

MINERALOŠKE KARAKTERISTIKE STIJENA LITOSFERE (2)



UNIVERZITET CRNE GORE

FILOZOFSKI FAKULTET NIKŠIĆ
Sudijski program Geografija



SISTEMATIKA PETROGENIH MINERALA PO HEMIZMU (1)

SILIKATI

SILIKATI- važni petrogeni minerali (oko 800). Razlikujemo više grupa u zavisnosti od toga koja od silicijskih kisjelina ($m\text{SiO}_2 \times n \text{H}_2\text{O}$) učestvuje u njihovom sastavu:

Polisilikati - su oni kod kojih je **broj (n) molekula H_2O manji od 1**, i za koje se smatra da postaju iz kisjelina $\text{SiO}_2 \times 2/3 \text{H}_2\text{O}$ - takav je ortoklas.

Metasilikati (H_2SiO_3) - ako je **n broj molekula vode jednak jedinici** onda dobijamo soli metasilicijske kisjeline $\text{H}_2\text{O} \times \text{SiO}_2$ - takav je enstatit.

Ortosilikati (H_4SiO_4) - ako je **broj molekula vode $n = 2$** - $\text{SiO}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ onda dobijamo soli ortosilicijske kisjeline, takav je forsterit.

KARBONATI

KARBONATI - su soli ugljene kisjeline (H_2CO_3) u prirodi su dosta rasprostranjeni i veoma su značajna grupa minerala (petrogeno i kao mineralne sirovine).

OKSIDI

OKSIDI - kao minerali su veoma značajne komponente stijena i zemljišta. Predstavljaju jedinjenja hemijskih elemenata sa kiseonikom O_2 .

HIDROKSIDI

HIDROKSIDI - predstavljaju jedinjenja hemijskih elemenata sa sa vodom H_2O .

SULFATI

SULFATI su soli sumporne kisjeline H_2SO_4 , vezani za srednje i niske temperature stvaranja, a nastaju iz rastvora usled prezasićenja isparavanjem rastvarača ili hlađenjem hidrotermalnih rastvora.

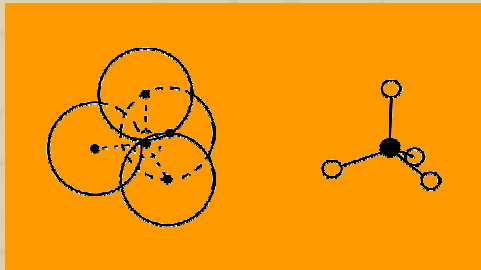
SULFIDI

SULFIDI - jedinjenja hemijskih elemenata sa sumporom, brojni su ali izgrađuju uglavnom rude a ne stijene.

PODJELA PETROGENIH MINERALA (1)

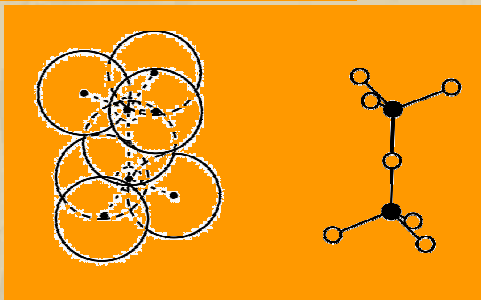
SISTEMATIKA SILIKATA

SILIKATI - Soli silicijumovih kiselina. *Osnovna strukturna jedinica silikata je SiO_4 je tetraedar, izgrađen od jednog atoma (jona) silicijuma, oko kojeg se nalaze četiri atoma (jona) kiseonika.* Znajući da je jon kisonika dvovalentan, u ovakvoj strukturi postoje četiri slobodne valence. Ovo omogućava vrlo različite kombinacije i stvaranje različitih mineralnih vrsta.

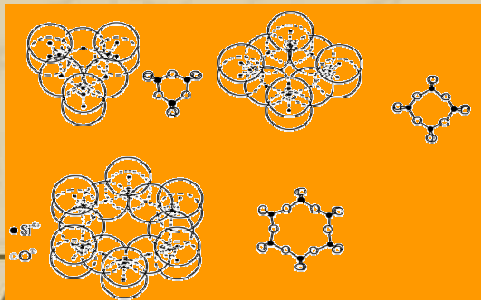


Prema rasporedu i načinu vezivanja, dijele se na:

nezosilikati- (*nezos-ostrvo*), kod kojih su izdvojene SiO_4 grupe međusobno povezane preko drugih jona (Fe, Mg, Ca). Ovakvi minerali su tvrdi, slabo cjepljivi (olivini, alumosilikati, granati ...).



