

SZAKÁLL SÁNDOR,

# ÁSVÁNY- ÉS KÖZETTAN ALAPJAI

# 15



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

## XV. A KRISTÁLYOK FIZIKAI SAJÁTSÁGAI

### 1. BEVEZETÉS

A kristályok fizikai sajátságait alapvetően a kristályszerkezetük határozza meg. A kristályos szerkezet anizotrópiájából adódóan a legtöbb fizikai tulajdonság iránytól függő (vektoriális sajátság). Ilyenek az optikai, mechanikai, hőtani, elektromos és mágneses sajátságok. Iránytól független (skaláris) sajátság viszont a sűrűség.

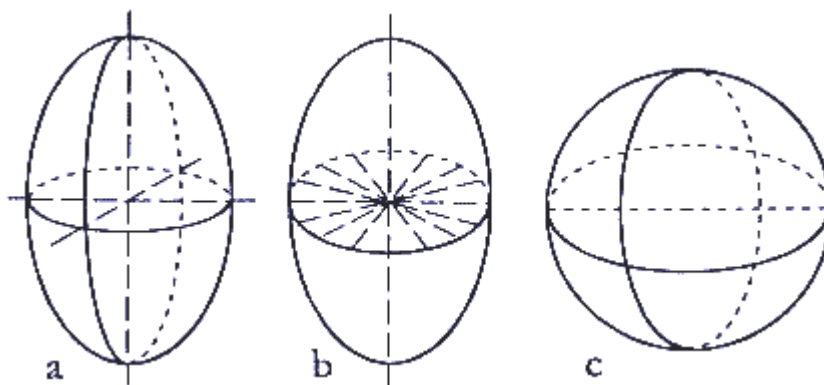
### 2. ANIZOTRÓPIA ÉS IZOTRÓPIA

Korábban már említettük, hogy az anizotrópia irány szerint nem egyenlőt, az izotrópia irány szerint egyenlőt jelent.

Más szóval **anizotróp** kristályoknál a fizikai sajátságok mért értékei irányfüggőek, míg az **izotróp**oknál nem függenek az iránytól. A fizikai sajátságok egy része ugrásszerűen változik (például hasadás), más része pedig fokozatosan változik az iránnyal (például törésmutató).

Az iránnyal fokozatosan változó fizikai sajátságoknak az anizotrópiát mutató kristályokon mért értékei egy ellipszoidot határoznak meg. Ilyenek a fénytani (optikai), hőtani és mágneses sajátságok.

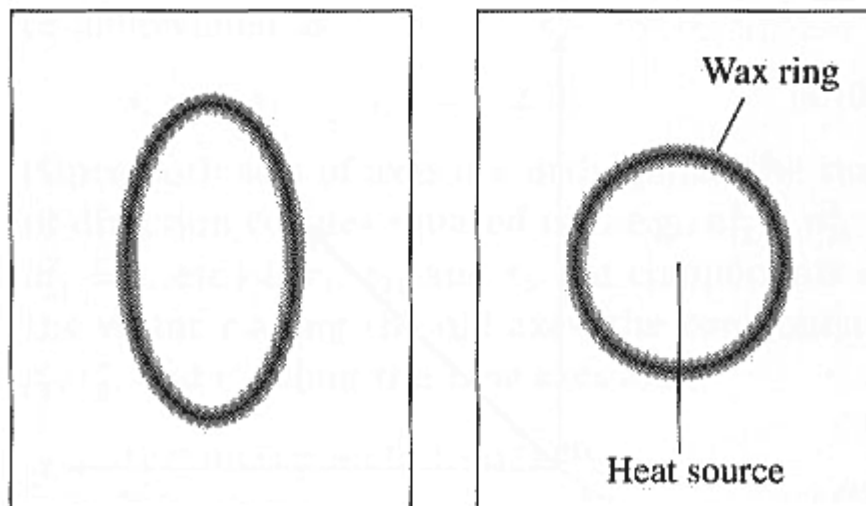
A szimmetriaviszonyok miatt ezek is két csoportba sorolhatók. A nem főténgelyes triklin, monoklin és rombos rendszerek kristálytani tengelykeresztjeinek három szára különböző hosszúságú, így az ilyen kristályok fizikai sajátságai a tér három irányába eltérők. Ennélfogva a fizikai sajátságok értékei olyan **háromtengelyű ellipszoidot** határoznak meg, ahol a három tengely különböző méretű.



Anizotrópia és izotrópia. a. háromtengelyű ellipszoid; b. forgási ellipszoid; c. gömb

A főténgelyes rendszerekben (trigonális, tetragonális, hexagonális) a mellék tengelyek egymás között egyenértékűek, a főténgely viszont mindig nagyobb szimmetriaértékű. A főténgelyes rendszereknél a fizikai sajátságok irányoktól függő értékei épp emiatt **forgási ellipszoidot** eredményeznek. Ennek a főténgelyre merőleges metszete kör, minden más irányú metszete ellipszis. A fizikai sajátságok értéke tehát a kristálytani mellék tengelyek irányában megegyező, a mellék tengelyek és a főténgely között pedig értékük egy minimum- és egy maximumértéken belül fokozatosan változik.

