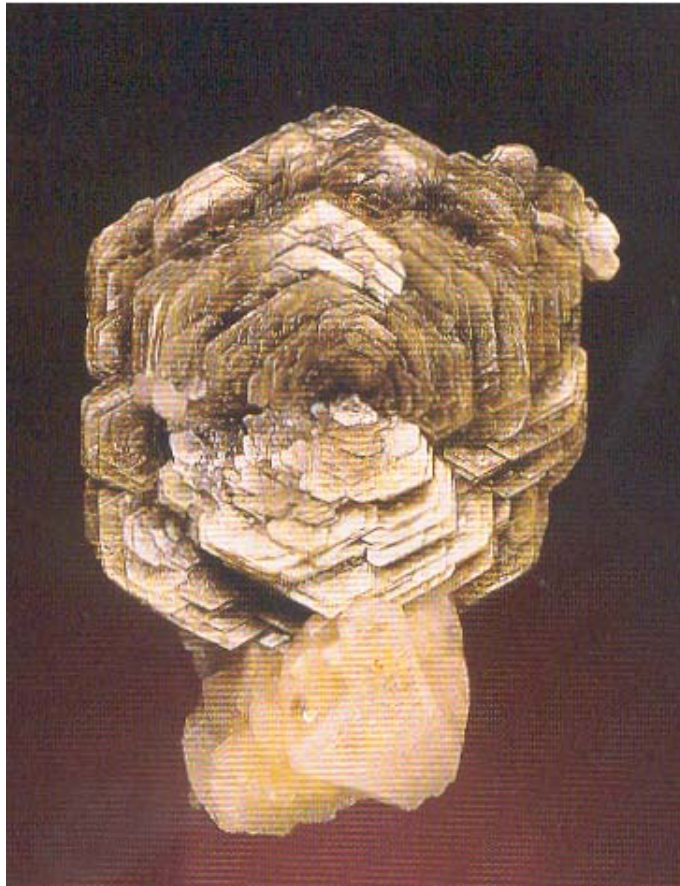


**SZAKÁLL SÁNDOR**  
**ÁSVÁNYRENDSZERTAN**

**A kristályrajzokat készítette: Fehér Béla**

**Kilencedik rész: Szilikátok 3.  
(Filloszilikátok)**



## IX. F. alsztály. Filloszilikátok

A földkéregben számos magmás és metamorf kőzet uralkodó kőzetalkotói közé tartoznak a filloszilikátok (vagy rétegszilikátok). Jelentőségüket tovább növeli az a tény, hogy ezeknek a kőzeteknek a mállása során is nagy tömegben képződnek (elsősorban piroxének, amfibolok, földpátok, illetve kőzetüvegek átalakulásából). A legkülönbözőbb talajtípusok ásványos komponensei között szinte mindig megtalálhatók. Jelenlétük ebben az esetben a növényvilág szempontjából nagy fontosságú, hiszen a talaj például a filloszilikátok segítségével tartja meg a vizet száraz időjárási periódusokban. Az atmoszféra gázainak megtartásában is nagy szerepük van. Végeredményben az élővilág jelenléte, sőt minősége, nagymértékben az adott helyen előforduló filloszilikátoktól függ.

Az amfibolok kettős láncában megismert kapcsolódás elve szerint, ha az  $\text{SiO}_4$ -tetraéderek két irányban kapcsolódnak össze, **végtelen réteg** jön létre, melynek **gyöke** ( $\text{Si}_2\text{O}_5$ )<sup>2-</sup> (...ábra). A töltések kiegyenlítésére ehhez a tetraédes réteghez kationok, illetve ezeken keresztül további rétegek kapcsolódhatnak. A rétegek váltakozásával kialakuló **réteggkomplexum** tagjainak száma attól függ, hogy mikor következnek be vegyérték-kiegyenlítődés. Ilyen módon többféle réteggkomplexum létrejöhet, melyek közös tulajdonságai: réteggkomplexumokkal párhuzamos kitérő hasadás, kis keménység, kis sűrűség. Megjelenésük a szerkezetnek megfelelően pikkelyes-leveles, kristályaik lemezesek, vékony táblásak, a pikkelyek többnyire rugalmasak, ritkábban merevek. Megjegyzendő, hogy a filloszilikátok nem kis részénél ezek a sajátságok makroszkóposan nem figyelhetők meg (csak elektronmikroszkóppal), mert a kristályok mérete roppant kicsi, néhány  $\mu\text{m}$  vagy nm nagyságú. Ezeket a rétegszilikátokat **agyagásványoknak** is nevezzük, mert agyagkőzetek uralkodó kőzetalkotói.

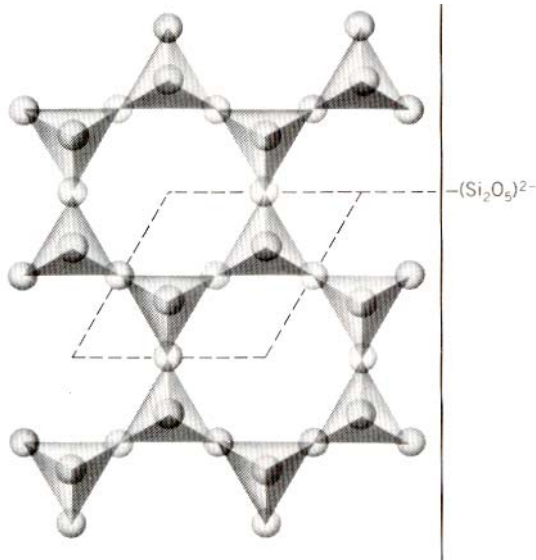
A kőzetalkotó rétegszilikátokban minden tetraéderekből összeálló réteg 6-os gyűrűkből áll. Ezért legtöbbször álhexaszögletes megjelenésük a filloszilikátok kristályai. A 6-os gyűrűk közepén, az apikális oxigének síkjában, (OH)-csoportok foglalnak helyet (...ábra). Amikor kationok kapcsolódnak a tetraédes rétegekhez, egyenlő távolságban vannak két szomszédos tetraéder csúcán lévő oxigéntől (ezeket nevezik apikális oxigéneknek) és a (OH)-csoporttól. Ezzel meghatározzák egy  $\text{MO}_6$ -oktaéder egyik lapját (ahol M legtöbbször Mg, Fe és Al lehet). Amikor az  $\text{MO}_6$ -oktaéderekből, illetve  $\text{SiO}_4$ -tetraéderekből álló rétegek egymáshoz kapcsolódnak megkapjuk a kaolinit (ha  $M = \text{Al}$ ), illetve a lizardit (ha  $M = \text{Mg}$ ) szerkezetét. Az oktaédes rétegben lévő kationok legtöbbször két vagy három vegyértékűek. Ha két vegyértékűek (például  $\text{Fe}^{2+}$ , Mg), akkor a réteg a brucitéhoz hasonló, melyben minden kationhely betöltött. Egy olyan réteget, ahol minden egyes O-atomot és (OH)-csoportot 3 kation övez – mint a brucit szerkezetében – **trioktaédesnek** nevezzük. Amikor viszont az oktaédes rétegben három vegyértékű kationok vannak (Al,  $\text{Fe}^{3+}$ ), minden hármas kationhelynél egy nincs betöltve, mint a gibbsitnél. Ezeknél tehát minden O-atomot és (OH)-csoportot csak két kation övez, ezeket nevezük **dioktaédesnek**.

A tetraédes és oktaédes rétegek egymásutánjából vázlatosan levezethetők a legfontosabb filloszilikát csoportok. Legegyszerűbb az egy oktaédes (brucit-típusú) és egy tetraédes rétegből álló lizardit-szerkezet: a **trioktaédes t-o réteggkomplexum**. Ezzel egyenértékű, de **dioktaédes t-o réteggkomplexum** a kaolinité, melyet egy oktaédes (gibbsit-típusú) és egy tetraédes réteg alkot. Mindkét esetben a t-o réteggkomplexumokat egymással gyenge hidrogén-kötések kötik össze. Ebből a két legegyszerűbb szerkezetből levezethetjük a többi, bonyolultabb szerkezetet. Ha például az oktaédes réteg másik oldalán is megjelenik egy tetraédes réteg, akkor **t-o-t réteggkomplexumot** kapunk, ilyen a talk és pirofillit szerkezete. Építsük tovább a t-o-t szerkezeti sémát. Tegyük föl, hogy a tetraédes rétegben minden negyedik Si-t Al helyettesít. Ebben az esetben – tekintettel arra, hogy az Al három vegyértékű – egy negatív töltéstöbblet jelentkezik a t-o-t rétegek felületén. Ezt fogják kiegyenlíteni a hármas réteggkomplexumok között elhelyezkedő, ún. **réteggközi kationok**. Ezeket nevezük **valódi csillámoknak**. A **szmektit** szerkezete pedig a pirofillitből származtatható, melyeknél **víz-molekulákat tartalmazó réteg** van a t-o-t réteggkomplexumok között.

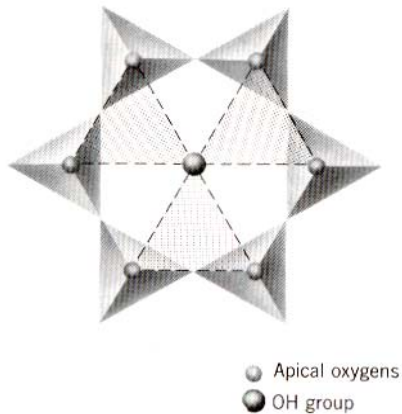
Az eddigiek alapján az oktaédes és tetraédes rétegek közötti – bizonyos szabályok szerinti – geometriai illeszkedés alapján tárgyalunk néhány filloszilikát szerkezetet. Vannak azonban olyan filloszilikátok, ahol jelentősen sérül ez a jó illeszkedés a két réteg között. Ez jellemzi a **szerpentinásványokat**. Ez a „sérülés” eredményezi az antigorit redős, illetve a krizotil hengersizűvé váló szerkezetét.

A filloszilikátok csoportosításának egyik fontos szempontja – mint fentebb láthattuk – az oktaédes és tetraédes rétegek geometriája. Valójában azonban az oktaéderekből és tetraéderekből álló réteggkomplexumok geometriája és kemizmus egyaránt adja a gyakoribb filloszilikát ásványok csoportosításának alapját. Az alábbiakban a következő sorrendben mutatjuk be a legfontosabb csoportokat:

- A. Csillám-típusú réteggkomplexumok, tetraédes és oktaédes rétegekkel
  - Pirofillit-talk-csoport
  - Csillám-csoport
  - Szmektit-csoport
  - Klorit-csoport
- B. Kaolinit-típusú réteggkomplexumok, tetraédes és oktaédes rétegekkel
  - Kaolinit-szerpentin-csoport
- C. Egyéb filloszilikátok.



Rétegszilikátok  $\text{SiO}_4$ -tetraéderekből összekapcsolódott egy rétege, szaggatott vonallal jelölve egy  $\text{Si}_2\text{O}_5$  egység.

