ásványt ismer a mineralógia, szokatlan magas rendű tengelymetszéses formákat, mint 12, 1, 1—, 48, 1, 4—, 24, 1, 2— ismertünk. Az igaz, hogy e ritka ásvány kristályait igen pontosan nem lehetett mérni, de a közölt számok még a legegyszerűbb nagysági viszonyokat adták. Nem régiben azután kiderült, hogy a claudetit kristályait nem helyesen értelmezték; finomabb, tökéletesebb készülékekkel vizsgálva, más csoportba kellett őket osztályozni s ekkor azonnal megszűntek e szokatlan viszonyok, az elsorolt tengelymetszések egyszerűbbre váltak.

A bonyolódottság tehát mindig különös gondot érdemel, nemcsak azért, mert az emberi kutató ész, az értelem próbaköve az, hanem azért is, hogy ebben is az egyszerűt, az igazat megleljük.

A mineralógiai részletes kutatásokat sok más térre követhetjük még, melyekben a komplikálás úgy, mint a síkbontó lapok dolgában, újabban meglehetősen gyarapszik. Itt csak egy dolgot említek még, mely hatásában a nevezetesebb kérdések egyikét érinti. Ez az *izomorfia*. Kevés dolgot forgattak még úgy meg, mint éppen Mitscherlich-nek e felfedezését, melyet, mint ismeretes, 1819 óta nyomoznak. Mineralógusok úgy, mint a chemikusok temérdek adalékot szolgáltatottak már ehhez, de ha a sok adatból szemelgetünk, bizonyos, hogy nem tudni sokkal többet ma sem, mint Mitscherlich korában; legalább a dolog érdemére nézve nem. Maga az izomorfia megszabása is egy kis külön irodalmat nevelt és bizvást mondhatjuk, sok visszaélés történt e dologgal. Maga a megnevezés sem találja fején a szöveget, mert nemcsak a formabeli megegyezés az izomorfia gyökere. A dolog természete nyomán az izomorfiáról csak azt tudjuk, hogy ez egy bizonyos fizikai analógia, mely a chemiai alkotás analógiájából ered. Más szavakkal, analóg vegyületek fizikai tekintetben is analóg testeket formálhatnak. E kétrendbeli analógia mértékét megszabni azonban még nem igen sikerült. A fizikai analógiában némelyek majdnem teljes megegyezést kívánnak a kérdéses testek között, tehát nemcsak a kristályrendszerek azonosságát és a formai elemekben való lehetőleg közel megegyezést, hanem az

összetartási, sőt az optikai viszonyok egybevágását is követelik. Mások a chemiai analógiát tágabb pórázra engedik, megelégesznek némi analógiával is, csak az atómok száma a két vegyületben ugyanaz maradjon. Így azután legváltozatosabb dolgokat olvashatunk, következtetéseket, valamint elmélkedéseket, melyek azonban többnyire a levegőben lógnak.

Az izomorfia valódi próbaköve az analógiákon kívül az izomorf-elegyedés. Olyan dolog ez, melynek chemiai természete nem olyan egyszerű, mint a milyennek látszik. Abban gyökerezik, hogy izomorf testek együvé elegyedhetnek homogén kristályokká úgy, hogy az egyik analóg vegyület a másikat részben változó mennyiséggel, pótolhatja. Így erednek az izomorf-elegyes kristályok, melyekkel az izomorfia természetét különösen jól lehet nyomozni.

Az izomorf ásványok vizsgálata mindig érdekes s ma is hálás dolog, ámbár az eredmények nem mindig egyszerűsítik az értelmezést. De sok dolgot megvilágított ez már eddig is. Így a titándioxidot mint ásványt három formában ismerjük, melyek sorban a brookit, az anatas és a rutil. Megannyi fizikai változata ez a látszatra egy ugyanazon vegyületnek. A brookit kristályai a rhombos rendszerbe tartoznak, ellenben az anatas és a rutil négyzetes rendszerbeli kristályokban teremnek. Itt a fizikai izomeriára kell gondolnunk, mely szerint a titándioxid részecskéi háromféle módon kapcsolódhatnak szabályos elrendezésben kristályokká. Fontos azonban e három fizikai változatban a vegyületi azonosság kérdése is. A százalékos, a tapasztalati egybeszerkesztetés a molekulák finomabb különbségeiről nem világosít fel, mert két külön esetben megegyező tapasztalati chemiai alkotás dacára lehet például a molekulák kapcsolata más (izomeria chemiai tekintetben), vagy nagyságukban lehet különbség (polimeria). A chemia többféle módot ismer, melyekkel az ilyen kérdésekre meg lehet felelni. De ezek nem minden esetben használhatók. A titándioxid elsorolt fizikai izomeriájában is az izomorfia utalt a nyomra. A brookit és anatas esetében a dimorfiához mint a fizikai izomeria megnevezett két változatú esetéhez lehetett fordulni, ellenben az anatas és rutil viszonyában kiderült, hogy itt valószínűen két különböző testtel van dolgunk. Az bizonyos, hogy sok fejtörést okoztak már a próbálgatások, hogy e két ásvány kristályait egybekapcsolják. A dolog nem sikerült soha. Mikor azután a zirkon nevű ásvány gondos elemzéseiből megtudtuk, hogy chemiai alkotását $ZrSiO_4$ képlettel fejezhetjük ki, vagyis hogy benne egy atóm zirkonium mindig csak egy atóm siliciummal vegyül, másrészt pedig a kassiteritnek és a rutilnak formai izomorfáját egymással meg a zirkonnal megismerték: a kinyomozott fizikai analó-

