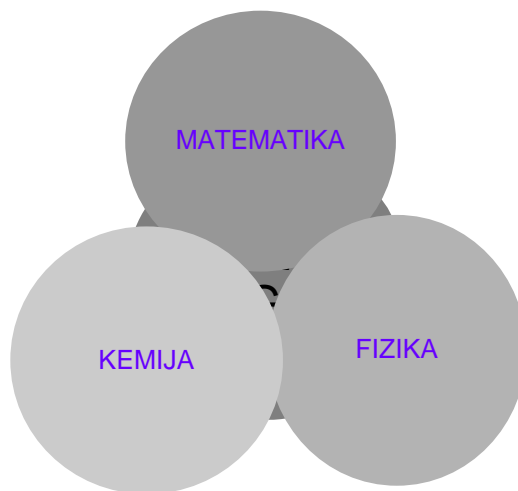


# MINERALOGIJA

(lat. minera-ruda i grc. logos-znanost)

1



2

# POVIJESNI RAZVOJ

- IV.-III. st.p.K.
- XVI. st. : 1. kristalografski zakon: zakon o stalnosti kutova, kontaktni goniometar...
- XIX. st. : 2. kristalografski zakon: zakon o racionalnom odnosu parametara, obični mikroskop, polarizacijski mikroskop...
- XX. st. : dokaz pravilne unutrašnje grade, kristalne rešetke, elektronski mikroskop, visokorazlučni transmisivni elektronski mikroskop (HRTEM) ( $\times 10^6$ )

3

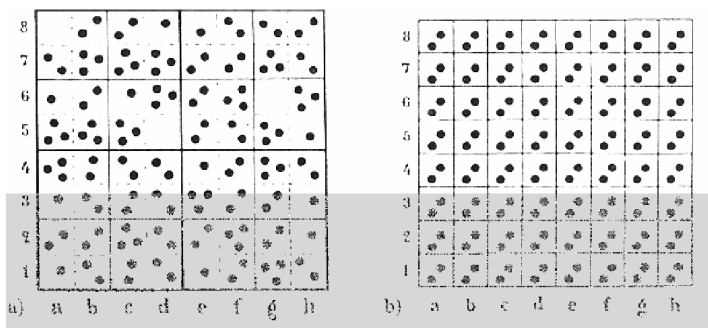
- **Mineral** –kemijski spoj ili element koji je u pravilu kristaliziran, nastao geološkim procesima. (IMA-komisija za nove minerale i mineralna imena)
- **Mineral** - prirodna tvorevina, sastavni dio litosfere, određene unutarnje grade ili strukture, određenog kemijskog sastava i fizickih svojstava (oko 4000 vrsta).
- Druga terminologija: nutricionistička, agronomska, rudarska ...
- **Mineralogija** - proučava i sistematizira minerale.

4

- **Kristal** - prirodna ili umjetna tvorevina pravilno uređene unutrašnje grade ili strukture, odnosno kristalne rešetke izgrađene od iona, atoma ili molekula, što se odražava u pravilnom vanjskom obliku i određenim fizickim svojstvima (stanje najniže energije-energetski najstabilnije stanje).
- **Amorfni mineral (mineraloid)** – prirodna tvorevina bez pravilno uređene unutarnje grade ili strukture (kristalne rešetke).

5

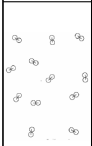








## Statistička i periodična homogenost



a) statistička homogenost - slučajan raspored materije

b) periodična homogenost – pravilan raspored materije

6

|                 | Grafički prikaz   | Zadržavanje oblika | Zadržavanje volumena | Raspored materije   | Fizička svojstva  |
|-----------------|---|--------------------|----------------------|---|---|
| <b>PLINOVI</b>  |    | NE                 | NE                   | Statistički homogen   | Izotropna<br>izos = isti<br>tropos = smjer<br>   |
| <b>TEKUCINE</b> |    | NE                 | DA                   | Statistički homogen   | Izotropna<br>izos = isti<br>tropos = smjer<br>   |
| <b>KRUTINE</b>  | <p>amorfne</p> <br><p>kristalizirane tvari</p>  | DA                 | DA                   | <p>statistički</p> <p>izotropna</p> <p>periodički heterogen</p> | <p>monotropna</p> <br><p>anizotropna</p> <br><p>anizotropna</p>  |

7

- **Izotropni mineral** -znacajke minerala su iste u svim smjerovima.
- **Anizotropni mineral** -znacajke minerala su različite u različitim smjerovima.
- **Homogene** tvari su one koje imaju ujednačen raspored čestica u tijelu. Ali strukturno promatrano postoji statistička i periodička homogenost.
- **Heterogene** tvari imaju neujednačen raspored čestica u tijelu