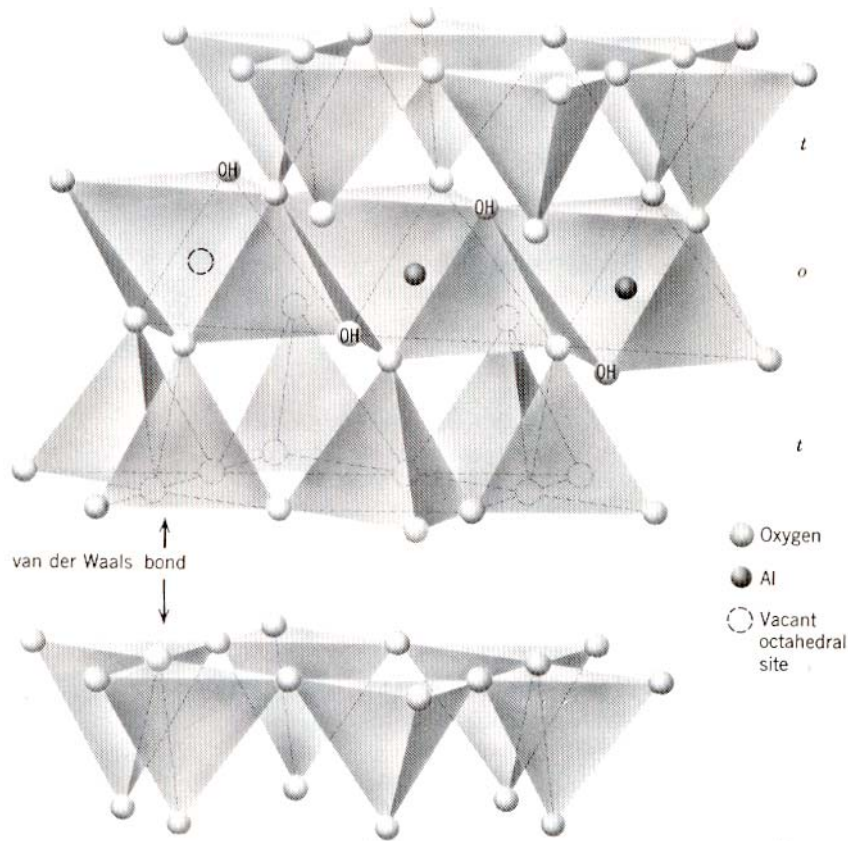


Torzulásmentes hexagonális gyűrű ábrázolása (kiemelve egy rétegből), megjelölve az apikális oxigének és (OH)-csoport.

## A. Csillám-típusú rétegkomplexumok, tetraédes és oktaédes rétegekkel

### Pirofillit–talk-csoport

Szerkezetükben két tetraédes réteg között egy oktaédes réteg helyezkedik el, ezek együtt alkotnak egy **t-o-t rétegkomplexumot**. Az oktaédes réteg a talk esetén brucit-típusú, míg a pirofillitnél gibbsit-típusú. A talknál minden oktaédes pozíció betöltött, míg a pirofillitnél minden harmadik oktaéder középpontja betöltetlen (trioctaédes és dioctaédes szerkezeti típusok). A t-o-t rétegkomplexumok semlegesek és stabil szerkezet alkotnak további t-o-t rétegkomplexumokkal való összekapcsolódással. Ezeket azonban csak gyenge van der Waals kötőerők kötik össze egymással. Ez okozza a csoport ásványainak kis keménységét, rétegkomplexumokkal párhuzamos kitűnő hasadását, felszínük zsíros tapintását. A talk és a pirofillit Mg-, illetve Al-gazdag kőzetek kistökű metamorfózisa során képződik legnagyobb mennyiségben.



A pirofillit szerkezetének részlete a t-o-t rétegkomplexummal.

<b>pirofillit</b>	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	<b>triklin, monoklin</b>
ferripirofillit	$\text{Fe}^{3+}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	monoklin
<b>talk</b>	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	<b>triklin, monoklin</b>
minnesotait	$(\text{Fe},\text{Mg})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	triklin

**Pirofillit**  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

**Krist.:** triklin, monoklin. Pikkelyes, legyezős halmazok, illetve lemezes kristályok sugaras elrendeződésben. Vaskos, finom szemcsés, olykor szalonnaszerű tömegek. **Fiz.:** {001} sz. kitűnően hasad, a hasadási lemezek hajlíthatók, de nem rugalmasak, zsíros tapintású;  $K = 1-2$ ;  $S = 2,7-2,9$ ; áttetsző, átlátszatlan; fehér, vajszerű, halványzöld, barna; a hasadási lapon enyhén gyöngyházfényű. **Tércsop.:** triklin, C-1;  $a = 5,16$ ;  $b = 8,96$ ;  $c = 9,34$ ;  $\alpha = 91,18^\circ$ ;  $\beta = 100,46^\circ$ ;  $\gamma = 89,64^\circ$ ;  $Z = 2$ . monoklin, C2/c;  $a = 5,13$ ;  $b = 8,91$ ;  $c = 18,60$ ;  $\beta = 100,02^\circ$ ;  $Z = 4$ . **Pol. mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** kevés  $\text{Fe}^{2+}$  és  $\text{Fe}^{3+}$  beépülése ismert oktaéderez pozíciókban. **Vált.:** agalmatolit (vaskos, finom szemcsés).

**Földt.-előf.:** Al-gazdag üledékek (pélitok, bauxitok) kisméretű metamorfózisa során, illetve Al-Si-gazdag kőzetek magas hőmérsékletű hidrotermás átalakulása során képződik, sokszor ércesedéseket kíséri: Pázmánd; Kapnikbánya, Oravica, Rézbánya, Nagyág (RO), Selmechánya, Végleskálnok (SK). Progresszív metamorfózis során rendszerint kaolinit  $\rightarrow$  pirofillit  $\rightarrow$  kianit kiválási sorrend érvényesül. Fontosabb lelőhelyei metamorfitokban Skandináviában, az Alpokban, az Uralban és Kínában vannak. **Ásv.társ.:** diaszpor, alunit, kaolinit (hidrotermás képződményekben), kianit, muszkovit, almandin (metamorf kőzetekben).

**Felh.:** töltőanyag festékekben, kozmetikumokban (a kereskedelemben talknak nevezett anyagok nem kis része valójában pirofillit); tűzálló kerámiaipar, hő és elektromos szigetelések; díszítőkő.

**Talk**  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

**Krist.:** triklin. Leveles, pikkelyes, rostos halmazok, illetve vaskos, finom szemcsés tömegek. Álhexaszonalis táblás kristályai nagyon ritkák. Gyakran képez pszeuromorfózákat forsterit, ensztatit és más Mg-gazdag szilikátok után. **Fiz.:** {001} sz. kitűnően hasad, a hasadási lemezek hajlíthatók, de nem rugalmasak, zsíros tapintású (zsírkő);  $K = 1$ ;  $S = 2,58-2,83$ ; átlátszó, áttetsző; fehér, vajszerű, zöld, barna; zsírfényű, a hasadási lapon gyöngyházfényű. **Tércsop.:** C-1;  $a = 5,29$ ;  $b = 9,17$ ;  $c = 9,46$ ;  $\alpha = 90,46^\circ$ ;  $\beta = 98,68^\circ$ ;  $\gamma = 90,09^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol. mikr.:** színtelen, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:**  $\text{Fe}^{2+}$  és  $\text{Fe}^{3+}$  beépülése ismert oktaéderez

pozíciókban. A több mint 15% FeO jelenléte átmenetet jelez a talk vastartalmú analógja, a minnesotait felé.

**Vált.:** zsírkő, szappankő (vaskos, finom szemcsés), szteatit (szinonim elnevezés).

**Földt-előf.:** Mg-gazdag bázisos és ultrabázisos kőzetek kistékű metamorfózisa során, illetve kontakt metamorfózist szenvedett dolomitokban fordul elő. Szerpentinitek átalakulásának gyakori terméke: Felsőcsatár, Gyód, Helesfa; Hnyustya, Veszverés (SK), számos lelőhely a Bánságban és Pojana Ruszka-havasokban (RO). Kontakt metamorf képződményekben: Recsk; Vaskő (RO). **Ásv.társ.:** szerpentinásványok, tremolit, magnezit, dolomit.

**Felh.:** töltőanyag festékekben, kozmetikumokban; textilipar, gumigyártás; tűzálló kerámia ipar; hő és elektromos szigetelések; díszítőkö.

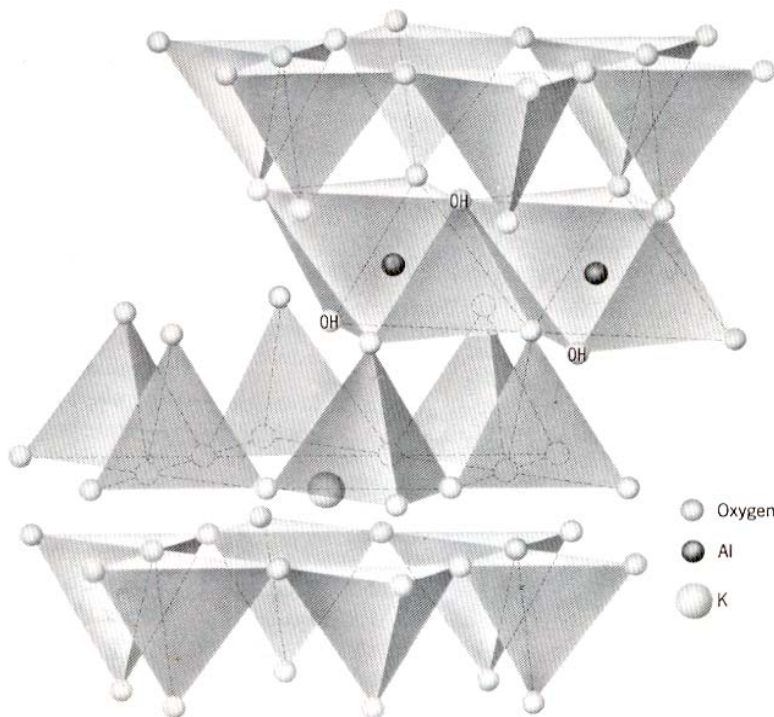
### Csillám-csoport

Szerkezetükben két tetraédes réteg között egy oktaédes réteg található (t-o-t szerkezet). A tetraédes réteg 6-os gyűrűből áll össze. Ez a három réteg együtt alkot egy réteggkomplexumot. Végül a réteggkomplexumokat réteggközi kationok kötik össze. Ennek oka, hogy a tetraédes rétegben a Si egy részét Al helyettesíti, így viszont negatív töltéstöbblet jelentkezik a t-o-t réteggkomplexumok felületén. A teljes sorozat így a csillámoknál a következő: ...I t-o-t I t-o-t I t-o-t I...

A csillámok egyszerűsített általános képlete:  $IM_{2,3}\square_{1,0}T_4O_{10}A_2$ , ahol a pozíciókat általában az alábbi kationok és anionok töltik be: I = K, Na, Ca, Ba; M = Li,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , Mg, Al, Ti, Cr;  $\square$  = üres hely; T = Al,  $Fe^{3+}$ , Si, Ti, A = F, OH. Az egyes pozíciókban az ionátmérőnek és a koordinációs készségnek megfelelően számos helyettesítés lehetséges. Az alábbiakban részletezendő fajok – idealizált kémiai képletekkel – szélső tagokat jelentenek.