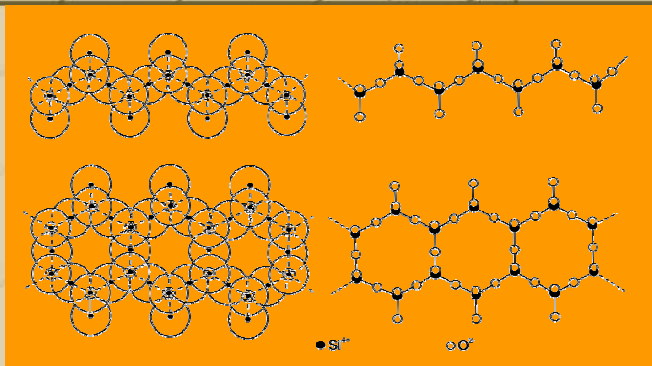
sorosilikati- (*soros-grupa*), kod kojih su dva SiO_4 tetraedra spojena kiseonikovim jonom (npr. beril, turmalin).



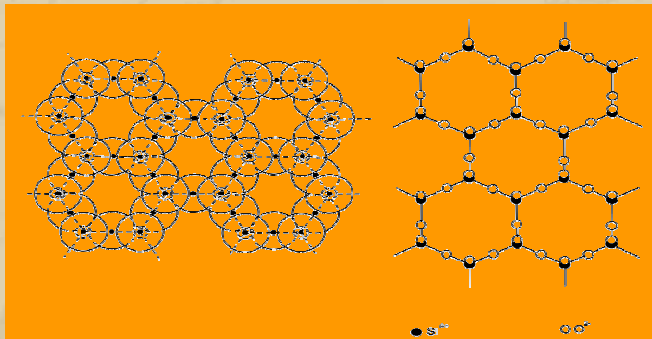
ciklosilikati- (*kyklos-krug*) kod kojih su 3, 4 ili 6 tetraedara povezani u prstenove (velika tvrdina, srednja cjepljivost).

PODJELA PETROGENIH MINERALA (1)

SISTEMATIKA SILIKATA



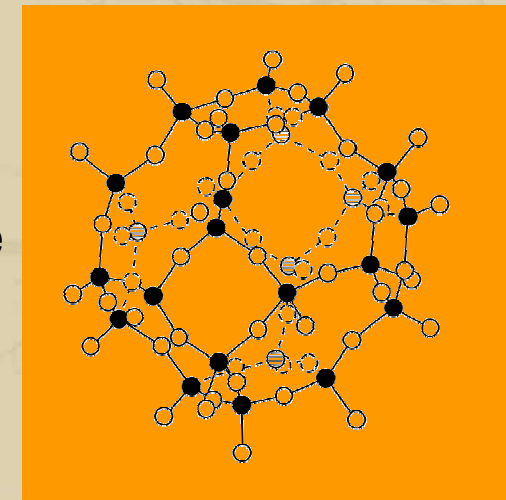
inosilikati- (*inos*-traka), gde su tetraedri povezani u trake ili lance, savršene cjepljivosti, srednje tvrdine (amfiboli, pirokseni).