giából a chemiai szerkezet analógiájára lehetett utalni, vagyis igen valószínűvé vált, hogy a kassiterit és a rutil chemiai alkotását is a SnSnO_4 illetve a TiTiO_4 adhatja meg. Ha így az anatas és a rutil valóban két különböző test, melyek egymással a chemiai polimeria viszonyában vannak, — TiO_2 az anatas, a rutil Ti_2O_4 , — akkor a titándioxid háromféle változata is egyszerűbben magyarázható dolog.

Nem minden esetben lehet azonban egyszerűsíteni a kérdést az izomorfia útján. Sőt vannak példák, melyekben a vélt izomorfia meg is téveszthet. Így a kálium- és a nátrium-salétromnak külön-külön két változata ismeretes, melyek közül egyet-egyét mint ásványt ismerünk. Ezek a rhombos salétrom, KNO_3 , meg a hatszöges rhomboédes chilisalétrom, NaNO_3 . Mindkettő a mészkarbonátnak, CaCO_3 , calcit és aragonit néven ismert változataival fizikai tekintetben igen megegyező, kristályméreteikben, hasadásaikban stb. igen közel valók, névszerint a káli-salétrom az aragonittal, a nátron-salétrom pedig a calcittal egyező. Itt sok szerző izomorfiát emleget, pedig ez csak összezavarja a dolgot, mert e vegyületekben analógiáról, az atomok számán kívül egyébben aligha lehet szó; izomorfiegyesedésszerű keverék-kristályokról pedig annál kevésbé.

A mint kezdetben az izomorfia sokféle elvilágított, úgy ma a pontosabb, részletesebb kutatások idején itt-ott bonyolódik a dolog. Részint meglevőnek ítélt izomorfiák döntetnek meg vagy legalább kétségbe vonatnak (péld. a calcit, CaCO_3 és a dolomit (Ca , Mg) CO_3 , vagy az anhidrit, CaSO_4 meg a baryt, BaSO_4 stb. esetében), részint a bonyolódottabb izodimorfiára utalnak. Van eset arra is, hogy az izodimorfiát, mint ilyent meg lehetett czáfolni és még bonyolódottabb kapcsolatot kell kutatni (claudetit, valentinit).

A mineralógia terén az izomorfia kérdése is hasonlít manapság ahhoz, mikor előttünk pillanatra rést nyitottak, melyen csodaszép tájakra esett tekintetünk. De a mily gyorsan kinyílt, csak oly gyorsan be is csappant a zár s mi a látvány nagyszerűségétől megigézve, konok kitartással feszegetjük, bontogatjuk az irigy födelet, napról napra jobban, de még ki tudja meddig — hiába. Pedig a mineralógia mai szertárában sok mindenféle készülék van már, melyekkel sok aprólékos dolgot nyomozhatni.

Öregeinknek az ásványok meghatározásában még kiválóan a külső ismertető jegyekkel kellett számolniok és e tekintetben az ásványok terminológiáját oly tökéletesen meg is szabták, hogy ahhoz az újkor mitsem toldhatott. A kristályhalmazódás különböző formáit, a fénybeli, keménységi, színbeli s a többi hasonló viszonyokat a leggondosabban latolgatták. Így Benkő Ferencz Magyar Mineralógiájában (1786) a 41. lapon imígy olvashatni a kvarcéről: »Közönséges kristály-