A mai nevezéktanban a csillámokat a réteggközi kationok (vagy más megfogalmazásban, az I pozícióban lévő kationok) minősége alapján az alábbi alcsoportokra osztjuk: 1/ **Valódi csillámok**, ha a réteggközi kationoknak több, mint az 50%-a egy vegyértékű (az I pozícióban elsősorban K és Na van); 2/ **Merevcsillámok**, ha a réteggközi kationoknak több, mint 50%-a két vegyértékű (az I pozícióban főleg Ca található); 3/ **Réteggközi kation-hiányos csillámok**, ha a rétegek közötti pozitív töltés 0,85 és 0,6 között van.

A csillámok csoportosítása történhet még az M pozícióban lévő ionok számának függvényében: így lehetnek dioktaédes és trioktaédes csillámok. **Dioktaédes a csillám**, ha kevesebb mint 2,5 oktaédes koordinációjú kationt tartalmaz egy szerkezeti egységben (vagy más megfogalmazással, a három oktaédes pozícióból kettő van elfoglalva általában három vegyértékű kationokkal). **Trioktaédes a csillám**, ha több, mint 2,5 oktaédes koordinációjú kationt tartalmaz egy szerkezeti egységben (mindhárom oktaédes pozíció el van foglalva általában két vegyértékű kationokkal).



**A muszkovit szerkezetének részlete a t-o-t réteggkomplexummal és a két oktaédes réteg közötti nagyméretű, réteggközi kationnal.**

## Valódi csillámok

Szerkezetükben a tetraédes rétegben általában minden negyedik Si-t Al helyettesíti (a kivételek közé tartozik például a szeladonit és rokonsága). Emiatt egy negatív töltéstöbblet jelentkezik a t-o-t réteggkomplexumok felületén. Ezt egyenlítik ki a réteggkomplexumok között elhelyezkedő réteggközi kationok. A gyakori csillámoknál a réteggközi kationok a K és Na. Szerkezetüknek, illetve a réteggkomplexumok közötti gyenge van der Waals kötőerőknek megfelelően a valódi csillámok a {001} szerint kitűnően hasadnak. Ez egyben translációs sík is. Ha a hasadási lapra merőlegesen hegyes tűt helyezünk és arra gyenge ütést mérünk, jellegzetes, hatágú csillagszerű ütési idom keletkezik. A valódi csillámok kis keménységűek és kis sűrűségűek. Általában pikkelyes-leveles aggregátumokként jelennek meg, kristályaik álhexaszagonális táblák, lemezek. Egyes pikkelyeik rugalmasak (könnyen hajlíthatók és az erőhatás megszűnése után visszatérnek eredeti helyzetükbe). A valódi csillámok elterjedt kőzetalkotó ásványok. Elsősorban metamorf, kisebb mértékben magmás kőzetek, illetve törmelékes üledékek elegyrészei.

## Dioktaédes sorozat

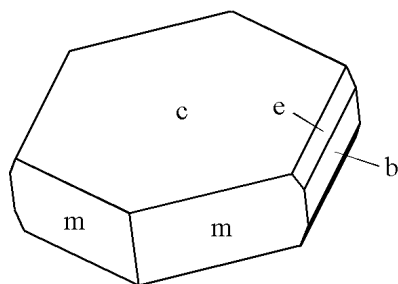
<b>muszkovit</b>	$\text{KAl}_2\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	<b>monoklin</b>
boromuszkovit	$\text{KAl}_2\text{[BSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
krómfillit	$\text{KCr}_2\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
roscoelit	$\text{KV}_2\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
<b>paragonit</b>	$\text{NaAl}_2\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	<b>monoklin</b>
<b>szeladonit</b>	$\text{KFe}^{3+}\text{Mg[Si}_4\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	<b>monoklin</b>
ferroszeladonit	$\text{KFe}^{3+}\text{Fe}^{2+}\text{[Si}_4\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
ferroaluminoszseladonit	$\text{KAlFe}^{2+}\text{[Si}_4\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
aluminoszseladonit	$\text{KAlMg[Si}_4\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin

### Muszkovit $\text{KAl}_2\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$

**Krist.:** monoklin. Kristályai álhexaszagonális vékony táblás, ritkábban oszlopos termetűek. Fontosabb formák: {001}, {-111}, {221} és {010}. Ikrek a csillám-törvény szerint. Sokkal gyakoribb leveles-táblás aggregátumok, illetve finom pikkelyes halmazok formájában. **Fiz.:** hasadása {001} sz. kitűnő, a hasadási lemezek rugalmasak;  $K = 2-2,5$ ;  $S = 2,77-2,88$ ; átlátszó, áttetsző; színtelen, ezüstösen fehér, szürke, barna, zöld; üvegfényű, a hasadási felület gyöngyházfényű. **Tércsop.:** C2/c;  $a = 5,19$ ;  $b = 9,02$ ;  $c = 20,10$ ;  $\beta = 95,78^\circ$ ;  $Z = 4$ . **Pol. mikr.:** színtelen, a színesebb változatok enyhén pleokroosak; optikailag általában kéttengelyű, negatív. **Kém.:** roppant változatos helyettesítések ismertek a tetraédes és oktaédes rétegekben, illetve a réteggközi pozíciókban egyaránt. Ezek a részleges vagy folyamatos elegyedések számos esetben átvezetnek más dioktaédes, sőt trioktaédes csillámok felé. A fontosabb helyettesítések, réteggközi pozíciókban: Na, Rb, Ba; oktaédes rétegekben: Li,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , (barna szín),  $\text{Mn}^{2+}$  (rózsaszín),  $\text{Cr}^{3+}$  (smaragd zöld szín),  $\text{V}^{3+}$  (olajzöld szín); tetraédes rétegekben: Mg,  $\text{Fe}^{2+}$ , B. **Vált.:** szericit (finom pikkelyes), fengit (Si : Al arány nagyobb, mint 3 : 1), fuchsit (smaragd zöld, Cr-tartalmú), öllacherit (Ba-tartalmú).

**Földt.-előf.:** elterjedt csillám gránitokban, granodioritokban, pegmatitokban (itt a legnagyobb méretű, 1–2 m-es vagy 80 tonnás kristályok): Sopron, Fertőrákos; Macskamező, Párva, Terego, Voislova (RO), Magas-Tátra (SK-PL), Kis-Kárpátok (SK), Alpok (CH-I-A), Ural (RUS), Svédország, India, Brazília. Közösége elegyrésze számos metamorfítának (fillit, csillámpala, gneisz), ahol elsősorban a premetamorf üledékekben lévő illit és szericit átkristályosodásának a terméke. Más szilikátok (kianit, andaluzit, cordierit, földpátok) mállása során is gyakran képződik. Szericit változata káliföldpátok és plagioklászok hidrotermás elbontódása során jön létre, kis mennyiségben nagy elterjedtségű. Másodlagosan, törmelékes üledékes kőzetekben (homokkő, homok), főként szericit változata jelenik meg. **Ásv.társ.:** kvarc, ortoklász, biotit (granitoidokban, metamorfítokban), lepidolit, szpodumen, turmalin, berill (pegmatitokban), szericit, illit, kevert rétegű szilikátok (üledékes kőzetekben).

**Felh.:** elektromos és hőszigetelés; csillogását kihasználva: építőiparban, durván porítva vakolatba keverve; hasonló célból nyomdászatban és festészetben. Régen ablaküveg helyett használták.



**Muskovit:**  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $e\{011\}$ ; táblás termet.

**Paragonit**  $\text{NaAl}_2\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$

**Krist.:** monoklin. Leveles, finom pikkelyes halmazokként, olykor vastos tömegekként ismert. **Fiz.:** hasadása  $\{001\}$  sz. kitűnő, a hasadási lemezek rugalmasak;  $K = 2,5$ ;  $S = 2,78-2,90$ ; átlátszó, áttetsző; színtelen, halvány sárga, világosbarna; üvegfényű, a hasadási felület gyöngyházfényű. **Tércsop.:**  $C2/c$ ;  $a = 5,12$ ;  $b = 8,89$ ;  $c = 19,27$ ;  $\beta = 94,35^\circ$ ;  $Z = 4$ . **Pol. mikr.:** színtelen, optikailag általában kéttengelyű, negatív. **Kém.:** az Al-t az oktaéderes pozícióban kevés Mg és  $\text{Fe}^{3+}$  helyettesítheti. A Na-t korlátozott mértékben K és Ca (nincs teljes elegyedés a muszkovit irányába).

**Földt.-előf.:** regionális metamorfítok széles képződési skálájában megjelenhet (fillit, csillámpala, gneisz): Szendrői- és Upponyi-hegység, Alpok (CH-I), Ural (RUS). Másodlagosan, törmelékes üledékes kőzetekben (homokkő, homok) is megtalálható. Feltehetően sokkal gyakoribb, mint gondoljuk, csak sokszor szericitként vagy muszkovitként határozzák meg. **Ásv.társ.:** klorit, kloritoid, szericit (nagyon kisfokú és kisfokú metamorfítokban), muszkovit, kianit, sztaurolit, almandin (közepes fokú és nagyfokú metamorfítokban).

**Szeladonit**  $\text{KFe}^{3+}\text{Mg[Si}_4\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$

**Krist.:** monoklin. Földes tömegek, porózus bevonatok, melyek parányi pikkelyek halmazai. **Fiz.:** a pikkelyek hasadása  $\{001\}$  sz. kitűnő,  $K = 2$ ;  $S = 2,95-3,05$ ; áttetsző, földes tömegei átlátszatlanok; szürkészöld, kékeszöld, zöld; földes tömegei fénytelenek, pikkelyei üvegfényűek. **Tércsop.:**  $C2/m$ ;  $a = 5,22$ ;  $b = 9,04$ ;  $c = 10,19$ ;  $\beta = 100,43^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** zöld, pleokroizmusos erős; optikailag kéttengelyű, negatív. **Vált.:** veronai zöld (lelőhelye Verona). **Kém.:** az oktaéderes pozíciókban viszonylag széles sávban változhat a  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  és Mg aránya, itt legtöbbször az Al is megjelenik. Az említett elemek arányának jelentős változása átvezet az aluminoszeldonit, ferroszeldonit és ferroaluminoszeldonit irányába.

**Földt.-előf.:** széles elterjedésű bazaltos és intermedier vulkanitok repedéseiben, hólyagüregeiben lévő kései kiválások között: Mátrakeresztes, Erdőhorváti; Piemont-régió (I), Csehország, Izland, Feröer-szigetek. Esetenként üledékes környezetben is megjelenik, talán jelezve az egykori vulkáni tevékenységet: Úrkút.

