

Rendszeres ásványtan V.: a terméselemek és szulfidok

Az olvasólecke célja: a fontos közetalkotó ásványok közül a terméselemek és szulfidok gyakori képviselőinek áttekintése, különös tekintettel makroszkópos jellemzőikre. Átlagos olvasási idő: 45 perc.

TIPP: Az egyes ásványfajok adatait, fizikai és kémiai tulajdonságait listázzák az alábbi honlapok:

<http://webmineral.com/>

<https://www.mindat.org/minerals.php>

Kén

Képlet: S

Szerkezet és kémiai összetétel: Standard állapotban stabilis formája a rombos rendszerben kristályosodik. Legtöbbször tisztán elemi kénből áll, néha kevés As-t vagy Te-t tartalmazhat, de fluidum- és szilárd zárványok is előfordulhatnak benne.

Megjelenés: Ha idiomorf, akkor általában dipiramisos, ritkán diszfenoidos habitusú. Gyakran rosszul kristályos, földes, tömött vagy cseppköves, rostos kialakulású. **Nem hasad, rideg, törékeny.** Keménysége 1–3, tehát **igen puha. Kénsárga**, viaszsárga színű, áttetsző, karcszíne fehér.

Elkülönítés: A jól kristályos terméskén egyértelműen elkülöníthető más ásványoktól. A gyakori finomkristályos előfordulása esetén az auripigmenttel téveszthető össze, de míg a kén gipsszel, halittal, esetleg aragonittal, vagy kalcittal fordul elő, addig az auripigment főleg más szulfidásványokkal, vagy barittal társul.

Grafit

Képlet: C

Szerkezet és kémiai összetétel: A hexagonális rendszerben kristályosodik. Legtöbbször az elemi szénen kívül zárványként jelentős mennyiségű más anyagot tartalmaz.

Megjelenés: Leginkább pikkelyes–lemezes vagy szemcsés, ilyenkor fémfényű, de néha földes habitusú. A (0001) bázis szerint kitűnően hasad. Hajlítható, zsíros tapintású, papíron nyomot hagy. Keménysége 1-es, tehát **az egyik legpuhább ásvány. Fekete, acélszürke színű.**

Elkülönítés: A grafit habitusa, kis keménysége okán könnyen elkülöníthető. A többi fémes fényű ásvány sűrűsége is lényegesen nagyobb a grafiténál.



Idiomorf sárga kénkristályok halmaza (balra) és fémes fényű, lemezes szerkezetű, fekete grafitkristályok együttese (jobbra).

Pirrhotin

Képlet: $\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$, ahol $n = 5-16$

Szerkezet és kémiai összetétel: A hexagonális rendszerben kristályosodik. Összetételében a vason és a kénen kívül más elem csak nyomokban fordul elő.

Megjelenés: Jól fejlett kristályai ritkák, ilyenkor rozettásan, levelesen rendeződött, hatszöges táblákat, lemezeket alkot bemélyedt bázislappal. Jellemzőbb rá a vaskos-tömeges jelleg. Hasadása (0001) szerint jó, keménysége 3–5, rideg, egyenetlen törésű. Friss törési felülete fémes fényű, színe világos bronzbarna, de a levegőn hamar sötétebb (dohány)barnára változik. Karca szürkésfekete. **Ferromágneses.** Mint vasban gazdag ásvány, a fő kőzetalkotó szilikátokhoz képest viszonylag nagy sűrűségű ($\sim 4,6 \text{ g/cm}^3$).

Elkülönítés: A jól kristályos pirrhotin makroszkópos jellemzői, továbbá ferromágnessége alapján egyértelműen elkülöníthető. Problémát az jelenthet, ha mikroszkópi méretű elegyrészként, hintetten jelentkezik, ilyenkor makroszkópos azonosítása nem lehetséges.



Vaskos, tömeges habitusú pirrhotinkristályok halmaza.

Cinnabarit

Képlet: HgS

Szerkezet és kémiai összetétel: A trigonális rendszerben kristályosodik. Legtöbbször sztöchiometrikus összetételű, de zárványként más szulfidokat tartalmazhat.

