

SZAKÁLL SÁNDOR,

# ÁSVÁNY- ÉS KÖZETTAN ALAPJAI

# 20



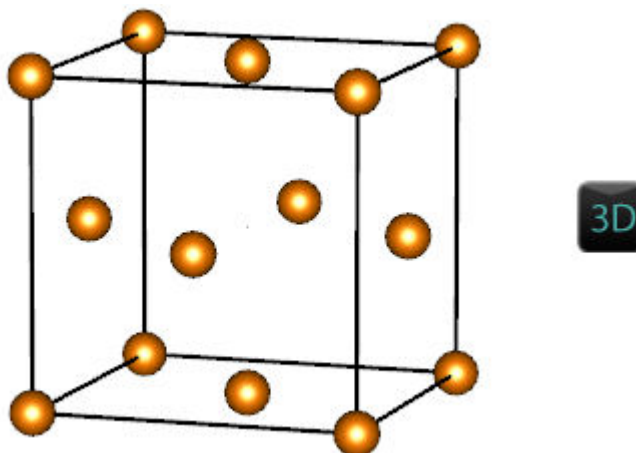
A Műszaki Földtudományi Alapszak tananyagainak kifejlesztése a  
TÁMOP 4.1.2-08/1/A-2009-0033 pályázat keretében valósult meg.

## XX. I. OSZTÁLY – TERMÉSELEMEK

## 1. FÉMEK

## Réz-csoport

A termésréz rokonságába tartozó fémek a köbös rendszerben kristályosodnak, a legtömöttebb illeszkedésű minden lapon centrált ráccsal.

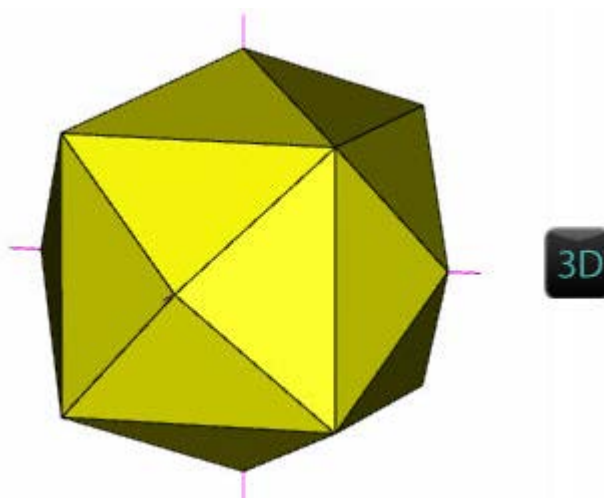


*Termésréz minden lapon centrált köbös rácsa*

Tekintettel arra, hogy az Au és Ag atomsugara azonos ( $1,44 \text{ \AA}$ ), egymással könnyen elegyednek. Ezzel szemben, mivel a Cu atomsugara az előbbieknél kisebb ( $1,28 \text{ \AA}$ ), a réz csak korlátozottan elegyedik az arannyal és az ezüsttel. Mindhárom ásvány fényvisszaverő-képessége kiemelkedő. A csoport tagjainak hasonló fizikai tulajdonságai (például fémes fény, nagy fényvisszaverő-képesség, jó elektromos- és hővezetés, kis keménység, nagy sűrűség, kiváló alakíthatóság) a kristályszerkezetük hasonlóságának köszönhetők.

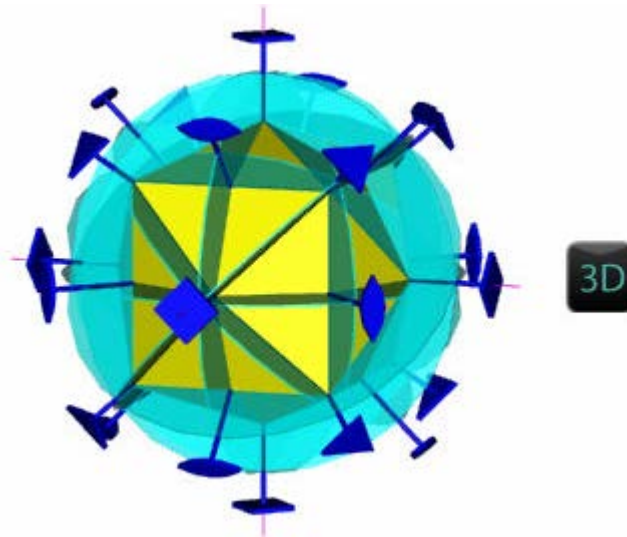
**Termésréz: Cu - köbös**

**Krist.:** uralkodó formák az oktaéder, hexaéder, tetrakiszhexaéder, rombdodekaéder.



*Termésréz tetrakiszhexaédes termetű kristálya*

*A termésréz kristályformái: sárga =  $\{210\}$  tetrakiszhexaéder*



**A természrész kristály szimmetriaelemei**  
 3 tetragír, 4 hexagiroid, 6 digír, 9 szimmetriasík és 1 szimmetriacentrum

Gyakoriak torzult kristályai, sokszor legömbölyödött éllel és csúcsokkal. Legtöbbször lemezes, dendrites, ágas-bogas vagy drótszerű halmazokként vagy vastok tömegek formájában ismert.



**Természrész torz rombdodekaédes kristályai**



*Termésrész dendrites halmaza*



*Termésrész vázkristályok*

**Fiz.:** nem hasad, törése horgas;  $K = 2,5-3$ ;  $S = 8,5-8,9$ ; színe frissen rézvörös, erős fémmennyel, idővel azonban

fénytelen barnává vagy feketévé futtatódik, sokszor pedig zöld vagy kék rézkarbonátos bevonat is megjelenhet felszínén; karcolási pora rézvörös és fémesen csillogó; opak; hidegen könnyen megmunkálható, nyújtható; kiválóan vezeti a hőmérsékletet és az elektromosságot.

**Kém.:** rendszerint tiszta, legfeljebb Au-t, Ag-t, Hg-t, As-t és Sb-t tartalmazhat kis mennyiségben. Savakban könnyen oldódik. Könnyen átalakul réz-oxidokká (kuprit), réz-karbonátokká (malachit vagy azurit). Pseudomorfózát alkothat például kuprit, kalcit és aragonit után.



