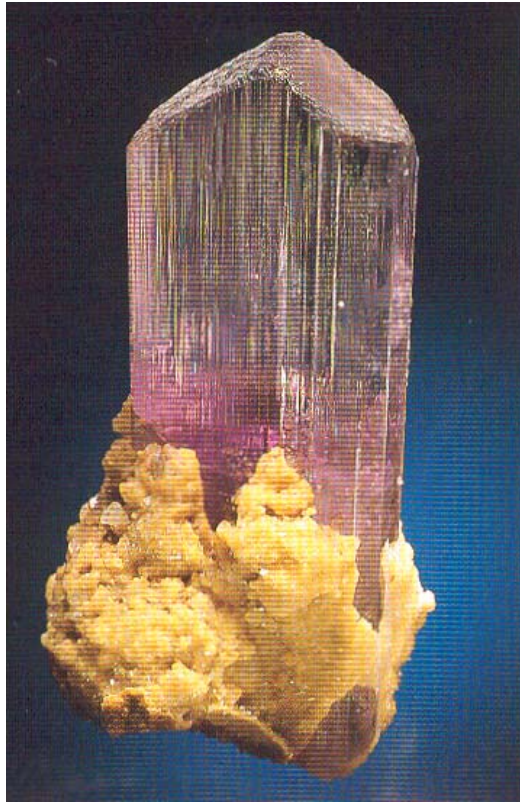


SZAKÁLL SÁNDOR
ÁSVÁNYRENDSZERTAN

A kristályrajzokat készítette: Fehér Béla

Kilencedik rész: Szilikátok 2.
(Inoszilikátok)



IX. D. alosztály. Inoszilikátok

Szerkezetükben az SiO_4 -tetraéderek közös oxigénekkal, egyirányú kapcsolódással lánccá, láncokká fűződnek. A láncok között lévő kationok szintén egydimenziós kötélekben helyezkednek el. Szerkezeti alapelemük látszólagos egyszerűsége ellenére az inoszilikátok sokféle szerkezettel fordulnak elő, mert az összekapcsolódó tetraéderek különböző konfigurációkat vehetnek föl. A periodikusan ismétlődő szerkezeti egységek a c -tengellyel párhuzamosan állhatnak 2, 3, ... 7 vagy 9 tetraéderből. A legáltalánosabb a 2-es, tetraéderes periodicitás, ebben az esetben minden második tetraéder után megismétlődik a szerkezet, és a láncok úgy helyezkednek el egymással szemben párhuzamosan, hogy 6-os és/vagy 8-as koordinációs helyek alakulnak ki a láncok közötti kationok számára.

Az ilyen láncszerkezetű kristályok – a szerkezetnek megfelelően – zömmel nyúlt oszlopos vagy tűs kifejlődésűek és a lánc hossziránya szerint jól hasadnak. Leggyakrabban kétféle típusú lánc kapcsolódás jön létre: a 2-es periodicitású egyes lánc, melyben a gyök $(\text{Si}_2\text{O}_6)^{4-}$, illetve a 2-es periodicitású kettős lánc (vagy szalag), melyben a gyök $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$. Ritkábban többszörös (hármás, négyes, hatos) láncok is létesülhetnek, melyek már átmenetet képviselnek a filloszilikátok felé.

A kőzetalkotó ásványok két fontos csoportja tartozik az inoszilikátokhoz: az egyes láncból álló piroxének, és a szalagokból álló (kettős láncú) amfibolok. Számos hasonlóság van a két csoport között. A legtöbb piroxén és amfibol a monoklin rendszerben kristályosodik, mindkét csoportban vannak rombos szimmetriájú tagok. Mindkét csoportban hasonló kationok jelennek meg. Amíg azonban az amfibolok tartalmaznak (OH)-csoportot, addig ez a piroxénekből hiányzik. A kristályok termete a piroxéneknél inkább zömök prizmás, míg az amfiboloknál nyúlt prizmás, sőt gyakran tűs vagy finom szálas. A két csoportnál a hasadásban tapasztalható különbség szerkezeti okokra vezethető vissza.

A piroxének magasabb hőmérsékleten, bázisosabb magmából kristályosodnak. Az amfibolok inkább a könnyenillókban gazdag, intermedier vagy savanyú magmákból válnak ki. Emellett Fe- és Mg-gazdag metamorf kőzetekben is otthonosak. Ha víz is jelen van a magmás olvadékban vagy a metamorf fluidumokban, akkor a korábbi képződésű piroxének a fluidumokkal reagálva könnyen amfibolokká alakulhatnak át.

Az ún. biopiribolok a biotit, piroxének és amfibolok közötti átmeneti szerkezettel rendelkeznek. Szerkezetük általában 2-es periodicitású hármás láncokból áll. Végül ismertek 2-nél nagyobb periodicitású (3-as, 4-es, 5-ös, 6-os) egyes, kettős, hármás stb. lánc kapcsolódást tartalmazó szerkezetek, melyek között gyakori ásványok is találhatók.

Piroxén-csoport

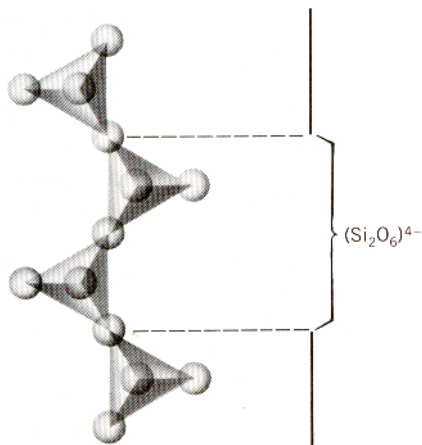
Az inoszilikátoknak az amfibolok mellett a legfontosabb csoportja. A piroxének egyszerű, két tetraéderes periodicitású láncában a SiO_4 -tetraéderek két-két oxigénatom révén a c -tengely irányában végtelen láncokká kapcsolódnak össze, általános egységük $(\text{Si}_2\text{O}_6)^{4-}$. Ezek a láncok az (100) síkkal párhuzamos rétegeket képeznek. A tetraéderes rétegekkel párhuzamosan oktaéderes rétegek helyezkednek el, melyeket 6-os és 8-as koordinációjú kationok alkotnak.

A piroxének általános képlete: $\text{M1M2T}_2\text{O}_6$, ahol M1 6-os (oktaéderes) koordinációjú kationokat (általában Mn^{2+} , Al, Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+}), M2 az ionrádiusától és a láncok kapcsolódási módjától függően 6-os, 7-es vagy 8-as koordinációjú kationokat (Na, Ca, Li, Mn^{2+} , Mg, Fe^{2+} , Al, Cr, Ti), míg T tetraéderes koordinációjú kationokat (Si, Al) jelöl. Az M1 és M2 kationpozíciók elhelyezkedését a láncokhoz viszonyítva az ...ábra jelzi. Ezzel a szerkezettel magyarázható a piroxének jellegzetes {110} szerinti jó hasadása (a hasadási síkok által bezárt szög 87°).

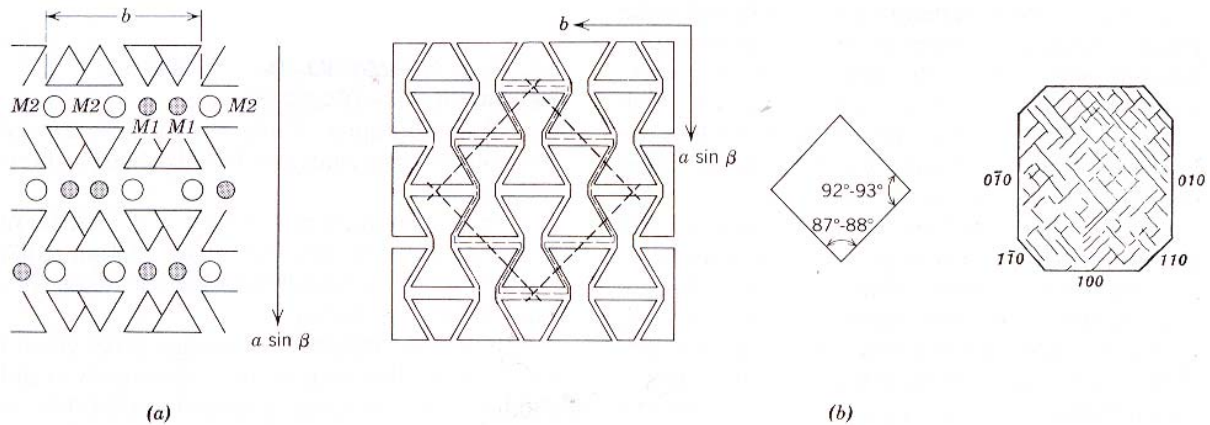
A piroxének a természetben – a gránátokhoz, amfibolokhoz stb. hasonlóan – szilárd oldatokat alkotnak, melyekben változatos ionhelyettesítések történhetnek. Ezek a

