

SZAKÁLL SÁNDOR
ÁSVÁNYRENDSZERTAN

A kristályrajzokat készítette: Fehér Béla

**Kilencedik rész: Szilikátok 4.
(Tektoszilikátok)**



IX. F. alosztály. Tektoszilikátok

A tektoszilikátok közé sok gyakori ásvány tartozik. Közöttük vannak a földpátok, melyek az összes ásványok között a legnagyobb mennyiségben jelennek meg a földkéregben, annak mintegy 60%-át alkotják! A földpátok mellett a zeolitok is nagy elterjedésűek és gazdasági szempontból igen jelentős ásványok.

A tektoszilikátok szerkezetében az SiO_4 -tetraéderek mind a négy csúcsukkal tetraéderekhez kapcsolódnak, és a tér mindhárom irányában végtelen hálózattá kapcsolódnak össze (térhálós szerkezetek). Amikor a tetraéderek középpontját csak Si foglalja el, a rács vegyértékei kiegyenlítődnek és háromdimenziós $(\text{SiO}_2)_\infty$ hálózat jön létre kvarc, tridimit vagy cristobalit szerkezettel. (az amerikai Dana rendszertana emiatt a tektoszilikátok között tárgyalja az SiO_2 -ásványokat). A tektoszilikátokban a Si-ot gyakran a hozzá közelálló méretű Al helyettesíti, melynek eredményeként a rács semlegesítéséhez további kationok belépése szükséges. Így különböző „alumoszilikátok” jönnek létre, aszerint, hogy hány Si-t helyettesít Al, milyen kationnal történik a semlegesítés, illetve a SiO_4 - és AlO_4 -tetraédereknek a térben milyen elrendeződése van.

A tektoszilikátok között számos kvarc-, cristobalit- és tridimitszerkezetű ásványt ismerünk (ilyen például a fenakit és nefelin rácsa). Az SiO_4 -tetraéderek úgy is rendeződhetnek, hogy 4-es vagy 8-as gyűrűt formálnak, ami tetragonális vagy áltetragonális szimmetriát eredményez. Ilyen szerkezete van a leucitnak és a földpátoknak. A földpátoknál két nagy sorozatot különböztetünk meg: alkáliföldpátok és plagioklászok. A legtöbb alkáliföldpát nem homogén, hanem káliumban és nátriumban gazdag – egymástól elkülönülő – fázisokat tartalmaz, hacsak nem elég gyorsan és magas hőmérsékleten (~ 600 °C fölött) kristályosodtak. A földpátoknak olyan rácsuk van, melyekben elég nagy üregek találhatóak, melyekben szabálytalan koordinációval nagyméretű kationok (K^+ , Ba^{2+}) helyezkednek el. Azok a kisebb méretű kationok, melyek olyan gyakoriak az ino- és filloszilikátokban (például Fe^{3+} , Mn^{2+}), földpátokban csak ritkán fordulnak elő, feltehetően azért, mert nem tudják megfelelően kitölteni a nagy üregeket.

Néhány tektoszilikát rácsában (szodalit- és szkapolit-csoport ásványai) a szerkezet nagyméretű üregeiben nemcsak kationok, hanem nagy térigényű anionok (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-}) is megjelennek, melyek jelenléte további kationok beépülését eredményezi. Végül, a tektoszilikátokhoz tartoznak a zeolitok, melyek váza sokkal nyitottabb, mint a földpátoké. Így ezek üreges szerkezetébe laza kötéssel vízmolekulák, illetve más kis méretű molekulák helyezkedhetnek el (a lazán kötött vizet zeolitos víznek nevezik).

A tektoszilikátok csoportosításának alapja a zeolitos víz jelenléte vagy hiánya. A zeolitos víz nélküli tektoszilikátokat a pótanion megléte vagy hiánya, illetve a Si : Al arány alapján osztályozzuk. A zeolitos vizet tartalmazó tektoszilikátokat alapvetően a kristályszerkezet alapján soroljuk csoportokba. Így megkülönböztetünk lánc-, réteg- és kalitkaszerkezetű zeolitokat.

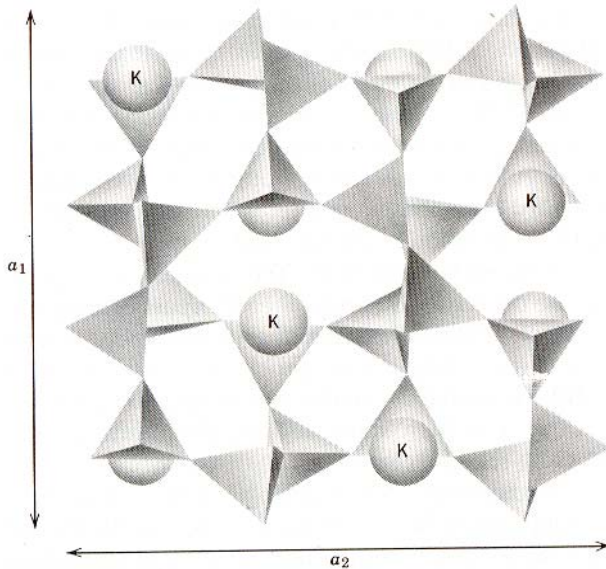
A. Tektoszilikátok zeolitos víz nélkül

Nefelin-csoport és leucit (földpátpótlók)

A földpátpótlóknak nevezett ásványok akkor keletkeznek a magmaolvadékból, amikor nem elég az SiO_2 mennyisége a földpátok keletkezéséhez. Elsősorban bázisos, alkáliákban gazdag kőzetekben képződnek.

A nefelin szerkezete a felső-tridimitéből származtatható, melyben az SiO_4 -tetraéderek 6-os gyűrűt alkotnak. A nefelinben a tetraéderek váltakozva AlO_4 és SiO_4 összetételűek. A leucit szerkezete az analcimmal rokon, melyben az SiO_4 - és AlO_4 -tetraéderek 6-os és 4-es

gyűrűvé kapcsolódnak. Az ilyen gyűrűkből felépített rácsban az üreges helyeket a nagyméretű K^+ ion foglalja el. A leucit külsőleg mindig köbös, szerkezetileg azonban csak $625\text{ }^\circ\text{C}$ fölött izotróp, e határ alatt tetragonálisba vált át. Ez mikroszkóp alatt finom poliszintetikus lemezhalózatként észlelhető. A köbösből tetragonálissá történő átalakulás reverzibilis folyamat.



Részlet a leucit szerkezetéből (c-tengelyre merőleges nézet).

| | | |
|-----------|--|--------------|
| nefelin | $(\text{Na},\text{K})(\text{AlSiO}_4)$ | hexagonális |
| kalszilít | $\text{K}(\text{AlSiO}_4)$ | hexagonális |
| panunzit | $(\text{K},\text{Na})(\text{AlSiO}_4)$ | hexagonális |
| leucit | $\text{K}(\text{AlSi}_2\text{O}_6)$ | tetragonális |

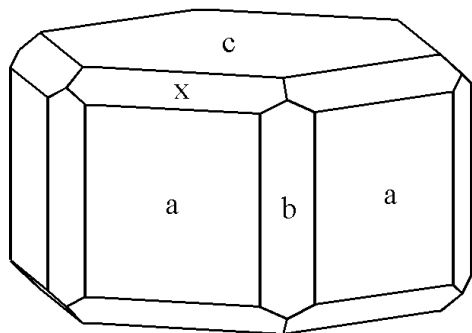
Nefelin $(\text{Na},\text{K})(\text{AlSiO}_4)$

Krist.: hexagonális. Kristályai hexagonális prizmás termetűek, uralkodó formák: $\{10\text{-}10\}$, $\{0001\}$ és $\{10\text{-}11\}$. Gyakrabban vastok tömegek, szemcsés halmazok formájában jelenik meg. **Fiz.:** hasadása $\{10\text{-}10\}$ sz. közepes, törése egyenetlen, rideg; $K = 5,5\text{--}6$; $S = 2,55\text{--}2,67$; fehér (olykor sárgás vagy zöldes árnyalattal), szürke; zsíros üvegfényű, a törési felület jellegzetesen zsírfényű; áttetsző, átlátszatlan. **Tércsop.:** $P6_3$. $a = 9,98$; $c = 8,38$; $Z = 8$.

Pol.mikr.: szintelen, optikailag egytengelyű, negatív. **Kém.:** tiszta nátriumos nefelint eddig nem találtak a természetben. A Na/K arány $3,5 : 0,5$ és $3 : 1$ körül mozog. Kevés Ca jelenik meg gyakrabban még a szerkezetben. **Vált.:** eleolit (szinonim elnevezés).

Földt.-előf.: alkáli magmás kőzetek (nefelinszenit, fonolit, nefelinbazalt, foyalit stb.) tipikus kőzetalkotója. Kisebb mennyiségben megjelenik bázisos magmatitokban, bázisos magmatitok és Ca-gazdag üledékek kontaktusán, illetve metasomatikus eredettel alkáli intruziók környezetében. Könnyen átalakul zeolitokká (nátrolit, analcim, phillipsit). Nevesebb lelőhelyek: Hosszúhetény, Szászvár, Badacsony; Ditró, Orsova (RO), Julianehaab (Grönland), Langesundfjord (N), Eifel-hg. (D), Capo di Bove (I), Miassz, Ural (RUS), Mt. Saint-Hilaire, Quebec (CAN). **Ásv.társ.:** alkáli piroxének, alkáli amfibolok, leucit, kankrinit, szodalit, perovszkit.

Felh.: kerámiaipar.



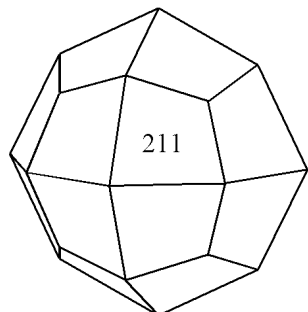
Nefelin: $c\{0001\}$, $a\{10-10\}$, $b\{11-20\}$, $x\{10-11\}$.

Leucit $K(AlSi_2O_6)$

Krist.: tetragonális (alsó-leucit), köbös (felső-leucit), ez a módosulata természetben nem fordul elő. Kristályai legtöbbször deltoidikozitetraédes $\{211\}$ habitusúak („leucitoéder”), paramorfózák felső-leucit után. Sokszor alkot hintéseket, szemcsés halmazokat. **Fiz.:** nem hasad, törése egyenetlen, rideg; $K = 5,5-6$; $S = 2,45-2,50$; színtelen, fehér, szürke; áttetsző, átlátszó; üvegfényű. **Tércsop.:** $I4_1/a$. $a = 13,09$; $c = 13,75$; $Z = 16$. **Pol.mikr.:** színtelen; jól látható poliszintetikus ikerlemezeség; optikailag egytengelyű, pozitív. **Kém.:** legtöbbször az ideálshoz közelítő összetételű; helyettesítő elemek csak kis mennyiségben ismertek (2–3 tömeg% alatt): Na, Ca, Mg, Fe^{2+} .

Földt.-előf.: K-gazdag bázisos vulkanitokban otthonos: Badacsony; Eifel-hg. (D), Vezúv, Monte Somma, Vulcano, Lipari-szigetek (I), Kilimandzsáró (Tanzánia), Nyiragongo (Zaire).

Ásv. társ.: analcim, nefelin, szodalit, kalszilit, szanidin, nátrólit.



Leucit: deltoidikozitetraédes kristály (paramorfóza).

Földpát-csoport

A csoport tagjai a földkéreg közel 60%-át alkotják, így messze a legfontosabb kőzetalkotó ásványok. Általános képletük az alábbi két típussal írható le:

$R^+(AlSi_3O_8)$ és $R^{2+}(Al_2Si_2O_8)$, ahol

$R^+ = Na, K$, néha NH_4

$R^{2+} = Ca$, ritkábban Ba, Sr.

Ebből látható, hogy összetételüket (a vasat kivéve) a földkéregben leggyakoribb hat elem alkotja.