*Termésrész átalakok aragonit ikerkristályok után*

**Földt.-előf.:** elsődleges lelőhelyei bazaltoid kőzetekhez kapcsolódnak, melyekben hidrotermás oldatok és vasoxidok reakciójának eredményeként válik ki. Ennek a típusnak legnagyobb előfordulása: Keweenaw-félsziget, Michigan (USA), de egyesek ilyen jellegűnek tartják a recski Baj-patak termésrészét is. Az ilyen hidrotermás úton képződött termésrészhez kulfokú metamorf folyamatok során képződött kalcit, prehnit, epidot és laumontit kapcsolódnak.

Sokkal gyakoribb másodlagos eredettel rézérctelepek cementációs zónájában. Itt réz-szulfidok mállása során, réztartalmú oldatokból redukcióval keletkezik. **Fontosabb lelőhelyek:** Rudabánya, Recsk, Martonyi, Pátka (HU); Rézbánya, Balánbánya, Dognácska, Újmoldova, Szászabánya (RO), Libetbánya, Úrvölgy, Szomolnok, Dobsina (SK), Chessy (F), Cornwall (GB), Nyizsnij Tagil, Gumesevszk (RUS).

**Ásv.társ.:** kuprit, kalkozin, tenorit, covellin, azurit, malachit, goethit.

**Gyak.felh.:** a réz az emberiség által legkorábban megismert fémek egyike az arany mellett. Mielőtt vegyületeiből elő tudták volna állítani, a réz legfontosabb nyersanyaga maga a termésrész volt. A réznek a kohászat (ötvözetek) és az elektronikai ipar a legfontosabb felhasználói.

### **Termésézüst: Ag - köbös**

**Krist.:** uralkodó formák az oktaéder és a hexaéder. Kristályai rendszerint torzultak. A kristályok párhuzamos összenövése révén olykor rácsszerű aggregátumok formájában jelenik meg. Általában drót, haj vagy moha alakú képződmények, illetve ágas-bogas, dendrites, bádogszerű halmazokként vagy vaskos tömegekként ismert.





*Termésezüst drótszerű halmaza kalcittal*



*Termésezüst hajszerű halmaza fekete akantiton (ezüst-szulfid)*

**Fig.:** nem hasad, törése horgas;  $K = 2,5-3$ ;  $S = 9,6-12$ ; hidegen könnyen nyújtható, hajlítható; opak; frissen ezüstfehér, erős fémes fénnel, idővel azonban fénytelen sötétszürke vagy fekete lesz; karcoldási pora ezüstfehér és

fémesen csillogó; az összes fémek közül a legjobban vezeti az elektromos áramot.

**Kém.:** korlátlanul elegyedik az arannyal. A természetes arany és a természetes ezüst közötti átmeneti tag (ötvözet) neve: elektrum. Higannyal alkotott szilárd oldatát amalgámnak nevezik. Kisebb mennyiségben esetenként Au, As, Sb és Bi észlelhető a természetes ezüstben.

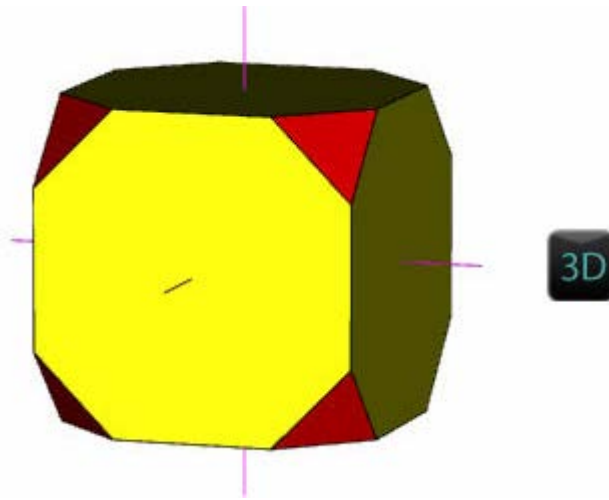
**Földt.-előf.:** legnagyobb mennyiségben hidrotermás kiválásként jelenik meg, ilyen eredettel az ún. Au–Ag formáció jellegzetes ásványa: Telkibánya (HU); Selmecbánya, Hodrusbánya (SK), Bojca, Nagyg, Felsőbánya, Aranyosbánya (RO), Batopilas, Zacatecas, Guanajuato (Mexikó), Potosi, Oruro (Bolívia). Hidrotermás eredetű a Co–Ni–Ag formációban is, ahol Ni–Co-szulfidok kísérik: Annaberg, Freiberg, Wittichen, St. Andreasberg (D), Jáchymov, Příbram (CZ), Kongsberg (N). Másodlagosan – az előbbiekhöz képest kisebb mennyiségben – ezüsttartalmú szulfidokat tartalmazó értelepek oxidációs-cementációs zónájában jelenik meg: Rudabánya, Pátka (HU); Bisbee, Arizona és Butte, Montana (USA), Tsumeb (Namíbia). A ritkább üledékes eredetű természetes ezüst redukív körülmények között képződik fekete palákban (Mansfeld, D).

**Ásv.társ.:** természetes arany, akantit, pirargirit, galenit, tetraedrit, kalcit, kvarc (Au–Ag formációban); nikkelin, arsenopirit, természetes barit, fluorit (Co–Ni–Ag formációban).

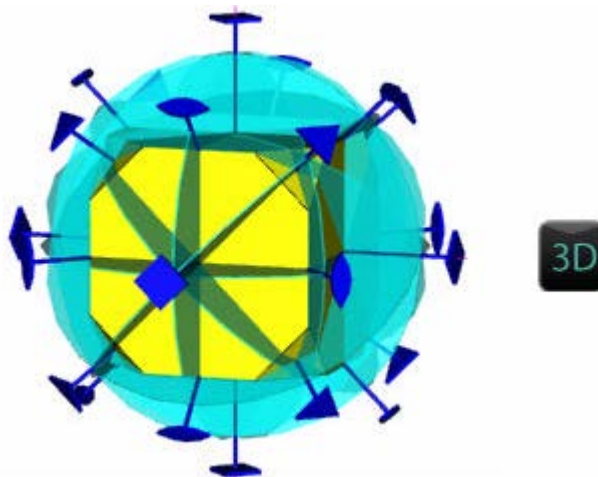
**Gyak.felh.:** évezredekken keresztül az ezüst egyik fontos forrása a természetes ezüst volt. Mégis a galenit – szinte elmaradhatatlan ezüsttartalma révén – a legfontosabb ásvány, melyből a legtöbb ezüstöt előállították. Az ezüst legfontosabb felhasználói az elektronikai ipar, kohászat (ötvözetek, pénzüremék), fekete-fehér filmek készítése és ékszeripar.