kő, Lapis Crystallinus communis, Gemeiner Krystall Stein, mellyek különböznek a' Drága kövektől annyiban, hogy lágyabbak, a' Ráspolynak engednek, nem ragyogók; hanem csak fényes-tündöklők, a' tűzben színeket el-vesztik, lehet követni üveg Kristályokban, mellyeket festenek Kosen-nél bogárral, veres santalum-fával, sáfránnal és több e' félékkel, mindazáltal Briliántoknak vagy sok tüzet jádzó, és sok szegű Pompa portékáknak készítve, szép Fólióval bé-foglalva bajos meg esmérni a' Drága kövektől. Találtatik: 1. Bányavirág. Quartzum, Quartz. Sok színű többire világos, fényes, kemény, szikrázó, terem a' Barlangokban és Bányákban nevezetesebben, az hol Értzhordozó közönséges neve Quartz Drus a' Bányászoknál. a) közönséges, α) sovány, β) Kővér. Arany hordozó. γ) Tömött. δ) Appró szemű, öszve-tsomózott vagy szabad apró részekkel. ε) Kovatsos. b) Sok formájú. Sok volna mindenféle formáját elő-számlálni a' Bányavirágnak, a' ki többet kíván, olvassa-meg a' Magyar Wernerben, nevezetesebbek α) Tsepegő. β) Oszlopforma. γ) Ágas-bogas. δ) Spongia-forma. ε) Gerezdes. ζ) Leveles. η) Gráditos. θ) Fog-forma. ι) Hajóforma. κ) Babos. c) Színes. Ezeket ha kinek tetszik akár a fellyebb meg-nevezett Külömbiségekre vigye; akár pedig a' Fattyu Drága kövekre, sokak Drága kövek helyett viselvén. d) Kristályos. α) Kotzkás. β) Gollyobis forma. γ) Hegyes oszlopforma. δ) Szeges. 2. Hegyi Kristály-Kő. Crystallus montana. Qu. Cris-tallizátum. Bergkristall. csak annyiban különböz, hogy a' Bányavirágnál keményebb, és találtatik nem a' Bányákban; hanem a' kősziklás Havasokon. Helvétziában a' Sz. Gothárdon, nevezetesen Saxoniában, Tseh-Országban, Silé'siában, Tyrólisban, Magyar-Ország és Erdélyben. a) Hegyes-oszlopforma. α) Egygyes. β) Kettős. b) Szeges. α) Egy hegyű. β) Kettős-hegyű a' meg-nevezett helyeken. c) Színes Kristály-kő. C. M. Colorata, Gefaerbter Bergkrystall — —.

Ezekkel és még aprólékosabb ismertető jegyekkel bajos dolog volt akkor az ásvány-határozás. De a külső ismertető sajátságokat legalább rendkívüli figyelemmel vizsgálgatták. Sok tévedés esett ugyan meg, mikor valamely külső, járulékos jegy megváltozása miatt a természetük nyomán együvé valókat elválasztották és megfordítva, de sok dolgot ki is fürkészték, melyeket csak később, a haladottabb készülékekkel lehetett biztosabban igazolni. Így a freibergi bányász-akadémia híres tanára, a legkiválóbb ásványismerők egyike, Breithaupt Ágoston a prizibrami sphalerit, ZnS egy változatában, az úgynevezett »Strahlenblende«-ben megismerte a nem valami kiváló könnyen tapasztalható hasadásból, hogy az nem egyezik a sphaleritnek régóta jól ismert szabályos kristályrendszerbeli formájával. Elég volt e megfigyelés ahhoz, hogy a prizibrami

szálás ásványt a sphalerittől különbözönek ítélje és spiauterit névvel el is válassza. Csak jóval később nyerték Deville, Troost és Sidot mesterséggel nevelt kristályokban a zinkszulfidnak ezen hatszöges változatát, majd mint ásványt, jól vizsgálható egyes kristályokban Boliviából is megismertük, úgy hogy a ZnS dimorfája ma már kétségtelen. Ha Breithaupt kiváló éleslátása, aprólékos megfigyelő tehetsége alapján a prziبرami szálás ásványt eltérőnek ismerhette, ma már azt is tudjuk, hogy a még elrejtettebb természetű, vékony, kén-narancssárga kéreg a felső-bányai antimonit kristályokon, Laspeyres vizsgálatai nyomán, szintén a ZnS hatszöges változata, a melyet ma wurtzit névvel több helyről ismernek az ásványok sorában.

