

SZAKÁLL SÁNDOR,

ÁSVÁNY- ÉS KÖZETTAN ALAPJAI

6



A Műszaki Földtudományi Alapszak tananyagainak kifejlesztése a
TÁMOP 4.1.2-08/1/A-2009-0033 pályázat keretében valósult meg.

VI. A KRISTÁLYOS ANYAG BELSŐ RENDEZETTSÉGE

1. A KRISTÁLYOS ÁLLAPOT A SZILÁRD ANYAG JELLEMZŐJE

Az ásványok – néhány kivételtől eltekintve – kristályos szerkezetűek.

A kristály elnevezés a görög *krüsztalosz* (= jég) szóból ered, ami a színtelen, síklapokkal határolt kvarc egyik változata, a hegyikristály nevéből származik. A fogalom később a középkorban a síklapokkal határolt kristályokra vonatkozott.

A **kristály (kristályos anyag)** mai definíciója:

1. térrács szerkezettel rendelkező szilárd anyag,
2. egyes sajátságait tekintve *anizotróp* (bizonyos esetekben *izotróp*), [1]
3. homogén **diszkontinuum**.

A kristályos anyag jellemzője tehát a belső rendezettség, ami a külalakjában, – ha a képződési körülmények megengedik – síklapokkal határolt **poliéderek** (kristályok) formájában figyelhető meg.

Döntően kristályokból áll a földkéreg, az ember által előállított szerves és szervetlen vegyületek sokasága, az élőlények szilárd váza. A kristályos anyagok közül azonban nem mindegyik ásvány.

Tehát szinte minden ásvány kristályos, de nem minden kristályos anyag ásvány.

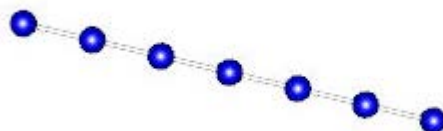
A kristályos állapot jellemző sajátsága a természetes vegyületeknek, hiszen ezek a képződésük során energiaminimumra törekkenek. Az *amorf* állapot (szó szerint morfológia nélküli; nem kristályos vagy kevésbé kristályos) viszont nem igazán sajátja a természetnek. Ezt bizonyítja az a tapasztalat, hogy az ilyen anyagok idővel kristályossá alakulnak át. Sőt, ilyen vegyületeket mesterségesen sem könnyű előállítani.

2. A TÉRRÁCS A KRISTÁLYOS ANYAGOK JELLEMZŐJE

A kristályos anyagokat térrács szerkezettel jellemezzük.

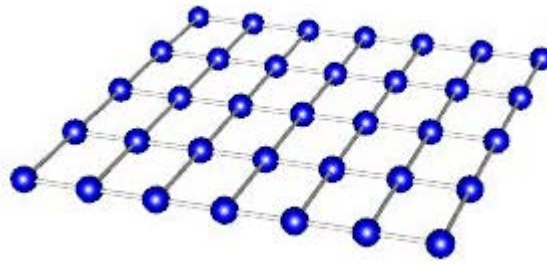
Ennek levezetése a következő: ha egy tömegpontot meghatározott távolsággal egy irányba végtelen módon eltolunk (a művelet neve *transzláció*), akkor egydimenziós **pontsort** kapunk. Ha a kiindulási ponton egy másik irányú transzlációt is elvégzünk, akkor kétdimenziós **síkrácsot** nyerünk. Ha a tér harmadik irányába is elvégezzük a transzlációt, akkor háromdimenziós **térrács** hoz jutunk.