### Természarany: Au - köbös

**Krist.:** uralkodó formák az oktaéder és a hexaéder. Kristályai sokszor orientált összenövést alkotnak.



**Természarany hexaédres termetű kristálya**  
Kistályformái: sárga = {100} hexaéder és piros = {111} oktaéder.



**A természarany kristály szimmetriaelemei**  
3 tetragír, 4 hexagiroid, 6 dígír, 9 szimmetriasík és 1 szimmetriacentrum.

Sokkal gyakrabban haj, huzal alakú, dendrites, bádóg-, fólia- vagy szivacszerű halmazokat alkot. Finom hintések vagy mikroszkopikus zárványok kvarcban, piritben, arsenopiritben. Törmelékes üledékekben, torlatokban legömbölyödött szemcsék, pikkelyek, sima vagy lyukacsos felületű természetes arany-hömpölyök jól ismertek.

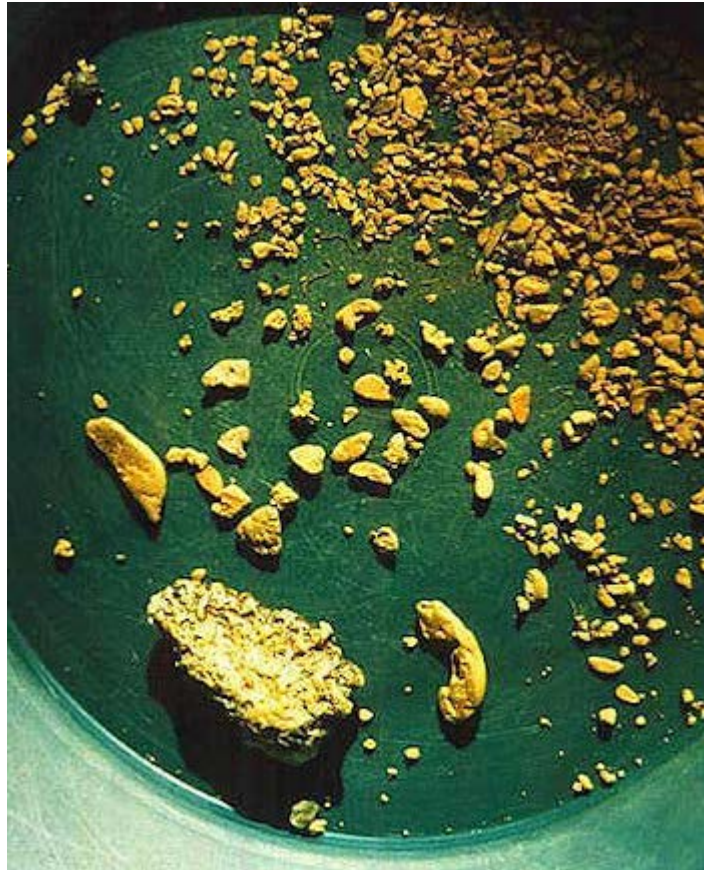


*Termésarany erősen torzult kristályai*



*Termésarany lemezes halmaza*





*Termésarany törmelékes üledékből (mosóarany)*



*Kavicsszerű termésarany (nugget)*

**Fiz.:** nem hasad; törése horgas;  $K = 2,5-3$ ;  $S = 19,28$ ; fémfényű, színe erősen függ az ezüsttartalomtól, annak növekedésével az aransárgától a világos aransárgáig változhat; karcolási pora aransárga és fémesen csillogó; hidegen könnyen nyújtható, hajlítható; opak, de egészen vékony, néhány mm vastagságúra nyújtott lemezei zölden áttetszőek.

**Kém.:** teljes szilárd oldatsort alkothat az ezüsttel. A 20–40 tömeg% körüli Ag-tartalmú természetes arany neve elektrum. Kisebb mennyiségben Cu, Bi, Hg és Pd is beépülhet a szerkezetébe.

**Földt.-előf.:** változatos genetikával, különféle földtani és geokémiai környezetben megjelenő ásvány. Hidrotermás eredettel kvarctelésekben, zömmel finom hintésekként, ritkábban lemezkék, ágacsok formájában jelenik meg. Sokszor a kísérő szulfidokban mintegy rejtve, apró zárványokként fordul elő. Az arany–kvarctelések részben mélységi magmás kőzetekben, részben metamorfitekben ismertek: Magurka, Bazin, Csucsom (SK), Gyalui-havasok (RO), Alpok (A, CH), Kalifornia (USA). Sokszor kapcsolódnak azonban természetes arany-előfordulások szubvulkáni magmás kőzetekhez: Telkibánya, Recsk, Rudabányácska (HU); Selmecbánya, Kőrmöcbánya, Hodrusbánya (SK), Nagybánya, Felsőbánya, Aranyosbánya, Verespatak, Nagyág, Brád (RO), Alaszka, Nevada, Kalifornia (USA), Yukon, Brit-Kolumbia (CAN).

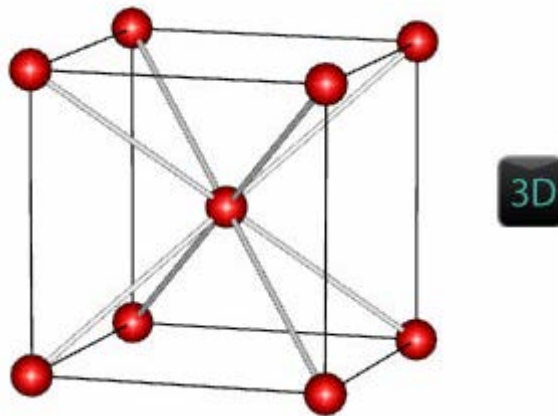
Kémiai ellenállóságánál és nagy sűrűségénél fogva – az aranytartalmú kőzetek felszíni lepusztulása és szállítódása után – gyakran dúsul törmelékes üledékekben, torlatokban (ezt nevezik mosóaranyknak). Aranytartalmú torlatairól ismert folyók, területek: Duna, Dráva (HU); Maros, Aranyos, Néra (RO), Urál-hg. (RUS), Alaszka, Kalifornia (USA), Yukon, Brit-Kolumbia (CAN).