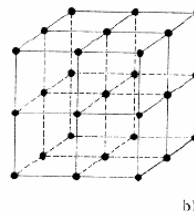
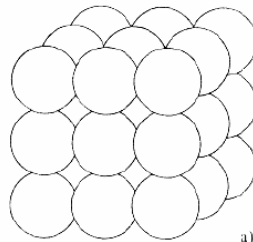
8

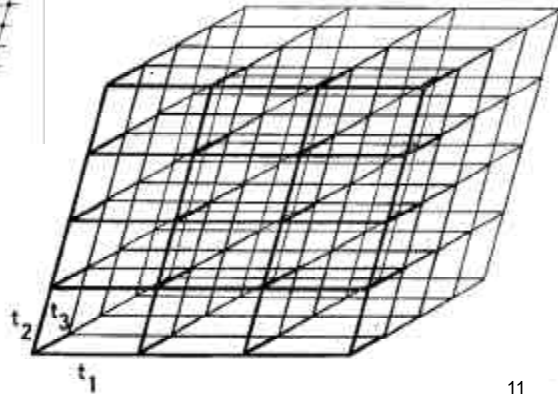
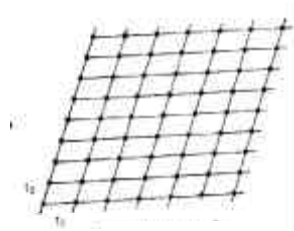
## STRUKTURA MINERALA

- **Struktura** minerala predstavlja prostorni raspored cestica i njihove medusobne veze.
- U kristaliziranim mineralima cestice su pravilno rasporedene u **linearne nizove**, **plošne mreže** i **prostorne** ili **kristalne rešetke**.
- Na taj način se stvara osnovna građevna jedinica svake kristalne rešetke a to je **elementarna stanica** koja se prostorno ponavlja u strukturi kristala u sva tri smjera.

## Rešetka

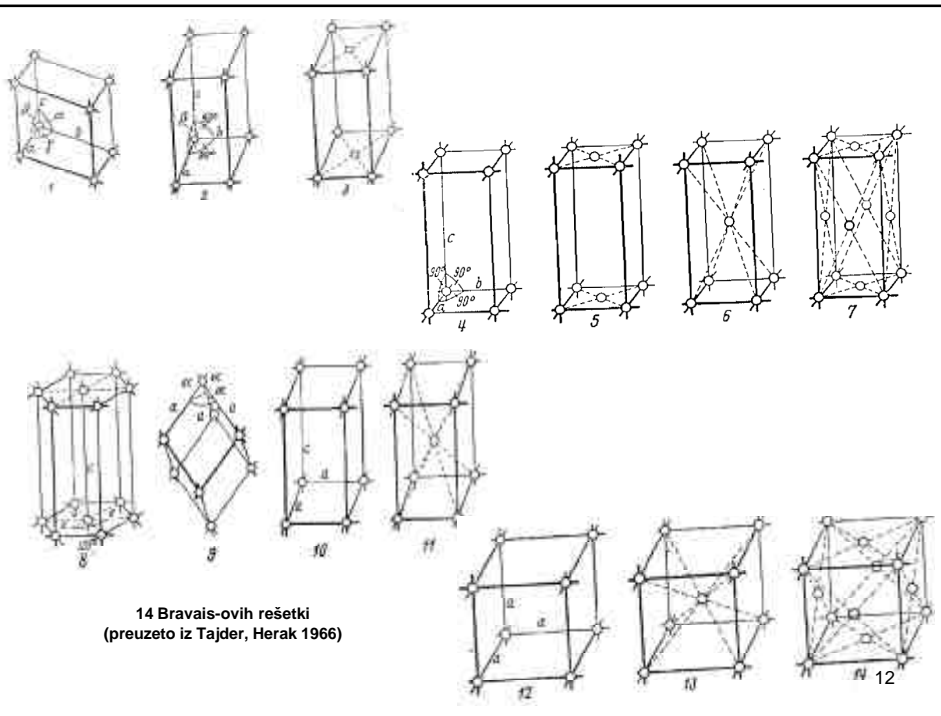
- zbog jednostavnosti motiv koji se ponavlja u prostoru zamjenjuje se čvorom i njegovim ponavljanjem dobije se matematički model koji se naziva prostorna rešetka.

