

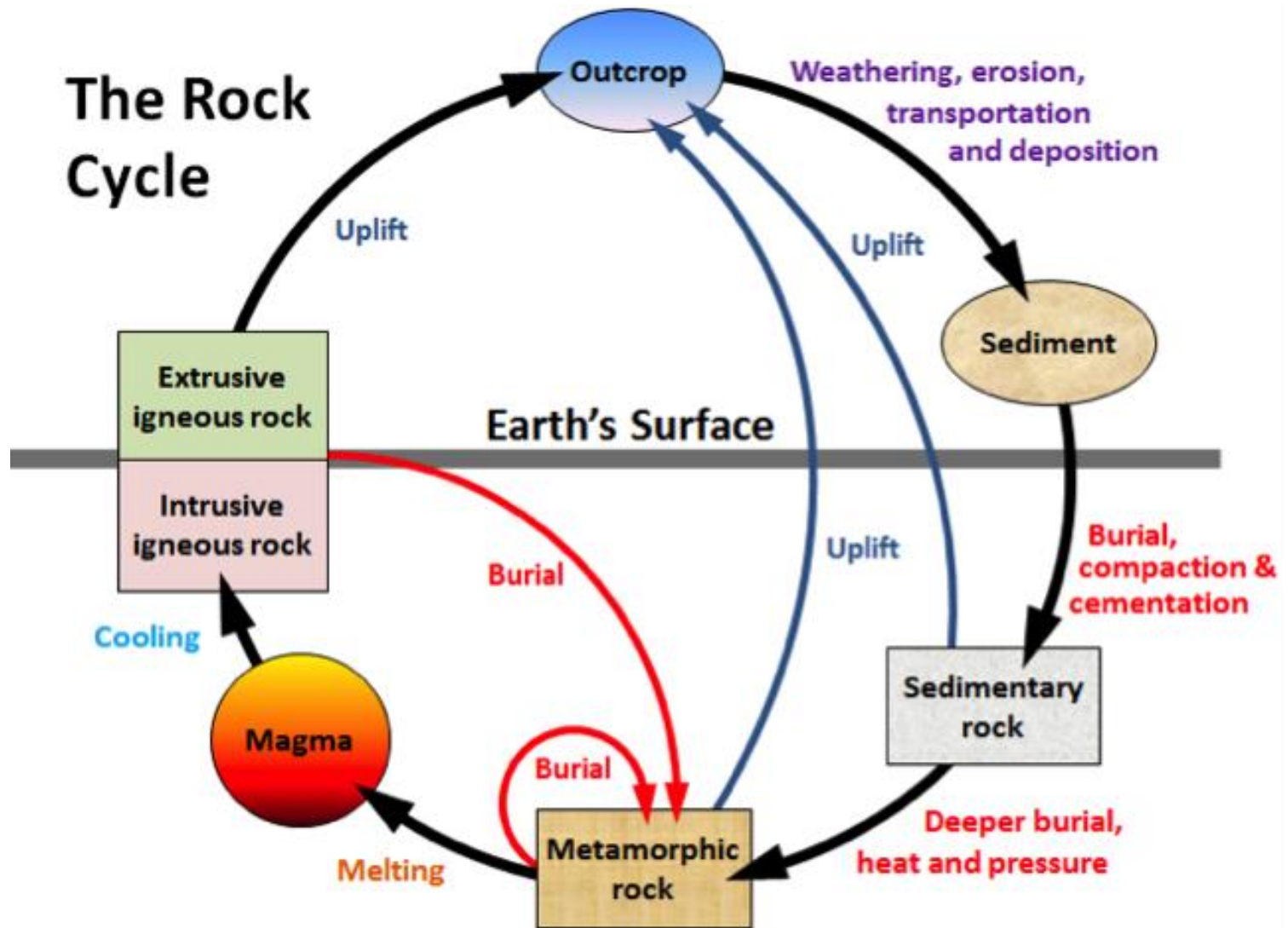
Petrogeni minerali magmatskih stijena

doc. dr. sc. Zorica Petrinec
Mineraloško-petrografski zavod
3.10.2017.