**Ásv.társ.:** pirít, arzenopirít, akantit, kalkopirít, természetesüst, szilvanit, krennerit, kalkozin, kvarc, kalcit, barit, rodokrozit (hidrotermás ércesedésekben), gránátok, magnetit, spinell, cirkon (torlatokban).

**Gyak.felh.:** évezredekkel ezelőtt és ma is a természetes arany az aranykinyerés legfontosabb forrása. Az arany minden időszakban értékmegőrző nemesfém volt. Emellett az ékszeriparban, elektronikában, számítógépekhez és az orvostudományban használják nagyobb mennyiségben.

## Vas–nikkel csoport

A vas és rokonságából a földkéregben csak ritkán (viszont meteoritokban gyakrabban) előforduló természetes vasat tárgyaljuk, egy Fe–Ni ötvözetet (ténit) pedig megemlítünk. Az utóbbi vasmeteoritok közönséges elegyrésze. Mivel a Fe és Ni atomsugara szinte azonos ( $1,26$  és  $1,27 \text{ \AA}$ ), a Ni gyakran helyettesítheti a vasat vegyületeiben. A természetes (a-vas) tércentrált köbös ráccs szerkezettel rendelkezik.



*Termésavas tércentrált köbös rácsa*

Ezzel szemben a ténit (melynek Ni-tartalma 27-65 tömeg% között változhat) minden lapon centrált köbös ráccsal rendelkezik. Azt feltételezzük, hogy ilyen típusú Fe–Ni ötvözetekből állhat a Föld magja.

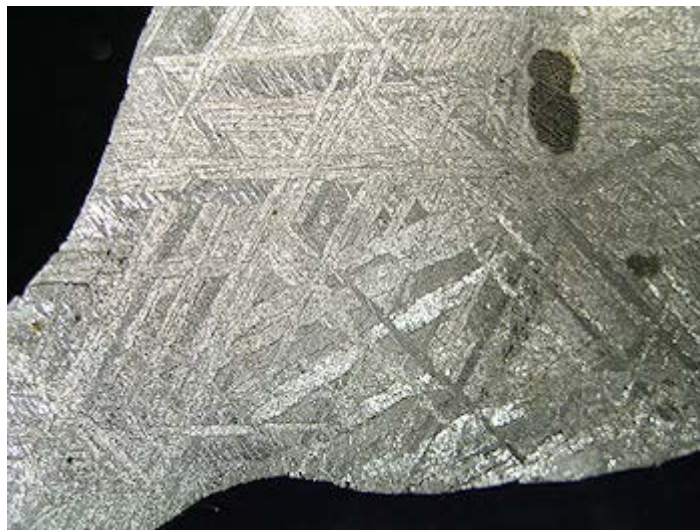
### *Termésavas: a-Fe - köbös*

**Krist.:** kristályai igen ritkák, főképp oktaéderes termetűek. Szinte mindig szemcsés halmazok, hintések vagy vaskos tömegek formájában jelenik meg.





*Termésavas hintés bazaltban*



*Termésavas és ténit orientált összenövése vasmeteoritban (étetett csiszolt felület)*



**Fiz.:** hasadása rossz, törése horgas;  $K = 4,5$ ;  $S = 7,3-7,9$ ; opak; frissen fémes fényű, színe vasfekete, idővel azonban fénytelen, barna oxidréteg jelenik meg felületén; karcolási pora vasfekete; rideg, kevésbé nyújtható, alakítható; erősen ferromágneses (hevítve,  $769\text{ °C}$  fölött elveszti mágnesességét).

**Kém.:** a termésvas igen instabil a földi nedves atmoszféra és a földfelszín oxidatív viszonyai közepette, így könnyen különféle Fe-oxidokká-(hidroxidokká) alakul át. Kevés  $\text{Fe}_3\text{C}$  (cohenit),  $\text{FeS}$  (troilit) és  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$  (pirrhotin) lehet benne.

**Földt.-előf.:** a földi eredetű (terresztrikus) termésvas főként bazaltok ritka elegyrésze, itt vastartalmú kőzetalkotókból karbonátos anyagok beolvasztása során redukcióval képződött: Bühl (D), Ovifak, Disco-sziget (Grönland).

**Ásv.társ.:** cohenit, troilit, ilmenit.

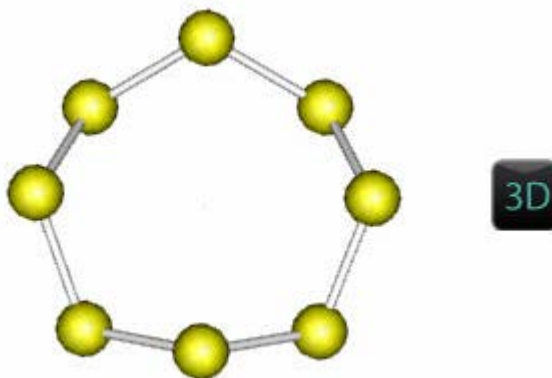
**Gyak.felh.:** a vas a korán megismert fémek közé tartozik. Az első, még luxusnak számító vastárgyakat vasmeteoritokból, ténitből készítették. Tömegesebb előállítására oxidos vegyületeiből és felhasználása az emberiség történetében a vaskor óta ismert. Az utóbbi 3–4000 évben a vasat vas-oxidokból-(hidroxidokból), illetve az utolsó két évszázadtól egyes helyeken vastartalmú karbonátokból nyerik ki. A technika fejlődése során a vas volt az első fém, melyet tömegesen használt az ember a legkülönbözőbb célokra.