helyettesítések alapvetően a kőzet kemizmusától és a képződéskor fennálló hőmérséklet- és nyomásviszonyoktól függenek. A piroxének elnevezését – a kémiai elemzést alapul véve – a szilárd oldatok két szélső tagjához való viszonyulás szabja meg. A kérdéses ásvány az 50%-os szabály szerint azt a nevet kapja, amelyik végtaghoz – kémiai összetételét tekintve – közelebb van. Vannak azonban olyan esetek, melyeknél szerkezeti okok miatt ezt a szabályt nem lehetett használni, így a nevezéktanban esetenként megmaradtak egyes tradicionális „köztes tagok” nevei (például augit, pigeonit). Ugyanakkor a szélső tagok közötti átmeneti tagok használatát kerülni kell, ilyen elnevezéseket korábban tömegével használtak (például hipersztén, bronzit, salit, diallág).

A jelenlegi nevezéktan szerint több, mint 20 piroxén neve maradt meg, melyek 13 szélső taggal jellemezhetők. Ezek csoportokba sorolása a kation-helyettesítések alapján történik. Gyakoriságuk alapján négy csoportot emelünk ki, melyeket az ún. Q–J diagramon – ahol $Q = \text{Ca-Mg-Fe}^{2+}$, illetve $J = 2\text{Na}$ – jeleníthetünk meg (...ábra). A négy csoport a következő: Ca-Mg-Fe, Ca-Na, Na, illetve egyéb piroxének. Megjegyzendő, hogy a korábbi rendszerezés azt vette alapul, hogy a piroxének kétféle kristályrendszerbe tartoznak; a rombos rendszerbe tartozók voltak az ortopiroxének, míg a monoklin rendszerbe tartozók a klinopiroxének. Az alábbiakban részletesebben csak a csoportok leggyakoribb tagjait tárgyaljuk.



Részlet egy piroxén-láncból, szaggatott vonallal jelölve egy Si₂O₆-egység.



Vázlat egy monoklin piroxén szerkezetéről az M1 és M2 kationhelyekkel (c-tengelyre merőleges nézet) (a); Jellegzetes hasadási irányok piroxéneken (szaggatott vonallal jelölve a szerkezeti vázlaton, illetve egy kristály c-tengelyre merőleges metszetén) (b).

Kalcium-magnézium-vas piroxének

Kalcium piroxének

diopszid	$\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
hedenbergit	$\text{CaFe}^{2+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
augit	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Ti})_2[(\text{Al}, \text{Si})_2\text{O}_6]$	monoklin
johannsenit	$\text{CaMn}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
petedunnit	$\text{CaZn}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
esseneit	$\text{CaFe}^{3+}[\text{AlSiO}_6]$	monoklin

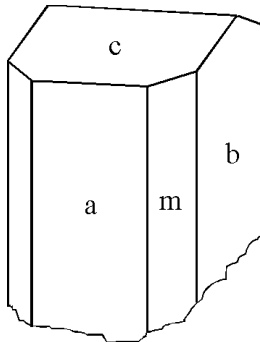
Diopszid $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Krist.: monoklin. Kristályai nyúlt vagy zömök prizmásak, illetve táblás természetűek. Uralkodó formák: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$ és $\{001\}$. Gyakrabban rudas-oszlopos, vagy szemcsés halmazokat alkot. Szételegyedési lemezek formájában más Mg-Fe-gazdag piroxéneken jelenik meg. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó, $\{100\}$ és $\{010\}$ sz. gyenge; $K = 5,5-6,5$; $S = 3,20-3,45$; fehér, halványzöld, zöld, sötétzöld; karcolási pora fehér vagy világoszöld; üvegfényű. Macskaszem-hatás és aszterizmus a sötétebb változatoknál előfordulhat. **Tércsop.:** $C2/c$. $a = 9,73$; $b = 8,91$; $c = 5,25$; $\beta = 106^\circ$. $Z = 4$. **Pol.mikr.:** színtelen, halványzöld; optikailag kéttengelyű, pozitív; az optikai állandók a vastartalommal együtt változnak. **Kém.:** teljes szilárd oldatsor van a diopszid és hedenbergit között. A vassal ellentétben a Mn, Zn és Cr korlátozottan helyettesíthet. Kapcsolt helyettesítés létezik a jadeit és egirin irányába: NaAl és NaFe^{3+} a CaMg helyett. Egyéb helyettesítési lehetőségek az augit irányába közönségesek („diopszidos augit”). **Vált.:** fassait (átmeneti tag a diopszid és augit között), salit (Fe-tartalmú, átmeneti tag a diopszid és hedenbergit között), diallág (az $\{100\}$ lapjai fémes fényűek, átmeneti tag a diopszid és augit között), violán (ibolyáskék, Mn-tartalmú), lawrowit (smaragdzöld, V-tartalmú), krómdiopszid (smaragdzöld, Cr-tartalmú).

Földt.-előf.: kontakt metamorf kőzetek, elsősorban szkarnos képződmények jellegzetes ásványa: Polgárdi; Vaskő, Dognácska (RO), Hodrusbánya (SK), Val di Fassa, Val di Aosta (I). Hasonló eredetűek az intermedier vagy bázisos vulkanitok xenolitjaiban, illetve a xenolitok szegélyén található kristályai: Badacsony, Gulács, Balaton-felvidék, Pomáz; Vezúv (I). Regionális metamorfózis során képződött, Ca-Mg-tartalmú kristályos palákban, azok repedéseiben is gyakori: Zillertal, Pfitschtal (A), Zlatouszt, Ural (RUS). A Cr-tartalmú diopszid ultrabázisos magmatitok (kimberlit, lherzolit) jellegzetes elegyrésze. **Ásv.társ.:** augit,

ensztatit, biotit, almandin, pirop, spinell (magmatitok); tremolit, magnetit, grosszulár, andradit, wollastonit (szkarnos képződmények).

Felh.: a világoszöld vagy smaragdzöld, átlátszó változatok, illetve a sötétzöld, macskaszemhatást mutató példányok ékköként használatosak.



Diopszid: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $b\{010\}$; prizmás termet

Hedenbergit $\text{CaFe}^{2+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Krist.: monoklin. Prizmás kristályai legtöbbször rosszul fejlettek. Általában durva-rostos vagy rudas halmazok, esetenként gömbös sugaras elrendezéssel, illetve szemcsés aggregátumok formájában jelenik meg. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó, $\{100\}$ sz. gyenge; $K = 6$; $S = 3,45\text{--}3,56$; világoszöld, sötétzöld, szürkészöld, zöldesfekete, barna; átlátszatlan, áttetsző; üvegfényű.

Tércsop.: $C2/c$. $a = 9,85$; $b = 9,03$; $c = 5,24$; $\beta = 104,8^\circ$. $Z = 4$. **Pol.mikr.:** zöld, pleokroós; optikailag kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** teljes szilárd oldatsor van a diopszid irányában. A Mn- és Zn-helyettesítés nagyobb mértékű lehet, mint a diopszid esetén. **Vált.:** ferrosalit (Mg-tartalmú, átmeneti tag a hedenbergit–diopszid között), schefferit (Zn-tartalmú).

Földt.-előf.: általában kontakt metamorf eredetű, szkarnos képződmények jellegzetes elegyrésze: Recksk; Dognácska, Vaskő, Szászkabánya (RO), Aranybánya, Körmöcbánya (SK), Tunaberg, Långban (S), Elba-sz. (I), Szerifosz-sz. (GR). Vasban gazdag üledékek regionális metamorfózisával is gyakran képződik. Szubalkáli vagy alkáli magmás kőzetekben ritkábban jelenik meg. **Ásv.társ.:** andradit, grosszulár, tremolit, epidot, hematit, wollastonit.

Felh.: macskaszem-hatást vagy aszterizmust mutató példányai drágaköként használatosak.