**Ásv.társ.:** kvarc (kalcedon), montmorillonit, opál, nontronit, zeolitok.

**Felh.:** az ókortól napjainkig festéköldként alkalmazzák.

### Trioktaéderes sorozat

#### Biotit-sor

A sor szélső tagjai a flogopit, annit, sziderofillit és eastonit, melyek közül csak az elterjedtebb annitot és flogopitot mutatjuk be részletesebben.

flogopit	$\text{KMg}_3\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
annit	$\text{KFe}_3\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
sziderofillit	$\text{K(Fe}^{2+}_2\text{Al)[Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin
eastonit	$\text{K(Mg}_2\text{Al)[Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$	monoklin

**Flogopit**  $\text{KMg}_3\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$

**Krist.:** monoklin. Kristályai álhexagonális vékony táblás, ritkábban oszlopos termetűek. Fontosabb formák:  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{-111\}$ ,  $\{221\}$  és  $\{010\}$ . Gyakran fordul elő leveles-pikkelyes halmazokként. **Fiz.:** hasadása  $\{001\}$  sz. kitűnő, lemezes kristályai rugalmasak;  $K = 2-2,5$ ;  $S = 2,76-2,98$ ; sárgásbarna, vörösbarna, barna, zöld, olykor bronzszerűen csillogó, karcolási porának színe fehér; áttetsző, átlátszatlan; üveg- vagy gyöngyházfényű, a hasadási felület gyöngyházfényű. **Tércsop.:**  $C2/m$ ;  $a = 5,30$ ,  $b = 9,19$ ,  $c = 10,15$ ,  $\beta = 100,08^\circ$ ,  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** halványsárga, pleokroós, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a Mg-nak vas általi helyettesítése révén folyamatos izomorf elegysor van a flogopit és az annit között. Az oktaéderes pozíciókban az alábbi helyettesítések a gyakoribbak:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ . A rétegekzi kationnál a K-t főként Na, Ca és Ba helyettesítheti. Az (OH)-pótaniont különösen metamorf környezetben F helyettesíti.

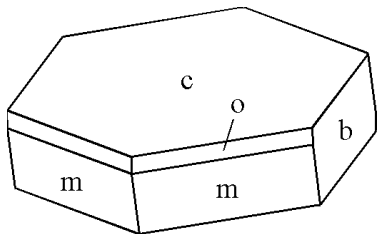
**Földt.-előf.:** elterjedt ásvány bázisos és alkáli magmás kőzetekben: Pákozd, Balatonmáriafürdő. Gyakori elegyrésze Mg-gazdag kontakt és regionális metamorfiteknek: Vihnye (SK), Vaskő, Rézbánya, illetve a Déli-Kárpátok számos lelőhelye (RO). **Ásv.társ.:** amfibol, leucit, spinell (magmatitokban), drávit (regionális metamorfitekben), diopszid, tremolit, forsterit (kontakt metamorfitekben).

**Felh.:** elektromos és hőszigetelés.

**Annit**  $\text{KFe}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  (az itt közölt adatok nagyjából a biotitra vonatkoznak, tekintettel arra, hogy a legtöbb, korábban biotitként nevezett csillám, az új nevezéktan szerint annit)

**Krist.:** monoklin. Kristályai álhexagonális vékony táblás, ritkábban prizmás termetűek. A prizmalapok erősen rostozottak. Fontosabb formák:  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{-111\}$ ,  $\{221\}$  és  $\{010\}$ . A  $\{10-1\}$ ,  $\{132\}$   $\{1-32\}$  hasonló mértékű kifejlődése révén ábramódozó termetű kristályokként jelenik meg. Ikerösszenövés a csillámtörvény szerint gyakori. Gyakoriak leveles halmazai, pikkelyei, számos kristály párhuzamos összenövéséből összeálló, könnyvlapokhoz hasonló aggregátumai. **Fig.:** hasadási  $\{001\}$  sz. kitűnő; lemezei rugalmasak;  $K = 2,5-3$ ;  $S = 2,7-3,4$ . fekete, zöldesfekete, sötétbarna, barna (mállásnak indulva sárga, aranyserűen csillogó - macskaarany), karcolási porának színe fehér vagy halványbarna; áttetsző, átlátszatlan; üvegfényű, a hasadási felület kissé gyöngyházfényű. **Tércsop.:**  $C2/m$ ;  $a = 5,38$ ,  $b = 9,32$ ,  $c = 10,26$ ,  $\beta = 100,63^\circ$ ,  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** halványsárga, pleokroizmus erős és az összetétellel változik: sárga-vörösbarna; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a vasnak Mg általi helyettesítése révén folyamatos izomorf elegy sor létezik az annit és flogopit között. A természetben éppen a köztes tagok az általánosan elterjedtek (a tulajdonképpen biotit). Ezzel ellentétben korlátozott szilárd oldatsor a muszkovit irányába. Gyakoribb helyettesítések az oktaédes pozíciókban:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Li}^{1+}$ , a rétegekzi kation esetében, a K helyett: Na, Ca, Ba, Rb. Az (OH)-pótaniont F helyettesítheti. **Vált.:** manganofillit (Mn-tartalmú), lepidomelán (fekete, magas vastartalmú), **Földt.-előf.:** a legváltozatosabb földtani környezetben (széles nyomás-hőmérséklet tartományok között) képződő, és emiatt a leggyakoribb csillám. Elsősorban savanyú és intermedier magmás kőzetekben (gránit, granodiorit, riolit, dácit, andezit), illetve ezek piroklasztitjaiban otthonos: Velencei-hg., Cserhát, Mátra, Bükkalja, Tokaji-hg. Kontakt és regionális metamorfitekben is nagy elterjedésű (szaruszirt, kristályos palák, gneisz): Velencei-hg., Soproni-hg., Mecsek. Mállás során törmelékeny üledékekben jelenik meg (színe kifakul), de ezekben nem annyira elterjedt. **Ásv.társ.:** amfibolok, földpátok, kvarc (magmatitokban), cordierit, muszkovit, sillimanit, földpátok (metamorfitekben).

**Felh.:** elektromos és hőszigetelés.



**Biotit:**  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $o\{111\}$ ; táblás termet.

**Lepidolit-sor**  $\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$

**Krist.:** monoklin. Kristályai álhexagonális táblás, ritkábban prizmás termetűek. A prizmalapok erősen rostozottak. Fontosabb formák:  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{-111\}$ ,  $\{221\}$  és  $\{010\}$ . Gyakoribbak leveles halmazai, pikkelyei, illetve számos kristály párhuzamos összenövéséből összeálló, könnyvlapok sorakozásához hasonló aggregátumai. Olykor zónásan vagy epitaxiásan muszkovittal nő össze. Iker a csillám-törvény szerint. **Fig.:** hasadási  $\{001\}$  sz. kitűnő; lemezei rugalmasak;  $K = 2,5-3,5$ ;  $S = 2,8-2,9$ ; szürke, kékesszürke, halványibolya, ibolyás rózsaszín, halványsárga; karcolási pora fehér; áttetsző-átlátszó; üveg- vagy gyöngyházfényű, a hasadási felület gyöngyházfényű. **Tércsop.:**  $C2/m$ ;  $a = 5,21$ ,  $b = 9,01$ ,  $c = 10,14$ ,  $\beta = 100,77^\circ$ ,  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** színtelen, igen gyengén pleokroos; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a lepidolit-sor két szélső tagja között (polilitionit,  $\text{K}(\text{Li}_2\text{Al})[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$  – trilitionit,  $\text{K}(\text{Li}_{1,5}\text{Al}_{1,5})[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$ ) teljes az elegyedés, hasonlóképpen a muszkovittal is. Ezzel szemben csak részleges elegyedés létezik a Mg-, Fe- és Mn-tartalmú Li-csillámok irányába. Az ibolyás szín mélységét alapvetően a  $\text{Mn} : \text{Fe}^{3+}$  arány határozza meg, viszont a vas jelenléte inkább sárgás és barnás színeket idézi elő. A rétegekzi kation pozíciójában a K-t némiképp Na, Rb és Cs helyettesítheti. A pótanionokat tekintve az F mindig nagyobb mint az OH.

**Földt.-előf.:** gránitpegmatitokban és magas hőmérsékletű hidrotermás folyamatok során (greizenekben) képződik leggyakrabban: Veszvén (SK), Lotru-hg. (RO), Rožna (CZ), Elba-sz. (I), Murszinka, Ural (RUS), Black Hills, Dél-Dakota; Pala, Kalifornia (USA), Brazília, Madagaszkár. **Ásv.társ.:** szpodumen, zinnwaldit, elbait, berill, topáz, fluorit, kassziterit.

**Felh.:** a lítium egyik fontos nyersanyaga; üvegyártás, kerámiaiparban mázak készítése.



## Merevcsillámok

Szerkezetük a valódi csillámokétól lényegileg abban különbözik, hogy a rétegek közötti kation-pozícióban kétvegyértékű kationok foglalnak helyet. Ez leggyakrabban  $\text{Ca}^{2+}$ , ritkábban  $\text{Ba}^{2+}$ . Mivel ezek a rétegek közötti kationok ionos kötéssel kapcsolódnak a rétegekhez, a rétegek közelebb kerülnek egymáshoz. Emiatt a lemezek rugalmassága gyakorlatilag megszűnik (merevcsillámok), keménységük és sűrűségük is nagyobb, mint a valódi csillámoké. Két legfontosabb ásványuk a margarit  $\text{CaAl}_2[(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$  és a clintonit  $\text{CaMg}_2\text{Al}[(\text{Al}_3\text{SiO}_{10})(\text{OH})_2]$ . Kristályos palákban és kontakt metamorf képződményekben otthonosak. Részletesebb tárgyalásuktól eltekintünk.

## Rétegek közötti kation-hiányos csillámok

Alapvetően csillámszerű, t-o-t szerkezetű rétegek komplexumokat alkotnak. Rétegek közötti pozíciókban számos kationt tartalmaznak. Mivel kevesebb alkálifém kationt tartalmaznak, mint a valódi csillámok (képletegységenként 0,6–0,85), ezért gyengébb a rétegek közötti összetartás, illetve kisebb a szabályosság a rétegek egymásutánjában. Jellemző a kálium jelenléte rétegek közötti helyzetben. Szerkezeti szempontból sajátos, közbülső helyet foglalnak el a valódi csillámok és a talk–pirofillit csoport között. Makroszkóposan földes, agyagszerű vagy finom pikkelyes megjelenésűek. Kristályaik és szemcséik nagysága csupán 2–6  $\mu\text{m}$ . Az agyagásványok közé tartoznak. Üledékes kőzetek, nagyon kismértékű metamorfitek és talajok fontos komponensei.

**Glaukonit-sor**  $(\text{K},\text{Na})_{0,6-0,85}(\text{Fe}^{3+},\text{Al},\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_2[(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

**Krist.:** monoklin. Finom szemcsés, földes, gömbszerű vagy szabálytalan, legömbölyödött felszínű aggregátumok. Ritkábban pikkelyes halmazok. Olykor parányi méretű kagylók, csigák házáat tölti ki, vagy a ház alakul át glaukonittá. **Fiz.:** hasadása {001} sz. kitűnő; K = 2; S = 2,4–2,9; sárgászöld, kékesszöld, zöld; áttetsző, átlátszatlan; zsírfényű vagy fénytelen. **Tércsop.:** C2/m; a = 5,23; b = 9,06; c = 10,16;  $\beta = 100,5^\circ$ , Z = 2.

**Pol.mikr.:** halványzöld, pleokroizmusa gyenge; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a rétegek közötti kationhelyek sokszor nincsenek betöltve. Az oktaéderes rétegben a  $\text{Fe}^{3+}/\text{Al}$  arány általában 3 : 1; itt  $\text{Fe}^{2+}$ , Mg, illetve kis mértékben Mn, Ni, Ti helyettesítés lehetséges. (A jelenlegi nevezéktan szerint a glaukonit név ásványsort jelöl, melynek szélső tagjait még nem jelölték ki).