Mineralni sastav stijene

- na taj način opisujemo od čega se sastoji koja stijena
- možemo pratiti veze među stijenama odnosno zaključiti koji su materijali (npr. kakve magme po sastavu) bili uključeni u nastanak koje stijene → informacije bitne za rekonstrukciju okoliša u kojem je stijena nastala
- jedna od prvih informacija o okolišu nastanka stijene koju možemo relativno lako iščitati iz samog uzorka
- dodatne informacije: struktura i tekstura stijene = specifičnosti u izgledu stijene koje odražavaju uvjete nastanka

The Rock Cycle

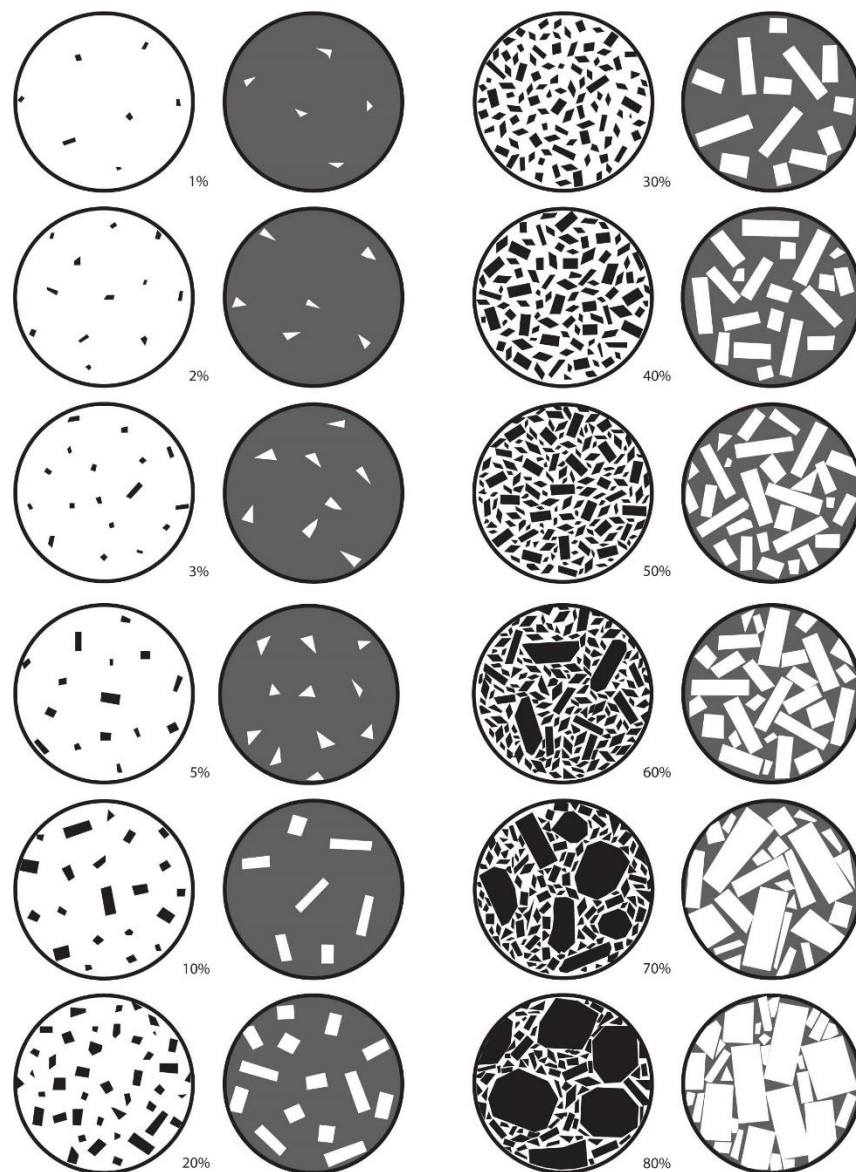


Što vidim?



Podjele petrogenih minerala (1)

- prema volumnim udjelima u stijeni:
 1. glavni (bitni): > 10 vol. %
 2. sporedni (značajni): do 10 vol. %
 3. akcesorni: do 1 vol. %



Podjele petrogenih minerala (2)

- prema "vremenu" kristalizacije:
 1. primarni = kristaliziraju direktno iz magme (Bowen!!)
 2. sekundarni = nastaju naknadnim izmjenama primarnih minerala (magmatski fluidi, trošenje)

Podjele petrogenih minerala (3)

- prema "boji":