## 2. FÉLFÉMEK ÉS NEMFÉMEK

Ebbe az alosztályba tartozó terméselemeknél a fémes jelleg egyre csökkenő tendenciát mutat. Ez mind a rácsszerkezet, mind a fizikai és kémiai tulajdonságok esetében megfigyelhető. A félfémekben és nemfémekben az atomi elektronpályák hibridizációjának igen különböző típusait ismerjük. Ezeknél az elektronok és szomszédos atomok közötti kölcsönhatások határozzák meg a félfémekre, illetve nemfémekre jellemző jellegzetességeket. Ezzel lehet magyarázni például a gyémánt extrém tulajdonságait okozó, a szerkezetében lévő nagyon erős kovalens kötés létrejöttét. Az alosztályon belül három, egymástól jelentősen különböző csoport különíthető el: első az As, Sb, Bi rokonsága (arzén-csoport), második a S, Te, Se rokonsága (kén-csoport), míg harmadik a C kristályos módosulatai (szén-csoport). Közülük az alábbiakban a kén- és szén-csoport fontos tagjait mutatjuk be.

### Kén-csoport

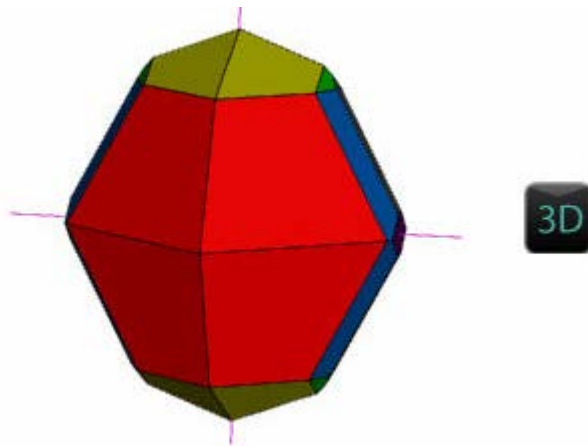
A nemfémek kristályszerkezete jelentősen különbözik a fémekétől és a félfémekétől. A fémes jelleg ezeknél az ásványoknál gyakorlatilag megszűnik (bár érdemes megjegyezni, hogy a grafit a rétegsíkban fémesen vezet). A terméskénnek három kristályos módosulata ismeretes a természetben. Leggyakoribb módosulata a rombos vagy a-kén, mely 1 atm. Nyomáson és  $95,5\text{ °C}$  alatt stabilis. A rombos módosulat elemi cellájában sok kénatom (szám szerint 128) található. A szerkezetben nyolc kénatomból kovalens kötéssel összekapcsolódó, gyűrű alakú molekulák sorakoznak csigavonalban (16  $\text{S}_8$  molekula egy elemi cellában). A gyűrű alakú molekulák között gyenge van der Waals kötőerők hatnak. Ez a tény jut kifejezésre a terméskén fizikai sajátságaiban: kis keménység, alacsony olvadáspont.



A terméskén szerkezetének alapegysége a gyűrű alakú  $\text{S}_8$ -molekula

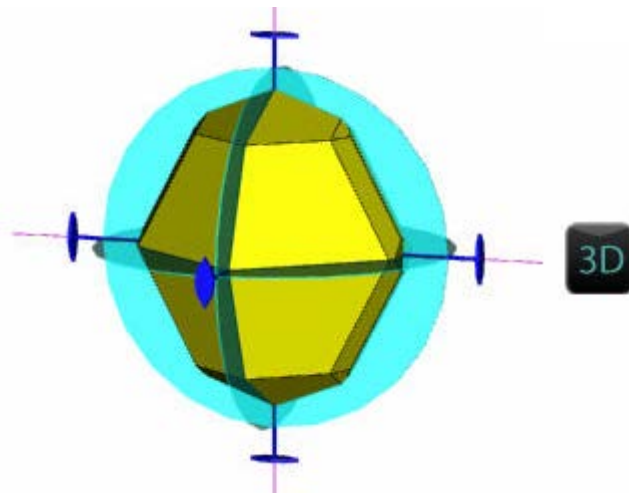
### Terméskén: S - rombos

**Krist.:** uralkodó formája a rombos dipiramis. Általában vaskos-tömeges, földes, de gyakran alkot gömbös-vesés bekérgezéseket vagy cseppköves halmazokat.



**Dipiramisos termetű terméskén kristály**

Kristályformái: piros = {111} rombos dipiramis, sárga = {115} rombos dipiramis, zöld = {135} rombos dipiramis, kék = {133} rombos dipiramis, szürke = {011} rombos prizma és ciklámen = {010} véglap



**A terméskén kristály szimmetriaelemei**

3 dígír, 3 szimmetriasík és 1 szimmetriacentrum

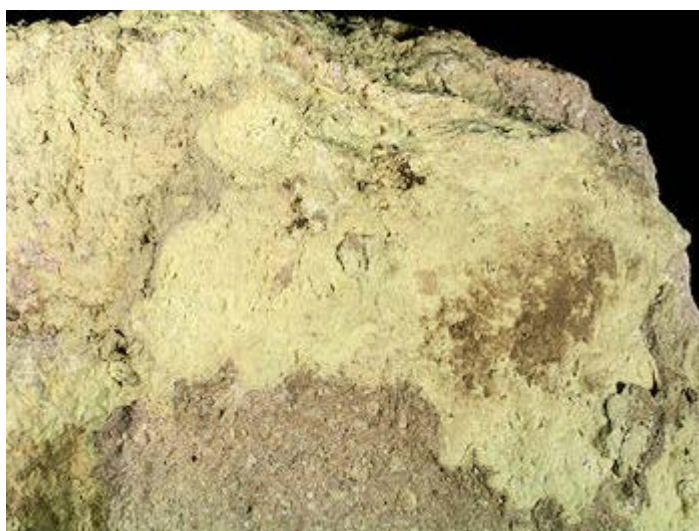


**Terméskén dipiramisos kristály**





*Termésékén üvegfényű kristályai*



*Termésékén földes halmaza*

**Fiz.:** hasadása nincs, törése egyenetlen;  $K = 1,5-2,5$ ;  $S = 2,05-2,08$ ; kénsárga, viaszsárga, (bitumen- vagy agyagzárványoktól barna vagy szürke lehet), karcos pora fehér; viasz- vagy üvegfényű; a kristálylapok felülete üvegfényű, míg egyenetlen törési felülete gyantafényű; áttetsző-átlátszó; igen rideg. Jellemző bűdös szaga van.