**Földt.-előf.:** jellegzetes üledékes ásvány, elsősorban sekélytengerekben, feltehetően redukáló viszonyok között keletkezik. Legtöbbször homokkővekben, mészkővekben, márgákban finom hintésként jelenik meg.

Homokkővekben: Salgótarján–Szécsény térsége, Pétervársára, Istenmezeje, Rudabánya; mészkővekben: Pénzeskút, Bakonybél, Tokod, Szomód. Már kis mértékű jelenléte zöldes színt kölcsönöz a kőzetnek (zöldkő / zöldföld). **Ásv.társ.:** goethit, kalcit, illit.

**Felh.:** ioncserélőképességét víztisztításra használják; régebben festékföldként is alkalmazták.

**Illit-sor**  $(\text{K},\text{Na})_{0,6-0,85}\text{Al}_2[(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

**Krist.:** monoklin. Finom szemcsés, földes, szemcséi, pikkelyes kristályai roppant kicsik, 2–5  $\mu\text{m}$ -esek. Gyakran kloritokkal, szmektitekkel kevert rétegű szerkezeteket alkot. Szerkezete alapvetően a muszkovittal rokon. **Fiz.:** hasadása {001} sz. kitűnő; K = 1–2; S = 2,79–2,8; fehér, szürkésfehér, szürkészöld; fénytelen vagy viaszfényű.

**Tércsop.:** C2/m; a = 5,19–5,22; b = 8,95–9,02; c = 9,95–10,44;  $\beta = 94,87-95,18^\circ$ ; Z = 2, 4. **Pol.mikr.:** szintelen; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** eléggé összetett, a rétegek közötti kation pozíciókban a K és Na mellett Ca jelenik meg. Az oktaéderes pozíciókban az Al-t elsősorban  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  és Mg helyettesítheti. Kisebb (%-os) mértékben Ti, Mn, Ca, Cr, illetve (ppm nagyságrendben) Ba, Sr, V, B, Cu, Pb, Rb stb. elemeket mutattak ki belőle. (A jelenlegi nevezéktan szerint az illit név ásványsort jelöl, melynek szélső tagjait azonban még nem jelölték ki).

**Vált.:** hidrocillám (szinonim elnevezés), hidromuszkovit (átmeneti képződményt jelöl a muszkovit és illit között), sárospatakit (szmektit közberetegzést tartalmaz).

**Földt.-előf.:** változatos környezetben, képződésénél fogva számos ásvánnyal rendkívül szoros együttesben jelenik meg. Felszíni mállás során elsősorban káli-földpátokból, hidrotermás elbontódási folyamatoknál főként csillámokból és káli-földpátokból képződik. Piroklasztikumokból hidrotermás elbontódással képződött nemesagyagtelepeken található nagyobb, kőzetalkotó tömegei: Füzéradvány, Mád, Rátka. Diagenetikus folyamatoknál gyakran szmektitek újrakristályosodási terméke. Széles elterjedésű üledékes kőzetekben (agyag, márga, mészkő), illetve nagyon kismértékű metamorfitekben (agyagpala, fillit). Kismértékű metamorfitekben nagyobb mértékű muszkovittá alakul át. **Ásv.társ.:** csillámok, földpátok, kaolinit, montmorillonit, vermikulit.

**Felh.:** kerámaipar, tűzálló kerámiák; kozmetikai ipar, talajjavítás, környezetvédelem.

## Szmektit-csoport

Szerkezetük csillámszerű, alapvetően a pirofillithez (szaponit és rokonsága esetén a talkhoz) hasonló, tehát t-o-t szerkezetű rétegek komplexumokból áll, de lényeges különbség, hogy rétegek közötti helyzetben számos kationt és vizet tartalmaznak. A rétegek közötti kationok lazán kötött helyzetűek, ennek köszönhetően könnyen

kicszerélhetők. Kationhelyettesítések mellett mind a tetraéderez, mind az oktaéderez rétegekben gyakoriak. A víztartalom változó lehet, esetenként két rétegben helyezkedik el a molekuláris víz. A csoport ásványainak egyszerűsített, általános képlete:  $A_{0,33}M_{2-3}(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$ , ahol

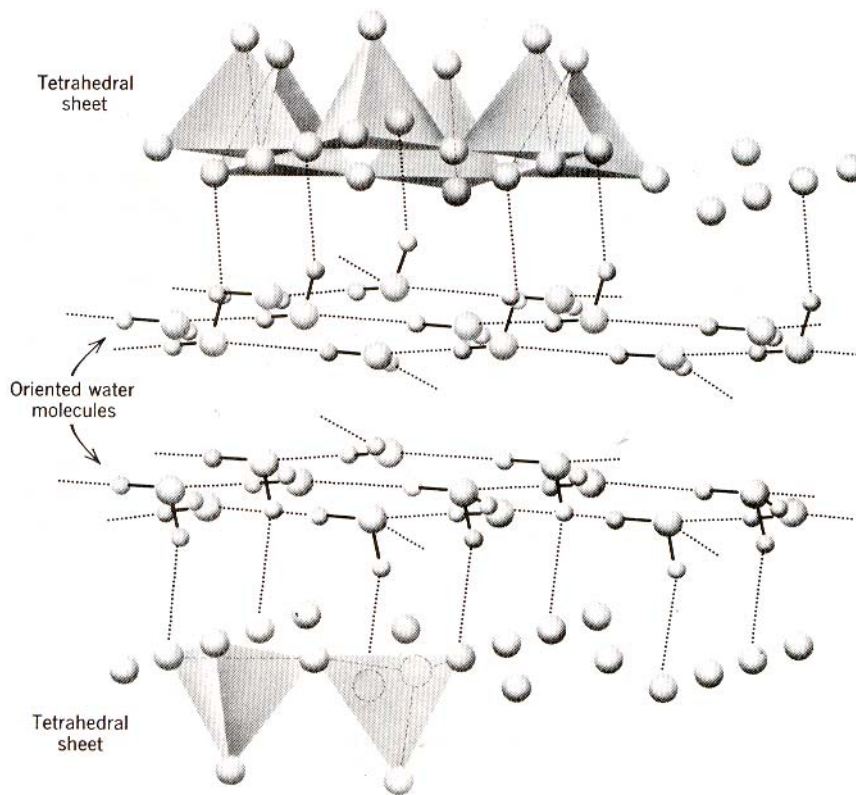
A (rétegekzi kationok) = Na, K, Ca, Li.

M (oktaéderez pozíciók kationjai) = Al, Mg,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ , Zn,  $Cu^{2+}$ .

Ha az oktaéderez pozíciók teljesen be vannak töltve három vegyértékű kationokkal, akkor **dioktaéderez szmektit**ekről, ha 2/3 részig vannak betöltve kétvegyértékű kationokkal, akkor **trioctaéderez szmektit**ekről beszélünk.

A csoport tagjainak két különlegesen fontos tulajdonságuk van, egyrészt a rétegekzi vízmolekulák sokféle kationnal kicszerélhetők, másrészt a rétegekzi víz mennyisége jelentősen megnövekedhet anélkül, hogy a szerkezet összeomlana. Így jellemzőjük a reverzibilis duzzadóképeség (tixotrópia), a szerves és szervetlen anyagok adszorptív megkötésére való hajlam és az ioncserélő-képesség. Mindezen sajátosságok széleskörű ipari alkalmazásokat tesznek lehetővé.

A szmektit-ásványok makroszkóposan földes vagy agyagszerű megjelenésűek, kristályaik roppant kis méretűek, 1–4  $\mu m$ -esek. A csoport tagjait az agyagásványok közé soroljuk. Üledékes kőzetek (különösen agyagkőzetek / pélitek), talajok nagy tömegben és széles elterjedésben ismert, a bioszféra számára nélkülözhetetlen elegyrészei.



**Egy szmektit szerkezetének részlete a rétegekkomplexumok között orientáltan elhelyezkedő vízmolekulákkal.**

<b>Dioktaéderez sorozat</b>		
montmorillonit	$(Na, Ca_{0,5})_{0,33}(Al, Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$	monoklin
nontronit	$(Na, Ca_{0,5})_{0,33}(Fe^{3+}, Al)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$	monoklin
beidellit	$(Na, Ca_{0,5})_{0,33}Al_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$	monoklin
<b>Trioktaéderez sorozat</b>		
szaponit	$(Ca_{0,5}, Na)_{0,33}(Mg, Fe^{2+})_3(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$	monoklin
stevensit	$(Ca_{0,5})_{0,33}(Mg, Fe^{2+})_3(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$	monoklin

**Montmorillonit**  $(Na, Ca_{0,5})_{0,33}(Al, Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$

**Krist.:** monoklin. Földes, porszerű vagy összeállóbb, vastos tömegek. Önálló, pikkelyes vagy bizonytalan lehatárolású, csak esetenként (elektronmikroszkópban) látható álhexagonális táblás kristályai 1–3  $\mu m$ -esek. **Fig.:** hasadása {001} sz. kitűnő; K = 1–2; S = 2,06–2,7; fehér, szürkésfehér, szürkészöld, halvány rózsaszín; fénytelen

vagy viaszfényű; zsíros tapintású. **Tércsop.:** C2/m.  $a = 4,93\text{--}5,21$ ;  $b = 8,94\text{--}9,02$ ;  $c = 15,0\text{--}15,5$ ;  $\beta = 99,54^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** szintelen, kissé pleokroós (ha vastartalmú); optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** teljes szilárd oldatsor létezik a Fe-tartalom változásával a nontronit, míg az Al-tartalom változásával a beidellit felé. A Mg-tartalom változását bizonyos, genetikával összefüggő, csoportosításra használják fel. Rétegek közötti kationpozíciókban még számos elem megjelenhet: K, Mn, Li, Ti stb.

**Földt.-előf.:** üledékes környezetben széles elterjedésű ásvány. Hidrotermás elbontódási zónákban általánosan elterjedt: Nagybörzsöny, Gyöngyösoroszi, Parásdásvár, Telkibánya. Legtöbbször más filloszilikátokkal szoros együttesben képződik, ezekkel gyakran alkot kevert szerkezeteket. Nagy tömegekben piroklasztikumok hidrolitos lebontódásának eredményeként képződött bentonitokban fordul elő: Fertőrákos, Nagytétény, Istenmezeje, Mád, Rátka, Sárospatak. **Ásv.társ.:** kaolinit, illit.

**Felh.:** élelmiszeriparban olajok, zsírok derítése, tisztítása; környezetvédelem, víztisztítás; fűzőiparban mélyfűrészi öblítőiszaphoz; kerámiaipar; papír- és gumiiparban töltőanyag; festékgyártás.