1. melanokratski, mafitni ili femski



"tamni"



magnesium
+
ferrum



Fe + Mg

2. leukokratski, felsični ili salski



"svijetli"



feldspar
+
silica



Si + Al

Podjele petrogenih minerala

melanokratski,
mafitni ili femski

leukokratski,
felsični ili salski

olivin
pirokseni
amfiboli
biotit

kvarc
feldspati
feldspatoidi

Olivin

forsterit Mg_2SiO_4 - fajalit Fe_2SiO_4

- nezosilikat
- krist.: rompski sustav
- habitus: obično kao **uklopljena zrna ili zrnate mase**
- tvrdoća: 6 ½-7
- kalavost: **nema**; lom: **školjkast**
- sjaj: staklast
- boja: svijetlo žuto-zelena do zelena u Mg-bogatim varijetetima, tamnija smeđe-zelena s povećanjem Fe



- **u intruzivnim stijenama uglavnom je serpentiniziran: crna, mat masa**

Pirokseni

enstatit-ferosilitna serija, $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_3$

- inosilikati
- krist.: rompski sustav (=ortopirokseni)
- habitus: najčešće masivan
- tvrdoća: 5 ½-6
- kalavost: dobra po {210} - sijeku se pod ~90°
- sjaj: staklast do biseran na plohama kalavosti
- boja: svijetlo bež kod enstatita, nešto tamnija, metaličastog brončanog sjaja kod hiperstena; tamnije što je više Fe
- **broncit!**



Pirokseni

diopsid ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) - hedenbergitna ($\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$) serija

- inosilikati
- krist.: monokliniski sustav
(=klinopirokseni)
- habitus: najčešće u obliku prizmatskih zrna s kvadratičnim do osmerokutnim presjecima
- tvrdoća: 5-6
- kalavost: dobra po $\{110\}$ - sijeku se pod $\sim 90^\circ$
- sjaj: staklast
- boja: bijela do svijetlo zelena (ovisi o povećanju udjela Fe)



Pirokseni

augit, $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$

- inosilikat
- krist.: monoklinski sustav
(=klinopirokseni)
- habitus: najčešće u obliku prizmatskih zrna s kvadratičnim do osmerokutnim presjecima
- tvrdoća: 5-6
- kalavost: dobra po {110} - sijeku se pod $\sim 90^\circ$
- sjaj: staklast
- boja: vrlo često izrazito tamno zelen do crn



Pirokseni

- zajednička makroskopska svojstva svih piroksena:
 1. različito obojeni: crni, zeleni; svijetlo- i tamnosmeđi, svijetlosivi; svjetliji pirokseni obično su bogatiji magnezijem
 2. izrazitije **obojen crt** nego kod amfibola
 3. **nemetalan** sjaj, u pravilu neprozirni; crni pokazuju i lakirani sjaj; **ortopirokseni** mogu pokazivati prelijevanje boja u **brončanim** tonovima (često se zamijeni sa metalnim sjajem)
 4. dva sustava **kalavosti pod kutem $\sim 90^\circ$** ; ponekad ta kalavost može biti prividno prikrivena, pa mogu pokazivati i školjkasti lom
 5. tvrdoća: 5-6
- **razlika** između orto- i klinopiroksena: Mg-bogati ortopirokseni (svjetlije obojeni) su podložniji izmjenama u filosilikate na površini i duž pukotina (**serpentinizacija**) – mogu pokazivati **vlaknasti** habitus

Amfiboli

- zajednička makroskopska svojstva:
 1. uglavnom tamno obojeni, **crna do tamnozeleno**, rijetko siva do bezbojna (u metamorfnim st. i plava)
 2. kod crnih i tamnih amfibola opaža se **obojeni crt** (smečkasta do zelenkasta boja)
 3. nemetalan sjaj, gotovo nikad providni, kod crnih amfibola često **"lakirani" sjaj** na površinama kalavosti; slabije obojeni amfiboli imaju **staklast** sjaj
 4. dva dobro izražena sustava **kalavosti pod $\sim 60^\circ$ tj. 120°**
 5. tvrdoća: 5 do 6
 6. pri izmjenama pokazuju izmjene u **klorit** od površine prema unutrašnjosti i duž pukotina (zbog toga čak i crni amfiboli pokazuju često nejednoliko raspoređeno, mat zeleno ili sivozeleno obojanje i prigušen sjaj)