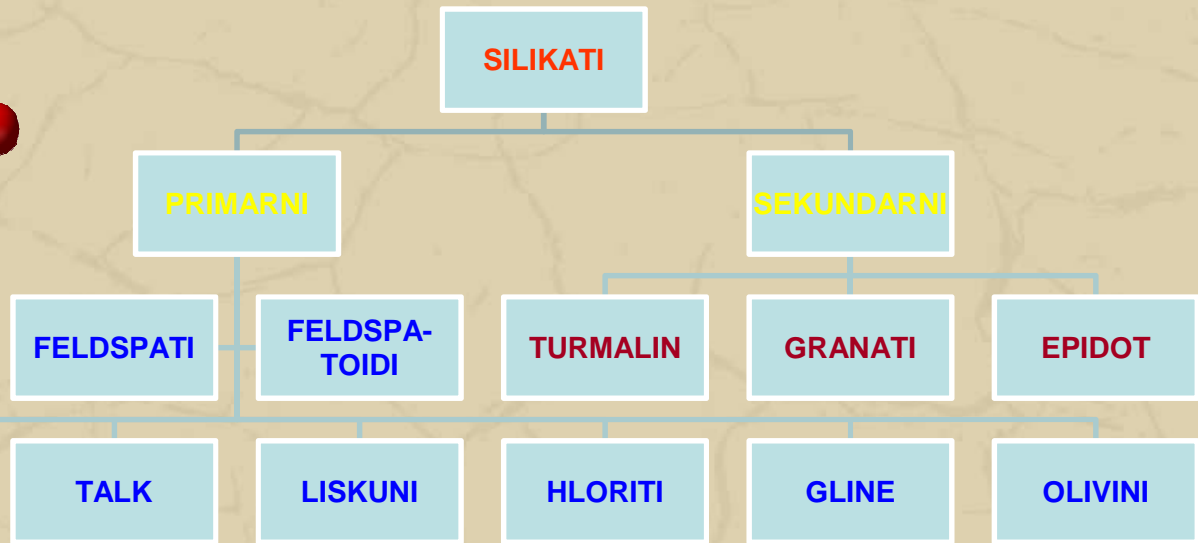
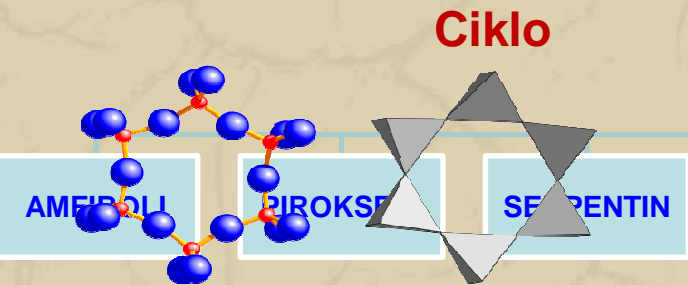
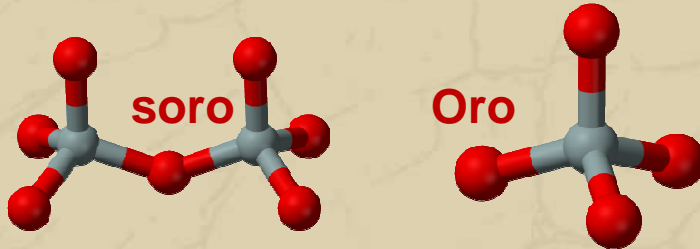
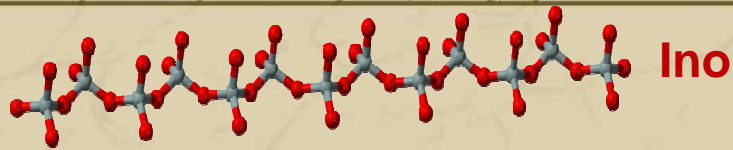
filosilikati- (*fillon*-list), tetraedri povezani međusobno u jednoj ravni, imaju savršenu cjepljivost, elastičnost, male su tvrdine (liskuni, hlorit, talk, serpentine).

tektosilikati- (*tekto*-osnov, skelet), tetraedri SiO_4 tektosilikata grade prostornu rešetku, odnosno svaki tetraedear je povezan sa četiri susjedna.

Najvažniji petrogeni minerali (kvarc, feldspat...i).



SISTEMATIKA SILIKATA



SISTEMATIKA SILIKATA - FELDSPATI

GRUPA FELDSPATA- veoma značajni i rasprostranjeni minerali. Izgrađuju 60% magmatskih, 30% metamornih i 10% sedimentnih (u kori raspadanja daju material za stvaranje 70% mase sedimentnih stijena). Po hemijskom sastavu **svi** feldspati su alumosilikati **kalijuma, natrijuma, kalcijuma**, gradeći samostalne minerale:

- **kalijski feldspat** - $K_2O \times Al_2O_3 \times 6 SiO_2$ - ortoklas;
- **natrijski feldspat** - $Na_2O \times Al_2O_3 \times 6 SiO_2$ - albit;
- **kalcijski feldspat** - $CaO \times Al_2O_3 \times 2 SiO_2$ - anortit.

U prirodi su ovakvi minerali rijetki - češće grade izomorfne smješe:

alkalni feldspati i plagioklasi.

kristališu monoklinočno i triklorinočno (plagioklasi); tvrdina velika između 6-6,5; cjepljivost dobra do savršena; sjajnost staklasta.

Kalijski ili alkalni feldspati

Sanidin $KAl Si_3O_8$ (visokotemperaturna modifikacija kalijskog feldspata, javlja se u mladim izlivnim stijenama, *sanidos*-tabličast);

Mikroclin $KAl Si_3O_8$ (kalijumov alumosilikat, nastaje često od ortoklasa, ima ga u pegmatitima, ime malo *mikroclin*-kos ugao).

Ortoklas $K_2O \times Al_2O_3 \times 6 SiO_2$ (monoklinočni kalijski feldspat, različito obojen u zavisnosti od primjesa, pravilnih kristala, vrlo dobre cjepljivosti, u hidrotermalni uslovima se rastvara u liskune-sericit, nastaje magmatski-pneumatolitski, u kori raspadanja prelazi u minerale glina-proces kaolinizacije i sericitizacije).