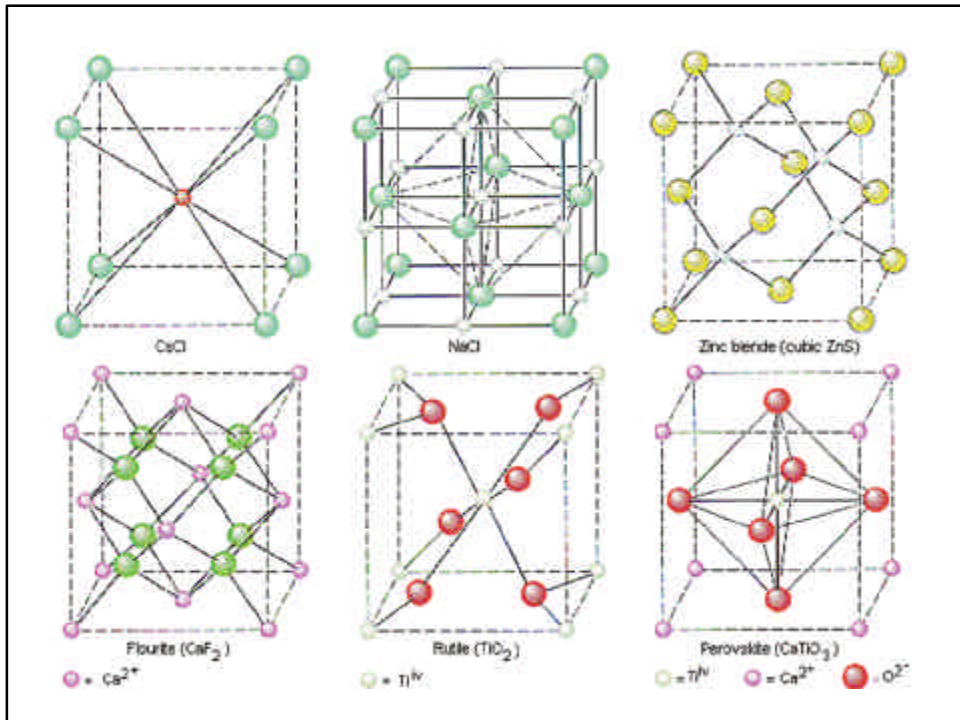




11

Kristalna rešetka (iz: Tajder, Herak, 1973)





- **Kristalizacija** - proces nastajanja minerala iz otopine koja je postigla određen stupanj koncentracije. Tada u otopini nastaju “centri kristalizacije” oko kojih se nakupljaju čestice iste mineralne tvari i pravilno se redaju u prostoru stvarajući karakterističnu strukturu tog minerala.

| Kristalni sustav | Osni sustav   | Elementi simetrije |
|------------------|---|--------------------|
| Trikliniski      | $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma$   |                    |
| Monoklinski      | $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ$<br>$\beta \neq (>)90^\circ$  |                    |
| Rompski          | $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$  |                    |
| Tetragonski      | $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$<br>tj. $a_1 = a_2 \neq c$   | 4    c             |
| Trigonski        | $a_1 = a_2 = a_3$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$<br>ili heksagonske osi  | 3    c             |
| Heksagonski      | $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$<br>$\gamma = 120^\circ$ tj. $a_1 = a_2 \neq c$<br>odnosno $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$<br>$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 120^\circ$ $\delta = 90^\circ$ | 6    c             |
| Kubični          | $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$<br>tj. $a_1 = a_2 = a_3$   | 3      <111>       |

15

**KRISTALI IMAJU IZRAŽENU  
SIMETRIJU I SIMETRIJSKE  
ELEMENTE VIDLJIVE U  
STRUKTURI I OBLIKU**



- **Symmetria (starogrcki): skladnost, pravilnost .** Simetrijom se naziva i osobina nekog lika u odnosu na pravu (osu), točku (centar), ili ravan, tj. svojstvo geometrijske figure da ima osu simetrije, centar simetrije, ili ravan simetrije.

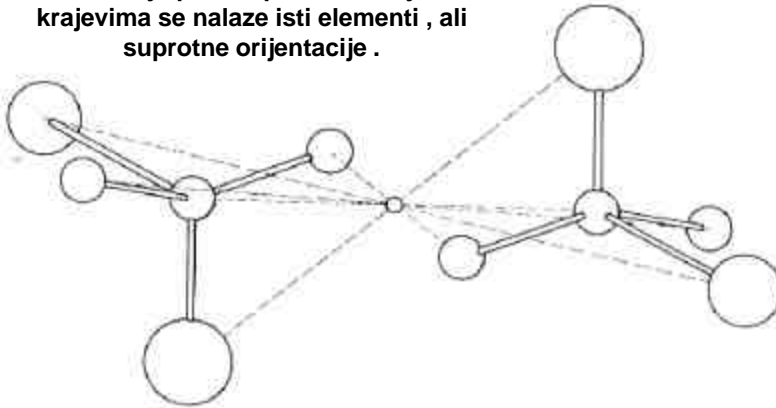


16



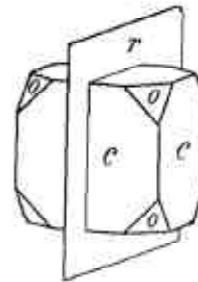
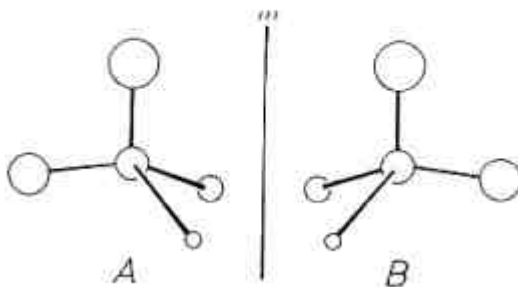
# Centar simetrije