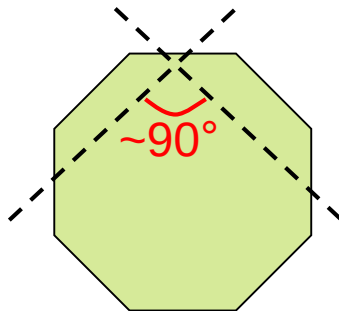
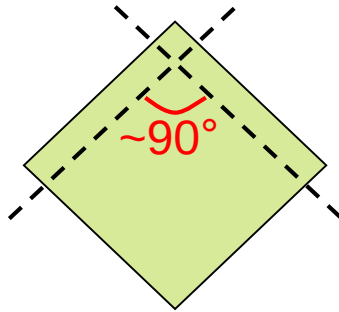
Amfiboli

hornblenda, $(\text{Ca}, \text{Na})_{2-3}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5\text{Si}_6(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

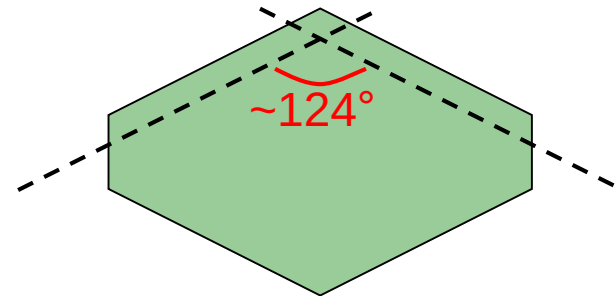
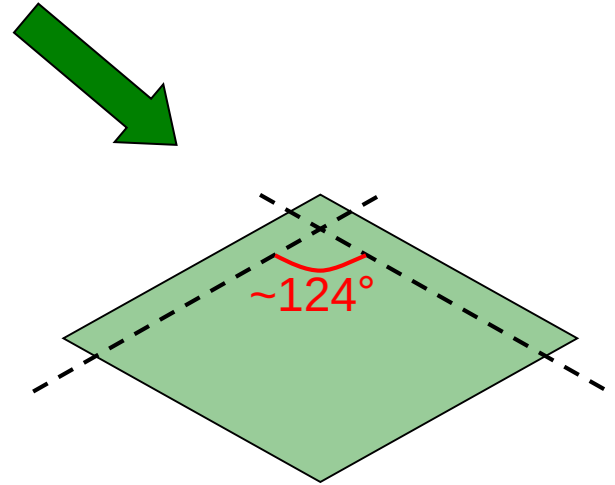
- inosilikat
- krist.: monoklinski sustav
- habitus: prizmatski kristali, isto i masivni krupno- do sitnozrnati agregati
- tvrdoća: 5-6
- kalavost: savršena po {110} - sijeku se pod $\sim 124^\circ$
- sjaj: staklast
- boja: razne nijanse tamno zelene do crne



Razlike: pirokseni vs. amfiboli

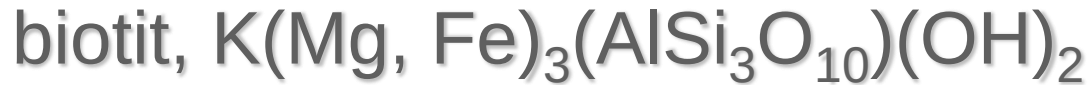


POPREČNI
PRESJECI!!!



↪ ako su obje vrste prisutne u stijeni, pirokseni su obično svjetlije zeleni od amfibola

Tinjci



- filosilikat
- krist.: monoklinski sustav
- habitus: listićavi ili masivni agregati
- tvrdoća: 2 ½-3
- kalavost: savršena po {001}
- sjaj: blistav, sličan dijamantnom
- boja: tamno zelena, smeđa, crna, vrlo rijetko svjetlije žuta



Tinjci

muskovit, $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

- filosilikat
- krist.: monoklinski sustav
- habitus: listićavi ili masivni agregati
- tvrdoća: 2-2 ½
- kalavost: savršena po {001}
- sjaj: staklast do svilenkast ili biseran
- boja: bezbojan i proziran u tankim listićima, u agregatima ima svijetle tonove žute, smeđe, zelene, crvene



Tinjci

"Svi su tinjci monoklinci heksagonskog habitusa"

- zajednička svojstva tinjaca:
 1. jedna, vrlo dobro izražena **kalavost** (mogu se izdvajati i tanki prozirni listići)
 2. tanki listići (kalotine) su **elastični**
 3. velika **čvrstoća**
 4. glatke ravnine kalavosti
 5. prozirnost (kod izrazito obojenih tinjaca tek u tankim listićima)
 6. nemetalan sjaj (skoro pa dijamantan), kod bezbojnih biseran
 7. nema pojava razmješavanja (izdvajanja)
 8. nema vidljivih sraslaca
 9. idiomorfni kristali su **pločasti, šesterokutnih obrisa**