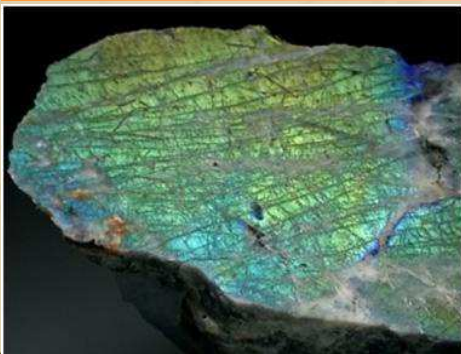
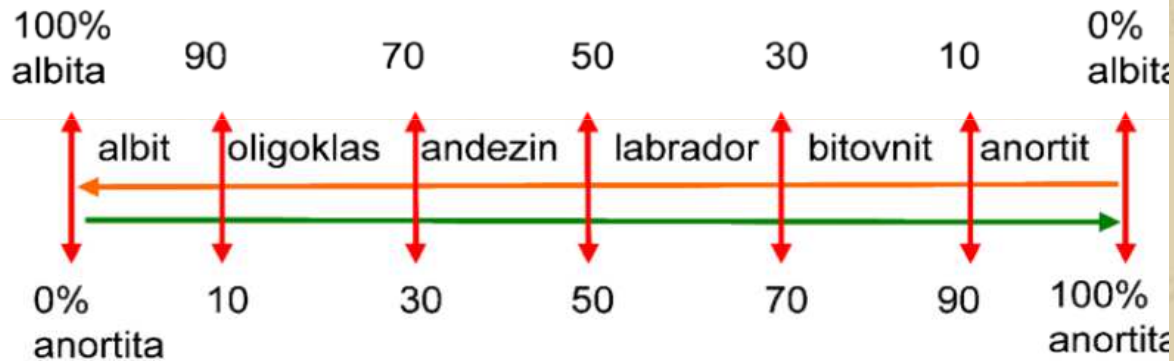
SISTEMATIKA SILIKATA - FELDSPATI



- | | |
|---|------------------|
| 1. albit $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ | (kisel) |
| 2. oligoklas 10-30% An | (intermedijalni) |
| 3. andezin 30-50% An | (intermedijarni) |
| 4. labrador 50-70% An | (bazični) |
| 5. bitovnit 70-90% An | (bazični) |
| 6. anortit $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ | (bazični) |



Plagioklasi su izomorfne smješe natrijskog feldspata - *albita* i kalcijskog feldspata - *anortita*.



Kristališu triklinično.

Intermedijarni plagioklasi su često zonarni, centralni djelovi bazični, a periferni kiseliji. - pod uticajem hidrotermi kisel PI prelaze u sericit, dok bazični prelaze u agregate epidota i albita. - pri površinskom raspadanju bazični PI se kalcitišu, a kisel prelaze u kaolinske minerale.

SISTEMATIKA SILIKATA - FELDSPATOIDI

GRUPA FELDSPATOIDA - slični feldspatima, javljaju se u stijenama koje su **siromašne silicijom** a bogate alkalijama: tj. u stijenama u kojima nije bilo dovoljno SiO_2 za stvaranje feldspata.

- ortoklas - $\text{K}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6 \text{SiO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 4 \text{SiO}_2$ - **leucit**;
- albit - $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6 \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 2 \text{SiO}_2$ - **nefelin**

Leucit - kalijski alumosilikat sa 4 molekula SiO_2 , nalazi se u mladim izlivnim stijenama (vulkanskim); kristališe teseralno u lijepim pravilnim oblicima; cjepljivost neizražena; boja bijela do siva; sjajnost staklasta; tvrdina 5,6 do 6; vrlo krt, školjkastog preloma; sirovina za vještačko đubrivo;

Nefelin - alumosilikat natrijuma sa 2 molekula SiO_2 , javlja se kao zamjena za albit u alkalnim stijenama.

kristališe heksagonalno u stubičastim i pločastim agregatima; cjepljivost slaba, školjkast do neravan prelom, tvrdina 5,5 do 6; sjajnost staklasta do masna, bezbojan bijeli do sivi;

U kori raspadanja **formiraju minerale glina**.

Leucit



Nefelin



SISTEMATIKA SILIKATA - LISKUNI

GRUPA LISKUNA- u grupi najrasprostranjenijih minerala Zemljine kore oko 4%. Uglavnom su sastojci magmatskih stijena i metamornih ali ih ima i u sedimentnim. Dijele se na primarne: **muskovit i biotit** i sekundarne: **sericit**.