točka u geometrijskom središtu kristala  
kroz koju prolazi pravac na cijim  
krajevima se nalaze isti elementi , ali  
suprotne orijentacije .



17

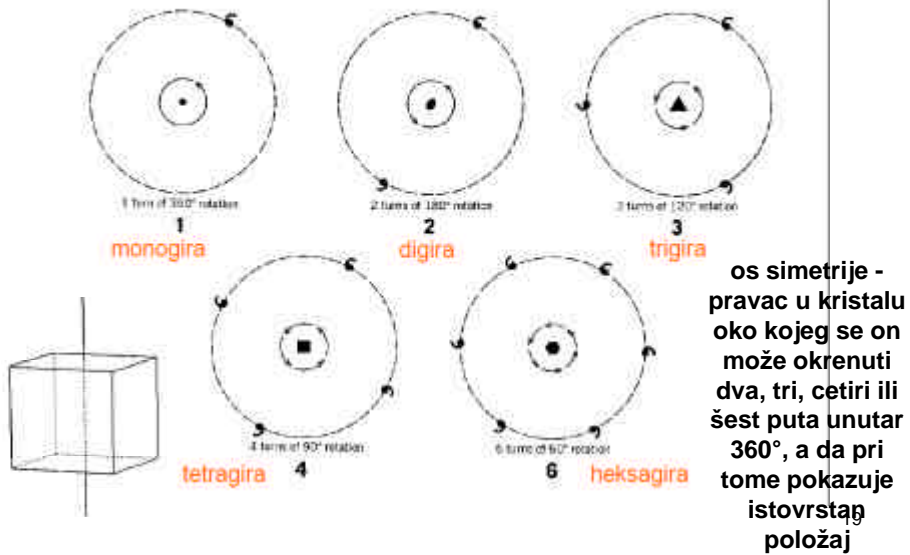
# Ravnina simetrije



ravnina simetrije -dijeli  
kristal na dva zrcalno  
jednaka dijela ,koji se  
medusobno odnose kao  
predmet i njegov lik u  
ogledalu