**Nontronit**  $(\text{Na}, \text{Ca}_{0,5})_{0,33}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

**Krist.:** monoklin. Földes vagy vaskos, összeállóbb tömegek. Önálló pikkelyei, általában rosszul körülhatárolt lemezes kristályai néhány  $\mu\text{m}$ -esek. Ritkábban pszeudomorfoza színes kőzetalkotók után. **Fiz.:** hasadása  $\{001\}$  sz. kitűnő; törése földes;  $K = 1\text{--}2$ ;  $S = 2,06\text{--}2,32$ ; sárgászöld, pisztáciazöld, olajzöld; viaszfényű vagy fénytelen. **Tércsop.:** C2/m.  $a = 5,23\text{--}5,26$ ;  $b = 9,06\text{--}9,18$ ;  $c \sim 10, 14,8, 15\text{--}15,5$ ;  $\beta = 90,99^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** halványzöld, enyhén pleokroós; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a vasnak Al-al történő helyettesítésével teljes szilárd oldatsor létezik a montmorillonit felé. Oktaéderez pozícióban megfigyelt helyettesítő elemek: Mg, Ti. **Vált.:** kloropál, ungvárit (nontronit–opál szoros összenövése).

**Földt.-előf.:** ultrabázisos, bázisos, ritkábban intermedier magmatitok színes kőzetalkotóinak (olivin, piroxén, amfibol) mállásaként széles elterjedésű: Szászvár, Erdőhorváti, Tolcsva; Ungvár (UA). Hasonlóan képződik granitoidokban és pegmatitokban is: Székesfehérvár, Velence, Sukoró. Egyrészt az elmállott kőzetalkotók helyét tölti ki, másrészt a repedésekben, üregekben jelenik meg. **Ásv.társ.:** kaolinit, klorit, vermikulit, jarosit, opál.

**Szaponit**  $(\text{Ca}_{0,5}, \text{Na})_{0,33}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

**Krist.:** monoklin. Földes vagy olykor összeállóbb vaskos tömegek, bekérgezések. Önálló pikkelyes, lemezes halmazai néhány  $\mu\text{m}$ -esek. **Fiz.:** hasadása  $\{001\}$  sz. kitűnő; földes törésű;  $K = 1$ ;  $S = 2,10\text{--}2,30$ ; fehér, halványsárga, szürke, barna, zöldesszürke, fekete; viaszfényű vagy fénytelen; zsíros tapintású. **Tércsop.:** ismeretlen;  $a = 5,23\text{--}5,31$ ;  $b = 9,14\text{--}9,21$ ;  $c = 12,4, 14,52\text{--}15,56$ ;  $\beta \approx 97^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** szintelen, halványszürke, halványzöld; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** az oktaéderez pozíciókban jobbra a következő elemek helyettesítenek: Ni, Cr, Zn, Li, Cu. A Cr-tartalom növekedése a volkonszoit, a Zn-tartalom növekedése a sauconit, míg a Li-tartalom növekedése a hectorit nevű, ritka szmektit-ásványok irányába jelez átmenetet. **Vált.:** mauritit (vasgazdag szaponit).

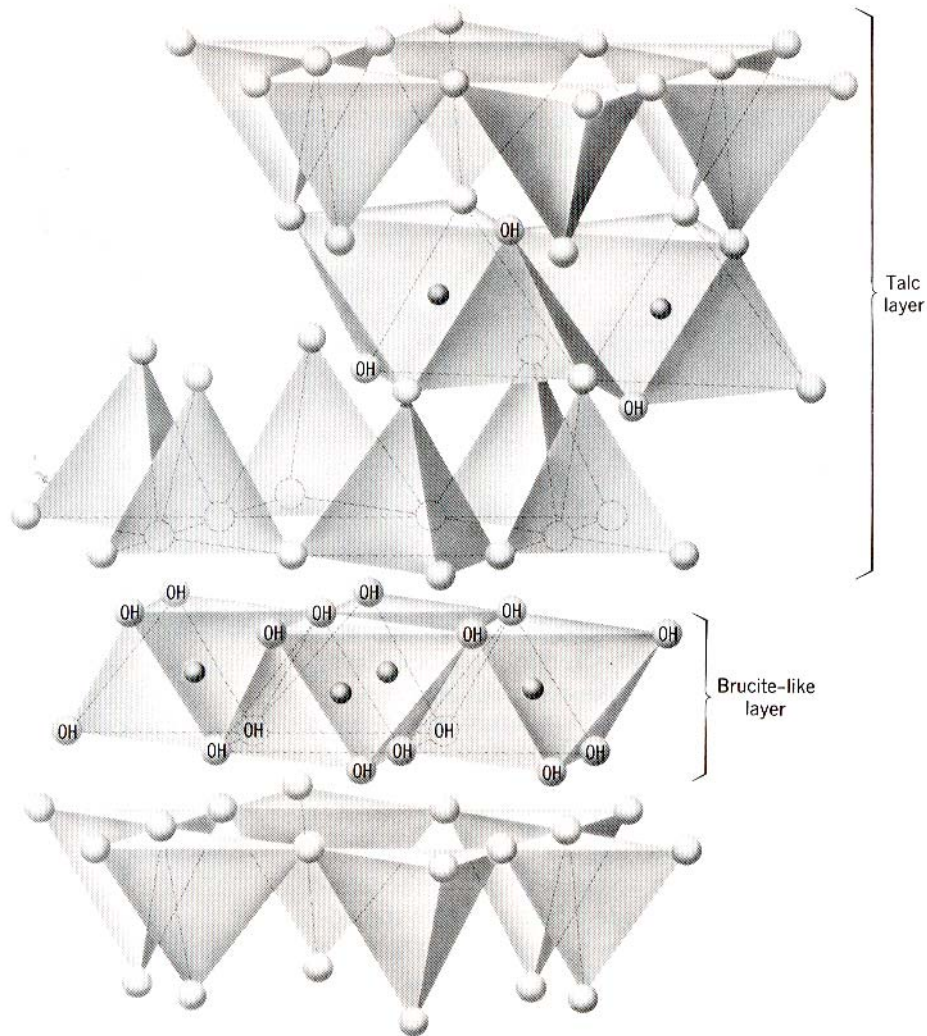
**Földt.-előf.:** ultrabázisos, bázisos, ritkábban intermedier magmatitok hidrotermás elbontódása során olivinból, piroxénből vagy amfibolokból képződik. A magmatitok üregeiben, repedéseiben bekérgezéseket alkot: Uzsa, Zalahaláp, Balaton-felvidék; Kiszána, Erdőbénye, Tállya. **Ásv.társ.:** klorit, kvarc (kalcedon), szepiolit, szeladonit, montmorillonit, biotit.

### Klorit-csoport

Szerkezetük alapját csillámszerű, t-o-t rétegek komplexumok alkotják. Az egyes rétegek komplexumok között azonban egy gibbsit- vagy brucit-típusú oktaéderez réteg helyezkedik el. Az oktaéderez rétegek és a t-o-t rétegek komplexumok alapvetően hidrogén-kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. A legtöbb kloritban Mg vagy  $\text{Fe}^{2+}$  a jellegzetes kationok az oktaéderez rétegben. Mind az oktaéderez rétegekben, mind a t-o-t rétegek komplexumokban jelentős mértékű, és változatos helyettesítések lehetnek. Jellemzőjük, hogy alkáliákat csak ritkán tartalmaznak. Elnevezésük zöld színükre utal (klorosz = zöld). A csoport ásványainak egyszerűsített, általános képlete:  $\text{A}_5\text{--}_6\text{Z}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ , ahol

$\text{A} = \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Li}, \text{Mn}, \text{Mg}, \text{Ni}$ ,  
 $\text{Z} = \text{Al}, \text{Si}, \text{Fe}^{3+}$ .

Lemezes-pikkelyes aggregátumok, és jól fejlett táblás kristályok formájában egyaránt gyakran megjelennek. Egyes kontakt és regionális metamorf kőzetek, illetve üledékek jellegzetes elegyrészei. Magmás kőzetek színes elegyrészeinek elbontódása során gyakran képződnek, és azok halványzöld színét okozhatják.



Egy klorit szerkezetének részlete a t-o-t rétegkomplexummal és brucit-típusú réteggel.

klinoklor	$\text{Mg}_3[\text{Mg}_2\text{Al}][\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_8$	monoklin
chamosit	$\text{Fe}_3[\text{Fe}_2\text{Al}][\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_8$	monoklin
pennantit	$\text{Mn}_3[\text{Mn}_2\text{Al}][\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_8$	monoklin
sudoit	$\text{Al}_2[\text{Mg}_2\text{Al}][\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_8$	monoklin

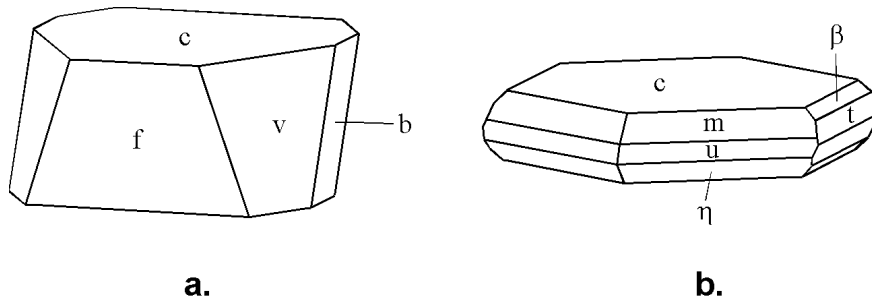
**Klinoklor**  $\text{Mg}_3[\text{Mg}_2\text{Al}][\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_8$

**Krist.:** monoklin. Kristályai álhexagonális táblás, prizmás vagy álromboédes termetűek. A prizmás kristályok olykor féregszerűen csavarodottak. Ikerkristályok a csillám-törvény szerint. Uralkodó kristályformák:  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{-111\}$ ,  $\{221\}$  és  $\{010\}$ . Az álromboédes termet az  $\{10-1\}$ ,  $\{132\}$  és  $\{1-32\}$  formák hasonló mértékű kifejlődése révén jelenik meg. Általában azonban leveles-pikkelyes vagy finom pikkelyes, esetenként porszerű halmazokként fordul elő. **Fiz.:** hasadása  $\{001\}$  sz. kitűnő, lemezei hajlíthatók, de nem rugalmasak;  $K = 2-3$ ;  $S = 2,30-2,85$ ; fehér, olajzöld, kékeszöld, zöldesszürke, sötétzöld (a vastartalom függvénye), ritkán bíborvörös, narancssárga, karcolási pora fehér vagy halványzöld; áttetsző, átlátszatlan; üveg- vagy gyöngyházfényű, hasadási lapon gyöngyházfényű. **Tércsop.:**  $C2/m$ .  $a = 5,30-5,37$ ;  $b = 9,20-9,40$ ;  $c = 14,18-14,40$ ;  $\beta = 96,83-99,80^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** világoszöld, pleokroizmusa a vastartalom függvénye; optikailag kéttengelyű, negatív vagy pozitív. **Kém.:** mindig tartalmaz több-kevesebb  $\text{Fe}^{3+}$ -at. A  $\text{Fe}^{2+}$ -tartalom növekedése átvezet a chamosit irányába. Más helyettesítő elemek: Mn, Ca, Na, Cr, Ti és Ni.

**Vált.:** ripidolit (legező alakú megjelenés), pennin (szinonim elnevezés), leuchtenbergit (vasmentes, fehér) kämmererit (Cr-tartalmú, bíborvörös).