Muskovit - $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$. kalijski liskun. Ime po italijanskom nazivu za Moskvu (*vitrum Moscoviticum* - rusko staklo).

kristališu monoklinično u pločastim i listastim oblicima (najveć. do 5 m²); bezbojan do providan, sedefastog sjaja, savršene cjepljivosti, mala tvrđine 2,5, elastičan;

nastaje magmatski -metasomatozom i pegmatitsko-pneumatolitski i hidrotermalno; u kori raspadanja stabilan, ima ga u aluvijalnim nanosima-pločasti oblici; koristi se kao izolacioni materijal u radio i elektroindustriji;

Biotit - $K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH,F)_2$. izomorfna smješa kalijummagnezijumgvožđevog alumosilikata

boja tamno mrka do crna, smeđa do tamnozeleno, tvrdoća 2-3;

često se javlja u kisjelim i prelaznim magmatskim stijenama ima ga i u metamornim stijenama.

u kori raspadanaj prelazi u svijetle ljuspice gubeći boju, u hidrotermalnom kontaktu prelazi u hlorit;

ostale osobine kao kod muskovita.

Sericit- ako su liske muskovita ispod 1 mm onda se naziva sericit, sekundarni mineral, nastaje raspadanjem feldspata i feldspatoida.

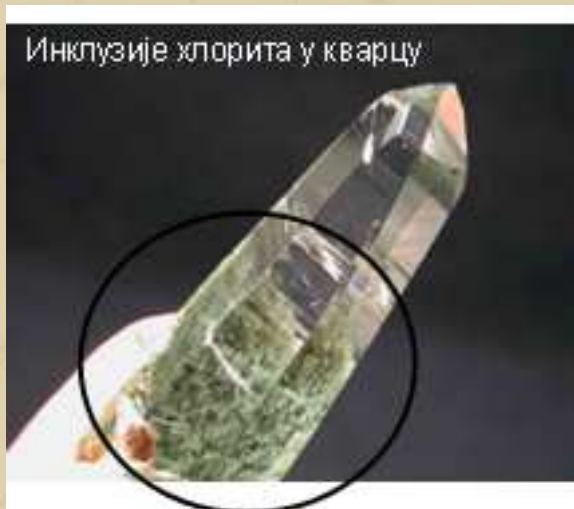


SISTEMATIKA SILIKATA - HLORITI

GRUPA HLORITA - (chloros-zelenožut) hidratirani alumosilikati Mg i Fe mogu imati do 13 % H₂O. Kristalni predstavnici su **penin**; **klinohlor** (magnezijum hidratirani alumosilikat gradi stijenu hloritošist) i **zeleni škriljac**.

Važni sastojci u stijenama i kristališu monoklinično u pločastim i ljuspastim agregatima.

Savršene cjeplivosti, zelene boje u svim nijansama, staklaste sjajnosti, male tvrdine 1.5-2,5;



Nastaju u magmatskom i metamorfnom ciklusu. U kori raspadanja odnošenjem gvožđa dolazi do stvaranja ranih minerala glina.

SYSTEMATIKA SILIKATA - SERPENTIN

GRUPA SERPENTINA - $Mg_6[(OH)_8Si_4O_{10}]$ postoje tri kristalna varijeteta ovog minerala: ljuspasti-**antigorit**; vlaknasti-**hrizotil**; amorfni-**serpofit**.

može da sadrži do 30% Fe, ležišta su vezana za bazične i ultrabazične masive, nikad se ne javljaju u kristalnim formama, već kao listasti i ljuspasti agregati, savršene cjepljivosti; kristališe monoklinično, elastičan je, sivog ili zelenkastog ogreba, zelenkast, žućkast do tamnozeleno boje;

U kori raspadanja nastaje metesomatski raspadanjem olivina, piroksena, amfibola.

Upotrebljava se kao vatrostalni i izolacioni materijal, u industriji papira, izradu ukrasnih predmeta.



SISTEMATIKA SILIKATA – TALK i OLIVINI



TALK- $Mg_3[(OH)_2 |Si_4O_{10}]$ persijski naziv, predstavlja magnezijumov silikat sa vodom do 5 %.

Kristališe monoklinično, tvrdoća 1, savršene cjepljivosti ali je neelastičan, masnog je opipa;

Bijele do blijedozelene boje, bijelog ogreba;

nastaje u magmatskom i metamorfnom ciklusu- hidrotermalno proobražajem olivina i Mg minerala;

Upotrebljava se u medicini, kozmetici, industriji tekstila, guma, papira, boja.