18

## Osi simetrije

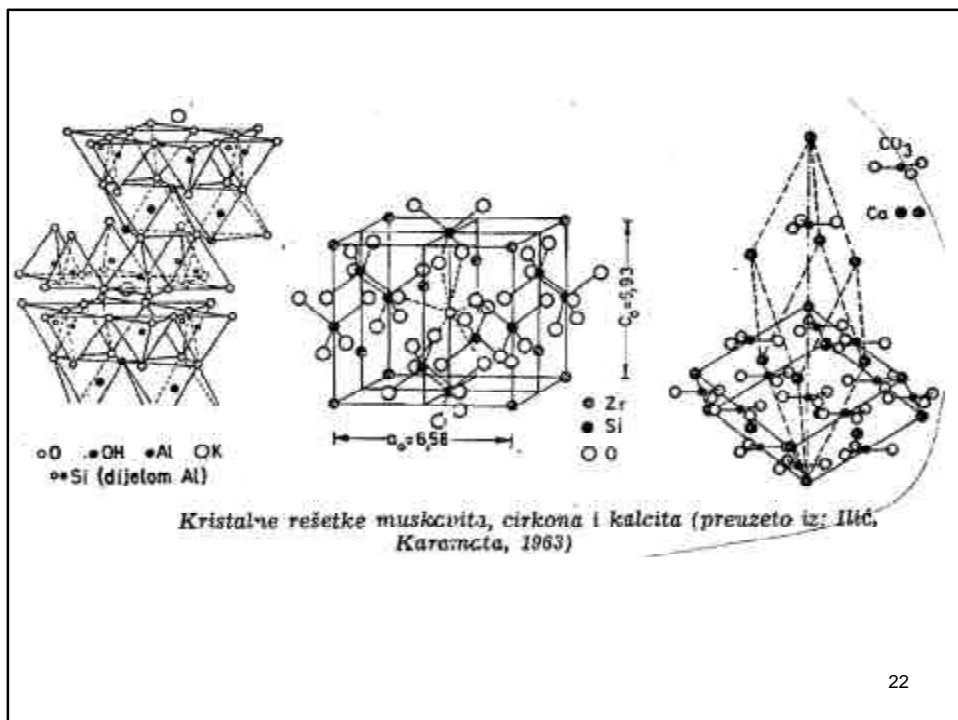


## OD CEGA SU IZGRAĐENE KRISTALNE REŠETKE?

- Gradevni elementi kristalne rešetke ioni, atomi, molekuli i atomske grupe izgrađuju cetiri osnovna tipa kristalnih rešetki:
  1. ionska kristalna rešetka
  2. atomska kristalna rešetka
  3. molekulska kristalna rešetka
  4. metalna kristalna rešetka

- **1. ionska kristalna rešetka** -izgrađuju ju ioni koji lako otpuštaju svoje elektrone (i postaju pozitivno nabijeni – kationi) s ionima koji lako primaju elektrone (i postaju negativno nabijeni –anioni); djeluju jake elektrostatske privlačne sile - veoma tvrdi i cvrsti kristali, s visokim talištem i vrelištem
- **2. atomska kristalna rešetka** -grade ju atomi cvrsto povezani kovalentnom vezom - kristali veoma tvrdi i imaju visoko talište (dijamant)
- **3. molekulska kristalna rešetka** -gradevni elementi molekule,medu kojima djeluju slabe sile, minerali male tvrdoce i nisko talište i vrelište (led)
- **4. metalna kristalna rešetka** -grade ju gusto raspoređeni i cvrsto povezani atomi; metali

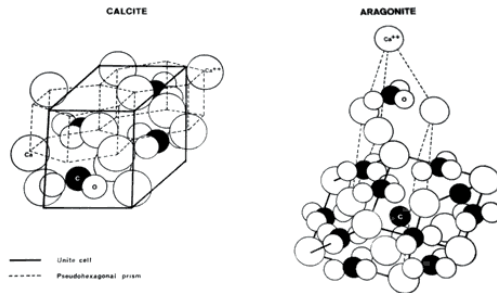
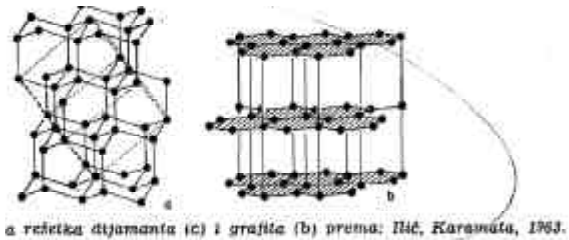
21



22

- **polimorfizam (polimorfne modifikacije)** - mineralna tvar istog kemijskog sastava kristalizira u različitim strukturama:

C...grafit, dijamant  
 CaCO<sub>3</sub>...kalcit, aragonit, faterit  
 SiO<sub>2</sub>...kvarc, tridimit, kristobalit



Preuzeto:www.penegellytrust.org

23

## IZOMORFIZAM

- **izomorfizam (izomorfna grupa)** je pojava da mineralne tvari različitog, ali analognog kemijskog sastava imaju veliku sličnost u kristalografskim i fizikim svojstvima.
- grupa plagioklasa  
 NaAl<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>...albit  
 CaAl<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>...anortit
- grupa olivina  
 MgSiO<sub>4</sub>...forsterit  
 FeSiO<sub>4</sub>...fajalit



24

|   | Naziv                      | postotak albita | postotak anortita |
|---|----------------------------|-----------------|-------------------|
|  | <a href="#">Albit</a>      | 100-90          | 0-10              |
|  | <a href="#">Oligoklas</a>  | 90-70           | 10-30             |
|  | <a href="#">Andezin</a>    | 70-50           | 30-50             |
|  | <a href="#">Labradorit</a> | 50-30           | 50-70             |
|  | <a href="#">Bitovnit</a>   | 30-10           | 70-90             |
|  | <a href="#">Anortit</a>    | 10-0            | 90-100            |

25

## FIZICKE ZNACAJKE MINERALA

- **Gustoca:** masa jedinичnog volumena (2-4,5g/cm<sup>3</sup>)
- **Oblik:** idealni kristali, realni kristali, izometricni, prizmatski, stupicasti, štapicasi, pločasti, vlaknasti itd
- **Boja:** idiokromatski i alokromatski
- **Sjaj:** dijamantska, staklasta, polumetalna, metalna, voštana itd