*Termésékén egyenetlen és zsírfényű törési felülete*

**Kém.:** általában tiszta, legfeljebb 1–2% Se, As vagy Te helyettesítés lehet a szerkezetben. Alacsony olvadáspontú.

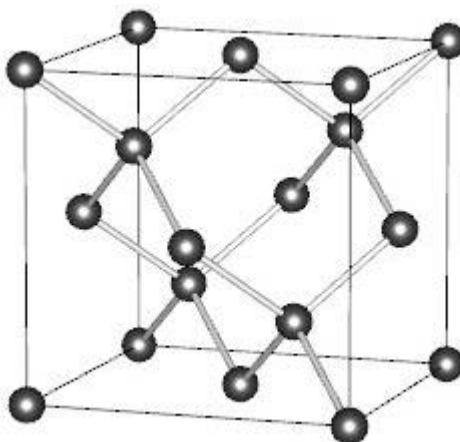
**Földt.-előf.:** változatos módon képződik, de mindig a felszín közelében, és a felszínen. Vulkáni-posztvulkáni tevékenység során (ún. fumarola- és szolfatáramúködés) a vulkáni kéntartalmú gázokból közvetlen szublimációval bekérgezések, vastos tömegek, illetve földes, lisztszerű halmazok keletkeznek: Recsk (HU); Torja, Tusnádfürdő, Gura Haitii (RO), Kalinka (SK), Vezúv, Vulcano, Etna (I). Kéntartalmú források lerakódásaként: Budapest, Margitsziget, Egerszalók (HU); Kovászna, Torja, Herkulesfürdő (RO). Gazdasági szempontból legjelentősebb tömegei sótelepekben találhatóak. Ezekben Ca-szulfátok (gipsz, anhidrit) baktériumos elbontódása vagy szerves anyagok redukáló hatása révén keletkezik nagy mennyiségben: Alsótelekes, Perkupa (HU); Koppánd (RO), Rozdol (UA), Machów, Tarnobrzeg (PL), Girgenti, Caltanissetta (I). Nagy kéntelepek vannak sódiapírokkal kapcsolatban, kőolajterületeken Texas és Louisiana államokban (USA), itt kénbaktériumok közreműködésével halmozódott föl, és a kőolaj és földgáz kéntartalmából származik. Kis mennyiségben szulfidok bomlásából keletkezik felhagyott bányavágatokban, külfejtésekben és meddőhányókon, ilyen környezetben általánosan elterjedt: Rudabánya, Gyöngyösoroszi, Nagybörzsöny, Telkibánya (HU); Kapnikbánya, Felsőbánya (RO). Szénbányák meddőhányóin szintén a finom szemcsés vas-szulfidok mállása során jelenik meg: Miskolc-Lyukóbánya, Ajka, Bányaterenye, Komló.

**Ásv.társ.:** goethit, barit, gipsz, halotrichit (vulkáni-posztvulkáni tevékenység során), gipsz, aragonit, anhidrit, kalcit, barit, cölesztin (üledékes kéntelepekben), rozenit, halotrichit, copiapit, melantherit, gipsz, goethit (szulfidok mállásánál).

**Gyak.felh.:** legnagyobb felhasználója a vegyipar. Kénsavgyártásra, gumi vulkanizálásához, fertőtlenítőszerhez, robbanóanyagokhoz, gyufagyártáshoz, gomba- és rovarirtószer előállítására használják. De alkalmazzák olajfinomításhoz, a textil- és papíriparban, festék- és tűzijátékgyártáshoz is.

## Szén-csoport

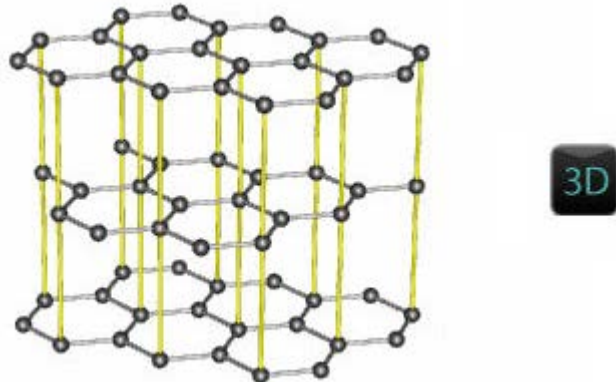
A szén két legismertebb kristályos módosulatának (a hexagonális grafit és a köbös gyémánt) feltűnően ellentétes fizikai tulajdonságai vannak. Ennek oka szintén a rácsszerkezetben keresendő. Amíg a gyémántban különösen erős kovalens kötések uralkodnak, addig a grafit szerkezetét vegyes kötéstípusok jellemzik, melyben nagy szerepet játszik a van der Waals kölcsönhatás. A gyémánt szerkezete kovalens kötéssel, tetraédes koordinációban épül fel, tehát minden egyes szénatomot másik négy vesz körül tetraédes elrendezésben. A gyémánt rácsában a szénatomok egymástól való távolsága egységesen  $1,45 \text{ \AA}$ .



3D

### A gyémánt köbös kristályrácsa

A leggyakoribb hexagonális szénmódosulat, a grafit szerkezete tipikus rétegrács. Az egyes rétegek hat szénatomból álló gyűrűkből állnak össze. A rétegeken belül a szénatomok közötti távolság a gyémántéhoz képest kissé lerövidül ( $1,42 \text{ \AA}$ ), de a rétegek közötti távolság több, mint a kétszeresére nő ( $3,35 \text{ \AA}$ ).



A grafit hexagonális kristályrácsa

A rétegsíkban lévő szénatomok négy vegyértékelektronjából három a szomszédos három szénatom irányába kovalens kötést létesít, a negyedik azonban szabadon marad és ezekből diffúz, negatív elektromos töltésállapot jön létre a rétegek között. Ezek a vezető elektronok okozzák azt a különleges jelenséget, hogy a grafitnak a (0001) síkban 10.000-szer nagyobb a vezetőképessége, mint a rétegekre merőlegesen. A rétegeken belüli erős kovalens kötéshez képest azonban az egyes rétegeket egymással csak gyenge van der Waals kötések (más szerzők szerint a rétegek közötti szabad elektronokkal létrejövő kvázi-fémes kötések) tartják össze. Ez az oka a grafit kis keménységének, illetve a rétegekkel párhuzamosan a kiváló hasadásának.