A földpátok nagy többsége a $NaAlSi_3O_8$ (albit) – $KAlSi_3O_8$ (ortoklász) – $CaAl_2Si_2O_8$ (anortit) háromkomponensű rendszerbe tartozik. A $NaAlSi_3O_8$ – $KAlSi_3O_8$ sorozat tagjai az **alkáliföldpátok**, míg a $NaAlSi_3O_8$ (albit) – $CaAl_2Si_2O_8$ (anortit) sorozat tagjai a **plagioklászok** (...ábra). A természetben ritkán fordul elő a három szélső tagnak megfelelő ideális kémiai összetétel. Közel teljes elegyedés – de csak magas hőmérsékleten – az albit és

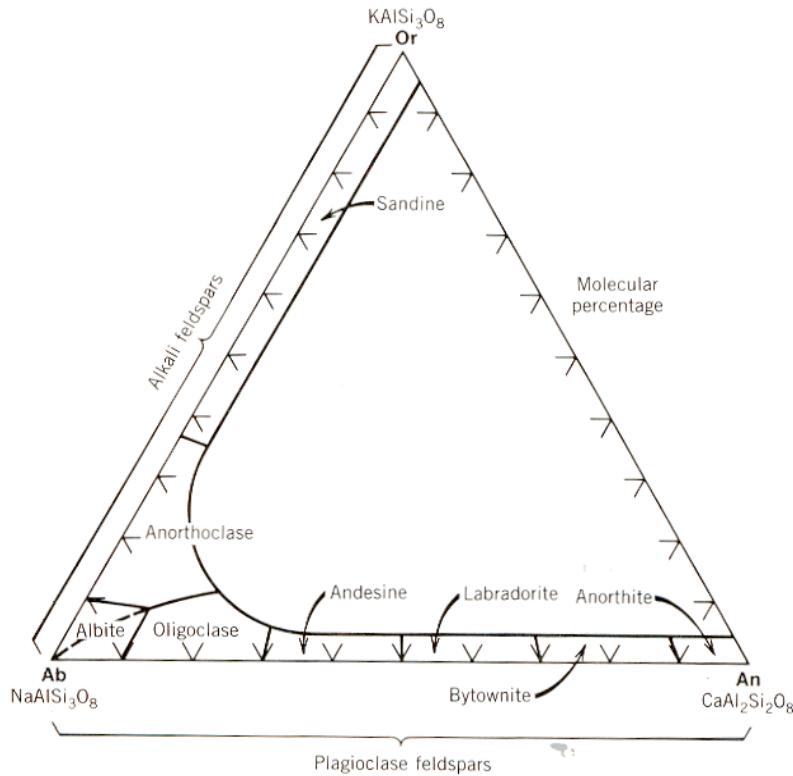
anortit között valósul meg (...ábra). Az albit és ortoklász közötti tagok magas hőmérsékleten szintén teljes szilárd oldatsort képezhetnek, de kisebb hőmérsékleten, illetve lassú lehűlésnél ezeknél is szétegyedés következik be (...ábra). Végül az anortit és ortoklász között elegyedési hézag van. Megemlítendő, hogy emellett egy báriumos sor is létezik (báriumföldpátok), ezekben Ba szerepel a K és Na helyett. Ennek a sornak legfontosabb tagjai a celzián – $BaAl_2Si_2O_8$ és a hialofán – $(K,Ba)Al(Si,Al)_3O_8$.

Fontos megjegyezni, hogy a földpátok optikai és szerkezeti megfigyeléséből következtetni lehet a keletkezés körülményeire, ennek a közetekben nagy fontossága van. A vulkáni közetek földpátja gyors kristályosodással magas hőmérsékleti típust képviseli. Ezzel szemben az alacsony hőmérsékleti típust képviselő földpátok vagy alacsony hőmérsékleten váltak ki, vagy lassú lehűléssel jöttek létre. A földpátok szimmetriája monoklin vagy triklin. Morfológiai szempontból igen hasonlóak egymáshoz, mert a triklin rendszerbe tartozók hajlásszöge csak 3–4 °-kal különbözik a monoklin kristályokétól. Kristályaikat legtöbbször a {001} és {010} véglap, illetve a {110} prizma határolja. Termetük zömök prizmás vagy táblás. Kivétel az adulár (ortoklász gyakori változata) és az anortoklász, melyek alakja látszólag rombos.

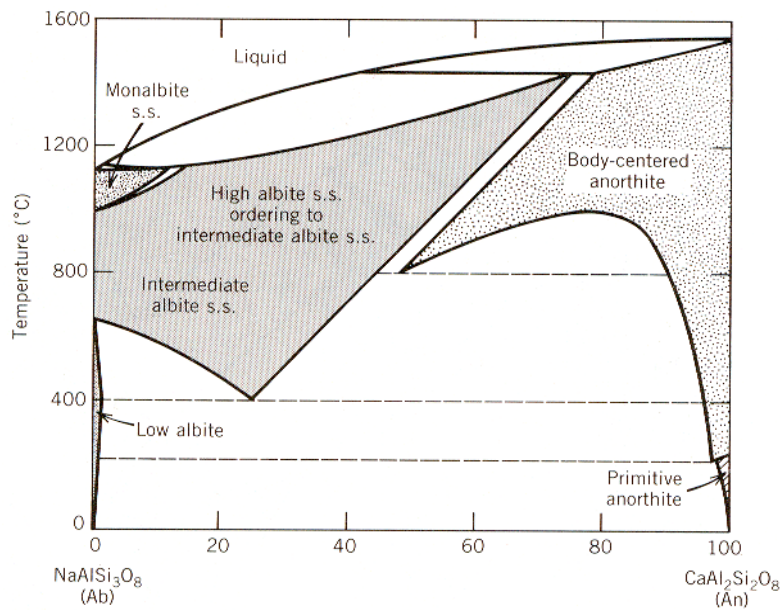
A földpátok nagyrésze ikerkristályok formájában jelenik meg, ennek oka a szerkezetükben található számos álszimmetria. Ebből ered az ikerképződésre való nagy hajlandóságuk. Legfontosabb ikertörvények: karlsbadi iker, az ikertengely a [001] zónatengely, összenövési sík a (010); penetrációs és kontakt ikrek formájában; bavenoi iker: ikertengely merőleges a (021)-re, összenövési síkja a (021); manebachi iker: az ikertengely merőleges a (001)-re, összenövési síkja a (001) szerint. Az albit- és periklin-iker csak a triklin földpátoknál ismert. Az albit-ikernél az ikertengely merőleges a (010)-ra, összenövési síkja a (010) szerint. Ennél az ikertörvénynél gyakoriak a polyszintetikus ikrek is, amikor sok-sok egyenlő ikerhelyzetbe kerül ikerhelyzetbe. A periklin-ikernél az ikertengely a *b*, az ikerösszenövési síkja (h0l). Megjegyzendő, hogy a fent említett ikerösszenövések nemegyszer együtt szerepelnek, ebben az esetben ún. kombinált ikrek jönnek létre.

Hasadásuk két irányban határozott: {010} sz. igen jó, {001} sz. kiváló. A két hasadási sík közötti szög 90° vagy ahhoz közel álló (a plagioklászoknál 94° körüli). Keménységük 6-os, sűrűségük 2,55–2,76 közötti.

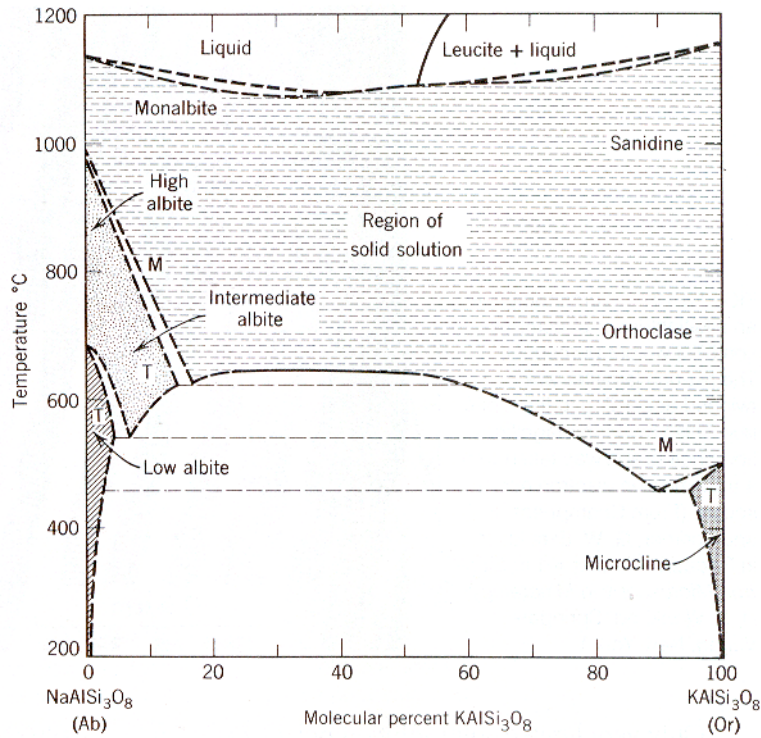
A földpátok szerkezete hasonló a coesit (ritka SiO_2 -módosulat) szerkezetéhez, azzal a különbséggel, hogy a Si-ot a SiO_4 -tetraéderekben Al helyettesíti. A rácsot tehát SiO_4 - és AlO_4 -tetraéderek alkotják, ezek egymással négyes gyűrűkké (Si_4O_8) kapcsolódnak. A gyűrűk torzultak (áltetragonálisak) és az *a*-tengellyel párhuzamosan elhelyezkedő láncokká fűződnek össze (...ábra). A láncok oldalról egymáshoz kapcsolódva hozzák létre a térhálós szerkezetet. Az $(Al,Si)_4O_8$ térhálóban nagyobb hézagok vannak, ide épülhetnek be a töltéskiegyenlítő kationok. Ha egy Si-ot egy Al helyettesít, akkor a kationhiányt egy vegyértékű K^+ vagy Na^+ ion egyenlíti ki. Ha viszont $2Si \rightarrow 2Al$ helyettesítés történik, akkor két vegyértékű kation (Ca^{2+} vagy Ba^{2+}) épül be a szerkezetbe, így a plagioklászoknál sorrendben: Si_4O_8 coesit-rács $\rightarrow Na(AlSi_3O_8)$ (Ab) $\rightarrow Ca(Al_2Si_2O_8)$ (An).



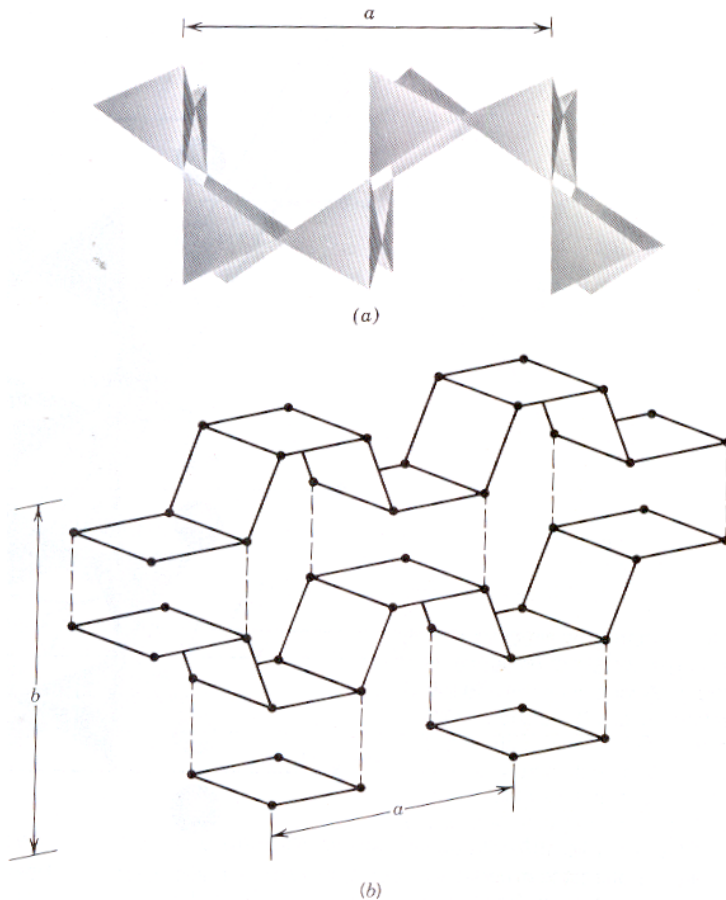
A plagioklászok és magas hőmérsékleten képződő alkáliföldpátok nevezéktana.



A plagioklászok fázisdiagramja majdnem teljes elegyedést mutat az albit és anortit között magas hőmérsékleten, illetve három kis elegyedési területet alacsony hőmérsékleten (melyek között fehérrel jelölve nagy elegyedési hézag van).



Az albit és az alkáliföldpátok fázisdiagramja 650 °C alatt elegyedési hézagot mutat, afölött pedig a szilárd oldatképződés területét. Az alkáliföldpátoknál, illetve az albitnál jól láthatók az egyes ásványok képződési hőmérséklettel összefüggő tartományai.



Földpátok négy SiO_4 - és AlO_4 -tetraéderből álló gyűrűi a -tengellyel párhuzamosan elhelyezkedő, fogaskerékszerű láncokká kapcsolódnak össze (a). Fogaskerékszerű láncok összekapcsolódásából álló térhálós földpát-szerkezet részlete (b).