26

Ilokromatski minerali

**Azurite**  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$

**Native Sulfur (S)**

**Malachite**  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$

Alokromatski minerali

topazni kristali

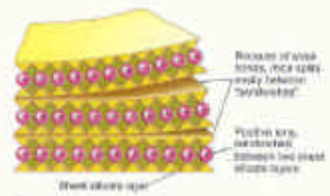
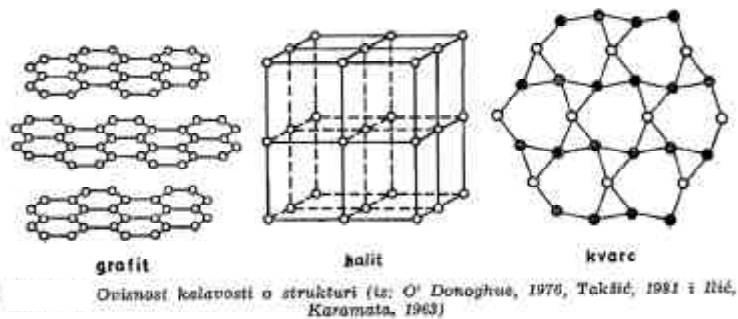
gips (fibrozni kristali) - kristali - kristali - kristali

šarpatni kristali

šarpatni kristali

šarpatni kristali

- **Kalavost:** svojstvo minerala da se dijeli (odvaja) u sitnije dijelove, ovisi o strukturi.



**Figure 2.12**  
 (A) Mica called apart along cleavage planes. (B) Tetrahedral sites joined to octahedral. Mica crystal structure is simplified in this diagram.

## Tvrdoća: otpor koji mineral pruža paranju

*Usporedba relativne tvrdoće i tvrdoće prema brušenju karborundom*

| Mineral        | Relativna tvrdoća (po Mohsu) | Karakteristike  | Tvrdoća prema brušenju karborundom |
|----------------|------------------------------|---|------------------------------------|
| milovka (talk) | 1                            | paraju se noktom  | 0.04                               |
| gips (sadra)   | 2                            |   | 1.25                               |
| kalцит         | 3                            | paraju se željeznom iglom, komadićem prozorskog stakla i čeličnim nožem | 4.5                                |
| fluorit        | 4                            |   | 5.0                                |
| apatit         | 5                            |   | 6.5                                |
| ortoklas       | 6                            | paraju staklo; ne mogu se parati niti čeličnim nožem                    | 37                                 |
| kvarc (kremen) | 7                            |   | 120                                |
| topaz          | 8                            |   | 175                                |
| korund         | 9                            |   | 1000                               |
| dijamant       | 10                           |   | 140000                             |

31

- Elasticitet
- Provodljivost topline
- Magnetičnost
- Radioaktivnost
- Elektroprovodljivost

32



- **Prema kemijskom ponašanju minerali mogu biti:**

- kemijski otporni (kvarc, cirkon, muskovit...)
- kemijski neotporni (feldspati, pirokseni...)
- kemijski topivi (soli...)
- kemijski reaktivni (opal, zeoliti...)

33

## NACIN PREDSTAVLJANJA MINERALA

- Ime OLIVIN
- Kemijska formula  $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$
- Boja žutozelena do zelena ili bijela (forsterit)
- Kristalni habitus kratkostupicasti ili debeloplocasti
- Kristalni sustav rompski, k.r. *mmm*
- Kalavost jasna po {010}, nejasna po {100}
- Mohsova tvrdoća 6,5 (fajalit) – 7 (forsterit)
- Sjaj staklast
- Indeks loma  $N_p = 1,635 - 1,835$ ,  $N_m = 1,651 - 1,877$ ,  $N_g = 1,670 - 1,886$  (povećava se s udjelom fajalitne komponente)
- Dvolom  $N_g - N_p = 0,035$  (forsterit);  $N_g - N_p = 0,051$  (fajalit)
- Gustota 3,222 (forsterit) - 4,392 (fajalit)
- Točka tališta 1205°C (fajalit) - 1890°C (forsterit)

34

## PODJELA MINERALA PREMA NACINU POSTANKA

- **pirogeni** -nastali kristalizacijom iz magme
- **pneumatogeni** -nastali kristalizacijom iz plinova i para
- **hidrotermalni** -nastali kristalizacijom iz hidrotermalnih otopina
- **hidatogeni** -nastali kristalizacijom iz vodenih otopina

35

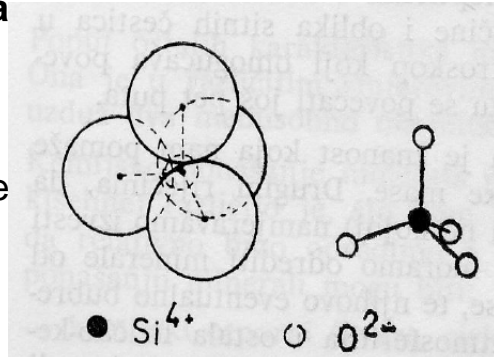
Obzirom na njihov kemijski sastav i strukturnu gradnju minerali su razvrstani u skupine:

- silikati
- oksidi i hidroksidi oksidi i hidroksidi
- karbonati
- sulfati
- sulfidi
- ostali
- elementi

36

## SILIKATNI MINERALI

- Silikati su najvažnija skupina petrogenih minerala (više od 90% zemljine kore) čiju osnovu strukturne grade čine  $\text{SiO}_4$  tetraedri, ioni kisika nalaze se u vrhovima tetraedara, a mali ion silicija u njegovom središtu.