 Segítség a 3D modellek megtekintéséhez



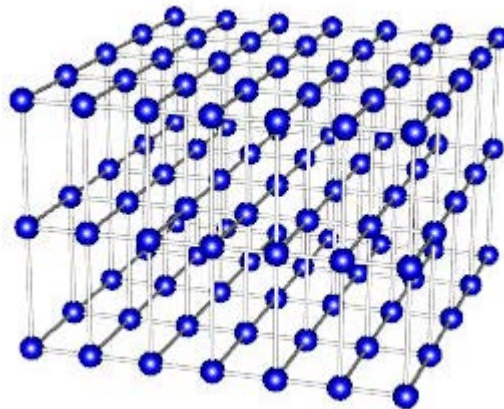
Pontsor





3D

Síkrács

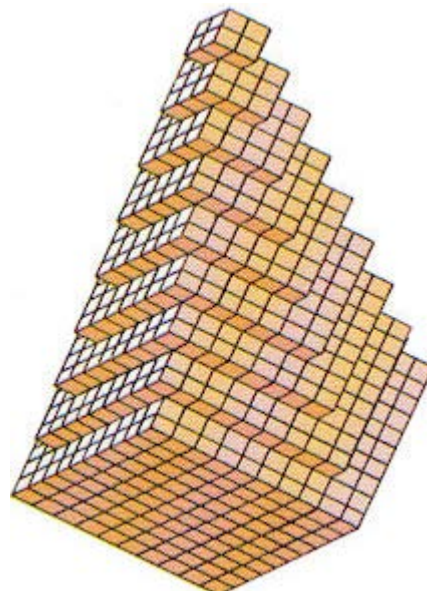


3D

Térrács

A térrács bármely pontjából kiindulva az egymással párhuzamos irányok egyenértékűek. Ugyanakkor a nem párhuzamos irányokban a tömegpontok száma és elrendeződése különböző, így ezekben az irányokban a kristályok fizikai tulajdonságainak döntő része irányfüggő, idegen szóval **anizotróp** (jelentése: irány szerint nem egyenlő). Ez alól csak azok a térrácsok jelentenek kivételt, melyek a tér mindhárom irányába hasonló szimmetriájúak, ezeket nevezzük **izotrópoknak** (jelentése: irány szerint egyenlő). Az ásványok térrácsában szigorú szabályossággal atomok, ionok vagy molekulák helyezkednek el. Ezek periodikus elhelyezkedése eredményezi a kristály belső szakaszosságát, más szóval diszkontinuitását.

A kristályok térrácsszerkezetére először a XVIII. században egy francia krisztallográfus, **René Just Haüy** következtetett bizonyos kristályok összetörése során. Megfigyelte, hogy a *calcitot* bármilyen kis darabokra törte szét, azok mindig hat rombuszlap által határolt kis testek (ún. romboéderek) voltak. Ebből arra következtetett, hogy kicsiny romboéderek szabályosan felépített tömege építi föl a calcit nagy kristályát.



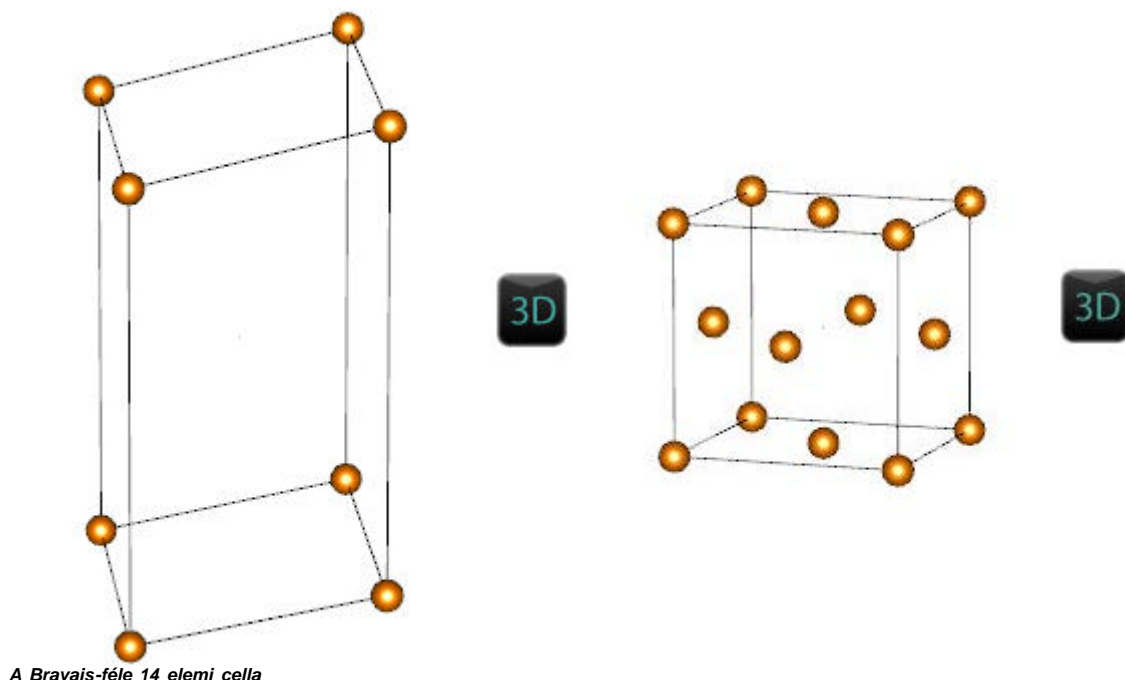
A XX. század elején **Max von Laue** német fizikus röntgensugarakkal vizsgált kristályokat, melyekkel már közvetlenül bizonyította az anyagok térrács felépítését. Napjainkban pedig bizonyos elektronmikroszkópos technikákkal meg is figyelhetjük az ásványok kristályrácsát.