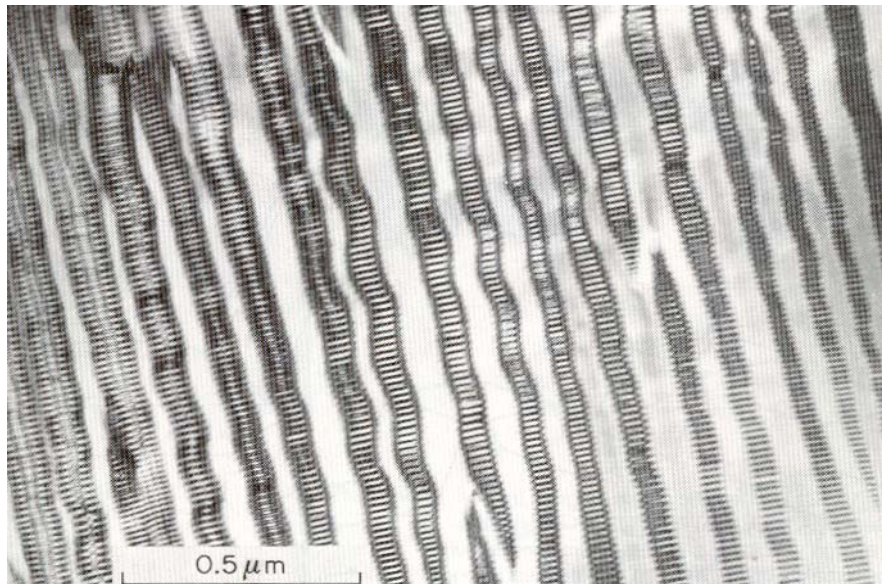
Alkáliföldpátok

Az albit–ortoklász közötti sorozat tagjai tartoznak ide (K és Na kationokat tartalmazó ásványok). A káliumban gazdag földpátok legmagasabb hőmérsékleten kristályosodó fázisa a monoklin szanidin (kiömlési magmás kőzetekben jellemző). Ennél kisebb hőmérsékleten válik ki a monoklin ortoklász (közepes hőmérsékleten képződött intruzív magmás kőzetekben gyakori), míg legkisebb hőmérsékleten a triklin mikroklín képződik (mélységi magmás kőzetekben és pegmatitokban). Ennél is alacsonyabb hőmérsékleten keletkezik az ortoklász morfológiai változata, az álrhombo adular. Azt, hogy adott esetben milyen földpát képződik nemcsak a hőmérséklet, hanem a hűlési sebesség is meghatározza. Gyors hűlés elsősorban a szanidinnak kedvez, lassabb hűlés az ortoklászknak, míg egészen lassú hűlés egyértelműen a mikroklín képződését segíti elő.

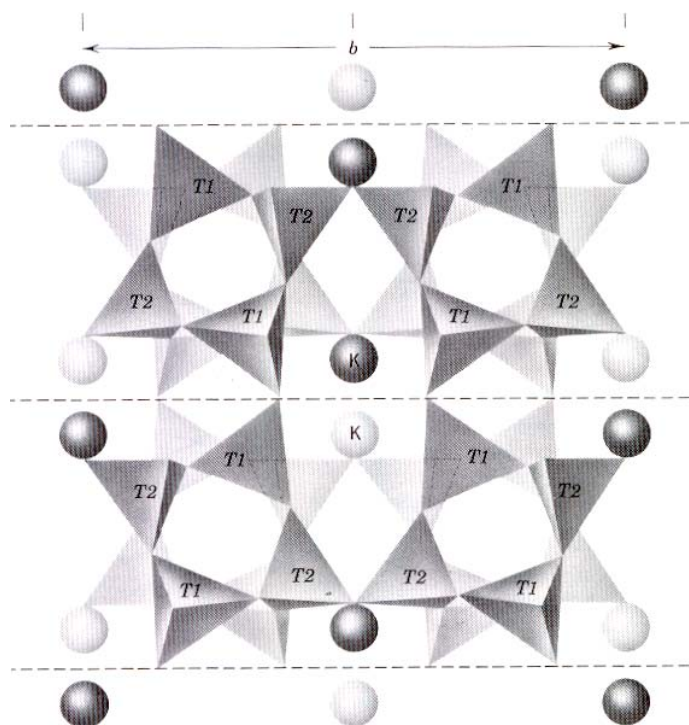
Az albit esetén a képződési hőmérséklettől függően felső- és alsó-albitot különböztetünk meg (.ábra). Megemlíthető még az albit morfológiai változata a periklin, mely az adularral hasonló genezisű, tehát alacsony hőmérsékleten keletkezik. A felső-albit és a szanidin részben elegyedhetnek egymással, a két fázis szubmikroszkópos méretekben azonban elkülönül egymástól, ezt **kriptopertit** struktúrának mondjuk (ez csak szerkezetvizsgálattal észlelhető). Az albit–ortoklász és az albit–mikroklín elegyedése még korlátozottabb (...ábra). Ezen fázisok elkülönülése már ásványtani mikroszkóppal is észlelhető. Ennek a szételegyedési folyamatnak az eredménye a **mikropertit** (...ábra). Ha szabad szemmel is látható a

szételegedés, akkor **makropertitről**, vagy **pertitről** beszélünk. A kémiai összetételre az optikai sajátságok alapján nem lehet olyan könnyen következtetni, mint a plagioklászoknál. Ezzel szemben a K- és Na-gazdag fázisok egymásba épülésének textúrájából a képződés körülményeire következtethetünk.

Az alkáliföldpátok szerkezeti felépítésénél induljunk ki a monoklin szanidinból, amely a KAlSi_3O_8 magas hőmérsékletű polimorfja. A szerkezetben a Si–Al eloszlás teljesen rendezetlen a két kristálytanilag különböző tetraéder-pozíciók (T_1 és T_2) esetében. A K^+ ion a 9 legközelebbi oxigénnel alkot kötést, és a legnagyobb rendelkezésre álló üregben foglal helyet (...ábra). A Si–Al tetraéderekből álló váz – mely 4-tagú gyűrűkből áll – az a -tengellyel párhuzamos láncokat alkot. A KAlSi_3O_8 alacsony hőmérsékletű polimorfja, a triklin mikroklín abban különbözik a szanidintól, hogy a Si–Al eloszlás rendezett, illetve a K^+ ionok nincsenek annyira a fentebb említett, speciális helyzetű, kötött pozíciókban. Végül a KAlSi_3O_8 harmadik polimorfja, az ortoklász szerkezetileg, a Si–Al eloszlást alapul véve, a szanidin és mikroklín között helyezkedik el.



Mikropertit (szürke) ortoklászban (fehér). A Na-gazdag lamellák polyszintetikus ikrek egyes tagjai.



A szanidin szerkezetének egy részlete, (-201)-re merőleges nézet (a szaggatott vonal a digirek irányát jelzi). Jól láthatók a négy tagból álló gyűrűk.

| | | |
|-------------|--|----------|
| ortoklász | KAlSi_3O_8 | monoklin |
| szanidin | $(\text{K}, \text{Na})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ | monoklin |
| hialofán | $(\text{K}, \text{Ba})\text{Al}(\text{Si}, \text{Al})_3\text{O}_8$ | monoklin |
| mikroklín | KAlSi_3O_8 | triklin |
| celzián | $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ | monoklin |
| anortoklász | $(\text{Na}, \text{K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ | triklin |

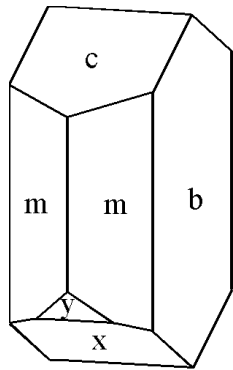
Ortoklász KAlSi_3O_8

Krist.: monoklin. Kristályai zömök prizmásak (a megnyúlás iránya egyaránt lehet a c - és az a -tengely), illetve táblásak. Uralkodó formák: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{20-1\}$, $\{021\}$. Az adularnál az alak rombosnak tűnik, mert a $\{001\}$ és $\{10-1\}$ közel azonos szöget zár be a c -tengellyel. Vaskos, durva kristályos, pátos vagy finom szemcsés halmazok. Kőzetekben xenomorf szemcsék vagy idiomorf fenokristályok. Penetrációs és kontakt ikrek, karlsbadi, manebachi, vagy bavenoi típusúak, egyaránt gyakoriak. **Fiz.:** hasadása $\{001\}$ sz. kitűnő, $\{010\}$ sz. igen jó, $\{110\}$, $\{100\}$, $\{210\}$ sz. hasadásszerű elválások; törése egyenetlen, rideg; $K = 6-6,5$; $S = 2,55-2,63$; színtelen, fehér, krémszínű, rózsaszín, húsvörös, barnászvörös; karcolási pora fehér vagy halvány rózsaszín; üvegfényű, a kiváló hasadási felületen kissé gyöngyházfényű; átlátszó, áttetsző; fehér és világoskék közötti színekben holdkő-hatás jelentkezhet. **Tércsop.:** $C2/m$. $a \approx 8,56$; $b \approx 12,94$, $c \approx 7,21$; $\beta \approx 116,3^\circ$; $Z = 4$. **Pol.mikr.:** színtelen (halvány rózsaszín), optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** teljes szilárd oldatsor létezik az albit irányába. Az anortit-komponens mennyisége viszont csak néhány %-ot érhet el. A magas Na-tartalom legtöbbször mikropertit formájában jelenik meg. További helyettesítő elemek: Ba (ez nagyobb mennyiségben átvezet a hialofán felé), illetve Sr, Ti, Fe^{3+} , Rb. **Vált.:** adular (álrombos termetű), holdkő (holdfényhatás szanidin mikropertitektől). **Földt.-előf.:** elsősorban alkáli és savanyú magmás kőzetekben és pegmatitokban fordul elő. Adular változata hidrotermás telérekben, metamorfítok alpi-típusú parageneziseiben, illetve

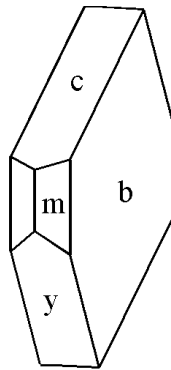
K-dús piroklasztitokban jelenik meg. Nagyfokú metamorfitekban és arkózás homokkövekben is otthonos. Fontosabb lelőhelyek pegmatitokban: Velencei-hg.; Magas-Tátra (SK-PL), Gyalui-havasok (RO); Baveno, Elba-sz. (I), Karlovy Vary (Karlsbad) (CZ), Alabaska, Ural (RUS); hidrotermás telérekben (adulár): Gyöngyösoroszi, Telkibánya; Selmezbánya, Körmöcbánya (SK), Felsőbánya, Nagybánya (RO); metamorfitek alpi-típusú teléreiben (adulár): Lápos-hg., Páreng-havasok (RO), Klenóc (SK), St. Gotthard, Val Tavetsch, Mt. Adularia (CH); savanyú piroklasztikumokban (adulár): Rátka, Mád, Tokaj-Hegyalja.

Ásv.társ.: albit, kvarc, muszkovit, biotit, amfibol, rutil.

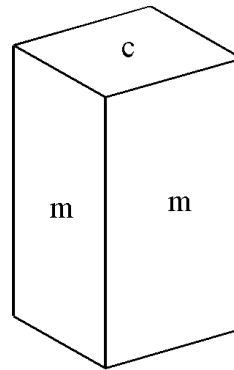
Felh.: kerámiaipar, drágakő- és ékkőipar.



a.

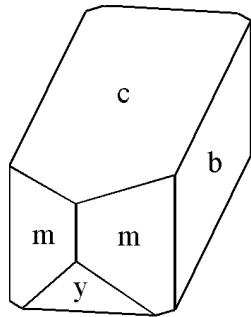


b.

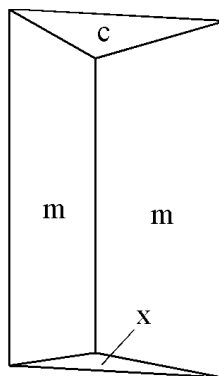


c.

Ortoklász: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $x\{10-1\}$, $y\{20-1\}$.

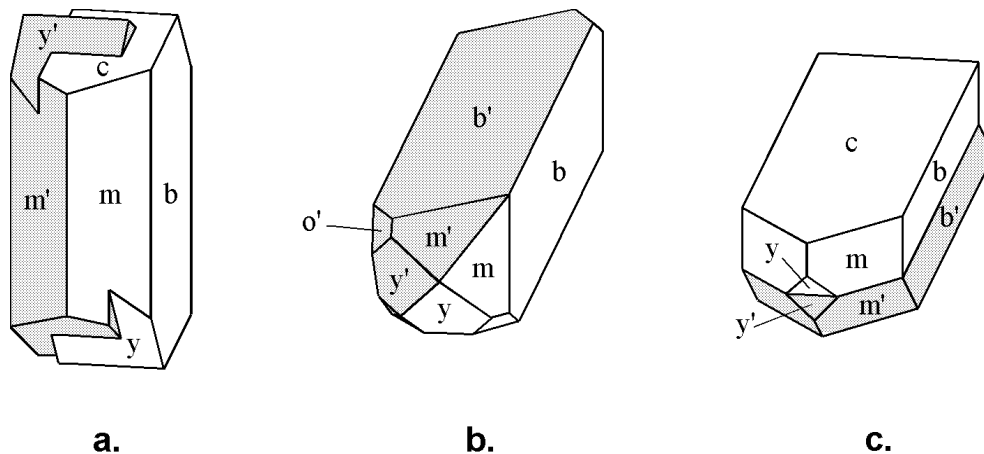


a.



b.