Megjelenés: Ha idiomorf, akkor lapgazdag kristályain a leggyakoribb alak a kockához közelálló romboéder, gyakori még a dipiramisos és trapezoédes alkat, de a nagyszámú lap egymást tompítva nehezen azonosítható. Gyakoriak az átnövéses, rozettás csoportok, de a **legáltalánosabban vaskos–szemcsés, hintett, vagy földes halmazokat** képez. Hasadása (1010) szerint kitűnő, de ez ritkán észlelhető. Keménysége 2–3, azaz **puha ásvány. Sűrűsége nagy** (~8,1 g/cm³). Ha idiomorf, akkor gyémántfényű, a földes fajták fénytelenek. Színe **cínóbervörös**, a földes változatok élénkpirosak, vörösesbarnák.

Elkülönítés: Az idiomorf, jól kristályos cinnabarit minden más, vöröses színű ásványtól különbözik. Elkülönítése földes habitus esetén lehet problémás, mert a kis szemcseméretű hematit gyakran együtt fordul elő a cinnabarittal, ilyenkor makroszkóposan elkülöníthetetlenek. Hasonlíthat még a kupritra is, de míg a kuprit elsősorban más réz-ásványokkal fordul elő, addig a cinnabarit bármilyen szulfid-ásvánnyal (nem csak réz-szulfidokkal), sőt akár kvarccal, sziderittel, dolomittal, kalcittal, barittal, fluorittal is előfordulhat.



Idiomorf, cinnabaritkristályok halmazza (balra), továbbá vörös színű, hintett, üregkitöltő, finomszemcsés cinnabarit kvarccal (jobbra).

Galenit

Képlet: PbS

Szerkezet és kémiai összetétel: A köbös rendszerben kristályosodik, halitrácsú. Legtöbbször Ag-, Cu- és Zn-szulfidokat tartalmaz,

szételegyedés termékeként kialakuló, finom eloszlású szilárd zárványokként.

Megjelenés: Jól fejlett kristályain főleg a hexaéder és az oktaéder lapjai uralkodnak, de torzulások, görbült íves lapok is előfordulhatnak. Leggyakrabban tömeges–vaskos, vagy szemcsés–pátos halmazokban ismert. A legfontosabb, gyakori szulfidos telérásványok közé tartozik. A halitácsnak megfelelő, kocka szerinti hasadása kitűnő. Keménysége 2–3, azaz meglehetősen puha ásvány. Sűrűsége viszonylag nagy (~7,5 g/cm³). Friss hasadási felülete élénk fémfényű, világos ólomszürke, de idővel sötétebb szürkére futtatódik.

Elkülönítés: A hematit habitusa, viszonylag kis keménysége és nagy sűrűsége alapján könnyen elkülöníthető.



Szemcsés–pátos kifejlődésű galenitkristályok (világos ólomszürke) kalkopirittel, pirittel és kvarccal (balra), továbbá idiomorf, kocka szerinti hasadást mutató, sötétszürke galenit kalcittal (jobbra).

Szfalerit

Képlet: α-ZnS

Szerkezet és kémiai összetétel: A köbös rendszerben kristályosodik. Legtöbbször izomorf helyettesítésként Fe²⁺, Mn²⁺ és Cd²⁺ ionok találhatók benne, továbbá zárványként főleg Cu-szulfidokat tartalmaz.

Megjelenés: Rendkívül alakgazdag ásvány. Ha idiomorf, akkor általában a rombdodekaéder, a tetraéder és a kocka, valamint ezek kombinációi uralkodnak, sajátosan rostozott kristálylapokkal. Ugyanakkor szemcsés–pátos, vagy vaskos–tömeges megjelenésben gyakoribb, sőt héjas-sugaras változatai is ismertek. Tökéletesen hasad az (110) rombdodekaéder szerint. Keménysége 3–4, sűrűsége a vastartalom függvényében 3,9–4,2 g/cm³. A vastartalomtól függően színe a gyantasárgától a feketéig változik, a leggyakrabban fekete. Gyémántfényű, a fekete szfalerit kissé fémes jellegű.

Elkülönítés: Az idiomorf szfalerit habitusa, intenzív fénye alapján legtöbbször könnyen elkülöníthető.