GRUPA OLIVINA- imaju zajedničku formulu $X_2 SiO_4$ gdje je $X = Fe$ i Mg , predstavlja **izomorfnu smjesu forsterita** $Mg_2 SiO_4$ i **fajalita** $Fe_2 SiO_4$.

kristališu rombično u kratkostubastim i zrnastim agregatima, slabe cjepljivosti, tvrđine 6.5-7, staklaste sjajnosti, svijetlo do maslinasto tanmoz zelene boje (*oliva-maslina*).

Satojci su bazičnih i ultrabazičnih stijena, pirogeni su minerali mada mogu nastati i kontaktnim metamorfizmom, u hidrotermalnim uslovima **prelaze u serpentin i talk** (mrežasta struktura), u kori raspadanja prelaze u limonit i opalsku masu;

Koristi se za proizvodnju silikatnog stakla i vatrostalnih materijala, nakit - prozirni i lijepi varijeteti.



SISTEMATIKA SILIKATA – MINERALI GLINA

MINERALI GLINA- u kori raspadanja i zemljištu jedni od najzastupljenih, nastaju raspadanjem feldspata/oida, ili generalno raspadanjem alumosilikata. Kristalni predstavnici su : **kaolinit**, **monmorijonit**, **ilit** i amorfni **alofan**.

Kaolinit- (lokalitet *KaoLing* u Kini) $Al_4[(OH)_8 | Si_4O_{10}]$

kristališe triklinično u lističastim i zemljastim oblicima, bijele boje čest različito obojen zbog primjesa žute do tamnocrvenkaste, male tvrdine, masnog opipa; suv se drobi u prah;

nastaje preobražajem kisjelih magmatskih i metamorfnih stijena; te raspadanjem feldspata/oida, liskuna, u različitim sedimentacionim sredinama; koristi se u proizvodnji keramike, cimenta, gume.

Monmorijonit $(Al_{1,67}Mg_{0,33})[(OH)_2 | Si_4O_{10}]_{0,33} \times Na_{0,33}(H_2O)_4$ (lokalitet *Montmorillon* u Francuskoj),

kristališe monoklinično, sadrži vodu koja je slabo vezana, kada je zasićen vodom zapremina mu se povećava 2.5 puta; bijele do zelenkaste boje;

nastaje alteraciom tufova, vulkanskog pepela i magmatskih stijene, bentoniti- od bazičnih i neutralnih staklastih tufova, mogu nastati i blizu toplih izvora i gejzira.

ilit - $K_x (Al, Fe, Mg, Ca)_4 Si_8 - x Al_x O_{20} \times n H_2 O$ nastaje degradacijom feldspata i liskuna, ovog minerala ima dosta u glincima i laporcima, kristališe monoklino, ne apsorbuje vodu i ne bubri.

Alofan - smješa hidroksida aluminijuma i vlage, nalazi se u izmijenjenim vulkanskim stijenama u glinama i laporcima.



SISTEMATIKA SILIKATA - AMFIBOLI



GRUPA AMFIBOLA - osnovna formula ovih minerala je $X_2Y_5 Z_8 (OH)_2$ gdje je X= Ca, Na, Fe i Mg; Y=Mg, Fe, ređe Al; Z= Si i manje Al. Podijeljeni su na osnovu strukturnih karakteristika na: **rombične** (antofilit i žedrit) koji su rijetki i manje značajni i **monoklinične: tremolit, aktinolit i hornblenda**.

Tremolit - $Ca_2 Mg_5 [OH |Si_4O_{11}]_2$ i **Aktinolit** $Ca_2 (Mg Fe)_5 [OH |Si_4O_{11}]_2$

Imaju stubast, vlaknast oblik pojavljivanja, tvrdine 5-6, boja zavisi od primjesa, bijelog su ogreba, staklaste sjajnosti, nastaju u metamorfnom ciklusu (preobražajem piroksena), savršene cjepljivosti, koriste se za izolacioni materijal i materijal otporan prema kisjelinama.

Hornblenda $(Ca Na K)_{2-3} (Mg, Fe_{2+}, Fe_{3+}, Al)_5 Ca_2 Mg_5 [OH (SiAl)_4O_{11}]_2$ njemačka riječ *horn-rog*.

Kristališe monoklinično u stubičastim oblicima, zelene do tamnozelene boje, staklaste i smolaste sjajnosti, svršene cjepljivosti (zaklapa ugao od 124°), tvrdine 5-6, školjkast prelom;

Nastaje u magmatskom i metamorfnom ciklusu (pirogeno i pneumatolitski), u kori raspadanja prelazi u hlorit i epidot, kalcit i limonit, važan je petrogeni mineral;



SISTEMATIKA SILIKATA - PIROKSENI

GRUPA PIROKSENA- kristališu rombični: *enstatit*, *bronzit* i *hipersten* i monoklinični: *augit*, *diopsid*, *dijalag*.