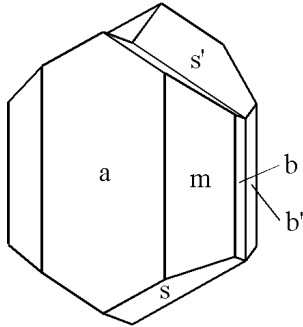
Augit $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Ti})_2[(\text{Al}, \text{Si})_2\text{O}_6]$

Krist.: monoklin. Legtöbbször zömök prizmás kristályokként fordul elő. Uralkodó formák: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{-111\}$ és $\{001\}$. Gyakran képez ikreket: $\{100\}$ sz. egyszerű érintkezési vagy lemezes ikrek, $\{001\}$ sz. lemezes, poliszintetikus ikrek, $\{101\}$ sz. penetrációs ikrek (kereszt alakúak), végül $\{-122\}$ sz. ferde kereszt alakú ikrek jól ismertek. Kőzetekben gyakoriak szemcsés halmazai, ritkábban nagy hasadási felülettel rendelkező, pátos jellegű, vaskos tömegei. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó, $\{100\}$ és $\{010\}$ sz. gyenge; $K = 5,5\text{--}6$; $S = 3,19\text{--}3,56$; sötétzöld, szürkészöld, fekete, karcolási por színe szürkészöld; átlátszatlan; üvegfényű.

Tércsop.: $C2/c$. $a = 9,70$; $b = 8,85$; $c = 5,27$; $\beta = 106,5^\circ$. $Z = 4$. **Pol.mikr.:** zöld, pleokroós (ennek mértéke egyenesen arányos a szín mélységével és a Ti-tartalommal); optikailag kéttengelyű, pozitív; az összetételnek megfelelően gyakran mutat zónásságot, jellemző a homokóra-szerkezetnek nevezett szektorzónásság; ikerösszenövésai gyakran megfigyelhetők.

Kém.: tekintettel bonyolult kémiai összetételére, több irányban alkot teljes szilárd oldatot, így elsősorban a hedenbergit, diopszid, jadeit és egirin végtagok felé. Az Al gyakran helyettesíti a Si-t tetraéderes pozícióban. **Vált.:** titánaugit (Ti-gazdag), bazaltos augit (Fe-Ti-gazdag, bazaltokban), diopszidos augit (kevés vasat tartalmaz).

Földt.-előf.: bázisos magmás kőzetek jellegzetes, sokszor uralkodó elegyrésze (gabbró, bazalt): Bükk, Bódva-völgy (gabbróban), Balaton-felvidék, Nógrád-Gömör vidék (bazaltban). Intermedier vulkanitokban is széles elterjedésű: így a belső-kárpáti vulkáni vonulatban (andezitek, dácitok). Egyes ultrabázisos kőzetekben (kimberlit) és metamorfitokban (granulit) is megjelenik. Bazalttufákban sokszor jól fejlett kristályai találhatóak: Medves-vidék, Balaton-felvidék. **Ásv.társ.:** olivin, bázisos plagioklászok, magnetit, ilmenit, nefelin, leucit.



Augit: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $b\{010\}$, $s\{-111\}$; $\{100\}$ szerinti kontakt iker.

Magnézium-vas piroxének

ensztatit	$Mg_2[Si_2O_6]$	rombos
ferroszilit	$Fe^{2+}_2[Si_2O_6]$	rombos
klinoensztatit	$Mg_2[Si_2O_6]$	monoklin
klinoferroszilit	$Fe^{2+}_2[Si_2O_6]$	monoklin
pigeonit	$(Mg,Fe,Ca)_2[Si_2O_6]$	monoklin

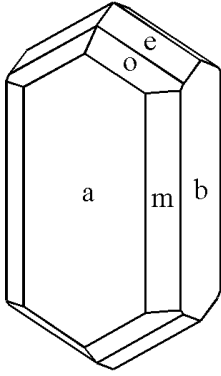
Ensztatit $Mg_2[Si_2O_6]$

Krist.: rombos. Prizmás kristályai nem gyakoriak. Általában szemcsés halmazok, vagy pátos tömegek formájában jelenik meg. Sokszor orientáltan összenő monoklin piroxénnel (elsősorban diopsziddal). **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó, $\{100\}$ és $\{010\}$ sz. gyenge; törése egyenetlen; $K = 5-6$; $S = 3,2-3,6$ (a vastartalommal növekszik); színtelen, sárga, zöld, de a vastartalom növekedésével sötétebb: barnászöld, barna, fekete; karcolási pora fehér, világoszöld vagy világosbarna; áttetsző, átlátszó, átlátszatlan; üvegfényű, de a sötétebb színűek fénye fémes jellegű (a Schiller-hatás miatt); ezeknél ismert a macskaszem-hatás és a labradorizálás is. **Tércsop.:** $Pbca$. $a = 18,23$; $b = 8,81$; $c = 5,17$; $Z = 8$. **Pol.mikr.:** színtelen, a sötétebb színűek enyhén pleokroóssak; optikailag kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** teljes szilárd oldatsor ismert a ferroszilittel ($Mg \rightarrow Fe^{2+}$ helyettesítés). Más kation-helyettesítők: Al , Fe^{3+} , Mn , Ni , Cr , Ti , Ca . Gyakoriak benne a diopszid és augit szételegyedési lemezek, illetve a kémiai szempontból zónás kristályok. **Vált.:** bronzit (bronzbarna, jellegzetes csillogással, fénye fémes jellegű, az (100) sík ilmenit-zárványossága miatt; az ensztatit–ferroszilit köztes tag neve; a ferroszilit komponens 10–30% közötti), hipersztén (az ensztatit–ferroszilit köztes tag neve; a ferroszilit komponens 30–50% közötti), Schiller-pát / csillanópát (részben szerpentin-ásványokká átalakult ensztatit, jellegzetes csillogással).

Földt.-előf.: ultrabázisos és bázisos intruzív magmás kőzetek fontos elegyrésze: Szarvaskő, Gyód; Tiszovica, Plavisevica, Bácság (RO). Gyakran megjelenik bazaltok lherzolitos xenolitjaiban: Szentbékállá, Kapolcs, Balaton-felvidék. Bázisos és intermedier vulkanitokban is elterjedt kőzetalkotó: Balaton-felvidék, Börzsöny, Mátra és Tokaji-hg.

Ásv.társ.: olivin, diopszid, bázisos plagioklászok, augit, spinell, magnetit, kromit.

Felh.: díszítő és ékkőipari célokra.



Ensztatit: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $e\{122\}$; prizmás termet.

Ferroszilit $\text{Fe}^{2+}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Krist.: rombos. Zömök prizmás kristályai mint fenokistályok ismertek. Általában szemcsés halmazok formájában jelenik meg. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó, $\{100\}$ és $\{010\}$ sz. gyenge; $K = 5-6$; $S = 3,6-4$; zöldebbarna, barna, fekete; karcolási pora szürke vagy világosbarna; áttetsző, átlátszatlan. **Tércsop.:** Pbc_a. $a = 18,41$; $b = 9,07$; $c = 5,23$; $Z = 8$. **Pol.mikr.:** világosbarna, a sötétebb színűek enyhén pleokroóusak; optikailag kéttengelyű, pozitív (ha a ferroszilit komponens 88–100% közötti), illetve negatív (ha a ferroszilit komponens 50–88% közötti). **Kém.:** mindig tartalmaz Mg-ot (a ferroszilit komponens csak megközelíti a 80–90%-ot). Teljes szilárd oldatsort alkot az ensztatittal ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Mg}$ helyettesítés). Más kation-helyettesítők hasonlóak az ensztatitnál említettekkel: Al, Fe^{3+} , Mn, Ni, Cr, Ti, Ca.

Vált.: ferrohipersztén (a ferroszilit komponens 50–70% közötti), eulit (a ferroszilit komponens 70–90% közötti).

Földt.-előf.: ultrabázisos, bázisos intruzív magmatitok, bázisos, intermedier és savanyú vulkanitok elegyrésze: Mátra, Bükk, Tokaji-hg. Esetenként megtalálható vasban gazdag nagyfokú metamorfítokban (gneisz, granulit). **Ásv.társ.:** ensztatit, diopszid, augit, plagioklászok, olivin.