Ha a felsőbányai antimonit kristályok sárgás kérgében csak a zink meg a kén kimutatásáról lett volna szó, ezt mint chemiai természetű kérdést Breithaupt idejében is igen jól kideríthették volna. De hogy e rendkívül finom szálú boritékban a ZnS melyik változata, a szabályos rendszerbeli sphalerit vagy a hatszöges wurtzit termett-e, azt a mai finomabb szerszámok és elbánások nélkül aligha lehetne megállapítani. A vékony kéreg mikroszkóppal vizsgálva apró golyócskáknak látszott, melyek közül a legnagyobb maximális mértéke 0.07 mm. volt. A golyócskák látszatra egyöntetűek, de optikai viselkedésükből Laspeyres következtethette, hogy sugáros-rostosak, rendkívül finom szálakból szerkesztetnek egybe és hogy a ZnS szabályos formájához nem tartozhatnak.

Az optikai vizsgáló módoké manapság az ásványtanban az oroszlanrész. Bámulatatos finom és könnyen nyomozható jegyeket nyujtanak azok. A mineralógiai mikroszkóp ma a legapróbb ásványszemecskék meghatározását is megengedi; a külső ismertető jegyekben gyökerező mineralógia mellé most már a mikro-mineralógia serdült. Kiválóan buzgó és eredményes munkássággal haladnak itt a francziák előre, nyomukban a németek, a kik ásványtani finomabb készülékeikkel, mint szögmérők, polározók, törés-mutató mérők, mikroszkópok stb. világszerte híresek.

Ma az ásványoknak már mindennemű sajátosságait rendkívül aprólékosan kutathatjuk. Így a fajsúly meghatározásában súlyosabb folyadékok, mint a Thoulet-ről nevezett kálium-kéneső-jodid, a Klein-féle kadmium-boro-wolframát, a Rohrbach-féle baryum-kéneső-jodid, legújabban meg a methylen-jodid segítségével egy-egy apró homogén szilánk fajsúlyát meghatározási pontossággal megtalálhatjuk, a mi azelőtt igen kényes és sokszor alig végrehajtható feladat volt. Ugy a fizikai- (keménység, hasadás) mint a chemiai összetartás (étetés, mállékonyság) fokait nemcsak mennyiség, de részben a minőség

tekintetében is követhetjük, melyek újabban már sok nyílt kérdést világosítottak meg. A formabeli viszonyok kiderítésében az újabb részletezést a síkbontó lapok példáján már láttuk, de a számító elmélet is évről évre terem valamit, habár itt a régiek javára igazi haladást, a bonyolódott dolgok egyszerűsítését nem is tapasztaljuk. A melegség, az elektromosság sem maradt érintetlenül; kivált ez utóbbiban nevezetes K u n d t tanár egyszerű elbánása, mely olyan esetekben is útbaigazít, mikor az optikai vizsgálatok cserben hagy-
nak. A Kundt-féle elektromos vizsgálatokkal mutathatta meg például K o l e n k o azt, hogy a carrarai kvarczkristályok, melyeken a trigonális oszlopok a hatszöges oszlopnak azon éleit tompítják, melyeknél trapezoéder lapok nem teremtek és régóta eltérő magyarázatokra adtak alkalmat: egyszerű kristályok, melyekkel így a kvarczkristályok természetét is általában jobban megismertük.

A kristályok eredési, növekedési viszonyairól is sokat közölhetnénk, mely irányban kivált L e h m a n n O. igen sok érdekes dolgot világított meg. Az ásvány-szinthézis sem maradt el és legújabbán D o e l t e r igen figyelemre méltó tapasztalatokat szerzett, — hogy a francziák ismert folytonos tevékenységét ezen a téren is külön ne említsem.

Az elemző ásványtan haladása is meglepő. Nemcsak az elemzés módjainak haladása, az elbánás finomsága, pontossága tökéletesedett, de a mineralógus részéről a finom készülékek segítségével az elemezendő anyag megválogatása is gondosabb és ezért az elemzés eredményeit egyszerűbben csoportosíthatjuk. Már a mikro-chemia is megformálódott, segítő társa a mikro-mineralógiának, mely a legapróbb ásványrészecskék kémiai természetét minimális kémlelő szer-
rekkal a mikroszkóp asztalán kutatja.

Láthattuk az irányt, mely manapság a mineralógiában is a legaprólékosabb részletek nyomozására szolgál. Ezért a mai mineralógusnak már sok mindenfélével kell számolnia, melyeket még csak e század elején is aligha sejtettek. Az igaz, hogy a túlságos szőrészálhasogatás előbb-utóbb itt is megboszulja magát, de a sok új eredmény mellett a felesleges túlzások nem nyomatékosak. Elvégre a haladás itt is, mint másutt, csak akadályokkal történhetik s a mineralógus ma sem akarhat mást, mint az előtt: a helyes, a természetes, az igaz megismerését.

SCHMIDT SÁNDOR.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.