Kvarc, SiO_2

- tektosilikat
- krist.: heksagonski sustav
- habitus: najčešće u obliku [nepravilnih zrna](#)
- tvrdoća: 7
- kalavost: [nema](#)
- lom: školjkast
- sjaj: staklast, kod nekih primjera baršunast, blistav
- boja: obično bezbojan ili bijel, ali često obojen zbog nečistoća; [prozirnkast](#)
- **NEMA PRODUKATA TROŠENJA!!**



Feldspati

- K-feldspati
- mikroklin, KAlSi_3O_8
- ortoklas, KAlSi_3O_8
- sanidin, $(\text{K}, \text{Na})\text{AlSi}_3\text{O}_8$

- plagioklasi
- albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) - anortit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_6$)

Plagioklasi:

An 0-5 (100-95 Ab) = **albit** (ubraja se u ALKALIJSKE feldspate)

An 5-10 (95-90 Ab) = **albit** (pribraja se plagioklasima)

An 10-30 (90-70 Ab) = **oligoklas**

An 30-50 (70-50 Ab) = **andezin**

An 50-70 (50-30 Ab) = **labradorit**

An 70-90 (30-10 Ab) = **bitovnit**

An 90-100 (10-0 Ab) = **anortit**

NAPOMENA:

K-feldspati + albit (An 0-5) = ALKALIJSKI feldspati!

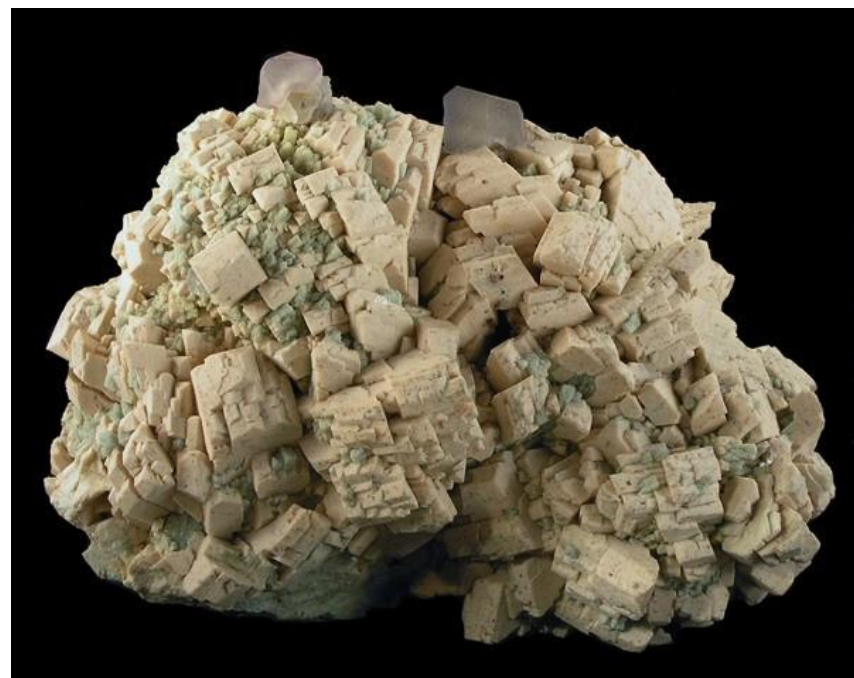
Feldspati

- zajednička svojstva svih feldspata:
 1. uglavnom **svijetlo obojeni ili bezbojni**, djelomično i prozirni; jaki crvenkasti, narančasti ili smeđi tonovi ("boja mesa") najčešći kod kalijских feldspata
 2. nemetalan sjaj, **staklast** sjaj; kada su trošeni, mogu biti i **mat**
 3. dva sustava dobre do vrlo dobre kalavosti koji su međusobno pod kutem $\sim 90^\circ$ (kod ortoklasa i sanidina 90° , kod plagioklasa 86°)
 4. tvrdoća: 6
 5. u magmatskim stijenama teže idiomorfnim, **pločastim** oblicima
 6. vrlo često pokazuju **sraslace**