Kalcium-nátrium piroxének

omfacit	$(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Al})[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
egirinaugit	$(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+})[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin

Nátrium piroxének

jadeit	$\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
egirin	$\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
kozsmoklor	$\text{NaCr}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin
namanszilit	$\text{NaMn}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	monoklin

Jadeit $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Krist.: monoklin. Zömök prizmás kristályai ritkák. Vaskos tömegek, finom szemcsés vagy finom rostos szerkezettel. Gyakran a finom kristályos anyag nemezszerűen kuszált, szívós halmazt alkot. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó; törése egyenetlen; $K = 6-7$; $S = 3,24-3,43$; fehér, világoszöld, smaragd zöld, sötétzöld, sárga, szürke, kékeszürke, ibolya; áttetsző, átlátszatlan; üvegfényű, selyemfényű. **Tércsop.:** C2/c. $a = 9,41$; $b = 8,56$; $c = 5,21$; $\beta = 107,5^\circ$; $Z = 4$.

Pol.mikr.: szintelen, optikailag kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** egyes elemek (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn, Cr) kis mennyiségben helyettesíthetnek a szerkezetben; ezek a teltebb színek okozói (Cr – smaragdzöld, Mn – ibolya).

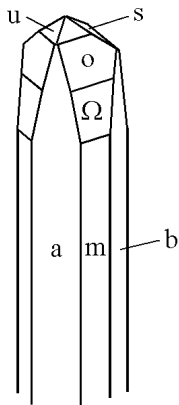
Földt.-előf.: elsősorban magas nyomáson képződött metamorfitekban jelenik meg, de olykor kisebb metamorf fokozatokban is megtalálható. Olykor serpentinitekből és tektonikus metamorf képződményekből említik. Ismertebb lelőhelyek: Alpok (CH), Kína, Mianmar, Pakisztán. **Ásv.társ.:** albit, glaukofán, lawsonit, aktinolit, tremolit.

Felh.: fontos díszítőkö (jade) és ékkő.

Egirin $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Krist.: monoklin. Zömök vagy nyúlt prizmás kristályai gyakoriak. Uralkodó formák: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{111\}$ és $\{001\}$. A prizma zóna sokszor erősen rostozott. Ikrek $\{100\}$ sz. elterjedtek. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó, $\{100\}$ sz. rossz; $K = 6$; $S = 3,5-3,6$; sötétzöld, sötétbarna, fekete (a zöld és barna árnyalatok a diopszidos és hedenbergites összetétel felé jeleznek átmenetet), karcolási pora halványzöld, halványszürke; üvegfényű. **Tércsop.:** $C2/c$. $a = 9,65$; $b = 8,79$; $c = 5,29$; $\beta = 107,4^\circ$; $Z = 4$. **Pol.mikr.:** sárgászöld, zöld; erősen pleokroós; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** teljes szilárd oldatsor ismert a diopszid és augit felé (egirinaugit); fontosabb helyettesítő elemek a szerkezetben: Ca, Fe^{2+} , Mg, Al, Ti, Zr, Mn. **Vált.:** akmit (szinonim elnevezés).

Földt.-előf.: Na-gazdag intruzív (nefelinszenit, alkáligránit) és effuzív (fonolit) magmás kőzetek jellegzetes elegyrésze: Hosszúhetény, Szászvár; Ditró (RO), Kola-fsz. (RUS), Norvégia. Pegmatitokban nagyméretű kristályok találhatóak: Narssarsuk (Grönland), Mt. Saint-Hilaire, Quebec (CAN), Mt. Maloosa (Malawi). Alkáliákban és vasban gazdag üledékek metamorfózisa során is keletkezhet: Jakobenit, Delinyest (RO). **Ásv.társ.:** nefelin, szodalit, kankrinit, albit, alkáli amfibolok.



Egirin: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $s\{-111\}$, $u\{111\}$, $\Omega\{881\}$, $o\{661\}$; nyúlt prizmás termet.

Egyéb piroxének

Szpodumen $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Krist.: monoklin. Kristályai prizmás vagy táblás habitusúak. Uralkodó formák: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{-111\}$ és $\{001\}$. A prizmazóna sokszor erősen rostozott. Ikrek $\{100\}$ sz. gyakoriak. A fenn-nőtt kristályok lapjai sokszor erősen korrodáltak. Legnagyobb tömegei durva-pátos megjelenésűek. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. igen jó, $\{100\}$ sz. rossz; törése egyenetlen; $K = 6,5-7$; $S = 3,03-3,23$; szintelen, fehér, halványsárga, halványzöld, szürkészöld, szürke, halvány rózsaszín, halvány ibolya; üvegfényű. **Tércsop.:** $C2/c$. $a = 9,45$; $b = 8,39$; $c = 5,21$, $\beta = 110^\circ$; $Z = 4$. **Pol.mikr.:** szintelen, halványzöld; enyhén pleokroós; optikailag kéttengelyű, pozitív.

Kém.: összetétele általában az ideálshoz közelítő. Az elemhelyettesítések csak kismértékűek (Na, Ca, Mg), de sokszor a színeződéseket okozzák: Fe a sárga, Mn a rózsaszín vagy ibolya, Cr a zöld szín okozója lehet. **Vált.:** kunzit (halvány rózsaszín, halvány ibolya), hiddenit (halványzöld, smaragdzöld).

Földt.-előf.: elsősorban Li-pegmatitok jellegzetes ásványa, de a kísérő gránitokban, gneiszekben is megjelenhet. A kristályok mérete pegmatitokban olykor több métert érhet el: Conțu-völgy, Lotru-havasok (RO), Black Hills, Dél-Dakota, Himalaya- és Pala-bányák, Kalifornia (USA), Nurisztán (Pakisztán), Brazília, Madagaszkár, Zimbabwe. **Ásv.társ.:** albit, mikroklin, elbait, lepidolit, rutil.

Felh.: a lítium egyik legfontosabb nyersanyaga. Átlátszó, színes változatai értékes drágakövek.

Amfibol-csoport

Az inoszilikátoknak a piroxének mellett a legfontosabb csoportja. Kevés ásványcsoport van, amelynek ilyen változatot lenne a paragenézise és ennek megfelelően a kémiai összetétele. Az amfibolokra jellemző $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$ anion egységekből álló – szalag (kettős lánc) úgy jön létre, hogy két piroxénlánc minden második tetraédere egy-egy oxigénatomjánál fogva összekapcsolódik. A kettős láncokat közepes ionrádiuszú (0,53–0,83 Å), két vagy három vegyértékű, oktaéderesen koordinált kationokból álló szalagok kötik össze. A szerkezetben az {110} szerinti hasadási prizma lapjai között a hajlásszög 124° (ellentétben a piroxének 87°-os értékével).

Az amfibolok általános képlete: $\text{AB}_2\text{C}_5\text{T}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, ahol elsősorban a következő ionok foglalják el az általános képletben jelölt pozíciókat (ritkább elemeket mellőzzük):

A = □ (üres hely), Na, K

B = Na, Ca, Mg, Fe^{2+} , Mn^{2+} , Li

C = Mg, Li, Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al, Fe^{3+} , Mn^{3+} , Ti^{4+}

T = Si, Al

OH = OH, O, F, Cl

Az amfibolok csoportosítása kristálykémiai alapon, alapvetően a B pozíció elemi minősége szerint történik. Ennek alapján négy csoportot különböztetünk meg:

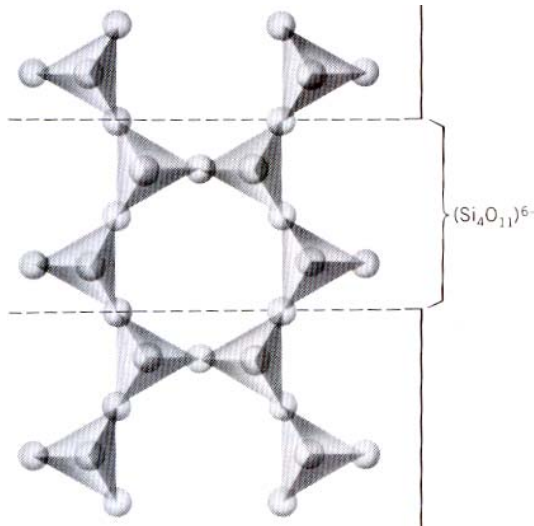
1/ $(\text{Ca} + \text{Na})_{\text{B}} < 1$, illetve $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Li})_{\text{B}} > 1$: ezek alkotják a **Mg-Fe-Mn-Li csoportot**.

2/ $(\text{Ca} + \text{Na})_{\text{B}} \geq 1$, illetve $\text{Na}_{\text{B}} < 0,5$: ezek a **Ca csoportba** tartoznak.