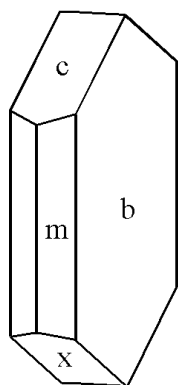
Ortoklász: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $x\{10-1\}$, $y\{20-1\}$; a. prizmás termet; b. adulár megjelenés.



Ortoklász ikerkristályok: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $y\{20-1\}$, $o\{11-1\}$. **a. Karlsbadi iker; b. Bavenoi iker; c. Manebachi iker.**

Szanidin (K,Na)AlSi₃O₈

Krist.: monoklin. Kristályai zömök prizmásak vagy táblásak. Uralkodó formák: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{20-1\}$. Vaskos hasadási tömegek, vagy szemcsés halmazok. Legtöbbször vulkanitok fenokristályaként jelenik meg. Karlsbadi ikrek gyakoriak, manebachi és bavenoi ikrek ritkábbak. **Fiz.:** hasadása $\{001\}$ sz. kitűnő, $\{010\}$ sz. jó, $\{100\}$, $\{210\}$ sz. hasadásszerű elválások; törése egyenetlen, rideg; $K = 6$; $S = 2,56-2,62$; színtelen, fehér, krémszínű, halványszürke; karcolási pora fehér; üvegfényű; fehértől halványkékig terjedő holdkő-effektus. **Tércsop.:** $C2/m$. $a = 8,60$; $b = 13,04$; $c = 7,18$; $\beta = 116^\circ$; $Z = 4$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a legtöbb szanidin az alábbi tartományokban jelenik meg: $Or_{40-80}Ab_{60-20}An_{0-10}$. További helyettesítő elemek: Ba, Sr, Fe, Ti. **Vált.:** holdkő (holdkő-effektust mutat, kriptopertites szételegyedés miatt), nátronszanidin (magas Na-tartalmú). **Földt.-előf.:** savanyú vulkáni, szubvulkáni kőzetek tipikus kőzetalkotója. Sokszor alkot szferolitokat cristobalittal, tridimittel szoros összenövésben: a Tokaji-hg. (Sárospatak-Végárdó, Erdőbénye, Telkibánya stb.), illetve a Mátra riolitterülete (Gyöngyössolymos); Selmei-hg. (SK), Erdélyi-érchegység, Gutin-hg. (RO), Eifel-hg. (D), Puy de Dôme (F). Savanyú piroklasztitokban jól fejlett fenokristályok fordulnak elő: Tokaj-Hegyalja; Gutin-hg. (RO). Metamorf kőzetekben magas hőmérsékleten és alacsony nyomáson képződik (szanidinit-fácies). **Ásv.társ.:** kvarc, tridimit, cristobalit.



Szanidin: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $x\{10-1\}$; táblás termet.

Mikroklin KAlSi_3O_8

Krist.: triklin. Kristályai legtöbbször zömök prizmásak, uralkodó formák: {100}, {010}, {110}, {001}, {1-10} (morfológiai és fizikai tulajdonságok terén nagyon hasonló az ortoklászhoz). Legtöbbször vaskos hasadási tömegek, pátos vagy szemcsés halmazok. Pegmatitokban olykor több tonnás tömegek találhatóak. Karlsbadi ikrek gyakoriak, manebachi és bavenoi ikrek ritkábbak. Pertites szövet igen jellegzetes, mely albit szételegyedés eredménye. Epitaxiás összenövése az albittal közös jelenség. **Fiz.:** hasadása {001} sz. kitűnő, {010} sz. jó, {100}, {110}, {-201} sz. hasadásszerű elválások; törése egyenetlen, rideg; $K = 6-6,5$; $S = 2,54-2,57$; színtelen, fehér, krémszínű, húsvörös, zöld, kékeszöld, karcolási pora fehér; üvegfényű, a kiváló hasadás lapja gyöngyházfényű. **Tércsop.:** C-1. $a = 8,53$; $b = 12,95$; $c = 7,19$; $\alpha = 90,4^\circ$; $\beta = 116,0^\circ$; $\gamma = 87,80^\circ$; $Z = 4$. **Pol.mikr.:** színtelen, jellegzetes az albit- és periklin-ikrekből álló rácsszerű alakzat („skót-textil” mintázatot utánoz); optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a valódi, rendezett szerkezetű mikroklin eléggé homogén, de a legtöbb esetben pertites szételegyedéseket tartalmaz; kémiai összetétele a következő tartományokban mozog: $\text{Or}_{40-80}\text{Ab}_{60-30}\text{An}_{0-2}$. További helyettesítő elemek: Fe, Ti, P, Rb, Cs, Pb. **Vált.:** amazonit (zöld, kékeszöld, feltehetően a Pb-tartalom vagy az O-pozíciókba beépülő F miatt), aventurin (jellegzetes csillogású a zárványként jelenlévő hematit- vagy csillámpikkelyektől).

Földt.-előf.: savanyú mélységi magmás kőzetek (gránit, granodiorit, szienit) jellegzetes kőzetalkotója, pegmatitokban is otthonos: Erdősmecke, Mórág; Magas-Tátra (SK-PL), Lotru- és Gyalui-havasok (RO), Alpok (CH-A-I), Ural-hg. (RUS), Pikes Peak, Kalifornia; Black Hills, Dél-Dakota (USA), Afganisztán, Brazília. Metamorfitokban, a zöldpala- és amfibolit-fácies kőzeteiben jelenik meg. Üledékekben törmelékeny elegyrész, esetenként autigén továbbnövekedéssel. **Ásv.társ.:** savanyú plagioklászok, kvarc, hornblende, muszkovit, biotit.

Felh.: kerámiaipar, díszítő- és ékkőipar.

Plagioklász földpátok

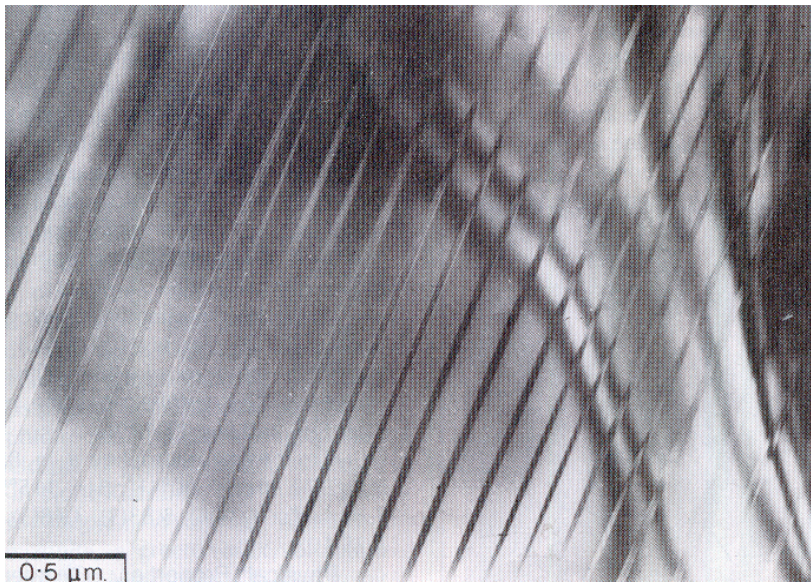
A plagioklász földpátokhoz az albit–anortit izomorf elegysor tagjai tartoznak. A nátriumos szélső tag az albit, míg a kalciumos az anortit. A kristályrácsot $(\text{Si,Al})\text{O}_4$ tetraéderek alkáliföldpátokhoz hasonló kapcsolódása hozza létre. A térháló hézagaiban Na^+ és K^+ ionok helyezkednek el. A magas hőmérsékleten képződő **felső-albit** szerkezetében a Si–Al eloszlás – a szanidinhez hasonlóan – rendezetlen. Ezzel szemben az alacsonyabb hőmérsékleten képződő **alsó-albit**nál a Si–Al eloszlás – hasonlóan a mikroklinhez – rendezettebb.

A plagioklászoknál, képződésük alapján, két sorozatot különböztetünk meg: 1/ magas hőmérsékleten keletkezett, ahol folyamatos az elegyedés (a felső-albiton belül); 2/ alacsony hőmérsékleten keletkezett – például a mélységi magmás kőzetek lassú lehűléssel képződő kristályainál, – melyek viszont nem mutatnak folyamatos elegyedést. Az optikai és fizikai sajátosságok – ellentétben az alkáliföldpátokkal – jól mérhetően változnak az Ab–An tartalom függvényében. Az arány meghatározásához elsősorban az albit-ikerlemezesség, illetve a törésmutató mérését használják.

A plagioklászoknál a mikroszkopikus méretű szételegyedéseknek három jellegzetes szöveti típusát különböztetjük meg: 1/ **Periszterit-típusú szételegyedés** az $\text{An}_2 - \text{An}_{15}$ tartományban. Ezek a sűrűn, párhuzamosan elhelyezkedő, rendkívül éles határú lamellák okozzák az ún. **holdkő-effektust**; 2/ **Bøggild-típusú szételegyedés** $\text{An}_{47} - \text{An}_{58}$ közötti tartományban jön létre. Ennek jelenléte okozza az ún. **labradorizálást**; 3/ **Huttenlocher-típusú szételegyedés** az $\text{An}_{60} - \text{An}_{85}$ közötti tartományban ismert. Habár ezek a szételegyedések miatt jelenlévő diszkontinuitások az Ab–An sorozatban nagyon kis

méretekben jelentkeznek, a legtöbb fizikai, illetve optikai sajátosság változása összefügg a kémiai összetétel változásával.

A plagioklász földpátok – az alkáliföldpátokkal együtt – a legelterjedtebb kőzetalkotó ásványok közé tartoznak. A kőzetanban **savanyú plagioklászoknak** nevezzük a magas Ab-tartalmú tagokat, ezzel szemben **bázisos plagioklászok** azok, melyeknek nagy az An-tartalma. Ennek alapja, hogy a két szélső tag SiO₂-tartalma igen eltérő (68,6, illetve 43,3%). Kiömlési magmás kőzetek plagioklászai gyakran zónásak, a kristályok belseje An-ban, míg szegélye Ab-ban gazdag. Metamorf kőzetekben ez gyakran fordítottan jelentkezik. Amíg a savanyú plagioklászok savanyú és intermedier magmatitokban (gránit, diorit, andezit, riolit), addig a bázisos plagioklászok bázisos-ultrabázisos kőzetekben elterjedtek (gabbró, bazalt). A földpátokból hidrotermás hatásra elsősorban zeolitok képződnek. Felszíni körülmények között viszont legtöbbször agyagásványok (kaolinit, montmorillonit, illit, halloysit stb.) keletkeznek belőlük.



Periszterit-típusú szételegyedés plagioklászoknál, a (0-41)-el megközelítően párhuzamosan elhelyezkedő lemezekkel.

A plagioklász sor két szélső tagja, a köztes tagok tradicionális neveivel

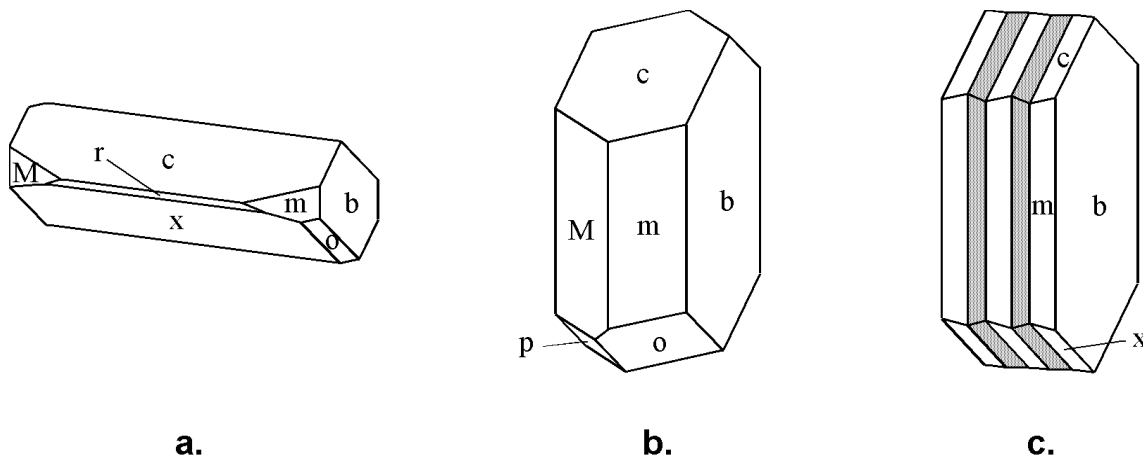
| albit | NaAlSi₃O₈ (<i>An₀ – An₁₀</i>) | triklin |
|-------------------|--|----------------|
| <i>oligoklász</i> | <i>(An₁₀ – An₃₀)</i> | <i>triklin</i> |
| <i>andezin</i> | <i>(An₃₀ – An₅₀)</i> | <i>triklin</i> |
| <i>labradorit</i> | <i>(An₅₀ – An₇₀)</i> | <i>triklin</i> |
| <i>bytownit</i> | <i>(An₇₀ – An₉₀)</i> | <i>triklin</i> |
| anortit | CaAl₂Si₂O₈ (<i>An₉₀ – An₁₀₀</i>) | triklin |