Rombični- Enstatit $Mg_2 [Si_2O_6]$, **Bronzit** $(Mg,Fe)_2[Si_2O_6]$, **Hipersten** $(Mg,Fe)_2[Si_2O_6]$ u mineralogiji ovo se naziva niz enstatita, tvrđina 5-6, enstatit je bijele boje, bronzit boje bronce, hipersten tamnozelen, smeđ do crn, bijelog su ili sivog ogleba, staklast do metaličan sjaj, minerali su magmatskog ciklusa ima ih u meteoritima, važni su petrogeni minerali (ultrabazične i bazične magmatske stijene), u kori raspadanja **prelazi u serpentin**.

Monoklinični- Diopsid $CaMg [Si_2O_6]$ rijetki su minerali, pretežno se nalaze u metamorfnim stijenama, kristališu u izduženim oblicima, tvrđine 6-7, nastaju magmatski i pri kontaktnom metamorfizmu, u kori raspadanja daju kalcit, hidrokside gvožđa, kalcedon i opal.

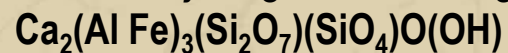
Augit $(Ca,Mg,Fe)_2[(Si,Al)_2O_6]$, ima školjkast do iverast prelom, tamnozelen smeđ do crn, ima izrazit staklasti sjaj (*auge* - svjetlost, sjaj), magmatski je ređe metamorfni mineral. **Dijalag**- predstavlja augit koji ima mali sadržaj Fe, bronzanozelene boje i savršene cjepljivosti , u kori raspadanja ponaša se kao diopsid.





SISTEMATIKA SILIKATA – EPIDOT i TURMALIN

EPIDOT- predstavlja nekoliko hidratiranih kalcijsko-aluminijskih silikata sa sadržajem gvožđa i mangana, sa preko 200 kombinacija



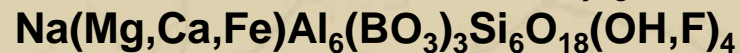
HIDRATISANI KALCISKO-GVOŽĐEVITI ALUMOSILIKAT

Kristališe monoklinočno u prutičastim i igličastim agregatima, tvrdine 6-7, savršene cjepljivosti, staklaste sjajnosti, boje sive, žute do crne, ogreba žućkastog,

Metamorfni je mineral, nastaje uz prisustvo vode i najčešće se koristi za izradu nakita;

U kori raspadanja postojan nalazi se u pijesku riječnih nanosa i zemljištu.

TURMALIN- dosta je složenog hemijskog sastava: boro-alumo-silikat magnezijuma i gvožđa sa sadržajem kalcija, alkalije i hidroksida, može u sastavu da ima do 15 elemenata, što se odražava na sve njegove osobine!



Velike tvrdoće 7-7,5, nema cjepljivost, kristališe trigonalno u zrakastim agregatima (turmalinsko sunce), različito je obojen, dešava se da su djelovi jednog kristala različito obojeni (crnačka glava), ima bijeli ogreb, staklasti sjaj;

Nastaje pegmatitno, pneumatolitski i hidrotermalno, kao rezistentan nalazi se u nanosima;

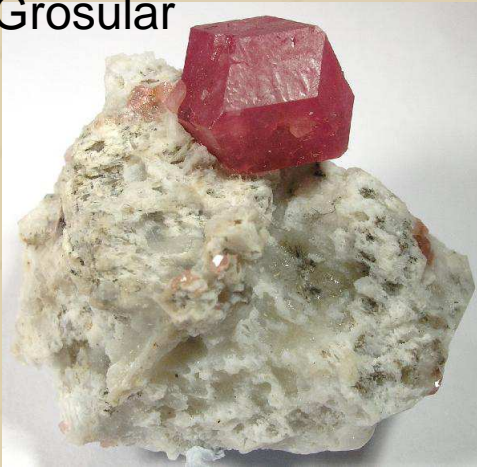
Ruda je bora, koristi se za proizvodnju elektromaterijala, lijepi primjerci koriste se za nakit.



Beril

MINERALI all

Grosular



Almadin



Biotit na ortoklasu



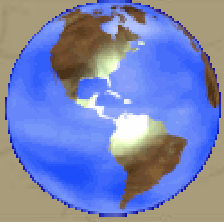
Halit



Fósiles de braquiópodos devónicos cubiertos de pirita



Pirit 17



MINERALOŠKE KARAKTERISTIKE STIJENA LITOSFERE

LITOSFERA - čvrst spoljni omotač Zemlje, izgrađen od više vrsta stijena.