A hővezetés anizotrópiáját (és izotrópiáját) például oly módon lehet szemléltetni, hogy egy kvarckristályból (trigonális szimmetria) egy-egy szeletet vágunk ki, mégpedig az egyiket a főténgelyre merőlegesen, a másikat a főténgellyel párhuzamosan. Ha mindkét felületet vékony viaszréteggel bevonjuk és egy pontban óvatosan melegítjük, a főténgellyel párhuzamosan kivágott felületen egy ellipszoid formájában olvad meg a viaszréteg, bizonyítva hogy a hővezetés két különböző irányban eltérő mértékű. Ezzel szemben a főténgelyre merőleges metszeten kör alakú lesz a megolvadó viaszréteg tekintettel arra, hogy a főténgelyre merőlegesen minden irányban azonos mértékű a hővezetés (ebben az irányban tehát izotrópként viselkedik a kvarc).



Hővezetés anizotrópiája kvarcon

A köbös rendszerben, mint tudjuk, a három kristálytani tengely szimmetriaértékét tekintve nem különbözik egymástól. Ebből következik az ide tartozó kristályok izotrópiája, a kristály fizikai sajátságai a tér minden irányában azonosak (az ellipszis ebben az esetben gömbbé módosul).

A fizikai sajátságok nagyobb része bipoláros, azaz egy bizonyos irányban és ellenirányban a kristály a fizikai behatással szemben ugyanúgy viselkedik. Poláros tengelyű kristályokon – melyeknél a két ellentétes irányban más szimmetriaértékeket találunk – viszont ismerünk olyan poláros fizikai sajátságokat, melyek a két ellentétes irányban nem azonosak (lásd a piro- és piezoelektromosságot).

### 3. SŰRŰSÉG

A sűrűség ( $\rho$ ) térfogategységben ( $V$ ) lévő tömegmennyiség ( $m$ ), ennek megfelelően  $\rho = m/V$  ( $\text{g/cm}^3$ ). Alapegységnek a víz sűrűségét vesszük, ez megállapodás szerint  $1 \text{ g/cm}^3$ . Azonban a sűrűség olyan skaláris anyagi állandó, melynek értéke csak ideális tisztaságú ásványok esetén használható határozó értéként. Ugyanis az elemhelyettesítések miatt természetesen változó értékeket mutat.

A sűrűség részben az ásványokat felépítő atomok, ionok, molekulák tömegétől, részben rácsszerkezeti elrendezésüktől függ.

Könnyen belátható, hogy a nagy atomtömegű elemeket meghatározó komponensekként tartalmazó anyagok sűrűsége nagyobb. De az is, hogy a nagyobb tömörségű kristályrácsokkal rendelkező anyagok sűrűsége nagyobb, mint a lazább kristályrácsú anyagoké.

A sűrűség kristályszerkezettől való függése jól demonstrálható az azonos atomokat vagy ionokat tartalmazó, de más rácsszerkezetet felépítő polimorf módosulatokkal.

Ezek sűrűségértékei között sokszor nagy eltérést tapasztalhatunk, hiszen a jobb térkitöltésű, tömöttebb módosulatok sűrűsége mindig nagyobb. A nagyobb sűrűségű módosulatok általában nagyobb nyomáson képződnek, mint a kisebb sűrűségűek.

képlet	név	kristályrendszer	sűrűség
C	grafit	hexagonális	2,23
C	gyémánt	köbös	3,52
CaCO <sub>3</sub>	kalcit	trigonális	2,71
CaCO <sub>3</sub>	aragonit	rombos	2,95

SiO <sub>2</sub>	a-kvarc	trigonális	2,65
SiO <sub>2</sub>	b-tridimit	hexagonális	2,20
SiO <sub>2</sub>	coesit	monoklin	3,01
SiO <sub>2</sub>	sztisovit	tetragonális	4,28

A különböző ásványok sűrűségét nagy vonalakban az alábbi módon jellemezhetjük:

1. **Kis sűrűségűek** az 1,5-2,5 g/cm<sup>3</sup> közötti értéket mutató ásványok (szulfátok, halogenidek nagy része). Kivétel közöttük például a rombos bárium-szulfát (barit), melynek régies neve emiatt súlypát (4,49 g/cm<sup>3</sup> a sűrűsége).
2. A **közepes sűrűségűek** 2,5-3,5 g/cm<sup>3</sup> közötti értéket mutatnak (a legtöbb kőzetalkotó ásvány, így szilikátok, oxidok, karbonátok ide tartoznak).
3. **Nagy sűrűségűek** a 3,5 g/cm<sup>3</sup>-nél nagyobb értéket mutató ásványok (szulfidok, termésvémek). Legnagyobb a termésvémek sűrűsége, mely az atomtömegnek és a rács tömörségének az eredménye (platina 15-21 g/cm<sup>3</sup>, arany 19 g/cm<sup>3</sup>, ezüst 10-11 g/cm<sup>3</sup>).

A sűrűségmérés különösen drágakövek meghatározásában jelentős módszer, hiszen megállapítása nem kíván roncsolást. Meghatározása történhet közvetett módon (ún. lebegtetési eljárással), illetve közvetlenül (ún. piknométeres eljárással). A sűrűségnek nagy jelentősége van bizonyos ásványok törmelékes úton történő felhalmozódásában is, gondoljunk például a termésvémre vagy a platinafémekre. Az eltérő sűrűségértékek alapján dúsítanak termésvémeket, szulfidokat évezredek óta.