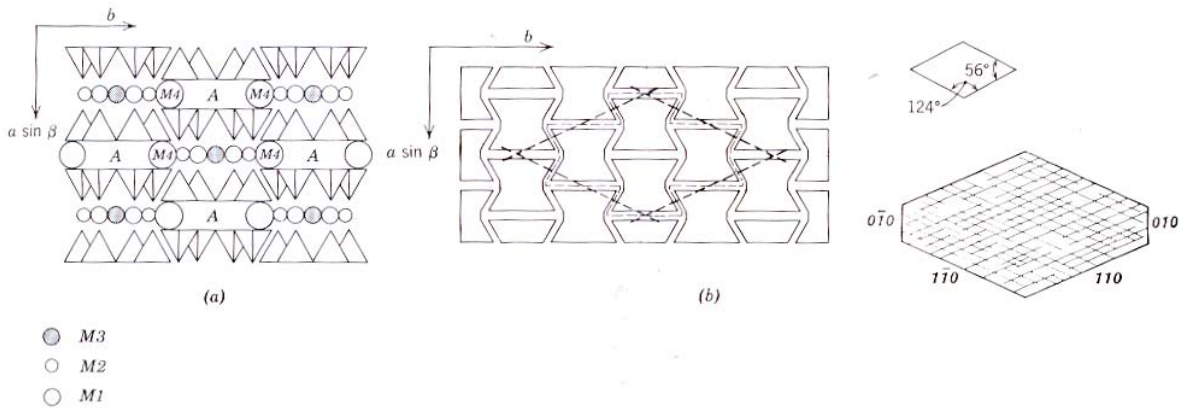
3/ $(\text{Ca} + \text{Na})_{\text{B}} \geq 1$, illetve Na_{B} 0,5 és 1,5 közötti érték: ezek a **Na-Ca csoport** tagjai.

4/ $\text{Na}_{\text{B}} \geq 1,5$: ezek a **Na csoportba** tartoznak.

A természetben az egyes kationpozíciókban – a fenti kationokat alapul véve – sokféle helyettesítés lehetséges. Ezért a csoportokon belül a szélső tagok megállapítása – a kémiai elemzést alapul véve – kétdimenziós diagramok segítségével lehetséges (Si – $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$ diagramok) (...ábra). A jelenlegi nevezéktan közel 60 amfibol ásványt tartalmaz szélső tagként, idealizált kémiai képlettel. Ebből az következik, hogy ha nem rendelkezünk kvantitatív kémiai elemzésekkel – csak például optikai adatokkal –, akkor nem tudunk a mai nevezéktan megfelelő, fajsztínt elnevezéseket adni a vizsgált amfibolnak. Hasonló az eset az azbeszt megjelenésű amfibolokkal is, ahol kémiai elemzés hiányában csak azt tudjuk jelezni, hogy ásványunk amfibolazbeszt.



Részlet egy amfibol szalagszerű szerkezetéből, szaggatott vonallal jelölve egy Si_4O_{11} egység.



Vázlat egy monoklin amfibol szerkezetéből az M1, M2 és M3 kationhelyekkel (c-tengelyre merőleges nézet) (a); Jellegzetes hasadási irányok amfibolokon (szaggatott vonallal jelölve a szerkezeti vázlaton, illetve egy kristály c-tengelyre merőleges metszetén) (b).

Magnézium-vas-mangán-lítium amfibolok

A rombos rendszerbe tartozó tagok három sorozatot alkotnak, ezek: antofillit, gèdrit és holmquistit sorozat. A monoklin rendszerben kristályosodó tagok két sorozatot alkotnak, ezek: cummingtonit-grunerit és klinoholmquistit sorozat. Zömmel metamorf kőzetek elegyrészeként jelennek meg, de sokkal ritkábbak a kalcium amfiboloknál.

antofillit	$\square(Mg,Fe^{2+})_7[Si_8O_{22}](OH)_2$	rombos
ferroantofillit	$\square(Fe^{2+},Mg)_7[Si_8O_{22}](OH)_2$	rombos
nátriumantofillit	$Na(Mg,Fe^{2+})_7[AlSi_7O_{22}](OH)_2$	rombos
gèdrit	$\square(Mg,Fe^{2+})_5Al_2[Al_2Si_6O_{22}](OH)_2$	rombos
holmquistit	$\square Li_2Mg_3Al_2[Si_8O_{22}](OH)_2$	rombos

Antofillit $(Mg,Fe^{2+})_7[Si_8O_{22}](OH)_2$

Krist.: rombos. Prizmás kristályai ritkák és szinte soha nem termináltak. Vaskos tömegei általában finom szalás-rostos vagy durva rudas szerkezetűek, esetenként tús-sugaras elrendeződéssel. Olykor azbeszt megjelenésű. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. igen jó; $K = 5,5-6$; S

= 2,85–3,57 (a vastartalommal nő); világosbarna (szegfűbarna), sötétbarna, világoszöld, szürke; üveg- vagy selyemfényű; áttetsző, átlátszatlan. **Tércsop.:** Pnma. a = 18,55; b = 18,02; c = 5,28; Z = 4. **Pol.mikr.:** szintelen, optikailag kéttengelyű, negatív vagy pozitív (a Fe/Mg aránytól függ). **Kém.:** a Na, Ca, Al gyakran és nagyobb mértékben, míg a Mn, Ti kis mértékben helyettesítenek. Ezek a helyettesítések átvezetnek a csoport más ásványai irányába. **Földt.-előf.:** legtöbbször metamorf vagy metasomatikus folyamatok során jön létre, egyes kristályos palák jellegzetes elegyrésze. Bázisos, ultrabázisos magmatitokból képződő szerpentinitekben is otthonos. Esetenként kontakt metamorfitekhez kapcsolódik. Néhány lelőhely: Miskolc-Lillafüred; Rudária, Gyalár, Oravicabánya, Újmoldova, Bánság (RO), Jolsva, Breznicska (SK), Norvégia, Finnország, Skócia. **Ásv.társ.:** tremolit, cordierit, aktinolit, korund, szerpentinásványok. **Felh.:** azbeszt megjelenésű változatait hő- és hangszigetelésre használják.

Kalcium amfibolok

Ebbe a csoportba azok a monoklin amfibolok tartoznak, amelyekben $(Ca + Na)_B \geq 1$, illetve $Na_B < 0,5$. Ide tartoznak a régebben „hornblende” (vagy „közönséges amfibol”) névvel illetett ásványok. Magmás és metamorf kőzetek roppant elterjedt kőzetalkotó ásványai.

tremolit	$\square Ca_2 Mg_5 [Si_8 O_{22}] (OH)_2$	monoklin
aktinolit	$\square Ca_2 (Mg, Fe^{2+})_5 [Si_8 O_{22}] (OH)_2$	monoklin
ferroaktinolit	$\square Ca_2 (Fe^{2+}, Mg)_5 [Si_8 O_{22}] (OH)_2$	monoklin
magneziorhornblende	$\square Ca_2 (Mg, Fe^{2+})_4 Al [AlSi_7 O_{22}] (OH)_2$	monoklin
ferrohornblende	$\square Ca_2 (Fe^{2+}, Mg)_4 Al [AlSi_7 O_{22}] (OH)_2$	monoklin
pargasit	$NaCa_2 Mg_4 Al [Al_2 Si_6 O_{22}] (OH)_2$	monoklin
hastingsit	$NaCa_2 (Fe^{2+}, Fe^{3+})_4 [Al_2 Si_6 O_{22}] (OH)_2$	monoklin
kaersutit	$NaCa_2 (Mg, Fe)_4 Ti [Al_2 Si_6 O_{22}] (OH, O)_2$	monoklin
edenit	$NaCa_2 Mg_5 [AlSi_7 O_{22}] (OH)_2$	monoklin