Problémás lehet, ha vasban szegény, barna színű és kis kristáyméretű, ilyenkor megjelenése a gránáéhoz hasonlíthat. A szfalerit keménysége azonban kisebb, jól hasad és a gránáttal szemben szinte mindig más szulfidásványokkal társul.



Vaskos–tömeges kifejlődésű szfaleritkristályok (fekete, kissé fémes fényű) kvarccal (balra), továbbá idiomorf, rostozott lapokkal jellemzett szfalerit (fekete) pirittel és galenittel (jobbra).

Kalkopirit

Képlet: CuFeS_2

Szerkezet és kémiai összetétel: A tetragonális rendszerben kristályosodik. Legtöbbször nyomnyi mennyiségben aranyat, ezüstöt, illetve ZnS zárványokat tartalmaz.

Megjelenés: Igen ritkán idiomorf, ilyenkor a leggyakrabban prizmával, vagy dipiramissal kombinált diszfenoidos habitusú. Általában azonban vaskos, szemcsés tömegeket képez, gyakran pszeudomorfóza más ásványok után. Hasadása rossz, törése egyenetlen, rideg. Keménysége 3–4, sűrűsége $\sim 4,2 \text{ g/cm}^3$. Erősen fémfényű, színe enyhén zöldes árnyalatú sárga, ritkán aranysárgába hajló, felülete gyakran irizálóan színesre futtatódik. Porszíne zöldesfekete.

Elkülönítés: Az idiomorf kalkopirit nem téveszthető össze más gyakori ásvánnyal. Azonban általában vaskos, tömeges habitusú, ilyenkor a piritre emlékeztet a megjelenése. A pirit azonban gyakrabban idiomorf (kocka, ötszögtizenkettes alakú), ridegebb, nagyobb a keménysége, a kalkopirit enyhén zöldes árnyalatú sárga színű és a karca is zöldesfekete. A finomkristályos piritől makroszkóposan nem különböztethető meg egyértelműen.



Vaskos–tömeges kifejlődésű kalkopirit (fémfényű, zöldes árnyalatú sárga) hematittal és limonittal (balra), illetve galenittel, pirittel és kvarccal (jobbra).

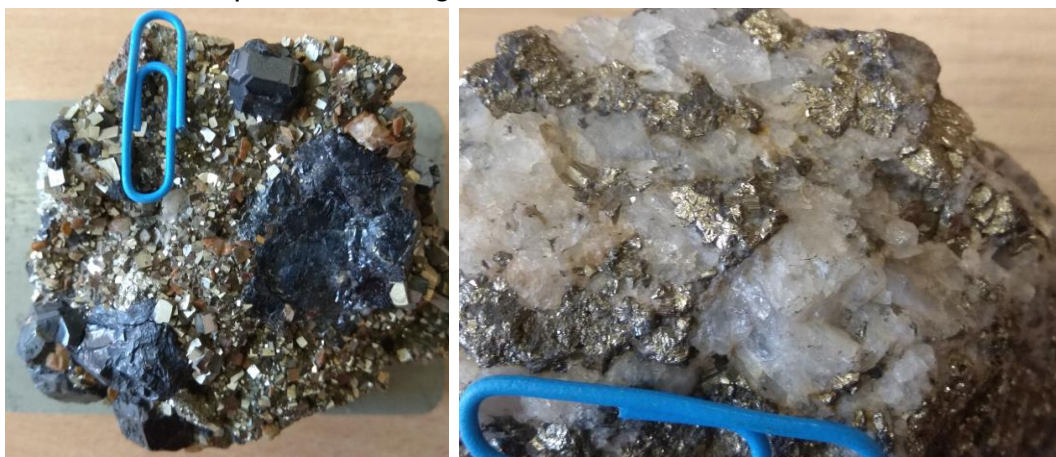
Pirit

Képlet: FeS_2

Szerkezet és kémiai összetétel: A köbös rendszerben kristályosodik, izomorf helyettesítésként mindig tartalmaz As-t, Se-t, illetve zárványként egy sor más elem (pl. Co, Cu, Ni, Zn) szulfidját.