Albit NaAlSi₃O₈

Anortit CaAl₂Si₂O₈

Krist.: triklin. A szélső tagok általában gyakran megjelennek jó kristályok formájában, ellentétben a köztes tagokkal. A kristályok zömök vagy nyúlt prizmásak, táblásak vagy lemezeseek. Uralkodó formák: {100}, {010}, {110}, {001}, {1-10}. Gyakran vaskos tömegek, szemcsés halmazok. Ikresedés roppant gyakori: általában poliszintetikus albit- vagy periklin-ikrek, továbbá karlsbadi-, manebachi- és bavenoi-ikrek, sokszor egymással kombinálva. **Fig.:**

hasadása $\{001\}$ sz. kiváló, $\{010\}$ sz. jó (a két hasadási sík egymással $93\text{--}94^\circ$ -ot zár be); törése egyenetlen; rideg; $K = 6\text{--}6,5$; S változik az összetétellel albit = $2,60\text{--}2,65$; anortit = $2,74\text{--}2,76$; színtelen, fehér, szürke, sárga, rózsaszín, barna, ritkán halványzöld, halványkék; üvegfényű, a kiváló hasadás lapja gyöngyházfényű; átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** albit, $C\text{-}1$. $a = 8,143$; $b = 12,79$; $c = 7,16$; $\alpha = 94,3^\circ$, $\beta = 116,6^\circ$; $\gamma = 87,7^\circ$; $Z = 4$; anortit, $P\text{-}1$. $a = 8,18$; $b = 12,87$; $c = 14,18$; $\alpha = 93,2^\circ$, $\beta = 115,9^\circ$; $\gamma = 91,1^\circ$; $Z = 8$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, negatív vagy pozitív. **Kém.:** az albit–anortit izomorf sor két szélső tagja magas hőmérsékleten sem alkot teljes szilárd oldatsort, alacsony hőmérsékleten pedig egyáltalán nem elegyednek (...ábra). A plagioklászok kristályai kémiai szempontból legtöbbször zónás felépítésűek. Effuzív kőzeteknél a kristályok magja általában anortit-gazdag, míg a szegélye albit-gazdag. A periszterit-, Bøggild- és Huttenlocher-típusú szételegyedések (lásd fentebb), alapvetően mikroszkopikus méretűek, legtöbbször ezek okozzák a változatos színekben játszó, csillogó fényhatásokat. Fontosabb helyettesítő elemek: K , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ti , Ba , Sr , Mg . **Vált.:** oligoklász ($An_{10} - An_{30}$), andezin ($An_{30} - An_{50}$), labradorit ($An_{50} - An_{70}$), bytownit ($An_{70} - An_{90}$); periklin (b -tengely szerint megnyúlt termetű), cleavelandit (lemezses megjelenésű), holdkő (holfény-hatást mutat), napkő (napfényhez hasonló jelenséget mutat). **Földt.-előf.:** a plagioklász földpátok majdnem minden magmás és metamorf kőzetben elterjedt kőzetalkotók. Az albit és oligoklász savanyú magmás kőzetekben (gránit, granodiorit, szienit, riolit), pegmatitokban, az andezin intermedier magmatitokban (andezit, dácit), a labradorit bázisos magmatitokban (gabbró, bazalt), míg a bytownit bázisos-ultrabázisos magmatitokban otthonos. Az anortit bázisos-ultrabázisos kőzetekben fordul elő, illetve metamorfizálódott karbonátokhoz kapcsolódik (ilyen jellegűek a bázisos magmás kőzetek karbonátos xenolitjaiban lévő előfordulásai). Metamorf kőzetekben elsősorban albit-gazdag kőzetes tagok találhatóak, az anortit-gazdag fázisok elsősorban nagyfokú metamorfitokban jelennek meg. Üledékes környezetben alapvetően törmelékes elegyrészként fordulnak elő. Az albit azonban a diagenezis során törmelékes plagioklászokból autigén úton sokszor képződhet. **Ásv.társ.:** az összes elterjedt kőzetalkotó (amfibolok, piroxének, kvarc, csillámok, olivin stb.). **Felh.:** Na-gazdag plagioklászok a kerámiáiparban nyernek felhasználást. Egyes plagioklászokban gazdag kőzeteket díszítőkövi célra hasznosítanak (például anortozit). A különleges fényhatásokat mutató plagioklászokat (holdkő, napkő, labradorit) ékköveknek dolgozzák föl.



Albit: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $M\{1-10\}$, $r\{403\}$, $x\{101\}$, $o\{1-11\}$. **a.** periklin, vagyis $[010]$ szerint nyúlt albit; **b.** prizmás termet; **c.** $\{010\}$ szerinti poliszintetikus iker (albit törvény).

Szodalit-csoport

Különleges szerkezetűek, bennük az SiO_4 - és AlO_4 - (vagy az utóbbi helyett ritkán BeO_4)-tetraéderek 4-es gyűrűket alkotva, tektoszilikátok módján kapcsolódnak össze. A 4-tagú gyűrűk összekapcsolódásával kubooktaéderes formájú kalitkák jönnek létre. Ennek nagy hézagaiban foglalnak helyet a szerkezetben található nagyméretű, egyszerű S^{2-} és Cl^- , illetve komplex (SO_4 , CO_3) anionok. A sötétkék lazurit rokonai a szintetikusan ismert ultramarinok, melyek fontos színezőanyagok. A csoport ásványai elsősorban alkáliákban gazdag magmatitokban jelennek meg.

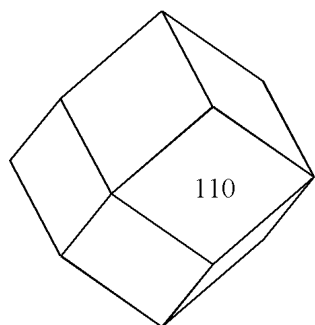
| | | |
|-----------------|---|--------------|
| szodalit | $\text{Na}_4(\text{AlSiO}_4)_3\text{Cl}$ | köbös |
| haüyn | $\text{Na}_3\text{Ca}(\text{AlSiO}_4)_3(\text{SO}_4)$ | köbös |
| noseán | $\text{Na}_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4)$ | köbös |
| lazurit | $\text{Na}_3\text{Ca}(\text{AlSiO}_4)_3\text{S}$ | köbös |
| helvin | $\text{Mn}_4(\text{BeSiO}_4)_3\text{S}$ | köbös |
| genthelvin | $\text{Zn}_4(\text{BeSiO}_4)_3\text{S}$ | köbös |
| danalit | $\text{Fe}_4(\text{BeSiO}_4)_3\text{S}$ | köbös |

Szodalit $\text{Na}_4(\text{AlSiO}_4)_3\text{Cl}$

Krist.: köbös. Kristályai legtöbbször $\{110\}$ rombdodekaéderek, ritkábban $\{100\}$ hexaéderek. Gyakran vaskos, pátos tömegek vagy szemcsés halmazok. Ikrek $\{111\}$ sz. ritkák. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó; törése egyenetlen, rideg; $K = 5,5-6$; $S = 2,14-2,30$; fehér, szürke, kék, ibolyáskék, rózsaszín; karcolási pora fehér vagy halványkék; átlátszó, áttetsző, átlátszatlan; üvegfényű. **Tércsop.:** $P-43n$. $a = 8,88$; $Z = 2$. **Pol.mikr.:** szintelen, halványkék, izotróp (de olykor gyengén anizotróp). **Kém.:** a helyettesítések csak kismértékűek; Fe^{3+} Al-t, K és Ca Na-ot, (OH) és S Cl-t helyettesíthet. Teljes szilárd oldatsor a szodalit és a csoport (SO_4)- és S-tartalmú tagjai között csak magas hőmérsékleten ($>1000^\circ\text{C}$) létezik.

Földt.-előf.: legtöbbször alkáli magmás kőzetekben, elsősorban nefelinszenitokban, vagy azok pegmatitjaiban fordul elő: Hosszúhetény; Ditró, Orotva (RO), Vezúv (I), Langesundfjord (N), Eifel-hg. (D), Kola-félsziget (RUS), Bancroft, Mt. Saint-Hilaire (CAN). Olykor karbonátos kőzetek és alkáli magmás intrúziók kontaktusán jelenik meg. **Ásv.társ.:** nefelin, kankrinit, cirkon, egirin, nátrólit.

Felh.: mélykék, vaskos példányait díszítőkőként, átlátszó változatait ékkőként hasznosítják.



Szodalit, rombdodekaéderes kristály.

Haüyn $\text{Na}_3\text{Ca}(\text{AlSiO}_4)_3(\text{SO}_4)$

Krist.: köbös. Kristályai általában $\{110\}$ rombdodekaéderes, ritkábban $\{111\}$ oktaéderes természetűek. Legtöbbször szemcsés halmazokat alkot. Kontakt, penetrációs és poliszintetikus ikrei $\{111\}$ sz. nem ritkák. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. közepes; törése egyenetlen, rideg; $K = 5,5-6$; $S = 2,44-2,50$; fehér, szürke, kék, kékeszöld, rózsaszín; karcolási pora fehér vagy

halványkék; átlátszó, áttetsző; üvegfényű. **Tércsop.:** P-43n. $a = 9,11$; $Z = 2$. **Pol.mikr.:** világoskék, izotróp (esetenként anizotróp). **Kém.:** a K Na-ot, a H₂O és Cl SO₄-t helyettesíthet kis mértékben. Korlátozott szilárd oldatsor a szodalit és a noseán irányába ismert. **Földt.-előf.:** legtöbbször alkáli vulkanitokban (tefrit, leucitit, bazanit) fordul elő: Eifel-hg. (D), Albano, Mt. Somma, Vezúv (I). **Ásv.társ.:** noseán, szodalit, nefelin, flogopit, egirin, leucit.

Lazurit $\text{Na}_3\text{Ca}(\text{AlSiO}_4)_3\text{S}$

Krist.: köbös. Kristályai főképp rombdodekaéderes vagy oktaéderes termetűek, illetve rombdodekaéder-hexaéder kombinációk. Leggyakrabban vaskos, finom szemcsés, általában pirittel és kalcittal szoros összenövésben. Kontakt és penetrációs ikrek {111} sz. ismertek.

Fiz.: hasadása {110} sz. közepes; törése egyenetlen, rideg; $K = 5-5,5$; $S = 2,38-2,45$; sötétkék, ibolyáskék, zöldeskék; karcolási pora kék; áttetsző, átlátszatlan; üvegfényű vagy fénytelen. **Tércsop.:** P-43n. $a = 9,10$, $Z = 2$. **Pol.mikr.:** kék, izotróp; **Kém.:** Na-nak Ca általi helyettesítése kismértékben lehetséges; korlátozott szilárd oldatsor a noseán és méginkább a szodalit irányába. **Vált.:** lapis lazuli (régies elnevezés).

Földt.-előf.: metamorfizálódott mészkövekben, illetve dolomitos mészkövekben ritkán fordul elő: Badakshan (Afganisztán), Szljugyanka, Bajkál-tó térsége (RUS). Hasonló eredettel ismert vulkanitok karbonátos kőzetzárványaiban: Monte Somma, Latium (I). **Ásv.társ.:** pirit, kalcit.

Felh.: az ókor óta ismert díszítőkö és drágakő, megőrölve festékként használták.

Szkapolit-csoport

Szerkezetükben – mely hasonló a szodalit-csoport ásványaihoz – SiO₄- és AlO₄-tetraéderek összekapcsolódásából 4- és 5-tagú gyűrűk találhatóak. A szerkezet nagy üregeiben megjelenő, nagyméretű anionokat – melyek jobbra ugyanazok, mint amelyeket a szodalit-csoportnál megismertünk – 4 kation övezi. A csoport tagjai kontakt metamorf képződmények jellegzetes ásványai. A két legfontosabb ásvány a csoportban a **marialit** - Na₄(Al₃Si₉O₂₄)Cl és a **mejonit** - Ca₄(Al₆Si₆O₂₄)CO₃. Részletesebb tárgyalásuktól eltekintünk.

B. Tektoszilikátok zeolitos vízzel

Zeolit-csoport

A tektoszilikátok sajátos csoportja. A zeolitokban a SiO₄- és AlO₄-tetraéderek oly módon kapcsolódnak össze igen széles variációkban, hogy a rácsban csatorna és kalitka alakú nyitott üregek találhatóak. A tetraéderek összekapcsolódásából láncok, illetve gyűrűkből összeálló rétegszerű vagy kalitkaszerű szerkezetek jönnek létre, melyek mérete és topológiája igen változatos. A közönségesebb kalitkákat külön, görögbetűs előtaggal jelölik, így például az α-kalitka 26 lapú, csonkolt kuboooktaéderes geometriájú, a β-kalitka 14 lapú, csonkolt oktaéderes poliéder. A rácsra jellemző csatornák (vagy alagútszerű nyílások) a legkülönbözőbb kationok, anionok, illetve víz és egyéb kisméretű molekulák széleskörű cseréjét teszik lehetővé.