Tremolit $\square Ca_2 Mg_5 [Si_8 O_{22}] (OH)_2$

Aktinolit $\square Ca_2 (Mg, Fe^{2+})_5 [Si_8 O_{22}] (OH)_2$

Krist.: monoklin. Kristályaik rövid vagy nyúlt prizmásak, csak ritkán termináltak. Uralkodó formák: {100}, {110}, {010}, {101} és {001}. Sokkal gyakoribbak finom szálas-rostos vagy durva rostos-rudas, sokszor sugaras elrendeződésű halmazaik. Gyakoriak a mikroméreteken szálas, nemezserű, vaskos tömegei is. Egyszerű vagy lemezes ikrek {100} sz. elterjedtek. **Fiz.:** hasadása {110} sz. igen jó; törése szálkás, a szálak ridegek vagy rugalmasak; K = 5–6; S = 2,89–3,44; szintelen, fehér, szürke, zöldesszürke (tremolit); zöld, sötétzöld, zöldesfekete (aktinolit); üvegfényű, selyemfényű (azbeszt megjelenés), viaszfényű (nefrit). **Tércsop.:** C2/m. a = 9,84–9,92; b = 18,02–18,24; c = 5,27–5,31; $\beta \sim 104^\circ$ (a vastartalomtól függ). Z = 4. **Pol.mikr.:** a tremolit alapvetően szintelen, nem pleokroós, míg az aktinolit zöld és pleokroós; mindkettő optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** teljes szilárd oldatsor ismert a tremolit, aktinolit és ferroaktinolit között. Gyakoribb helyettesítő kationok: Cr, Mn, Ti, Fe^{3+} , míg a (OH)-csoportot F helyettesítheti. **Vált.:** bisszolit / amiant (finom szálas halmazok), nefrit (vaskos, mikroméreteken szálas, nagy szívósságú), hegyibőr / hegyiparafa (mikroméreteken szálas, borszerű vagy parafaszerű), uralit (tremolitból és/vagy aktinolitból álló átalakulási termék, piroxénekből képződik), grammatit (tremolit szinonim elnevezése). **Földt.-előf.:** termális és regionális metamorfitek jellegzetes elegyrészei. A tremolit dolomitok termális metamorfózisa alkalmával képződik legnagyobb mennyiségben (a kisebb metamorf fokozatokban), azonban a magasabb fokozatokban már instabil, helyette diopszid jön létre. Az aktinolit vasban gazdagabb környezetben hasonló módon képződhet, de sokkal elterjedtebb

ultrabázisos kőzetek kisméretű regionális metamorfózisa során létrejött kőzetekben (például zöldpala, glaukofánpala). Egyes metamorfitekban (például amfibolit) hornblende-ásványokkal társul. A tremolit fontosabb lelőhelyei: Macskamező, Gyergyóvasláb, Vaskő, Dognácska, Rézbánya, Vöröstorony (RO), Val di Tremola (I), St.Gotthard, Zermatt (CH). Az aktinolit fontosabb lelőhelyei: Bódva-völgy, Bükk (gabbró átalakulásából); Rudária, Gyalár, Márga, Bánság (RO), Zillertal, Pfitschtal, Knappenwand (A), Kína, Tajvan (nefrit). **Ásv.társ.:** grosszulár, andradit, kalcit, flogopit, wollastonit (tremolit); glaukofán, epidot, zoisit, klorit, albit (aktinolit).

Felh.: az azbeszt megjelenésű változatokat számos iparág használja különböző szigetelési célokra, illetve a vegyipar kémiai szűrőanyagként. A nefrit ősidők óta ismert díszítő, kisebb szobrokat, illetve ékszereket készítenek belőle.

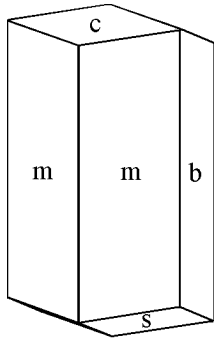
Magneziorhornblende $\square\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_4\text{Al}[\text{AlSi}_7\text{O}_{22}](\text{OH})_2$

Ferrohornblende $\square\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+},\text{Mg})_4\text{Al}[\text{AlSi}_7\text{O}_{22}](\text{OH})_2$

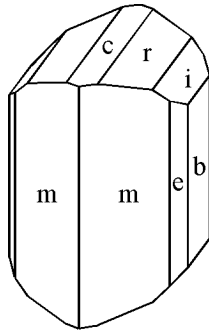
Krist.: monoklin. Kristályai zömök vagy nyúlt prizmásak. Uralkodó formák: {100}, {110}, {010}, {101} és {001}. A kristályok a {010} és {110} formák hasonló mértékű kifejlődése esetén álhexagonális keresztmetszetűek. Gyakoriak a következő megjelenései: sugaras, rostos-szálás, vagy durva szemcsés, pátos halmazok, párhuzamos összenövés. Egyszerű vagy lemezes ikrei {100} sz. nem ritkák. Sokszor monoklin piroxénnel orientált összenövéseket képez. **Fiz.:** hasadása {110} sz. kiváló, {100} és {010} sz. rossz, inkább elválás tapasztalható; rideg; $K = 5-6$; $S = 3,02-3,45$; sötétzöld, sötét barnászöld, fekete; karcolási pora halvány szürkészöld; üvegfényű, áttetsző, átlátszatlan. **Tércsop.:** $C2/m$. $a \sim 9,9$; $b \sim 18$; $c \sim 5,3$; $\beta \sim 105^\circ$ (a rácsállandók változnak a vastartalommal), $Z = 2$. **Pol.mikr.:** zöld, általában erősen pleokroos; optikailag kéttengelyű, pozitív vagy negatív (az optikai jellemzők a vastartalomtól függően változnak). **Kém.:** a hornblende-ásványok kémiai rokonsága a kalcium-csoport más ásványaival a ... ábrán látható. Teljes szilárd oldatsor létezik a hornblende-, tremolit- és pargasit-sorozat között, illetve ritkábban a tschermakit- és edenit-sorozat irányába. Mivel csak kvantitatív kémiai elemzéssel lehet pontos nevet adni ezeknek az ásványoknak, ezért a hornblende név ma is használatos (ha legalább optikai vizsgálattal alá van támasztva), és ha helyesen értelmezzük az ásványfajra vonatkozó kategóriát. Néhány jellemző helyettesítő elem: Na, K, Fe^{3+} , Ti és Mn. **Vált.:** közönséges amfibol, zöldamfibol, oxiamfibol, bazaltos amfibol (a mai nevezéktanok nehezen megfeleltethető, elavult elnevezések).

Földt.-előf.: széles hőmérséklet-nyomás viszonyok között képződhetnek. Általános elterjedtek intermedier (szienit, diorit, andezit, dácit), illetve sokszor bázisos (bazalt, gabbró) magmás kőzetekben: Börzsöny, Mátra, Bükk, Tokaji-hg. Magmás kőzetek piroxénje legtöbbször amfibolokká (részben hornblende-ásványokká) alakulhat át. Gyakran képződnek regionális metamorfitekban a zöldpala-fáciestől a granulit-fáciesig (kisméretű fokozattól a nagyfokúig), legfontosabb ilyen kőzetek: amfibolit, amfibolpala, amfibolgneisz: Keleti- és Déli-Kárpátok. **Ásv.társ.:** apatit, magnetit, cirkon, piroxének, biotit (mágmas kőzetek), klorit, aktinolit, epidot, titanit, almandin (metamorf kőzetek).

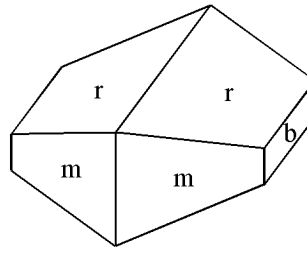
Felh.: néhány hornblende ásványokban gazdag kőzetet díszítőként hasznosítanak.



a.



b.



c.

Amfibol-kristályok: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $e\{130\}$, $i\{031\}$, $r\{011\}$, $s\{-111\}$.

Nátrium-kalcium amfibolok

Azok a monoklin amfibolok tartoznak ide, melyeknél $(Ca + Na)_B \geq 1$, illetve Na_B 0,5 és 1,5 közötti érték. Kemizmusuk alapján átmenetet alkotnak a kalciumos és nátriumos csoport között. Magmás és metamorf kőzetek ritkább amfibol ásványai, részletesebb tárgyalásuktól eltekintünk.

winchit	$CaNa(Mg, Fe^{3+})_4Al[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin
barroisit	$CaNaMg_3AlFe^{3+}[AlSi_7O_{22}](OH)_2$	monoklin
richterit	$NaCaNa(Mg, Fe^{3+})_5Al[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin
katophorit	$NaCaNa(Fe, Mg)_4(Fe^{3+}, Al)[AlSi_7O_{22}](OH)_2$	monoklin

Nátrium amfibolok („alkáli-amfibolok”)

Ebbe a csoportba azok a monoklin amfibolok tartoznak, melyekben $Na_B > 1, 5$. Alkáliákban gazdag magmás kőzetek, illetve metamorfitek jellegzetes elegyrészei.