K-feldspati

mikroclin, KAlSi_3O_8

- tektosilikat
- krist.: triklinski sustav
- habitus: obično kratkoprizmatski; karlsbadski sraslaci; često u krupnozrnatim, kalavim masama
- tvrdoća: 6
- kalavost: savršena po {001}, dobra po {010}, $\sim 90^\circ$
- sjaj: staklast
- boja: bijela do svijetlo žuta



K-feldspati

ortoklas, KAlSi_3O_8

- tektosilikat
- krist.: monoklinski sustav
- habitus:
- tvrdoća: 6
- kalavost: savršena po {001},
dobra po {010}, $\sim 90^\circ$
- sjaj: staklast
- boja: bezbojan, bijel, siv, boje mesa



K-feldspati

sanidin, $(K, Na)AlSi_3O_8$

- tektosilikat
- krist.: monoklinski sustav
- habitus:
- tvrdoća: 6
- kalavost: savršena po {001},
dobra po {010}, $\sim 90^\circ$
- sjaj: staklast
- boja: bezbojan, često proziran
- visokotemperaturni = dolazi u
EFUZIVIMA!



Plagioklasi

albit, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - anortit, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

- tektosilikat
- krist.: triklinski sustav
- habitus: pojedinačni kristali su rijetki; obično u sraštenim, kalavim masama i u obliku nepravilnih zrna
- tvrdoća: 6
- kalavost: savršena po {001}, dobra po {010}, $\sim 90^\circ$
- sjaj: staklast do biseran
- boja: bezbojan, bijela, svijetlo do tamno siva; tamnije što se sastav više približava anortitu

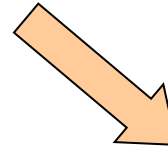


Dijagnostička svojstva za razlikovanje među skupinama feldspata:

	ortoklas, mikroklin	sanidin	plagioklasi
Boja	ciglasto-crvena, boja mesa; bijela, siva, žućkasta, smeđa, narančasta, zelena, svijetloplavičasta	bezbojni i prozirni; žućkasto-bijela, boja dima	bijeli, sivi, bezbojni; sivoljubičati, smeđeljubičasti, sivosmeđi, svijetloplavičasti, žuti, rijetko crveni, zelenkasti
Sraštanja	samo sraslaci-dvojci podjednako velikih individua, često nepravilnih sraslačkih šavova, često i bez sraslaca	samo sraslaci-dvojci podjednakih individua, često nestrašteni	polisintetski (lamelarni) sraslaci; iako ima i sraslaca-dvojaca
Pojave izlučivanja	česte pertitne lamele , neravne, subparalelne lamele	ne pokazuje strukture izlučivanja	izlučivanje nije makroskopski vidljivo
Izmjene (alteracije)	uglavnom ne pokazuju alteracije, dijelom kaolinitizacija	dijelom kaolinitizacija	često zelenkaste i žućkaste sekundarne izmjene: prividan gubitak kalavosti i sraštanja, obično naglašenije u jezgrama mineralnih zrna
Zonarna građa	vrlo rijetko	gotovo neopazivo	često; makroskopski opazivo samo kod alteriranih plagioklasa

Razlike:

K-feldspati vs. plagioklasi



sraslaci-dvojci

1

polisintetski sraslaci

uglavnom svježi

2

pokazuju bijelo-žučkasto
praškasto trošenje

--

3

često vidljiva zonalnost

↪ ako su obje vrste feldspata prisutne u stijeni, K-fsp često imaju "boju mesa", dok su plagioklasi bijeli (bijelo-žučkasti)

Feldspatoidi

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

- tektosilikat
- krist.: [heksagonski sustav](#)
- habitus: [rijetko u kristalima](#); obično u obliku masivnih ili kompaktnih agregata ili kao uklopljena zrna
- tvrdoća: 5 ½-6
- kalavost: [uočljiva po \$\{10\bar{1}0\}\$](#)
- sjaj: staklast u kristalima, baršunast u masivnim varijetetima
- boja: bezbojan, bijela, žućkasta, u masivnim varijetetima siva, zelenkasta, crvenkasta



Feldspatoidi

leucit, KAlSi_2O_6

- tektosilikat
- krist.: tetragonski ($T < 650^\circ\text{C}$) ili [kubični](#) ($T > 650^\circ\text{C}$) sustav
- habitus: obično u [trapezoedarskim kristalima](#) uklopljenim u sitnozrnati matriks
- tvrdoća: 5 ½-6
- kalavost: nema
- sjaj: staklast do zagasit
- boja: bijela do siva