Megjelenés: Általában idiomorf, **kocka vagy ötszögtizenkettes, rostozott** kristálapú felületekkel megjelenő ásvány. Esetenként xenomorf, tömeges is lehet. Színe jellegzetes **aransárga**, fakósárga, fémes fényű. **Porszíne fekete. Rideg**, nem hasad, keménysége 6–7. Felszíni körülmények között limonitosodhat, ekkor az alakja után felismerhető sárgásbarna vagy vörösesbarna pseudomorfózákat alkot.

Elkülönítés: Tulajdonságai alapján a sajátalakú, elegendően nagyméretű pirit egyértelműen felismerhető. A kalkopirit kevésbé kemény, porszíne zöldesfekete, ha idiomorf, akkor nem kocka, vagy ötszögtizenkettes alakú. A pirrotintól annak barnás tónusú színe és mágneses tulajdonsága különbözteti meg. A tömegesen megjelenő, finomszemcsés pirit más, hasonló színű szulfidokkal összetéveszthető, az elkülönítés ekkor csak mikroszkóp alatt lehetséges.



Idiomorf, kocka alakú pirit (aransárga) szfalerittel (fekete, idiomorf szemcsék) és galenittel (ólomszürke) (balra), illetve kissé torzult piritkristályok kvarccal (jobbra).

Molibdenit

Képlet: MoS_2

Szerkezet és kémiai összetétel: Hexagonális rendszerben kristályosodó rétegszerkezetű szulfid. Közel sztöchiometrikus összetételű, nyomnyi Re-ot tartalmazhat.

Megjelenés: Kristálya a bázislap szerint lapos, **lemezes, réteges, a grafitra emlékeztető**. Az idiomorf, jól fejlett kristályok ritkák, általában pikkelyes, leveles habitusú, de hintett, vagy szemcsés is lehet. Hasadása bázislap szerint kitűnő, lemezei hajlíthatók. **Keménysége 1–2**, zsíros tapintású, késsel vágható, papíron nyomot hagy. Sűrűsége $\sim 4,8 \text{ g/cm}^3$. Fémcsillogású, ólomszürke, **porszíne zöldesszürke, papíron kékesszürke**.

Elkülönítés: Jellegei alapján a sajátalakú molibdenit egyértelműen felismerhető. Ha finomkristályos, vagy hintett szemcsés, akkor habitusa és kis keménysége miatt hasonlít a grafitra. A molibdenitnek azonban sokkal nagyobb a sűrűsége, a porszíne pedig nem fekete, hanem zöldes-, vagy kékesszürke és pegmatitokban fordul elő, szemben a grafittal, amely metamorfitokban otthonos. Ha ezek a jelek nem ellenőrizhetők, akkor makroszkóposan a két ásvány nem különíthető el egyértelműen.



Idiomorf, lemezes molibdenit (fémes fényű, ólomszürke) kvarccal (balra), illetve szemcsés, bevonatszerű molibdenitkristályok (jobbra).

Antimonit

Képlet: Sb_2S_3

Szerkezet és kémiai összetétel: A rombos rendszerben kristályosodó, láncszerkezetű szulfid. Közel sztöchiometrikus, de szinte mindig tartalmaz Ag-, As-, és Au-tartalmú fázisokat szilárd zárványként.

Megjelenés: Leggyakrabban **oszlopos, tűs kifejlődésű**, fennőtt,

sugaras kristályok, hosszanti rostozással, de előfordul finom tűk szövédékeként, sőt vaskos, tömeges formában is. Hasadása (010) szerint kitűnő, kristályai gyakran görbültek, hajlíthatók. **Keménysége 2-es**, sűrűsége $\sim 4,6 \text{ g/cm}^3$. Friss hasadási lapja fémfényű, sötét **ólomszürke, gyenge zöldes árnyalattal**, de gyorsan fénytelenre, fekete-re vagy tarkára futtatódik. **Pora szürke, eldörzsölve vöröses árnyalattal.**

Elkülönítés: A sajátalakú, elegendően nagyméretű antimonit egyértelműen felismerhető. Problémát az jelent, ha kis kristályméretű, vagy tömeges, mert akkor a jól kristályos piroluzittal könnyen összekeverhető. Azonban ilyenkor a piroluzit keményebb és pora mindig fekete. Az antimonit (a piroluzittal szemben) gyakran más szulfidokkal, termésarannyal, kvarccal, esetleg karbonátokkal együtt fordul elő.