glaukofán	$\square Na_2Mg_3Al_2[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin
ferroglaukofán	$\square Na_2Fe^{2+}_3Al_2[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin
riebeckit	$\square Na_2Fe^{2+}_3Fe^{3+}_2[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin
magnezioriebeckit	$\square Na_2Mg_3Fe^{3+}_2[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin
eckermannit	$NaNa_2(Mg, Fe^{2+})_4Al[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin
arfvedsonit	$NaNa_2Fe^{2+}_4Fe^{3+}[Si_8O_{22}](OH)_2$	monoklin

Glaukofán $\square Na_2Mg_3Al_2[Si_8O_{22}](OH)_2$

Krist.: monoklin. Prizmás vagy léces kristályok, a prizmazóna lapjai sokszor erősen rostozottak. Általában vastos, szemcsés, rostos tömegek. Egyszerű és lemezes ikrek $\{100\}$ sz. elterjedtek. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó; $K = 5-6$; $S = 3,02-3,42$; szürke, szürkéskék, levendulakék; karcolási pora szürke, kékesszürke; áttetsző, átlátszatlan; üvegfényű. **Tércsop.:** $C2/m$. $a = 9,53$; $b = 17,75$; $c = 5,30$; $\beta = 103,5^\circ$; $Z = 2$. **Pol.mikr.:** levendulakék; erősen pleokroós, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** az elméleti összetételnek megfelelő glaukofán a természetben gyakorlatilag nem ismeretes, mert mindig tartalmaz több-kevesebb Fe^{2+} -t (átmenet a ferroglaukofán felé). A Mg-nak Fe^{2+} általi helyettesítésével párhuzamosan általában Fe^{3+} helyettesíti az Al-t.

Földt.-előf.: jellegzetesen metamorf ásvány, alapvetően a glaukofán-fácies ásványa: Jakobeni (RO), Szepes-Gömöri-érchg. (SK) glaukofánpalái. Alkáliákban gazdag amfibolitokban,

gneiszekben és eklogitokban is előfordul. **Ásv.társ.:** epidot, klorit, titanit, sztilpnomelán, lawsonit, jadeit.

Riebeckit $\square\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_3\text{Fe}^{3+}_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$

Krist.: monoklin. Prizmás vagy léces kristályai legtöbbször hosszanti irányban rostozottak.

Általában szemcsés, durva rostos, vagy finom rostos (azbesztszerű) tömegek. Egyszerű és lemezes ikrek $\{100\}$ sz. elterjedtek. **Fiz.:** hasadása $\{110\}$ sz. jó; K = 5–6; S = 3,02–3,42; szürkéskék, sötétkék, fekete; karcolási pora szürke, szürkéskék; áttetsző, átlátszatlan;

üvegfényű, az azbesztszerű megjelenésű változat selyemfényű. **Tércsop.:** C2/m. a = 9,53; b =

17,75; c = 5,30; $\beta = 103,5^\circ$; Z = 2. **Pol.mikr.:** kék, kékeszöld; erősen pleokroós, optikailag

kéttengelyű, negatív, ritkán pozitív. **Kém.:** legfontosabb helyettesítés $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Mg}$, mely

átvezet a magnezioriebeckit irányába. További gyakoribb helyettesítő kationok: K, Mn, Ca.

Vált.: krokidolit / kékazbeszt (azbeszt megjelenésű), tigrisszem / sólyomszem (oxidált riebeckitek, túlnyomórészt kvarccal kicserélődve).

Földt.-előf.: főleg Na-ban gazdag intruzív magmás kőzetekben (gránit, szienit, nefelinszienit):

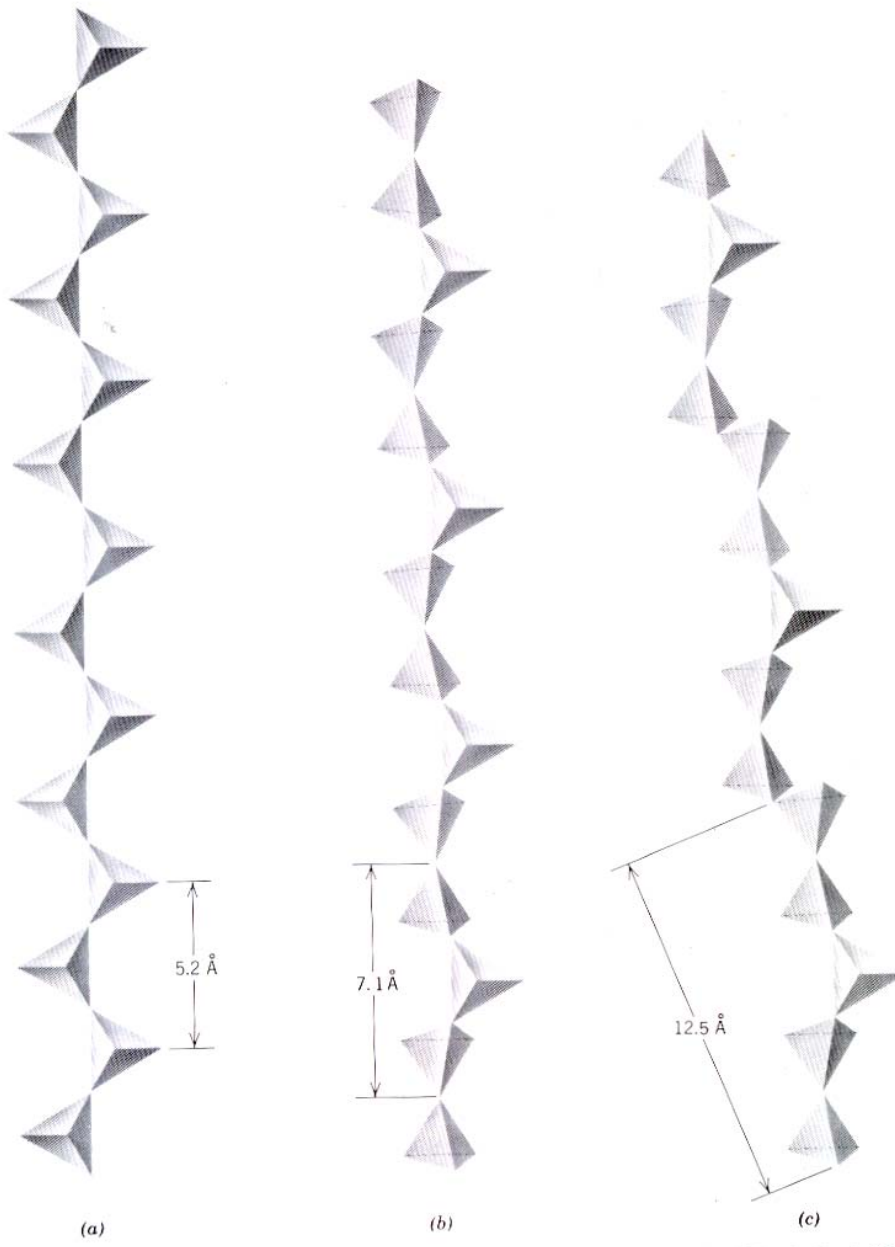
Narssarssuk (Grönland), Nigéria, Jemen, Dél-Afrikai Közt. Egyes metamorf kőzetekben is megjelenik. **Ásv.társ.:** nefelin, káliföldpátok, arfvedsonit, cirkon, egirin.

Felh.: az azbeszt megjelenésű változatokat szigetelési célokra, a kvarccal kicserélődött változatokat díszítőkként és ékkőként használják.

Piroxenoidok

A piroxénekhez hasonlóan a szerkezetben oktaéderesen koordinált kationok helyezkednek el az SiO_3 -egységekből álló láncok között, azonban a láncok periodicitása a piroxénétől nagyobb. Amíg a piroxénekben 2-es, addig a piroxenoidokban a szilikátláncok 3-as, vagy annál nagyobb tetraéder periodicitásúak (...ábra). Jellemző különbség még, hogy a láncok hossziránya a *b*-tengellyel párhuzamos (nem a *c*-tengellyel, mint a piroxéneknél). A láncoknak a piroxénénél alacsonyabb szimmetriája miatt a piroxenoidok a triklin rendszerben kristályosodnak. Szerkezetükben a tetraéder kation legtöbbször csak a Si, az oktaéderesen koordinált kationok főleg: Ca, Mn^{2+} , Al, Na és Fe^{2+} .

A piroxenoidok hasadása a szerkezetnek megfelelően gyakran szilánkos, megjelenésük sokszor finom szálas-rostos. Mivel ezek általában ritkább ásványok, közülük részletesebben csak két gyakoribbat mutatunk be. A 3-as periodicitású, egyes láncú wollastonitot, illetve az 5-ös periodicitású rodonitot.