Feldspatoidi

sodalit, $\text{Na}_8(\text{AlSiO}_4)_6\text{Cl}_2$

- tektosilikat
- krist.: [kubični sustav](#)
- habitus: najčešće [masivan](#), kristali izuzetno rijetki
- tvrdoća: 5 ½-6
- kalavost: [slaba po {011}](#)
- sjaj: staklast
- boja: obično [plava](#), također bijela, siva, zelena



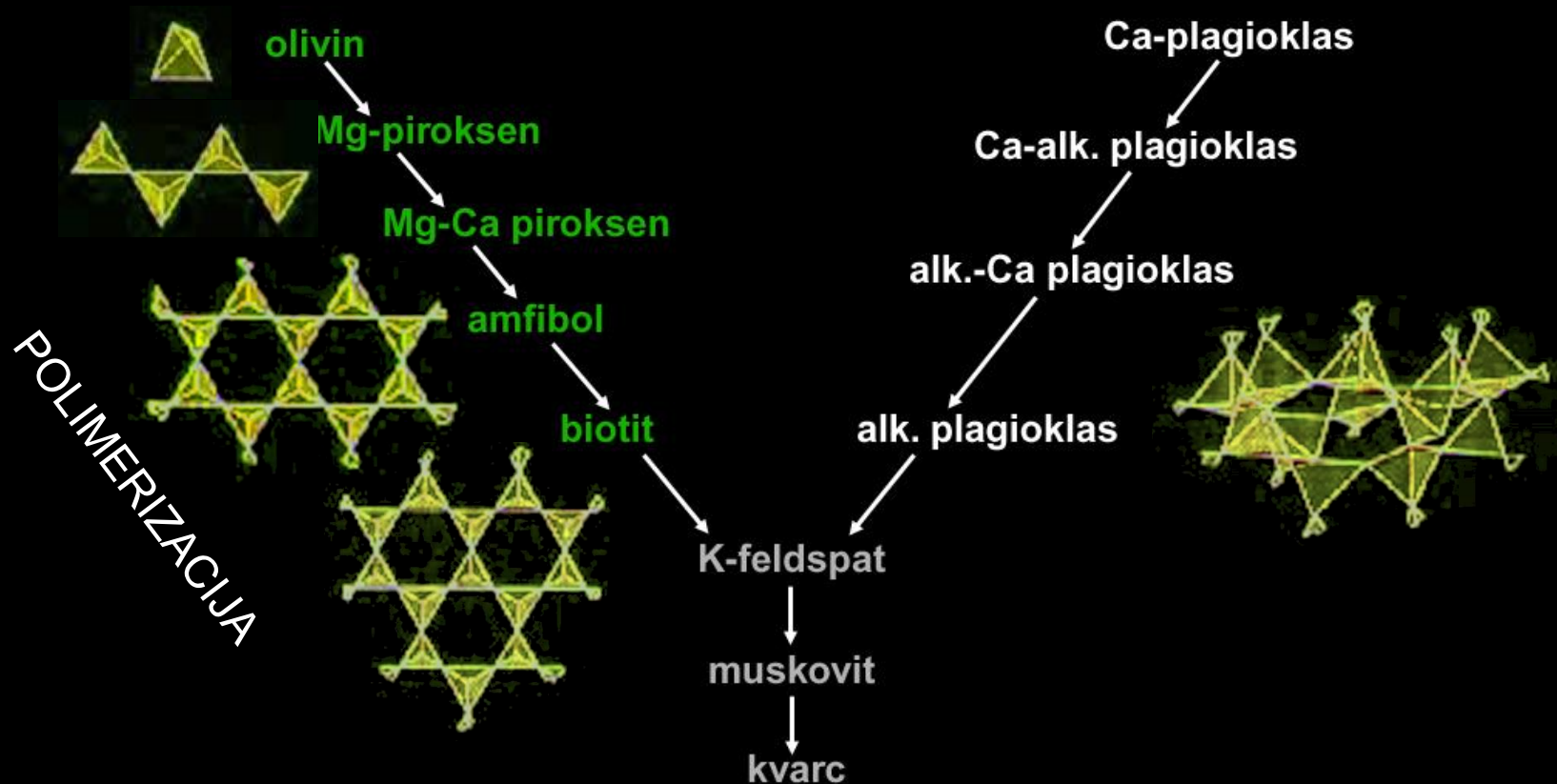
Ako ima feldspatoida, NEMA KVARCA!