**Földt.-előf.:** gyakori kontakt és kistokú regionális metamorfitekban (zöldpala, kloritpala). Regionális metamorfitek repedéseiben az alpi-típusú paragenezisek egyik legjellegzetesebb ásványa: Sopron, Felsőcsatár; Petrosény környéke, Páreg-havasok (RO), Klenóc (SK); az Alpokban: St. Gotthard, Zermatt (CH), Zillertal,

Pfitschtal (A), Val di Fassa, Val di Aosta (I). Vulkanitokban színes közetalkotók (piroxének, amfibolok) átalakulása során képződik, és kis mennyiségben széles elterjedésű. Megtalálható egyes üledékekben és talajokban is. **Ásv.társ.:** földpátok, biotit, kalcit, ilmenit (vulkanitokban); magnetit, szerpentinásványok, talk, tremolit, korund (kontakt metamorfitek); aktinolit, epidot, zoisit, albit (kisfokú metamorfitek), glaukonit, szeladonit, kalcit (üledékek), adulár, rutil, anatóz, hematit, titanit (alpi-típusú paragenézisek).



**Klinoklor:**  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $f\{-401\}$ ,  $v\{132\}$ ,  $m\{112\}$ ,  $u\{227\}$ ,  $\eta\{-4.4.17\}$ ,  $\beta\{0.11.24\}$ ,  $t\{043\}$ ; **a. átlomboéderes termet; b. táblás termet.**

**Chamosit**  $\text{Fe}_3[\text{Fe}_2\text{Al}][\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_8$

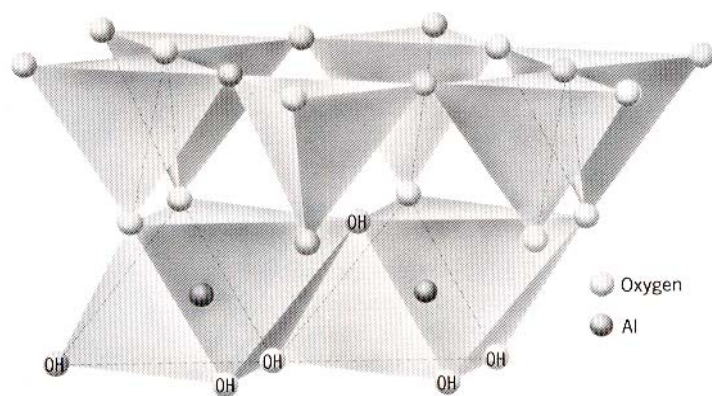
**Krist.:** monoklin. Kristályai álhexagonális táblák, vagy átlomboéderes habitusúak. Legtöbbször pikkelyes-leveles halmazokat formáz, vagy vaskos, illetve oolitos megjelenésű. **Fiz.:** hasadása  $\{001\}$  sz. kitűnő, lemezei hajlíthatók, de nem rugalmasak;  $K = 2,5-3$ ;  $S = 2,95-3,30$ ; olajzöld, szürkészöld, sötétzöld; áttetsző, átlátszatlan; üveg- vagy zsírfényű; **Tércsop.:**  $C2/m$ .  $a = 5,36-5,40$ ;  $b = 9,28-9,37$ ;  $c = 14,00-14,22$ ;  $\beta = 97,43-97,88^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** halványzöld, gyengén pleokroós; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** a Mg-tartalom növekedése a klinoklor, míg a Mn-tartalomé a pennantit irányába mutat. Majdnem mindig tartalmaz kevés  $\text{Fe}^{3+}$ -t, további helyettesítő elemek: Mn, Ti, Zn, Ca, K, Na.

**Földt.-előf.:** kontakt és kisfokú regionális metamorfitek ritkább elegyrésze. Hidrotermás elbontódással szulfidos értepeken, vulkanitok üregeiben ismert. Üledékes környezetben egyes agyagokban, széntelepekben, sziderites értepeken (oolitos vasérc, minette), talajokban jelenik meg. Néhány lelőhely: Chamoson (CH), Schmiedefeld (D), Lotaringiai-régió (F). **Ásv.társ.:** sziderit, goethit.

## B. Kaolinit-típusú réteggkomplexumok, tetraéderes és oktaéderes rétegekkel Kaolinit-szerpentin-csoport

### Kaolinit-alcsoport (régii elnevezés: kanditok)

Szerkezetük alapja az egy-egy tetraéderes és oktaéderes (gibbsit-típusú) rétegből összeálló réteggkomplexum: **t-o szerkezet** (..ábra). Egy-egy réteggkomplexum elektromosan semleges és alapvetően hidrogénkötéssel kapcsolódik egy másikhoz. Az egyes ásványoknál a réteggkomplexumokon egymással szembenező oxigének és (OH)-csoportok elhelyezkedésének geometriájában van különbség (ez a réteggkomplexumok egymás fölötti elcsúszásával valósul meg), ami a rácsállandó szögeinek megváltozását eredményezi. Így ugyanolyan kémiai összetétellel háromféle szerkezeti variáció jön létre, ezek: kaolinit, dickit és nakrit. A halloysit esetében a réteggkomplexumok között réteggközi víz is megjelenik, így a kaolinit hidratált alakjának tekinthető. Ezek az ásványok a víz- vagy (OH)-tartalmukat  $500^\circ\text{C}$ -tól kezdődően veszítik el (részben erre a hevítési folyamatra épül a kerámiaipar). Az alcsoport ásványai földpátok és csillámok mállásából nagy mennyiségben keletkeznek és megtalálhatók számos üledékes közetben is. Nagy tömegekben a legfontosabb kerámiaipari nyersanyagok.



A kaolinit szerkezetének részlete a t-o réteggel.

kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	triklin
dickit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	monoklin
nakrit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	monoklin
halloysit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	monoklin

### Kaolinit $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

**Krist.:** triklin. Földes vagy vaskos halmazok. Frissen lágy, levegőn kiszáradva porózus, porszerű vagy viaszzerű, összeálló tömegeket alkot. Kristályai árhexagonális táblák, pikkelyek, roppant kis méretűek, általában 2–4  $\mu\text{m}$ -esek (egészen ritkán nagyobbak, max. 1 mm-t érnek el). **Fiz.:** a kristályok hasadása {001} sz. kitűnő; pikkelyei hajlíthatók, de nem rugalmasak; a vaskos tömegek törése földes;  $K = 2-2,5$ ;  $S = 2,60-2,68$ ; fehér, krémszínű, halványbarna, ritkábban halványzöld, halványkék; viaszfényű vagy fénytelen; áttetsző, átlátszatlan. **Tércsop.:** P1.  $a = 5,13-5,16$ ;  $b = 8,89-8,95$ ;  $c = 7,25-7,40$ ;  $\alpha = 90-91,8^\circ$ ;  $\beta = 104,5-105^\circ$ ;  $\gamma = 89,8-90^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** szintelen, optikailag kéttengelyű, negatív (a dickit pozitív, a nakrit negatív és pozitív). **Kém.:** eléggé tiszta, általában kis mennyiségben tartalmaz szennyeződések (más agyagásványokat vagy Fe-oxidokat). Esetenként közberétegződik csillámokkal, vagy más filloszilikátokkal (legtöbbször szmektitekkel). Néhány, a szerkezetben ismert helyettesítő elem: Na, Ti, Fe, Mn, K, Ca, Mg, Cr.

**Földt.-előf.:** legtöbbször plagioklászok, kálföldpátok, csillámok, szmektitek hidrolitosa során képződik. Széles elterjedésű édesvízi és tengeri üledékekben, széntelepekben. A legnagyobb kaolin (porcelánföld) felhalmozódások granitoidok vagy más savanyú magmatitok, földpátgazdag kőzetek, illetve savanyú piroklasztitok átalakulásából képződtek: Mád, Bodrogszegi, Sárospatak, Hollóháza. **Ásv.társ.:** dickit, nakrit, halloysit, kvarc, csillámok, pirofillit, rutil, anatóz, alunit, böhmít, gibbsit, goethit, hematit.

**Felh.:** porcelángyártás, kerámiaipar, papírgyártás, élelmiszeripar, olajipar, vegyipar, kozmetikai ipar stb.

### Halloysit $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**Krist.:** monoklin. Földes, vagy vaskos halmazok. Frissen lágy, kiszáradva viaszzerű, összeálló tömegek. Kristályai kisebb mint 5  $\mu\text{m}$  hosszúságú, hengeres morfológiájú, cső alakú képződmények (a hengerek átmérője 0,04  $\mu\text{m}$ ). **Fiz.:** hasadása feltehetően {001} szerinti; vaskos tömegei földes törésűek;  $K = 1-2$ ;  $S = 2,0-2,65$ ; áttetsző, átlátszatlan; viaszfényű vagy fénytelen. **Tércsop.:** Cc.  $a = 5,14-5,15$ ;  $b = 8,90-8,95$ ;  $c = 7,21-7,37$ ;  $\beta = 99,7-101,9^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** szintelen, optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** általában tiszta, szennyezéseket csak kis mennyiségben tartalmaz, ezek: Fe, Ti, Mn, Mg, K, Na, Ca. **Vált.:** metahalloysit = dehidratált halloysit (halloysit-7Å), endellit = halloysit (halloysit-10Å).

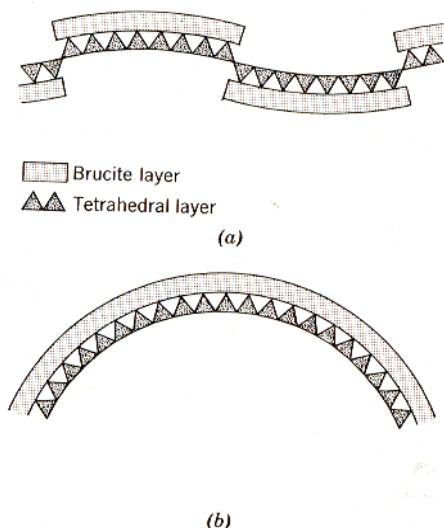
**Földt.-előf.:** változatos módon képződhet; bazaltos kőzetek, savanyú magmatitok, illetve piroklasztitok mállásával (itt főleg földpátok, csillámok átalakulásából), de megtalálható bauxitokban, lateritokban és agyagkőzetekben: Cserszegtomaj, Eger-Felnémet. Sokszor értelemek kísérőásványai között jelenik meg: Gyöngyösoroszi, Nagybörzsöny. Könnyen átalakul kaolinná, de a folyamat fordítva is könnyen lejátszódik. **Ásv.társ.:** kaolinit, dickit, illit, szmektit, alunit, gibbsit.

**Felh.:** hasonló a kaolinitéhez, de nagyjából kerámiaipar.

### Szerpentin-alcsoport

Szerkezetük alapja az egy tetraédes és egy oktaédes (brucit-típusú) rétegből álló réteggel (t-o szerkezet). Jellemző a szerkezetükre, hogy a tetraédes és oktaédes rétegek között nincs – a fentebb említett filloszilikátoknál megszokott (kivétel a halloysit) – jó illeszkedés, mert közöttük méretkülönbség van. A réteggel emiatt nem síkfelületűek, hanem kisebb-nagyobb redőzöttséget, görbületet, illetve esetenként

hengerszerű alakzatokat alkotnak. A krizotil réteggkomplexuma például hengerré pöndörödött alakzat (ehhez hasonló egyébként a halloysit is). A krizotil esetén a rétegek egymásutánjában háromféle rend valósul meg, így egy monoklin és két rombos szerkezeti módosulata létezik. Az antigorit rácsában szabályszerű redőzés ismert. Az ezen túl megjelenő kisebb szerkezeti különbségek okozzák az alcsoport számos tagjánál ismert polimorf fázisokat. Megjelenésük vastos-tömeges, illetve szálal-rostos. A gyakoribb szerpentinásványok elsősorban Mg-gazdag, bázisos és ultrabázisos kőzetek kisfokú metamorfózisa során képződnek.