SiO₃-láncok piroxéneknben (a) és piroxenoidokban: wollastonit (b) és rodonit (c).

Hármas periodicitású, egyes láncú piroxenoidok

wollastonit	$\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$	triklin és monoklin
bustamit	$\text{Ca}_3(\text{Mn,Ca})_3(\text{Si}_3\text{O}_9)_2$	triklin
pektolit	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Si}_3\text{O}_8\text{OH})$	triklin
sérandit	$(\text{Mn,Ca})_2\text{Na}(\text{Si}_3\text{O}_8\text{OH})$	triklin

Wollastonit $\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$

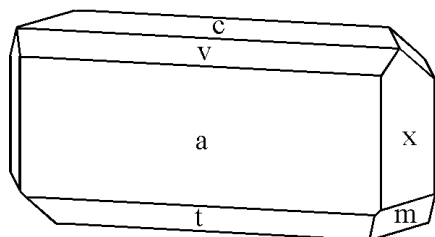
Krist.: triklin és monoklin. Ritka kristályai nyúlt prizmásak vagy táblás-léces alkatúak. Uralkodó formák: {100}, {010}, {101} és {001}. Általában vaskos, durva szemcsés, finom rostos, durva rudas-prizmás, esetenként pátos jellegű halmazok. **Fiz.:** hasadása {100} sz. kiváló, {001} és {-102} sz. jó; törése egyenetlen, szilánkos; K = 4,5–5; S = 2,86–3,09; fehér,

szürke, világosbarna, halványzöld, halvány rózsaszín; üvegfényű, a kiváló hasadás lapjain gyöngyházfényű, finom rostos megjelenése selyemfényű; átlátszó, áttetsző. **Tércsop.:** számos polimorfja ismeretes. P-1; a = 7,92; b = 7,32; c = 7,06; $\alpha = 90^\circ$; $\beta = 95,2^\circ$; $\gamma = 103,4^\circ$. Z = 6.

Pol.mikr.: szintelen, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** legtöbbször igen tiszta, csak kevés Mn^{2+} és Fe^{2+} helyettesítheti a Ca^{2+} -ot. **Vált.:** táblapát (szinonim elnevezés).

Földt.-előf.: kontakt metamorf eredettel fordul elő legtöbbször savanyú intruzív magmatitok és mészkő vagy dolomit kontaktusán: Polgárdi, Recsk; Dognácska, Csiklova, Rézbánya (RO), Crestmore, Kalifornia (USA), Jeffrey-bánya, Asbestos (CAN). Magmás kőzetek karbonátos xenolitjaiban hasonló eredetű: Uzsa, Zalahaláp; Vezúv (I), Mull-sz. (Skócia). Ritkábban az amfibolit- és granulit-fácies kőzeteiben is megjelenik. **Ásv.társ.:** diopszid, grosszulár, andradit, vezuvián, kalcit.

Felh.: széles körben a kerámia iparban. Finom-szálal változataival azbesztet helyettesítenek, különféle szigetelési célokból.



Wollastonit: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $x\{120\}$, $y\{101\}$, $t\{-101\}$, $m\{-122\}$; táblás termet.

Ötös periodicitású, egyes láncú piroxenoidok

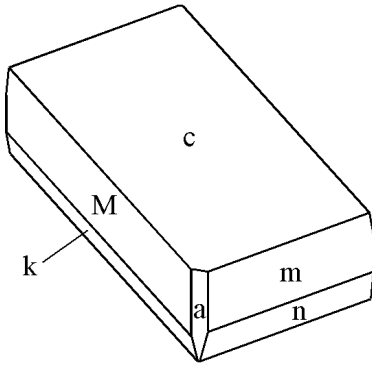
rodonit	$(Mn,Ca)_5(Si_5O_{15})$	triklin
babingtonit	$Ca_2(Fe^{2+},Mn)Fe^{3+}(Si_5O_{14}OH)$	triklin
nambulit	$(Li,Na)Mn_4(Si_5O_{14}OH)$	triklin

Rodónit $(Mn,Ca)_5(Si_5O_{15})$

Krist.: triklin. Kristályai $\{001\}$ sz. táblásak, vagy a $\{001\}$, $\{1-10\}$ és $\{110\}$ formák hasonló arányú kifejlődése esetén kockaszerűek. Általában azonban vaskos, durva vagy finom szemcsés, illetve pátos halmazokként jelenik meg. **Fiz.:** hasadása $\{1-10\}$ és $\{110\}$ sz. kiváló, $\{001\}$ sz. jó; törése egyenetlen, K = 5,5–6,5; S = 3,55–3,76; rózsaszín, húsvörös, barnászvörös, (mállás miatt felülete gyakran fénytelen, sötétbarna vagy fekete); üvegfényű, a kiváló hasadási lapon gyöngyházfényű; áttetsző, átlátszatlan. **Tércsop.:** P-1. a = 7,54; b = 11,78; c = 6,66; $\alpha = 92,6^\circ$; $\beta = 94,3^\circ$; $\gamma = 105,7^\circ$. Z = 2. **Pol.mikr.:** szintelen vagy halvány rózsaszín, optikailag kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** számos helyettesítő elem ismeretes, közöttük a gyakoribbak: Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn és Al. A vas- és Ca-tartalom növekedése a babingtonit, míg a vastartalom növekedése a bustamit és piroxmangit felé jelez átmenetet, azonban a rodonit és az előbbi ásványok között csak korlátozott szilárd oldatsor létezik.

Földt.-előf.: legtöbbször kovásodással kísért regionális metamorf folyamatok során képződik, általában rodokrozit, vagy Mn-oxidok metamorfózisával: Jakobeni, Delinyest (RO), Csucsom (SK), Pajsberg (S), Ural-hg. (RUS), Kuruman (Dél-Afrikai Közt.), Franklin, New Jersey (USA). Hidrotermás ércesedésekben járulékos ásványként jelenik meg: Kapnikbánya, Nagyág (RO), Huanzala (Peru). **Ásv.társ.:** tefroit, bustamit, piroxmangit, rodokrozit (metamorf társulásban); kalcit, kvarc, szfalerit, galenit, tetradrit (hidrotermás társulásban).

Felh.: a mangán fontos nyersanyaga. Díszítőköiipari célokra, illetve ékkőként is hasznosítják.



Rodonit: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $M\{1-10\}$, $m\{110\}$, $n\{2-21\}$, $k\{221\}$; táblás termet.

Átmeneti szerkezetek az ino- és filloszilikátok között

Szerkezetük átmenetet képez az ino- és filloszilikátok között, tehát szilikátláncokat és a láncok összekapcsolódásával előálló szilikátrétegeket egyaránt tartalmaznak. Néhány ásványt sorolunk ide, melyek között legfontosabb a prehnit.

Prehnit $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Krist.: rombos. Kristályai zömök prizmásak vagy táblásak, melyek sokszor csoportosulnak legyezős (kakastaréj alakú) vagy gömbös aggregátumokba. Gyakran formáz bekérgezéseket, gömbös-vesés vagy cseppköves aggregátumokat. **Fiz.:** hasadása $\{001\}$ sz. jó, $\{110\}$ sz. gyenge; törése egyenetlen; $K = 6-6,5$; $S = 2,90-2,95$; színtelen, fehér, halványsárga, halványzöld, halvány rózsaszín; üvegfényű, a jó hasadási lapon gyöngyházfényű; áttetsző, átlátszó. **Tércsop.:** $P2cm$. $a = 4,65$; $b = 5,49$; $c = 18,52$; $Z = 2$. **Pol.mikr.:** színtelen; optikailag kéttengelyű, pozitív. **Kém.:** csekély változások ismertek az összetételben, a gyakoribb helyettesítő elemek: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn , Mg , Na és K .

Földt.-előf.: bázisos és ritkábban intermedier magmatitok üregeiben, repedéseiben kései kiválású ásványként ismert leginkább: Szarvaskő, Recsk; Alpok (CH-A-I), Dunbarton, Stirling (Skócia), Dekkán-fennsík (India), Bergen Hill és Paterson, New Jersey (USA). Kontakt metamorfózist szenvedett mészkövekben, illetve a zöldpala-fácies közeteiben is otthonos. A nagyon kisfokú metamorfózis jellemző indikátora pumpellyittel együtt: Bükk; Déli-Kárpátok. **Ásv.társ.:** pektolit, datolit, pumpellyit, laumontit, heulandit.

Felh.: esetenként ékkőnek dolgozzák fel.