Kako minerali kristaliziraju iz magme?

- Bowenova reakcijska serija (niz)!

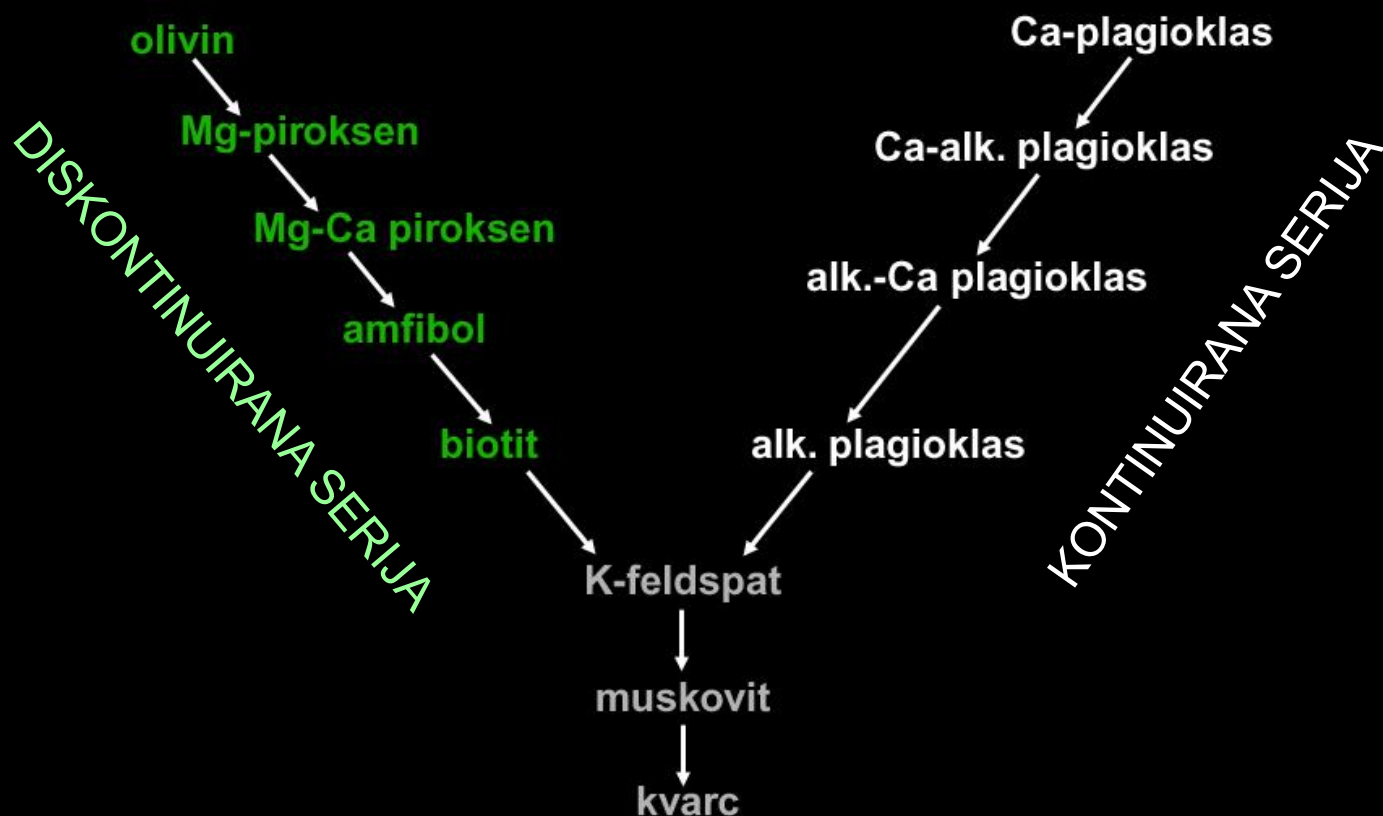
PROMJENA STRUKTURE I
KEMIJSKOG SASTAVA

MIJENJA SE KEMIJA,
STRUKTURA NE!



Kako minerali kristaliziraju iz magme?

- Bowenova reakcijska serija (niz)!



Kako minerali kristaliziraju iz magme?