Áttetsző kalcitkristályon átnőtt idiomorf, tűs antimonit (fémes fényű, ólomszürke; balra), illetve kvarccal (jobbra).

<https://en.wikipedia.org/wiki/Stibnite#/media/File:Stibnite-Calcite-203075.jpg>

Auripigment

Képlet: As_2S_3

Szerkezet és kémiai összetétel: A monoklin rendszerben kristályosodik, közel sztöchiometrikus.

Megjelenés: Ha idiomorf, akkor zömök oszlopos termetű, gyakran lencsés–gömbös halmaz, de legtöbbször **vaskos–leveles tömeg, vagy finomkristályos, lisztszerű bevonat**. Hasadása kitűnő, de ez ritkán észlelhető. **Keménysége 1–2, azaz lágy**, könnyen vágható, hajlítható. **Citromsárga**, ha jól kristályos, vagy vaskos, akkor aransárga színű, pora világos sárga. Hasadási lapján gyöngyházfényű, egyébként gyantafényű, áttetsző.

Elkülönítés: Tulajdonságai alapján az auripigment egyértelműen felismerhető. Lisztszerű előfordulása esetén a finomkristályos terméskénre hasonlíthat, de a kén gipsszel, halittal, aragonittal, vagy kalcittal fordul elő leggyakrabban, míg az auripigment

főleg más szulfidásványokkal (pl. realgárral), vagy barittal együtt fordul elő.

Realgár

Képlet: As_2S_2

Szerkezet és kémiai összetétel: A monoklin rendszerben kristályosodik, általában sztöchiometrikus.

Megjelenés: Idiomorf kifejlődés esetén fennőtt kristályai **zömök, vagy kissé nyúlt oszlopok**, amelyek hosszanti irányban gyakran rostozottak. Gyakran szemcsés–vaskos formában ereket, töréseket tölt ki. Hasadása (010) szerint jó, de ez csak kellően nagy szemcsék esetén látható. **Rideg, törékeny, keménysége 1–2. Áttetsző, narancsvörös–vörös színű**, pora narancsszínű. Üde lapjain gyémántfényű, hasadási lapjai gyakran zsírfényűek.

Elkülönítés: Jellegei alapján a realgár egyértelműen felismerhető. Finomkristályos kifejlődése esetén a cinnabaritra, a hematitra, esetleg a kupritra hasonlíthat. A realgár szinte mindig az auripigmenttel, illetve más szulfidokkal együtt fordul elő és a cinnabarit sűrűsége sokkal nagyobb. A kuprit többnyire más rézásványokat, a hematit gyakran oxidokat, vagy szideritet kísér.



Idiomorf, zömök oszlopos realgárkristályok (a csoport magassága 2,2 cm; balra), illetve lisztszerű bevonatként jelentkező auripigment (sárga) és realgár (apró narancsvörös szemcsék) (jobbra).

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Realgar-229713.jpg>

Hasznos olvasnivalók a rendszeres ásványtan témájában:

Bognár, L. (1987): Ásványhatározó. Gondolat Kiadó, Budapest.

Koch, S., Sztrókay, K. (1986): Ásványtan. Tankönyvkiadó, Budapest.

<http://mek.oszk.hu/04700/04799/pdf/asvanytan2.pdf>

Pápay, L. (2006): Kristálytan, ásvány-, kőzettan. JATEPress, Szeged.

Szakáll, S. (2011): Ásvány- és kőzettan alapjai. E-tananyag, Miskolci Egyetem.

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/adatok.html

Önellenőrző kérdések (rendszeres ásványtan V.: a terméselemek és szulfidok):

1. Melyik a két leggyakoribb terméselem? Melyek a jellemző makroszkópos tulajdonságaik?
2. Állítsa keménység szerint növekvő sorrendbe a következő ásványokat:
szfalerit, molibdenit, pirit, auripigment!
3. Milyen bélyegek alapján különböztetjük meg makroszkóposan
a galenitet és a szfaleritet;
a piritet a kalkopirittől;
a molibdenitet az antimonittól?
4. Milyen a porszíne
a piritnek;
a kalkopiritnek;
a realgárnak;
a molibdenitnek?