3. ELEMI CELLA, A TÉRRÁCS ALAPEGYSÉGE

A térrácsok (kristályrácsok) jellemzésére annak legkisebb térfogatát, az elemi cellát használjuk.

Az **elemi cella** a kristályrács azon legkisebb része, mely még rendelkezik a teljes térrács tulajdonságaival. Az elemi cellát a tömegpontok három legrövidebb translációs távolságával, az elemi cella élhosszaival (a , b , c), illetve a translációs irányok közötti szögekkel (α , β , γ) jellemezzük. Ezeket együttesen rácsállandóknak nevezzük.

August Bravais francia matematikus 1849-ben geometriai alapon levezette, hogy amennyiben a térrács felépítésében azonos tömegpontok vesznek részt, úgy éppen 14-féle elrendeződésű, szimmetriájú elemi cella lehetséges. Ezeket nevezzük **Bravais-féle elemi celláknak**



A 14-féle elemi cella közül pedig hét olyan van, melyben a tömegpontok csak az elemi cella csúcsain helyezkednek el. Ezeket nevezzük **primitív elemi celláknak**. A hét primitív elemi cella élei határozzák meg nagyság és irány szerint a **hét kristályrendszer** tengelykeresztjét.

Ha az elemi cella csúcsain kívül annak középpontjában is helyezkedik el tömegpont ezeket **térben centrált elemi celláknak** nevezzük. Ha az elemi cella csúcsain kívül az alaplapon, illetve minden lap középpontjában is elhelyezkedik egy-egy tömegpont, ezeket **alaplapon centrált**, illetve **minden lapon elemi celláknak** nevezzük.

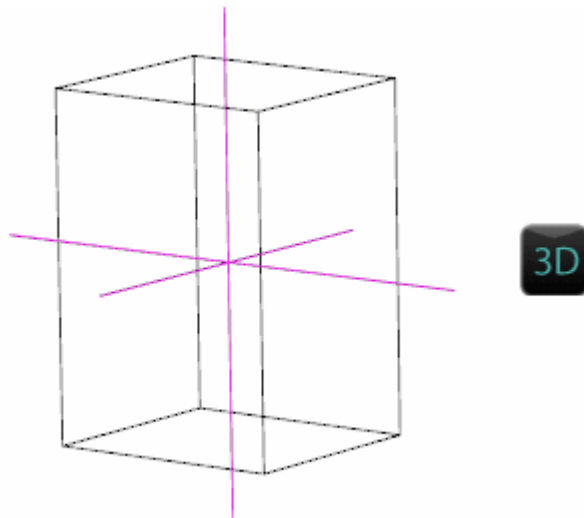
4. A HÉT KRISTÁLYRENDSZER TENGELEKERESZTJE

A hét primitív elemi cella élei nagyság és irány szerint – mint már fentebb említettük – kijelölik a hét kristályrendszer kristálytani tengelyeit. Ezek:

Triklin (háromhajlású): a , b és c jelű tengelyei különböző hosszúságúak és nem 90° -ban metsződnek. $a \neq b \neq c$; $\alpha \neq 90^\circ$, $\beta \neq 90^\circ$, $\gamma \neq 90^\circ$.