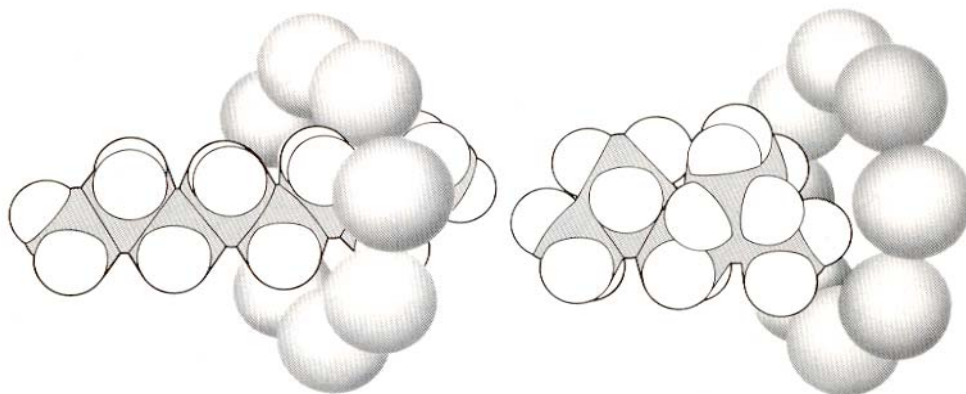
Legjellemzőbb sajátosságuk, hogy tágas-üreges rácsukban molekuláris víz helyezkedik el. E víztartalom egy része a rácsépítmény üregeiben, csatornáiban adszorpciósan kötött ún. **zeolitos víz**, mely már enyhe hevítéssel eltávolítható anélkül, hogy a rács összeomlana. Az így dehidratált ásvány, vízben vagy páradús közegben az elvesztett vizet újra felveszi. A dehidratált ásvány más környezetben egyéb folyékony, illetve illékony anyagokat is képes felvenni. További jellegzetesség, hogy a rácsváz hézagaiban koordinált inaktív kation eltávolítható és az eltávozó kation más fémionnal kicserélhető.

Keménységük 3–4 közötti, sűrűségük csak 2–2,3 (a földpátoké 2,5–2,7 közötti). Általában színtelenek, esetleg allokrómásan enyhén színezettek. Lángban erős habzás közben

megolvadnak (nevüket erről a sajátságáról kapták: zeo = forr és litosz = kő). Legtöbbször vulkáni kőzetek repedéseiben hidrotermás eredettel, illetve piroklasztitokban a vulkáni üveg átalakulásával képződnek.

Gazdasági jelentőségük adszorpciós képességükben rejlik. A különböző átmérőjű csatornák révén meghatározott méretű molekulákat, ionokat adszorbeálhatnak, így molekula- vagy ionszűrőként használhatók (szelektív adszorpció). Ebből a célból sokféle mesterséges zeolitot előállítanak. A szintézisekre azért van szükség, mert a természetben ismert kb. 60-féle zeolit nem fordul elő olyan tisztaságban és mennyiségben, amelyet az ipar igényelne. Másrészt olykor speciális, meghatározott csatornaméretű zeolitokra van szükség a szelektív adszorpció minél teljesebb elérése érdekében.

A zeolitok csoportosítása az SiO_4 - és AlO_4 -tetraéderek kapcsolódási módját veszi alapul. A szerkezeti egységek vagy egy irányban helyezkednek el, és ilyenkor szálakristályok képződnek, vagy két, illetve három irányban, amikor ennek megfelelően lemezes szerkezet, illetve háromdimenziós térháló jön létre. Ennek alapján megkülönböztetünk lánc-, réteg-, és kalitkaszerkezetű zeolitokat. A legújabb nevezéktan szerint önálló fajoknak az egymástól különböző tetraédervázú és különböző kémiai összetételű zeolitok tekinthetők. Az ugyanolyan sajátságú tetraédervázúval rendelkező zeolitok egy sort alkotnak, ha szerkezeti vázon kívüli uralkodó kationjuk eltérő. A soron belül a fajok nevét úgy képezzük, hogy a sorozat nevéhez (például kabazit-sor) egy utótagot illesztünk, mely az uralkodó kation vegyjele (például kabazit-Ca).



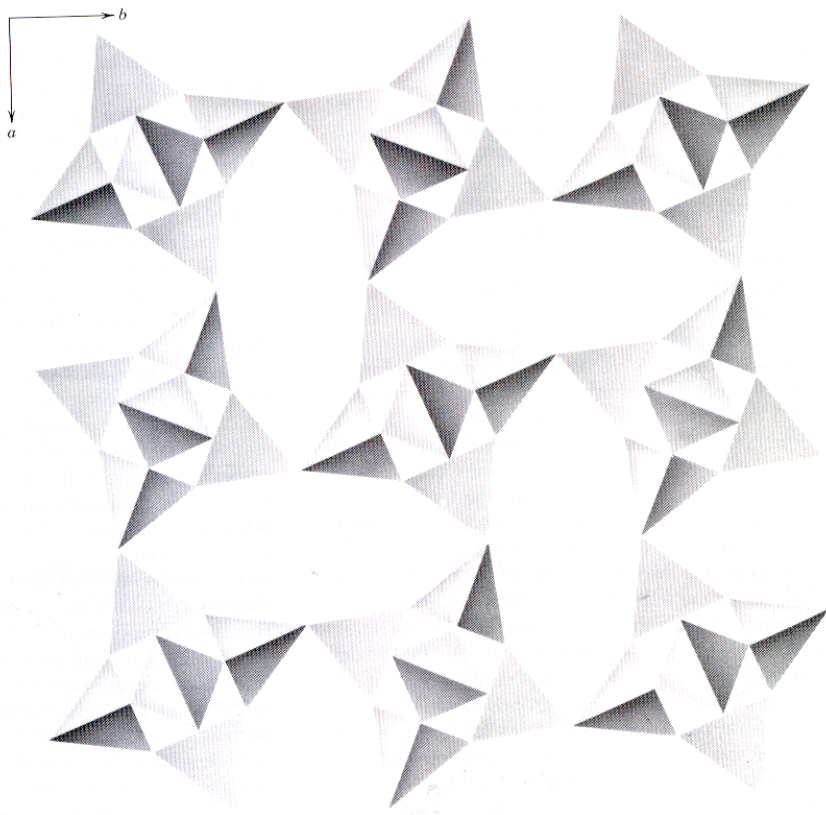
Részlet egy zeolit csatornájának egy szeletéről, melybe az egyik szénhidrogén-molekula éppen belefér, de a másik (jobb oldali) már nem (példa a zeolitok szelektív adszorpciójára).

Láncszerkezetű zeolitok

Szerkezetükben a tetraéderek összekapcsolódása láncokat eredményez. A láncok közötti térben inaktív kationok és vízmolekulák helyezkednek el. A láncok gyenge oldalkapcsolódása miatt azokkal párhuzamosan jól hasadnak. Ez a szerkezet jobbra prizmás vagy tűs megjelenést eredményez (ezeket nevezték régebben rostos zeolitoknak).



Rostos zeolitok SiO_4 - és AlO_4 -tetraéderekből álló lánc.



Részlet egy rostos zeolit szerkezetéből, jelezve a nagyméretű csatornákat (c-tengelyre merőleges nézet).

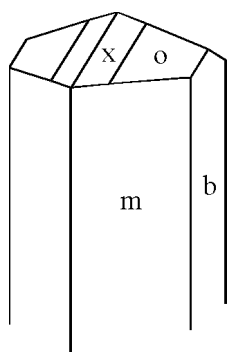
| | | |
|-------------------------|---|-----------------|
| nátrolit | $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | rombos |
| mezolit | $\text{Na}_{16}\text{Ca}_{16}[\text{Al}_{48}\text{Si}_{72}\text{O}_{240}] \cdot 64\text{H}_2\text{O}$ | rombos |
| szkolecit | $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ | monoklin |
| thomsonit (sor) | $\text{Ca}_2\text{Na}[\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | rombos |
| gonnardit | $(\text{Na},\text{Ca})_{6-8}[(\text{Al},\text{Si})_{20}\text{O}_{40}] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | tetragonális |
| mordenit | $(\text{Na}_2,\text{Ca},\text{K}_2)_4[\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}] \cdot 28\text{H}_2\text{O}$ | rombos |
| episztilbit | $(\text{Ca},\text{Na}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | monoklin |
| laumontit | $\text{Ca}_4[\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ | monoklin |
| analcim | $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ | köbös |
| pollucit | $(\text{Cs},\text{Na})[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ | köbös |
| wairakit | $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | monoklin |
| phillipsit (sor) | $(\text{Na},\text{K},\text{Ca}_{0,5},\text{Ba}_{0,5})_x[\text{Al}_x\text{Si}_{16-x}\text{O}_{32}] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | monoklin |
| harmotom | $(\text{Ba}_{0,5},\text{Ca}_{0,5},\text{Na},\text{K})_5[\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | monoklin |

Nátrolit $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Krist.: rombos. Kristályai nyúlt prizmás vagy tús termetűek, sokszor áltetragonális jelleggel. Uralkodó formák: $\{110\}$, $\{111\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{101\}$, $\{331\}$, $\{551\}$. Ikerképződés $\{110\}$, $\{011\}$, $\{031\}$ szerint. Gyakran tús-sugaras vagy gömbös és kéveszerű halmazok, illetve vastos és szemcsés tömegek. Sokszor epitaxiásan összenő mezolittal, szkolecittal, thomsonittal és gonnardittal. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. kiváló, $\{010\}$ sz. közepes; törése egyenetlen, rideg; $K = 5-5,5$; $S = 2,20-2,27$; színtelen, fehér, szürke, rózsaszín, vörös, barna, sárga; karcolási pora fehér; átlátszó, áttetsző; üvegfényű, rostos halmazai selyemfényűek.

Tércsap.: $Fdd2$. $a = 18,27-18,35$; $b = 18,58-18,67$; $c = 6,56-6,60$; $Z = 1$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** kis mennyiségben K, Ca, nyomelemekként Mg, Sr, Ba jelenhet meg szerkezetében.

Földt.-előf.: elsősorban bázisos, illetve alkáli magmatitok üregeiben fordul elő. Kisebb elterjedéssel egyes gránitokban, gneiszekben is megjelenik. Nevesebb lelőhelyek: Zalahaláp, Uzsa, Vindornyaszőlős, Bazsi, Zalaszántó (Balaton-felvidék), Hosszúhetény, Szászvár (Mecsek); Lovozero masszívum, Kola-félsziget (RUS), Langesundfjord (N), San Benito, Kalifornia (USA), Mt. Saint-Hilaire, Quebec (CAN). **Ásv.társ.:** phillipsit, analcim, mezolit, szkolecit, thomsonit, gonnardit, nefelin, kalcit, montmorillonit, prehnit, aragonit.



Nátrolit: $m\{110\}$, $o\{111\}$, $b\{010\}$, $x\{11.10.11\}$; prizmás termet.

Mezolit $\text{Na}_{16}\text{Ca}_{16}[\text{Al}_{48}\text{Si}_{72}\text{O}_{240}] \cdot 64\text{H}_2\text{O}$

Krist.: rombos. Kristályai nyúlt prizmás vagy tús termetűek, sokszor áltetragonális jelleggel. Uralkodó formák: $\{110\}$, $\{111\}$, $\{100\}$, $\{010\}$ és $\{101\}$. Ikerképződés $\{110\}$ és $\{011\}$ szerint. Gyakran tús-sugaras vagy gömbös halmazok, illetve ritkán vastos és porcelánszerű tömegek. Sokszor epitaxiásan összenő (akár egy kristályon belül) mezolittal, szkolecittal,

thomsonittal. **Fiz.:** hasadása {110} és {1-10} sz. kiváló; törése egyenetlen, rideg; $K = 5$; $S = 2,25-2,26$; színtelen, fehér, szürke, rózsaszín, vörös, barna, sárga; karcolási pora fehér; átlátszó, áttetsző; üvegfényű, rostos halmazai selyemfényűek. **Tércsop.:** *Fdd2*. $a = 18,39-18,47$; $b = 56,45-56,84$; $c = 6,53-6,58$; $Z = 1$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** a Na és Ca mennyisége általában egyenlő, kis mennyiségben a K jelenhet meg helyettesítőként. Bár izomorf a nátróllal és szkolecittel, nem alkot ezekkel folyamatos szilárd oldatot.