STIJENE su prirodni agregati jednog ili više **minerala**, određenog hemijskog sastava i strukture.

MINERALI su

■ **čvrste homogene materije**

- tečna i gasovita faza u zemljinoj kori (nafta, gas) *nijesu minerali*

■ određenog **hemijskog sastava** i fizičkih osobina

- Hemijski sastav je određen i iskazuje se hemijskom formulom, *primjer: mineral pirit, FeS_2 , ali nije uvijek fiksna. Izvjesni atomi sličnog naelektrisanja i jonskih radijusa slobodno se zamjenjuju u kristalnoj rešetci, primjer: mineral sfalerit, ZnS ili $(Zn,Fe)S$*

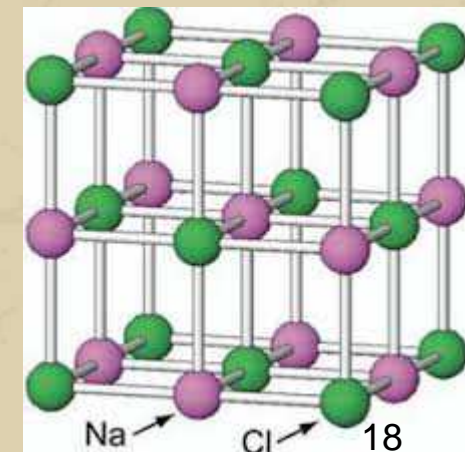
■ i **pravilne unutrašnje građe** (strukture)

- visoko uređeno, periodično ponavljanje atoma u kristalnoj rešetci

■ a nastaju **prirodnim procesima** (uglavnom neoranskim procesima)

- Jedinjenja dobijena sintetički u laboratorijskim uslovima **nijesu minerali**

MINERAL: HALIT, NaCl



POSTANAK MINERALA

- Minerale nastale kristalizacijom iz tečnog usijanog rastopa - magme, nazivamo **magmatskim mineralima**.
- Stvarani su u toku cijele geološke istorije Zemlje, svuda gdje se hladila i kristalisala magma.
- Primjeri magmatskih minerala su kvarc, feldspati, liskuni i dr.
- U završnoj fazi kristalizacije magme bogate bogate vodom može doći do reakcije novonastalih minerala i vode kada nastaju novi, krupni minerali u **pegmatitskoj fazi**, kao što su: turmalin, topaz, beril, granati, liskuni itd.
- Ako se voda u magmi ohladi bez reakcije sa novonastalim mineralima iz nje kristališu **hidrotermalni minerali** koji se javljaju na temperaturama od oko 4000°C pa sve do ispod oko 1000°C.
- Tople vode iz magme nazivaju se hidrotermalni rastvori sadrže elemente koji u toku kristalizacije magme nijesu ušli u sastav bitnih, silikatnih minerala: olovo, cink, bakar, srebro, zlato itd.
- Pomenuti metali najčešće se javljaju kao sulfidi ili samородni elementi.
- Hidrotermalni rastvori cirkulišu duž pukotina, najčešće matičnih magmatskih stijena odakle potiču, gdje se deponuju minerali gradeći žice debljine i do desetak metara.
- Ova genetska grupa minerala je značajna jer najveći dio rudnih minerala kristališe iz hidrotermalnih rastvora.

POSTANAK MINERALA

- **Značajno područje stvaranja minerala je kopnena i vodena sredina na površini Zemlje.**
- **Na kopnu se pod uticajem atmosferilija, vode, vazduha, snijega, leda i temperaturnih razlika stijene hemijski i fizički razaraju kada **nastaju minerali koji grade sedimentne stijene.****
- **Minerali u pomenutim uslovima se talože iz prezasićenih rastvora (kuhinjska so u moru, kalcit oko gejjira) ili posredstvom živih organizama (izdvajanje i obaranje amorfne silicije, opala, kalceona, karbonata itd.)**
- **Povećanjem pritiska i temperature zbog tektonskih pokreta, kretanja stijena u dubljim djelovima Zemlje, ispod 5 km dubine ili pod uticajem tople magme, minerali u postojećim stijenama trpe promjene - morfološke, strukturne ili hemijske kada se stvaraju novi minerali stabilni u novim, višim ili nižim PT (pritisak i temperatura) uslovima, koje nazivamo **metamornim mineralima.****
- **Pri stvaranju metamornih minerala značajnu ulogu imaju voda ili CO₂ koji potpomažu metamorfne procese.**