Monoklin (egyhajlású): a , b és c jelű tengelyei különböző hosszúságúak, $b-c$ és $b-a$ tengelyek 90° -ot zárnak be egymással. $a \neq b \neq c$; $\alpha = \gamma 90^\circ$, $\beta \neq 90^\circ$.

Rombos: a, b és c jelű tengelyei különböző hosszúságúak, és mind a három 90° -ot zár be egymással. $a \neq b \neq c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$.



A rombos kristályrendszer tengelykeresztje

Tetragonális (négyzetes): három tengelye van, a függőleges (*tetragírral* jellemezhető) c -re merőleges a és b tengely szimmetria szempontjából egyenértékű és azonos hosszúságú. $a = b \neq c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$.

Trigonális (háromszöges) és **hexagonális** (hatszöges): az eddigiekkel ellentétben ezekben a rendszerekben négy tengely van. A függőleges (*trigírral* és *hexagírral* jellemezhető) c -re merőleges három tengely szimmetria szempontjából egyenértékű és azonos hosszúságú. $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$; $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 120^\circ$; $\gamma = 90^\circ$.

Köbös (szabályos): három egymásra merőleges és azonos hosszúságú, egymással egyenértékű (ezért a_1 , a_2 és a_3 jellel jelölt) tengely jellemzi. $a_1 = a_2 = a_3$; $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 90^\circ$.

Látható, hogy a *triklintől* a *köbös* rendszerig nő a kristálytani tengelyek, és ezáltal nyilvánvalóan nő a kristályok szimmetriája is. A *tetragonális*, *trigonális* és *hexagonális* rendszer tengelykeresztjeinél a c -tengely kiemelkedő szimmetriájú, ezért ezeket **főtengelyes rendszereknek** nevezzük.

5. FELADATOK

Megoldások:	láthatók	nem láthatók
--------------------	----------	--------------

1. Mi jellemzi a kristályos anyagokat?

Megoldás: térrácsszerkezet, anizotrópia (bizonyos esetekben izotrópia), és diszkontinuitás.

2. Mit nevezünk térrácsnak?

Megoldás: a tér mindhárom irányába meghatározott sorban sorakozó tömegpontok összességét. A térrácsok határozott szimetriaviszonyokkal jellemezhetők.

3. Mit nevezünk elemi cellának, és mivel jellemezzük?

Megoldás: az elemi cella a kristályrács azon legkisebb része, mely még rendelkezik a térrács tulajdonságaival. Az elemi cellát annak élhosszaival (a , b , c), illetve az élek közötti szögekkel (α , β , γ) jellemezzük. Ezeket együttesen rácsállandóknak nevezzük.

4. Mit tud a Bravais-féle elemi cellákról?

Megoldás: Azonos tömegpontok építik föl és 14 típusa létezik. Azokat, melyeknek csak a csúcsain vannak tömegpontok primitív elemi celláknak nevezzük. Azokat, melyeknek emellett még a tér közepében is elhelyezkedik egy tömegpont, térben centrált elemi celláknak nevezzük. Végül azokat, melyeknél az alaplapok középpontjában, illetve minden lapjának a középpontjában is elhelyezkedik egy-egy tömegpont alaplapon, illetve minden lapon centrált elemi celláknak nevezzük.

5. Mit nevezünk anizotrópiának és izotrópiának?

Megoldás: anizotrópia (irány szerint nem egyenlő), más szóval az ilyen kristály fizikai tulajdonságai irányfüggőek (néhány kivételtől eltekintve); izotrópia (irány szerint egyenlő), tehát az ilyen kristályok fizikai tulajdonságai függetlenek az iránytól.

6. Mi határozza meg a hét kristálytani rendszer tengelykeresztjét?

Megoldás: a hét primitív elemi cella (triklin, monoklin, rombos, trigonális, tetragonális, hexagonális és köbös) élei nagyságuk és irányuk szerint.

[1] Jelentésüket lásd lentebb.