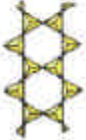
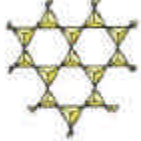
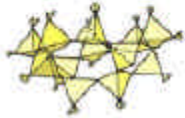


37

### Ovisno o načinu vezivanja $\text{SiO}_4$ tetraedara u kristalnoj rešetki (po Bragg-u) silikate dijelimo na:

- nezosilikati (grupa olivina, grupa granata...)
- sorosilikati (epidot, coizit...)
- ciklosilikati (grupa turmalina, kordijerit...)
- inosilikati (pirokseni, amfiboli, hornblenda...)
- filosilikati (talk, tinjci, minerali glina...)
- tektosilikati (kvarc, feldspati...)

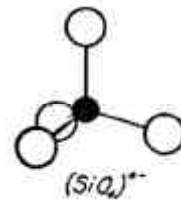
38

|                              |   | Example                  |
|------------------------------|---|--------------------------|
| Isolated silicate structure  |  | Olivine                  |
| Single chain structure       |  | Pyroxene group           |
| Double chain structure       |  | Amphibole group          |
| Sheet silicate structure     |  | Mica group<br>Clay group |
| Framework silicate structure |  | Quartz<br>Feldspar group |

39

## NEZOSILIKATI

- OLIVIN
- $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$
- žutozelena do zelena ili bijela (forsterit)
- Kristalni habitus kratkostupicasti ili debeloplocasti
- Kristalni sustav rompski, Kalavost jasna
- Mohsova tvrdoća 6,5 (fajalit) – 7 (forsterit)
- Sjaj staklast



40

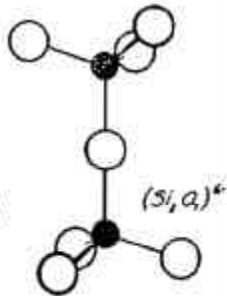
# SOROSILIKATI

- EPIDOT (monoklinski)



Tvrdoća je 6.5 - 7.

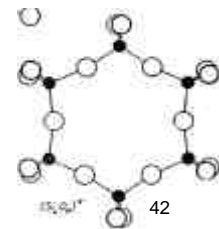
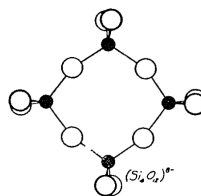
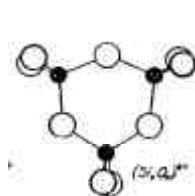
Boja je zelena, siva, smeđa do crna, ali tipična je žućkasto-zelena nijansa ili boja pistacija



41

# CIKLOSILIKATI

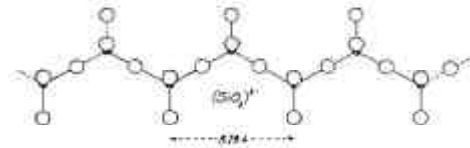
- TURMALIN
- $\text{Na}(\text{Al,Fe,Li,Mg,Mn})\text{M}_3\text{Al}(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH,F})_4$
- Boja najčešće tamno obojen, skoro crn; ali može varirati
- Kristalni sustav heksagonski
- Kalavost nema
- Tvrdoća 7-7.5
- Sjaj staklast
- Specifična gustoća 2.9 - 3.3



42

# INOSILIKATI

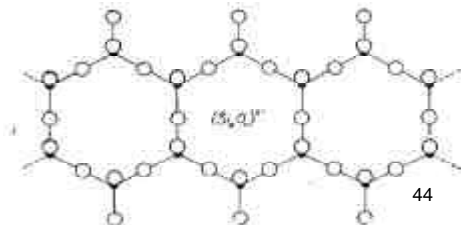
- PIROKSENI
- Kemijska formula  $XY(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$
- Kristalni habitus  
kratkoprizmatican
- Kristalni sustav rompski  
(*ortopirokseni*), monoklinski  
(*klinopirokseni*)
- Kalavost dobra po {210}  
(*ortopirokseni*), dobra po {110}  
(*klinopirokseni*)



43

# AMFIBOLI

- sastoje od dvostrukih lanaca  $[\text{SiO}_4]$ -tetraedara, povezanih preko vrhova, te koji općenito sadrže ione željeza i/ili magnezija unutar svoje strukture. Amfiboli kristaliziraju u dva kristalna sustava, monoklinskom i rompskom. Po kemijskom sastavu i općim karakteristikama jednaki su grupi piroksena.