A grafit és a gyémánt stabilitási viszonyai erősen különböznek egymástól. Amíg a grafit kis nyomáson, addig a gyémánt nagy nyomáson stabilis szénmódosulat. Tehát a gyémánt a szén nagy nyomású polimorfja. Kis nyomáson és alacsony hőmérsékleten viszont metastabil, így átalakulhat grafittá. A két polimorf közötti fázisátalakulás azonban igen lassú, ezért szobahőmérsékleten mindkét ásvány jelen lehet.

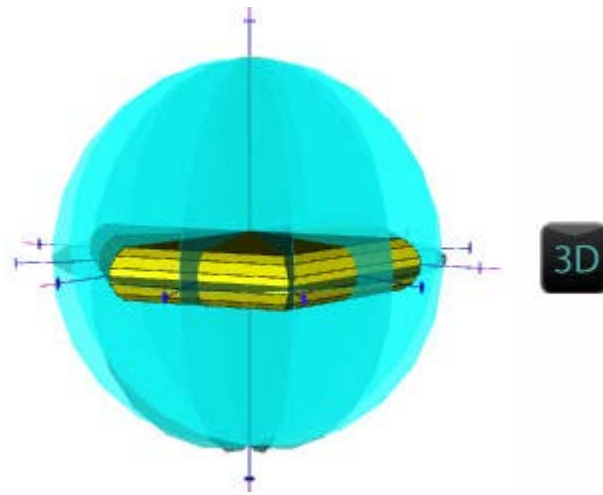
### Grafit: C - hexagonális

**Krist.:** hatszöges, táblás kristályai ritkák.



#### Grafit táblás termetű kristálya.

Kristályformái: szürke = {0001} bázislap, piros = {100} hexagonális prizma, kék = {1011} hexagonális dipiramis és sárga = {1021} hexagonális dipiramis



**A grafit kristály szimmetriaelemei**

1 hexagír, 6 digír, 7 szimmetriásík és 1 szimmetriacentrum



*Grafit táblás kristályai*

Általában tömeges-vaskos pikkelyes, leveles vagy földes megjelenésű, ritkán rostos, vagy rudas halmazokként ismert.

**Fiz.:** kitűnően hasad a véglap szerint, ugyanezen forma szerint kitűnő transzlációt mutat, ennek eredménye, hogy papíron nyomot hagy; lemezkéi hajlíthatók; zsíros tapintású, igen puha;  $K = 1$ ;  $S = 2,1-2,2$ ; félig fémfényű vagy fénytelen, vasfekete, acélszürke, karcolási pora fekete, kissé fénylő; elektromosan vezető; átlátszatlan.



*Grafit leveles halmaza*



**Kém.:** legtöbbször tiszta szén. A metamorfitokban megjelenő grafit viszont tartalmazhat vasoxidokat, hamuanyagokat, bitument, illetve más szerves vegyületeket.

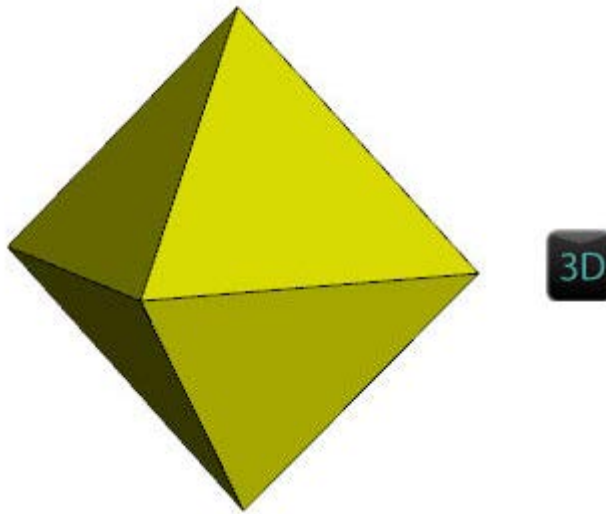
**Földt.-előf.:** regionális metamorfózis során szenes üledékekből szénhidrogének részleges oxidációja, illetve CO és CO<sub>2</sub> redukciója során keletkezik (Kőszegi-hg., Déli-Kárpátok). Nagy tömegek széntelepek metamorfózisakor jönnek létre (Kína, Korea, Oroszország). Szerves anyagot tartalmazó agyagos üledékekben kontaktmetamorf hatásra képződik. Olykor megtalálható gránitpegmatitokban (Srí Lanka, Kanada, Madagaszkár, Brazília).

**Ásv.társ.:** kalkopirit, kvarc, pirit, arzenopirit.

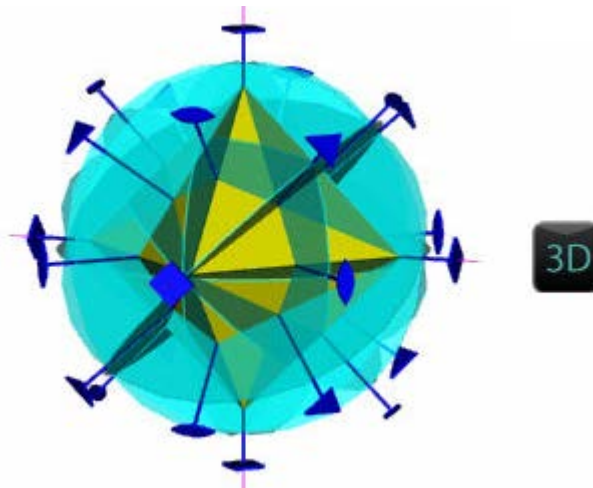
**Gyak.felh.:** legnagyobb mennyiségben a tűzállóanyag-iparban és kenőanyagként hasznosítják, de a gépjárműipar (fékbetétgyártás), kohászat (tűzálló tégely), csomagolótechnika, festékipar, elektronikai ipar, nukleáris technológia is alkalmazza. Az 1500-as évek óta készítenek belőle ceruzát.