Földt.-előf.: alapvetően bazaltos kőzetek hólyagüregeiben jelenik meg, de ismert andezitekből és hidrotermás telérekéből is: Nemesgulács (Balaton-felvidék); Fintice (SK), Feröer-szigetek; Poona és Bombay térsége (India). **Ásv.társ.:** nátróllit, phillipsit, analcim, szkolecit, thomsonit, apofillit, montmorillonit, prehnit, kalcit.

Mordenit $(Na_2, Ca, K_2)_4[Al_8Si_{40}O_{96}] \cdot 28H_2O$

Krist.: rombos. Tűs kristályai sugaras vagy finom szálas-rostos halmazokká, illetve összekuszálódva vattaszerű tömegekké csoportosulnak. Uralkodó formák: {100}, {111}, {110}, {010} és {101}. Vaskos tömegei sokszor porcelánszerűek. **Fiz.:** hasadása {100} sz. kiváló, {010} sz. közepes; törése egyenetlen, rideg; $K = 4-5$; $S = 2,10-2,15$; színtelen, fehér, szürke, rózsaszín, vörös, sárga; karcolási pora fehér; átlátszó, áttetsző; üvegfényű, a finom rostos halmazok selyemfényűek. **Tércsop.:** *Cmcm*. $a = 18,09-18,17$; $b = 20,40-20,58$; $c = 7,49-7,54$; $Z = 1$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, negatív vagy pozitív. **Kém.:** a legtöbb mordenit Na-domináns, de akad Ca- és K-domináns is. **Vált.:** ptilolit (szinonim elnevezés).

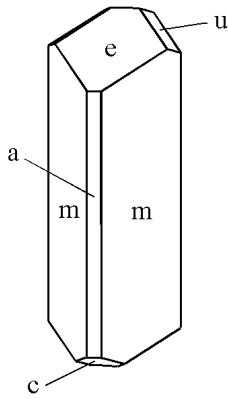
Földt.-előf.: alapvetően savanyú vulkanitokban, illetve piroklasztitokban otthonos, ahol vulkáni üveg hidratációja során keletkezik: Mád, Rátka, Újhuta (Tokaji-hg.); Lipcsa, Vodicsia (UA), Poona (India), Kawazu (Japán). Ritkábban andezitek és bazaltok repedéseiben is megtalálható: Mátrászentimre, Parádsasvár. Üledékekben autigén eredetű. **Ásv.társ.:** klinoptilolit, heulandit, sztilbit, kabazit.

Felh.: adszorbensként széles körben felhasználják (leggyakrabban a szintetikus mordenitet).

Laumontit $Ca_4[Al_8Si_{16}O_{48}] \cdot 18H_2O$

Krist.: monoklin. Kristályai általában nyúlt prizmásak. Uralkodó formák: {110}, {-201}, {100} és {010}. **Fiz.:** hasadása {010} és {110} sz. kiváló, {100} sz. közepes; törése egyenetlen, rideg (a részben dehidratált kristályok repedezettek, könnyen porlódhatnak és további vízvesztéssel lisztszerű porrá esnek szét); $K = 3-4$; $S = 2,20-2,41$; színtelen, fehér, rózsaszín, sárga; karcolási pora fehér; átlátszó, áttetsző; üvegfényű, kiváló hasadási felületen gyöngyházfényű (a dehidratált kristályok krétaszerűek, illetve fénytelenek). **Tércsop.:** *C2/m*. $a = 14,82-14,90$; $b = 13,10-13,19$; $c = 7,54-7,56$; $\beta = 110,2-110,7^\circ$; $Z = 1$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** kevés K és Na épülhet be a szerkezetbe. Víztartalmának nagy részét könnyen elveszíti. **Vált.:** leonhardit (részben dehidratált laumontit).

Földt.-előf.: igen változatos geológiai viszonyok között jelenik meg. Nagyon kisméretű és kisméretű metamorfotokban (zeolit-fácies), hidrotermás érctelepekben, vulkanitok és intruzív magmatitok repedéseiben, pegmatitokban, mélytengeri üledékekben, illetve autogén kiválásként törmelékes üledékekben. Néhány lelőhely: Nadap, Óhuta (andezitben), Recsk, Gyöngyösoroszi, Telkibánya (hidrotermás ércesedésben), Szarvaskő (nagyon kisméretű metamorf kőzetben); Sátorosbánya, Selmezbánya (SK), Nagyág, Sztanizsa (RO), Poona, Nasik (India). **Ásv.társ.:** prehnit, pumpellyit, epidot, heulandit (nagyon kisméretű metamorfotokban); gipsz, barit, kalcit, apofillit (hidrotermás érctelepekben); sztilbit, kabazit, apofillit, aragonit, kalcit (magmatitokban).



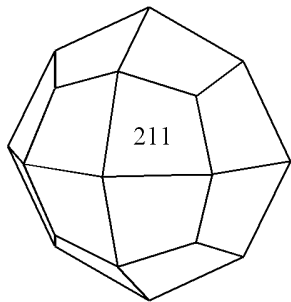
Laumontit: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $e\{-201\}$, $m\{110\}$, $u\{-111\}$; prizmás termet.

Analcim $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Krist.: köbös (de tetragonális, rombos, monoklin és triklin módosulatok is ismertek).

Kristályai szinte mindig $\{211\}$ deltoidikozitetraéderek, nagyon ritkán $\{100\}$ hexaéderek. A nem köbös analcimit legtöbbször poliszintetikus ikresedés jellemzi. **Fiz.:** $\{100\}$ sz. rosszul hasad; törése egyenetlen-kagylós, rideg, $K = 5-5,5$; $S = 2,22-2,63$; színtelen, fehér, ritkábban sárga, rózsaszín, vörös, zöld, barna vagy fekete; üvegfényű, átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** $1a3d$. $a = 13,72$; $Z = 16$. **Pol.mikr.:** színtelen, izotróp vagy kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a Si/Al arány 1,5 és 3 között változhat. Gyakoribb helyettesítő elemek: Ca, K, Cs, Mg. Teljes szilárd oldatsor létezik a pollucit és a wairakit felé.

Földt.-előf.: igen változatos geológiai körülmények között jelenik meg. Szubalkáli és alkáli magmás kőzetekben (az alapanyagban, repedésekben, miarolitos üregekben), pegmatitokban, szárazföldi és tengeri üledékekben, piroklasztitokban fordul elő. A magmás kőzetekben legtöbbször másodlagos eredetű, nefelin, leucit vagy szodalit átalakulása során képződik. Néhány fontosabb lelőhely: Dunabogdány, Szob, Zalahaláp, Hosszúhetény; Val di Fassa (I), Feröer-szigetek; Izland; Tura, Szibéria (RUS); Paterson és Bergen Hill, New Jersey (USA), Mt. Saint-Hilaire, Quebec (CAN). **Ásv.társ.:** sztilbit, kabazit, nátrólit, kalcit, apofillit.



Analcim, deltoidikozitetraédere kristály.

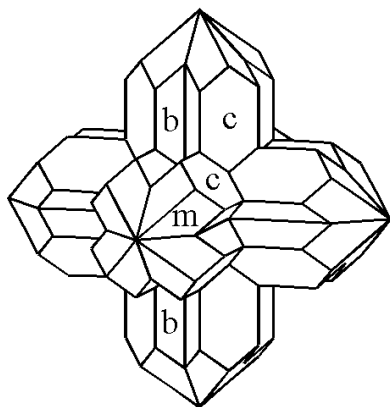
Phillipsit (sor) $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca}_{0,5}, \text{Ba}_{0,5})_x[\text{Al}_x\text{Si}_{16-x}\text{O}_{32}] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Krist.: monoklin. Mindig ikerkristályok formájában jelenik meg. Az ikersík lehet $\{001\}$ és $\{110\}$ szerint. Az ikerkristályok lehetnek kettős (álrömbös), négyes (áltetragonális), vagy 12-es (álrömbdodekaéder alakú, álköbös) penetrációs ikrek. Ez utóbbi esetben 3 négyes iker egymásra merőlegesen keresztülnő egymáson. Uralkodó formák: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{101\}$, $\{410\}$. A kettős ikerkristályok általában zömök vagy nyúlt prizmás termetűek. Leggyakoribbak a kettős ikerkristályokból összeálló kevés, gömbös halmazok vagy bekérgezések. **Fiz.:** hasadása $\{010\}$ sz. közepes; törése egyenetlen, rideg, $K = 4-4,5$; $S =$

2,19–2,20; színtelen, fehér, ritkábban sárga, rózsaszín; karcolási pora fehér; üvegfényű, átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** $P2_1/m$. $a = 9,84–10,20$; $b = 13,85–14,32$; $c = 8,64–8,73$; $\beta = 124,3–125,07^\circ$; $Z = 1$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, pozitív vagy negatív. **Kém.:** domináns kationok a Na, K, Ca és Ba lehetnek (ez utóbbi átvezet a harmotom felé), ennek alapján jelenleg phillipsit-Ca (ez a leggyakoribb), phillipsit-Na és phillipsit-K fajokat különböztetünk meg.

Földt.-előf.: elsősorban bázisos vulkanitok üregeiben, repedéseiben jelenik meg: Uzsa, Zalahaláp, Bazsi, Zalaszántó, Sümegprága (Balaton-felvidék), Salgótarján, Somoskő; Ajnácskő, Füle (SK). Kisebb mennyiségben hasonló módon ismert intermedier vulkanitokban, érctelepeken és egyes üledékekben (például zeolitosodott riolittufákban).

Ásv.társ.: zeolitok, apofillit, szeladonit, szmektit, kalcit.



Phillipsit: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$; tízenkettes iker / penetrációs ikrek $\{001\}$ és $\{011\}$ szerint.

Rétegszerkezetű zeolitok

A tetraéderek összekapcsolódása rétegszerű szerkezetet eredményez. Ez a szerkezeti típus alapvetően lemezes vagy táblás habitust eredményez (ezeket nevezték régebben leveles zeolitoknak).

| | | |
|---------------------|---|----------|
| heulandit (sor) | $(Ca_{0,5}, Sr_{0,5}, Ba_{0,5}, Mg_{0,5}, Na, K)_9[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot \approx 24H_2O$ | monoklin |
| klinoptilolit (sor) | $(K, Na, Ca_{0,5}, Sr_{0,5}, Ba_{0,5}, Mg_{0,5})_6[Al_6Si_{30}O_{72}] \cdot \approx 20H_2O$ | monoklin |
| sztilbit (sor) | $(Ca_{0,5}, Na, K)_9[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot 28H_2O$ | monoklin |
| stellerit | $Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7H_2O$ | rombos |
| barrerit | $Na_2[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 6H_2O$ | rombos |
| brewsterit (sor) | $(Sr, Ba)_2[Al_4Si_{12}O_{32}] \cdot 10H_2O$ | monoklin |

Heulandit (sor) $(Ca_{0,5}, Sr_{0,5}, Ba_{0,5}, Mg_{0,5}, Na, K)_9[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot \approx 24H_2O$

Krist.: monoklin. Kristályai táblásak, $\{010\}$ sz. lemezesek, sokszor koporsó alakúak.

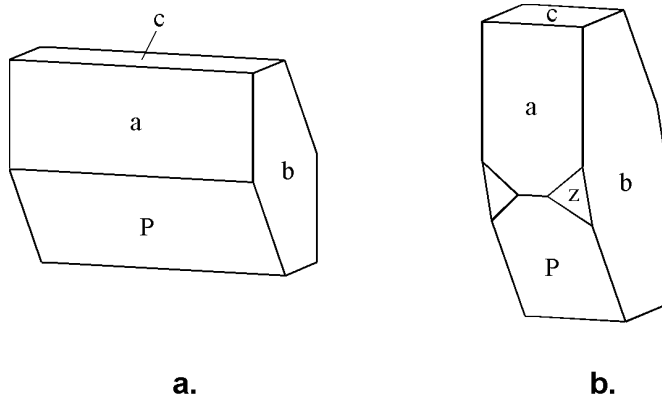
Uralkodó formák: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{101\}$, $\{10-1\}$. Ikrek $\{100\}$ sz. ismertek. Vaskosan pátos vagy pikkelyes halmazokat alkot. **Fiz.:** hasadása $\{010\}$ sz. kiváló, törése egyenetlen, rideg; $K = 3,5–4$; $S = 2,10–2,29$; színtelen, fehér, sárga, rózsaszín, vörös, barna, zöld; karcolási pora fehér, üvegfényű, a $\{010\}$ forma lapjai, illetve a hasadási felület

gyöngyházfényű, átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** $C2/m$. $a = 17,49–17,74$; $b = 17,81–18,02$; $c = 7,39–7,52$; $\beta = 116,0–116,60^\circ$. $Z = 1$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, pozitív.

Kém.: a Si-Al-vázon kívül számos kation-helyettesítés lehetséges. A Ba-on és Mg-on kívül az összes, a fenti képletben jelzett kation lehet uralkodó, ennek alapján a következő fajokat különböztetjük meg: heulandit-Ca (a leggyakoribb faj), heulandit-K, heulandit-Na, heulandit-

Sr. Az Al-Si arány is változhat, ennek változása átvezet a klinoptilolit felé (a klinoptilolit a Si-gazdag). A heulandit-Ca és klinoptilolit-Ca között folyamatos szilárd oldatsor létezik.