Az antigorit (a) és a krizotil (b) brucit-típusú és tetraédes rétegekből álló meghajlott réteggkomplexumai.

antigorit	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	monoklin
lizardit	$Mg_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$	rombos
klinokrizotil	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	monoklin
ortokrizotil	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	rombos
parakrizotil	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	rombos
greenalit	$Fe_3Si_2O_5(OH)_4$	monoklin
nepouit	$Ni_3Si_2O_5(OH)_4$	rombos
berthierin	$Fe_2Al(Si,Al)_2O_5(OH)_4$	monoklin
amesit	$Mg_2Al(Si,Al)_2O_5(OH)_4$	monoklin
cronstedtit	$Fe^{2+}_2Fe^{3+}(Si,Fe^{3+})_2O_5(OH)_4$	monoklin

#### Antigorit $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

**Krist.:** monoklin. Vastok, viaszszzerű tömegek, leveles vagy durva rostos halmazok. Mikroszkopikus kristályai pikkelyes-táblás alkatúak. **Fiz.:** a kristályok hasadása {001} sz. kitűnő;  $K = 2,5-4$ ;  $S = 2,40-2,79$ ; színe alapvetően sötétzöld, de sávok, foltok alakjában a zöld minden árnyalata megjelenhet; kékeszöld, sárgászöld, sötétzöld, fekete, halványszürke; áttetsző, átlátszatlan; viaszfényű, fénytelen. **Tércsop.:** Pm.  $a = 35,4-47,2$ ;  $9,2-9,28$ ;  $c = 7,24-7,28$ ;  $\beta = 91,1-91,7^\circ$ ;  $Z = 1$ . **Pol.mikr.:** színtelen, halványszöld; optikailag kéttengelyű, negatív. **Kém.:** kémiai szempontból eléggé heterogén, sokféle helyettesítő elemet tartalmazhat: Al,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , Mn, Cr, Ti, Ni, Mg, Zn, Ca, Na, K. **Vált.:** leveles szerpentin (régies elnevezés).

**Föld-előf.:** legtöbbször ultrabázisos, bázisos kőzetek szerpentinésedése során keletkezik; szerpentinitek egyik uralkodó szerpentin-ásványa: Felsőcsatár, Gyód, Helesfa, Recsk; Borostyánkő (A), Dobsina, Jákfalva (SK), Vaskő, Dognácska (RO), Val di Antigorio, Piemont (I). Ofiolitos-sorozatok jellegzetes elegyrésze. Gyakran klinokrizotil átalakulásából képződik. Könnyen átalakul talkká. **Ásv.társ.:** lizardit, krizotil, talk, klinoklor, brucit, dolomit, magnezit, olivin, piroxének.

**Felh.:** díszítőkőként nyer felhasználást.

#### Lizardit $Mg_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$

**Krist.:** rombos. Vastok, finom szemcsés, olykor opálszerű tömegek. Kristályai lemezes-pikkelyes természetűek, a legnagyobbak ritkán 0,1–2 mm-esek. **Fiz.:** a kristályok hasadása {001} sz. kitűnő;  $K = 2-3$ ;  $S = 2,55-2,61$ ; a zöld minden árnyalatában; kékeszöld, sárgászöld; fehér, sárga, szürke; áttetsző, átlátszatlan; viaszfényű vagy fénytelen. **Tércsop.:** ismeretlen.  $a = 5,31$ ;  $b = 9,20$ ;  $c = 7,31$ ;  $\beta = 90^\circ$ ;  $Z = 2$ . **Pol.mikr.:** optikailag egytengelyű, negatív. **Kém.:** az antigorithoz hasonlóan eléggé változatos, néhány jellemző helyettesítő elem: Al,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,

Mn, Cr, Ti, Ni, Mg, Ca, Na, K. A hófehér lizardit a legtisztább szerpentin-ásványok egyike. **Vált.:** bastit (piroxének utáni szerpentinásványok, köztöte lizardit),

**Földt.-előf.:** elsősorban ultrabázisos, bázisos kőzetek szerpentinésedése során keletkezik (dunitokból, peridotitokból stb.); szerpentinitek egyik uralkodó ásványa: Perkupa, Gyód, Helesfa, Recsk; Dobsina, Jákfalva, Rudnok (SK), Petrosz (RO), Lizard-fok, Cornwall (Anglia). Bazaltok, intermedier vulkanitok szerpentinites kőzetzárványainak fő komponense, melyekben esetenként krizotil kíséri: Uzsa, Zalahaláp, Dunabogdány. Pszeudomorfózákat alkothat olivin, amfibolok, piroxének után. **Ásv.társ.:** antigorit, krizotil, talk, klorit, magnezit, dolomit, brucit.

**Klinokrizotil**  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

**Ortokrizotil**  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

**Krist.:** monoklin, illetve rombos. Vaskos tömegek vagy finom rostos-szálás halmazok (azbeszt megjelenés).

**Fiz.:**  $K = 2-3$ ;  $S = 2,53-2,55$ ; a zöld árnyalatai, valamint aranyárga, barna, sötétbarna, szürke, viasz- vagy olajfényű, a finom rostos megjelenés selyemfényű. **Tércsop.:** C2/m. (monoklin)  $a = 5,30-5,34$ ;  $b = 9,17-9,25$ ;  $c = 14,31-14,65$ ;  $\beta = 93,12-93,34^\circ$ ; rombos,  $a = 5,32-5,34$ ;  $b = 9,2$ ;  $c = 14,6-14,63$ ;  $Z = 4$ . **Pol.mikr.:** szintelen, halványzöld; optikailag kéttengelyű, negatív és pozitív. **Kém.:** változatos helyettesítések ismertek: Al,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , Mn, Cr, Ti, Ni, Mg, Ca, Na, K, hasonlóan az előbbiekhöz. **Vált.:** közönséges azbeszt (finom szálás-rostos krizotil megjelenés, az amfibolazbeszttel ellentétben a szálak hajlíthatók), bastit (piroxének utáni szerpentinásványok, köztöte krizotil), schweizerit (görbült szálakból álló kusza halmazok, szerpentin-ásványok keveréke), hegyibőr (bőrszerű; finom szálak nemezserűen kuszált szövedéke), pikrolit (durva rostos szerkezetű).

**Földt.-előf.:** ultrabázisos, bázisos kőzetek szerpentinésedése során keletkezik (dunitokból, peridotitokból stb.), az olivin gyakori átalakulási terméke. Szerpentinitek egyik uralkodó ásványa, melyekben a klinokrizotil és ortokrizotil legtöbbször együtt, szoros együttesben jelenik meg: Perkupa, Gyód, Helesfa, Recsk; Dobsina, Jákfalva, Rudnok (SK), Plavisevica, Orsova, Dél-Bánság; Páreng-havasok (RO). Bazaltok, intermedier vulkanitok szerpentinites kőzetzárványainak egyik komponense: Uzsa, Zalahaláp, Dunabogdány. **Ásv.társ.:** antigorit, lizardit, talk, klorit, magnezit, magnetit, dolomit, brucit.

**Felh.:** hő és elektromos szigetelés, tűzálló anyagokhoz, tömítésekhez (jelenleg a felhasznált azbesztek 90–95%-a krizotil anyagú).

## C. Egyéb filloszilikátok

### Apofillit-csoport

Szerkezetükben az  $SiO_4$ -tetraéderek összekapcsolódásából álló rétegben minden tetraéder 3 oxigénje közös a szomszédjával, illetve egy oxigén kapcsolódik kationhoz. Ez hasonlít a csillámok ( $Si_2O_5$ ) egységekből álló tetraédes rétegéhez, azonban ezt nem 6-os, hanem 4-es és 8-as gyűrűk alkotják. A rácsba épült pótanionok negatív töltését pedig további kationok egyenlítik ki. A csoport tagjai a kationok (K, Na) és a pótanionok (OH, F) minőségében különböznek egymástól. A csoportba tartozó ásványok a rétegszerkezetnek megfelelően {001} sz. kitűnően hasadnak, a hasadási felület gyöngyházfényű.

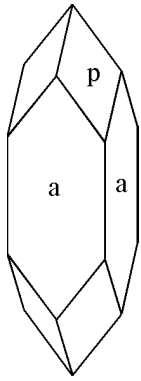
fluorapofillit	$KCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8H_2O$	tetragonális
hidroxiafopillit	$KCa_4[Si_8O_{20}](OH) \cdot 8H_2O$	tetragonális
nátroapofillit	$NaCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8H_2O$	rombos

**Fluorapofillit**  $KCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8H_2O$

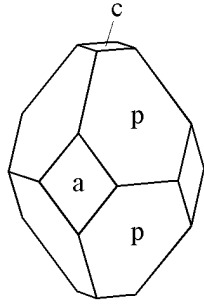
**Krist.:** tetragonális. Gyakori fenn-nőtt kristályai prizmás, dipiramisos, vagy táblás termetűek, illetve az {100} tetragonális prizma, az {111} tetragonális dipiramis és a {001} bázislap hasonló arányú kifejlődése révén kuboooktaédes jellegűek. Sokszor vaskos, leveles halmazokat alkot. **Fiz.:** hasadása {001} sz. kitűnő;  $K = 4,5-5$ ;  $S = 2,33-2,37$ ; átlátszó, áttetsző; szintelen vagy enyhén színezett (rózsaszín, halvány sárga, halványzöld); üveg- vagy gyöngyházfényű, a hasadási lap gyöngyházfényű. **Tércsop.:** P4/mnc.  $a = 8,96$ ,  $c = 15,70$ .  $Z = 2$ . **Pol. mikr.:** szintelen, optikailag egytengelyű, egyes színekre pozitív, illetve negatív; erős diszperziója van. **Kém.:** a K-ot Na helyettesítheti, ez a folyamat átvezet a nátroapofillit irányába. A F-t (OH) helyettesítheti, mely a hidroxiafopillit felé jelez átmenetet. A ritka zöld színt kevés V beépülése okozza.

**Földt.-előf.:** legtöbbször bazalt, ritkábban intermedier vulkanitok üregeiben képződik, az utolsó kiválások között: Sümegprága, Uzsa, Vindornyaszőlős, Balaton-felvidék; Sátorosbánya, Vehéc (SK), Kriscsor (RO), Poona, Nasik (India), Izland. Esetenként ércesedésekben, illetve kontakt metamorf képződményekben (itt wollastonit átalakulásából) jelenik meg: Polgárdi (hidroxiafopillit), Recsk; Sztanizsa, Oravica (RO), St. Andreasberg (D). **Ásv.társ.:** zeolitok, pektolit, prehnit, kalcit.

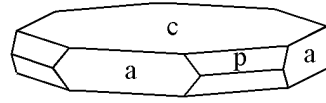




**a.**



**b.**



**c.**

*Apofillit:  $c\{001\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $p\{111\}$ ; a. prizmás termet; b. dipiramisos termet; c. táblás termet.*