### Gyémánt: C - köbös

**Krist.:** sokszor fordul elő jól fejlett, benn-nőtt kristályokként. Gyakoribb formák: az oktaéder és hexaéder.



Gyémánt oktaédes termetű kristálya. Kristályformái: sárga = {111} oktaéder



A gyémánt kristály szimmetriaelemei  
3 tetragír, 4 hexagiroid, 6 digír, 9 szimmetriasík és 1 szimmetriacentrum





*Fekete oktaéderes gyémánt kristály*



*Szintelen oktaéderes gyémánt kristály anyakőzetben (kimberlit)*

Penetrációs ikrei gyakoriak (spinell-törvény szerint). A kristálylapok felülete nemegyszer görbült, az élek lekerekítettek. Legtöbbször finom szemcsés, olykor mikrokristályos aggregátumokat alkot.

**Fiz.:** hasadása oktaéder szerint kitűnő;  $K = 10$  (legnagyobb az ásványok között),  $S = 3,50-3,53$  (ez a szén atomtömegéhez képest igen jelentős, és a szerkezetből adódó térkitöltés következménye); hővezetőképessége a legnagyobb az összes ismert anyag között, viszont hőtágulási együtthatója a legkisebb; nagy a fénytörése: gyémántfényű; erős a színszórása (diszperziója), vagyis a törésmutató féynemenként jelentősen változik, ennek eredményeként a kristályba belépő fehér fény színekre bontva lép ki belőle (ennek megsokszorozására szolgálnak a csiszolással készített briliáns formák); általában szürke, fekete, tisztán szintelen, halványsárga, ritkán színes (sárga, kék, vörös).



*Gyémánt briliáns csiszolata jól mutatja a színszórást*

**Kém.:** a színtelen gyémánt tiszta szén, de a sötétszínű változatok akár 20% mennyiségben is tartalmazhatnak szennyező vegyületeket ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$  stb.). Oxigén jelenlétében  $770\text{ }^\circ\text{C}$ -on széndioxiddá ( $\text{CO}_2$ ) ég el.

**Földt.-előf.:** megjelenése alapvetően néhány magmás kőzethez köthető. A kimberlit kúrtörszerű kifejlődéséhez kapcsolódó legnagyobb lelőhelyei Oroszországban (Jakutföld), a Dél-Afrikai Köztársaságban és Botswanában vannak. Az újabban kimutatott nagy gyémánttelepek Ny-Ausztráliában, egy magas K-, és alacsony Al-tartalmú magmás kőzetben (lamproit) fordulnak elő (nagy jövő előtt állnak a Kanada északnyugati részén, legújabban felfedezett gyémánttelepek is). Az újabb kutatások szerint a kimberlit és a lamproit csak a gyémánt "szállítóközege", mert az abban lévő gyémántok kora idősebb értéket mutat, mint maga a kőzet. A zárványvizsgálatok azt mutatják, hogy a gyémánt eredetileg a földképenyben keletkezett. Genetikai szempontból figyelemre méltóak a nagy meteorit-bechapódásokkal kapcsolatos lelőhelyek, melyekben azonban csak kicsiny méretű kristályok ismertek: Nördlingen (D), Szaha, Szibéria (RUS). Másodlagos lelőhelyein az anyakőzet elmállása után folyóvízi vagy tengerparti torlatokban fordul elő. Dúsulását elősegíti nagy keménysége és kémiai ellenálló-képessége. A legjelentősebb torlatok Zairében, Angolában, Ghanában, Brazíliában és Venezuelában ismertek.

**Ásv.társ.:** spinell, pirop, ilmenit, olivin, korund.

**Gyak.felh.:** gépipar, fúró- és csiszolóipar, elektronikai ipar, ékszeripar (tiszta példányai a legértékesebb drágakövek közé tartoznak).

### 3. FELADATOK

<b>Megoldások:</b>	láthatók	nem láthatók
--------------------	----------	--------------

1. Milyen kötéstípusok dominálnak a fémekben és a nemfémekben?

**Megoldás:** a fémekben fémes kötés, a nemfémekben van der Waals és kovalens kötés van jelen.

2. Sorolja fel a terméсарany és rokonsága jellemző, és egymással közös fizikai tulajdonságait!

**Megoldás:** kis keménység, kitűnő reflexióképesség, jó hő és elektromos vezetőképesség, kitűnő megmunkálhatóság.

3. Milyen sajátságokban különböznek a terméсарany és rokonsága?

**Megoldás:** a sűrűségben, a színekben és a kémiai viselkedésben. Kémiai stabilitásban, különösen mállással szembeni ellenállóságban terméсарany, termésezüst, termésréz a sorrend.

4. Sorolja fel az  $\alpha$ -vas legfontosabb jellemzőit!

**Megoldás:** kevésbé megmunkálható, rideg, a földkéregben ritka, elsősorban vasmeteoritok

elegyrésze, kémiai mállásnak kevésbé ellenálló, különböző vas-oxidokká, vas-oxi-hidroxidokká mállik el.

5. Hogyan tükröződik a terméskén szerkezete a fizikai sajátságaiában?

**Megoldás:** a terméskén molekulárcsós szerkezetű, az S8-as kénmolekulákat gyenge kölcsönhatások kötik össze, ezért kis keménységű, alacsony olvadáspontú

6. Mi okozza a két szén-módosulat, a grafit és a gyémánt fizikai tulajdonságai között tapasztalható nagy különbségeket?

**Megoldás:** a szerkezet jelentős különbözősége. A grafit rétegrácsos szerkezetű, a rétegek között gyenge kölcsönhatásokkal, ez eredményezi a kis keménységet, és a rétegek irányában a hő és elektromos vezetést. A gyémánt szerkezetében a szénatomokat erős kovalens kötés tartja össze, egyenlő távolságban vannak egymástól, ez eredményezi az ásványok között ismert egyik legnagyobb keménységet.

7. Mit tud a grafit és gyémánt képződéséről?

**Megoldás:** a grafit magas hőmérsékleten és relatíve kis nyomáson, ezzel szemben a gyémánt nagy nyomáson, a földköpenyben képződik.

8. Melyek a gyémánt leginkább figyelemre méltó optikai sajátságai?

**Megoldás:** erős fényvisszaverő-képesség (gyémántfény), nagy fénytörés, erős színszórás. Ezek teszik lehetővé, hogy belőle kivételes szépségű csiszolatokat, briliánsokat készítsenek.