Földt.-előf.: alacsony hőmérsékleten (60–200 °C között) képződő zeolit. Változatos geológiai környezetben megjelenik: vulkáni kőzetekben, pegmatitokban, piroklasztitokban, nagyon kis és kisfokú metamorfitekban, mélytengeri üledékekben. Gyakran kőzetüveg hidratációjá során képződik vulkanitokban, tufákban. Fontosabb lelőhelyek: Nadap, Mátraszentimre, Regéc, Óhuta; Sátorosbánya (SK), Torockó, Tekerő, Pojana (RO), Val di Fassa (I), Beruffjord, Fassarfell (Izland), Poona, Nasik (India). **Ásv.társ.:** más zeolitok, apofillit, datolit, albit, kalcit.



Heulandit: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $P\{10-1\}$, $z\{-221\}$.

Klinoptilolit (sor) $(K,Na,Ca_{0,5},Sr_{0,5},Ba_{0,5},Mg_{0,5})_6[Al_6Si_{30}O_{72}] \cdot \approx 20H_2O$

Krist.: monoklin. Kristályai táblásak, pikkelyesek, illetve az a -tengely irányában megnyúltak. Uralkodó formák: $\{110\}$, $\{001\}$, $\{010\}$ és $\{101\}$. Sokszor szemcsés vagy pikkelyes halmazok formájában ismert. **Fiz.:** hasadása $\{010\}$ sz. kiváló, törése egyenetlen, rideg; $K = 3,5-4$; $S = 2,10-2,17$; színtelen, fehér, sárga; karcos pora fehér, üvegfényű, a $\{010\}$ forma lapjai, illetve a hasadási felület gyöngyházfényű, átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** $C2/m$. $a = 17,62-17,68$; $b = 17,89-18,94$; $c = 7,39-7,41$; $\beta = 116,3-116,50^\circ$. $Z = 1$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag pozitív vagy negatív. **Kém.:** a heulandit-hoz hasonlóan széles helyettesítések lehetségesek a Si-Al-vázon kívül. Ebben a pozícióban alapvetően a fenti képletben jelölt elemek jelenhetnek meg, közülük domináns lehet a K, Na és Ca. Így jelenleg az alábbi fajok ismertek:

klinoptilolit-K (a leggyakoribb faj), klinoptilolit-Ca és klinoptilolit-Na. K-domináns klinoptilolit a vulkáni tufákra, míg Na-domináns a mélytengeri üledékek klinoptilolitjára jellemző. Ritkán zónás kristályokat említenek, melyek magja klinoptilolit, szegélye heulandit. **Földt.-előf.:** változatos geológiai környezetben megjelenhet. Legtöbbször savanyú vulkanitok, piroklasztikumok vulkáni üvegeinek devitrifikációjá során keletkezik. Elterjedt savanyú és intermedier vulkanitok repedéseiben, hólyagüregeiben, de megjelenik alkáliákban gazdag tavi üledékekben, illetve mélytengeri üledékekben is. Néhány lelőhely: Kiszána, Szászvár, Nemti, Mád, Rátka; Guraszáda, Mirsid (RO), Szeklence (UA), Val di Fassa (I), Vogelsberg (D).

Ásv.társ.: más zeolitok, kvarc, szanidin, opál, montmorillonit.

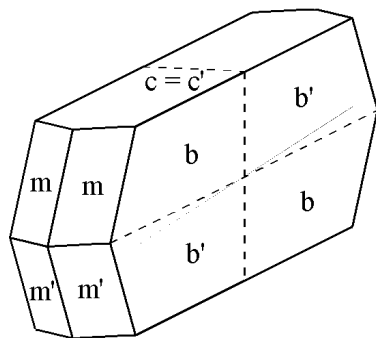
Felh.: kationcserélő képességénél fogva széles körben hasznosítják (atomenergia ipar, mezőgazdaság, vegyipar, környezetvédelem).

Szilbit (sor) $(Ca_{0,5},Na,K)_9[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot 28H_2O$

Krist.: monoklin. Kristályai táblásak vagy az a -tengely irányában megnyúltak. Uralkodó formák: $\{110\}$, $\{001\}$, $\{010\}$, $\{-101\}$ és $\{101\}$. Ikerképződés legtöbbször $\{001\}$ szerinti. Sokszor pikkelyes aggregátumok, táblás kristályokból összeálló gömbös vagy legyező alakú halmazok formájában ismert. **Fiz.:** hasadása $\{010\}$ sz. kiváló, törése egyenetlen, rideg; $K =$

3,5–4; $S = 2,12-2,22$; színtelen, fehér, sárga, barna, rózsaszín, húsvörös, zöld, kék; karcolási pora fehér, üvegfényű, a $\{010\}$ forma lapjai, illetve a hasadási felület gyöngyházfényű, átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** $C2/m$. $a = 13,59-13,69$; $b = 18,19-18,31$; $c = 11,26-11,30$; $\beta = 127,9-128,1^\circ$. $Z = 2$. **Pol.mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** sokféle elem megjelenhet helyettesítő kationként a Si-Al vázon kívüli pozícióban: Ca, Na, K, Sr, Ba, Mg. Közöttük az eddigi kémiai elemzések szerint a Ca és Na lehet domináns. Így jelenleg az alábbi fajokat különböztetjük meg: sztilbit-Ca (a leggyakoribb), sztilbit-Na. Részleges szilárd oldatsor a stellerit és barrerit irányába létezik.

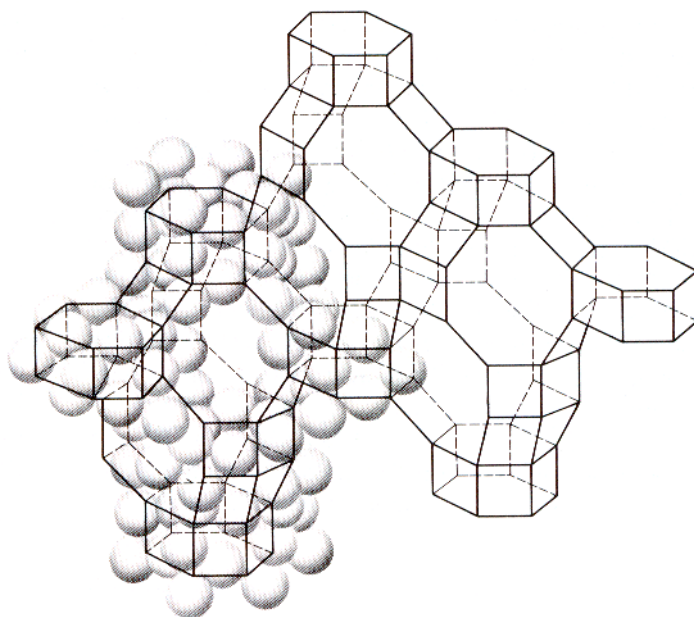
Földt.-előf.: sokféle geológiai környezetben megjelenik, intruzív és vulkáni kőzetekben, pegmatitokban, gneiszekben, kristályos palákban, piroklasztitokban, mélytengeri üledékekben. Fontosabb lelőhelyek: Dunabogdány, Nadap, Szob, Mátraszentimre, Óhuta; Rézbánya, Kissebes, Brád, Kriscsor (RO), Sátorosbánya, Selmezbánya, Fintice, Maglovec (SK), Berufjord, Teigarhorn (Izland), Feröer-szigetek; Sky-sz., Glasgow környéke (Skócia), Nasik, Poona (India). **Ásv.társ.:** más zeolitok, apofillit, prehnit, kalcit, kvarc, szmektit.



Szilbit: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$; $\{001\}$ szerint penetrációs iker (átlombos).

Kalitkaszerkezetű zeolitok

Szerkezetükben a kötőerők minden irányban hasonló nagyságúak. A szerkezetükben található kalitkaszerű egységek miatt a kristályok sokszor izometrikus kifejlődésűek (emiat régebben a kockás zeolitok nevet viselték). A kalitkaszerű egységek egymáshoz kapcsolódása révén a szerkezetben, az ásványtól függően, különböző átmérőjű csatornahálózat alakul ki. Ezekben a csatornában jelennek meg a Si–Al vázon kívüli kationok, melyek más kationokkal, illetve molekulákkal lecserélhetők.



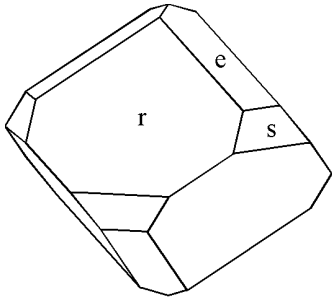
A kabazit szerkezetének vázlata. A vonallal jelölt vázrendszerek sarkain helyezkedik el az Al és Si. A gömbök jelölik a szoros illeszkedésű oxigéneket. Minden egyes vázrendszer tartalmaz egy nagy kalitkaszzerű üreget, melyek – a vázrendszerek összekapcsolódásával – zegzugos csatornákat hoznak létre.

| | | |
|----------------------|--|-------------------|
| kabazit (sor) | (Ca_{0,5},Na,K)₄[Al₄Si₈O₂₄] • 12H₂O | trigonális |
| gmelinit (sor) | (Na ₂ ,Ca,K ₂) ₄ [Al ₈ Si ₁₆ O ₄₈] • 22H ₂ O | hexagonális |
| offretit | (CaKMg)[Al ₅ Si ₁₃ O ₃₆] • 16H ₂ O | hexagonális |
| erionit (sor) | K ₂ (Na,Ca _{0,5}) ₈ [Al ₁₀ Si ₂₆ O ₇₂] • ≈30H ₂ O | hexagonális |
| levyn (sor) | (Ca _{0,5} ,Na,K) ₆ [Al ₆ Si ₁₂ O ₃₆] • ≈17H ₂ O | trigonális |
| faujasit (sor) | (Na,Ca _{0,5} ,Mg _{0,5} ,K) _x [Al _x Si _{12-x} O ₂₄] • 16H ₂ O | köbös |

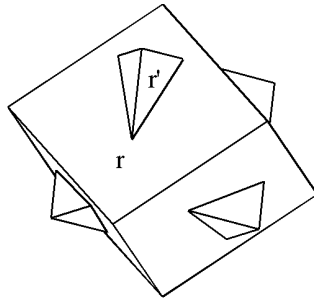
Kabazit (sor) (Ca_{0,5},Na,K)₄[Al₄Si₈O₂₄] • 12H₂O

Krist.: trigonális, triklin. Kristályai alapvetően romboéderes alkatúak (hexaéderhez hasonlóak). Ikerképződés gyakori, jellegzetesek kettős kúp alakú penetrációs ikrei (fakolit), illetve {0001} sz. összenövésai. A kristályok sokszor zónás felépítésűek. Gyakran összenő gmelinittel. **Fiz.:** hasadása {10-11} sz. rossz, törése egyenetlen, rideg; K = 3–5; S = 1,97–2,20, szintelen, fehér, krémszínű, sárga, rózsaszín, vörös, barna, zöld; karcolási pora fehér; üvegfényű, átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** R-3m. a = 13,2; c = 15,1; Z = 1. **Pol.mikr.:** szintelen, optikai jellege változó: lehet egytengelyű, negatív vagy pozitív, illetve kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** gyakoribb kationok a Si-Al vázon kívül: Ca, Na, K és Sr (ezek egyikének dominanciája alapján jelenleg a következő fajokat különböztetjük meg: kabazit-Ca, kabazit-Na, kabazit-K, kabazit-Sr, illetve Ba és Mg. A Si–Al arány erősen változhat (1,5 és 4,1 között). **Vált.:** fakolit (kettős kúp alakú ikerkristály).

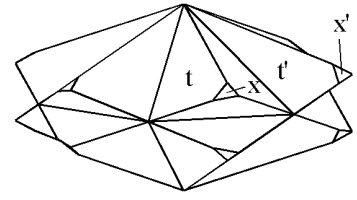
Földt.-előf.: elsősorban vulkanitok repedéseiben, hólyaüregeiben fordul elő. Megjelenik intruzív magmatitokban, pegmatitokban, piroklasztitokban és metamorfítokban is. Fontosabb lelőhelyek: Dunabogdány (dácitban), Szob, Nadap, Mátraszentimre, Óhuta (andezitben), Zalahaláp, Uzsa (bazaltban); Maglovec, Fintice, Sátorosbánya (SK), Kriscsor, Tekerő, Pojana (RO), Idar-Oberstein, Vogelsberg (D), Feröer-szigetek, Izland, Skócia, India. **Ásv.társ.:** más zeolitok, apofillit, kalcit, kvarc, szmektit.



a.



b.



c.

Kabazit: $r\{10-11\}$, $e\{01-12\}$, $s\{02-21\}$, $t\{11-23\}$, $x\{02-23\}$. a. romboéderez termet; b. két romboéder átnövése; c. fakolit: $\{0001\}$ szerint penetrációs iker.