44

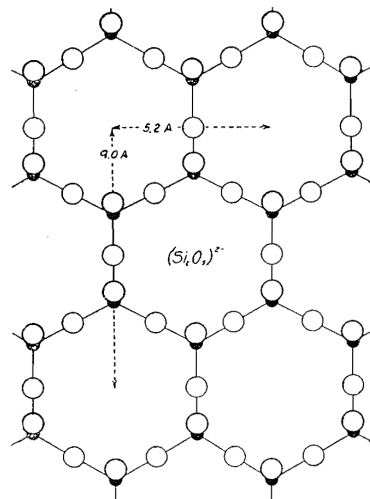
## Osnovna razlika između amfibola i piroksena je u tome što:

- amfiboli sadrže hidroksidni ion, [OH]-
- osnovna struktura amfibola sastoji se od dvostrukih lanaca [SiO<sub>4</sub>]-tetraedara, a kod piroksena to su jednostruki lanci

45

## FILOSILIKATI

- TALK
- TINJCI
- MINERALI GLINA



46

Sl. 28. Plošni vez

## PREDSTAVNIK FILOSILIKATA

- **Talk** ili **milovka** je vrsta minerala koji je na Mohsovoj skali na broju 1, što znaci da je od deset Mohsovih minerala on najmekši. Kemijska formula mu je  $Mg_3 Si_4 O_{10} (OH)_2$
- Nastaje metamorfozom minerala: olivina, piroksena, amfibola. Talk je blagog opipa, pa ga nazivaju milovka. Koristi se u industriji, u kozmetici kao puder.

47

## MINERALI GLINA

- To su hidroalumosilikati, nastaju trošenjem alumosilikata pri djelovanju atmosferilija ili hidrotermalnih procesa pri nižoj temperaturi. Glavni su sastojak rezidualnih glina, a preneseni i istaloženi stvaraju značajne sedimente. Njihove cestice su obicno manje od 5 mikrona. Dijelimo ih u tri skupine: kaolinit, montmorilonit i ilit.

48

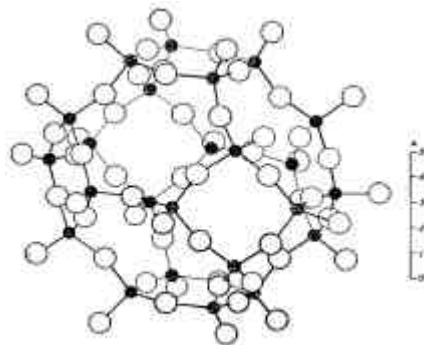


- Kaolin se javlja u skoro svim tipovima glina, posjeduje osobinu plasticnosti, važan je sastojak porculanske zemlje a koristi se u proizvodnji porculana i vatrootalnih materijala.
- Montmorilonit  $Al_2 [(Si_4O_{10}) (OH)_2] \cdot xH_2O$ .  
bubri u kontaktu s vodom ali nije plastican. Koristi se u suspenzijama za injektiranje sredina kojima treba smanjiti vodopropusnost. Njegova pojava je jako opasna u tunelogradnji, zato što povećanje volumena uslijed bubrenja izaziva velika naprezanja, pucanje podgrade, deformacije profila i slicno.
- Ilit i montmorilonit se obicno medusobno iskljucuju. On slabo apsorbira vodu i malo povecava volumen.

49

## TEKTOSILIKATI

- Struktura u kojoj su tetraedri prostorno povezani preko svih kisikovih iona. Primjer za to je kremen ili kvarc  $SiO_2$ .
- Kod ove strukture jedan dio iona silicija može biti zamijenjen aluminijem pri cemu nastaje važna skupina minerala: feldspati i feldspatoidi.



III. 29. Prostorna osovina  $(SiO_2)$ -tetraedarska loval ulizamatina

50

## FELDSPATI

To je naziv za grupu minerala, koji ucestvuju sa 60% u izgradnji Zemljine kore. Postoje mnogi varijeteti feldspata, od kojih najveću vrijednost imaju ortoklas, albit, anortit. Kristaliziraju monoklinski i triklinski. Upotrebljavaju se kao materijali za proizvodnju stakla (oko 68 kg na svakih 454 kg pijeska).

Dijele se na dvije grupe:

1. alkalijski feldspati: mikroklin  
ortoklas  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$   
sanidin
2. plagioklasi: albit  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$   
anortit  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

51

## FELDSPATOIDI

- Koriste se za pročišćavanje radioaktivnih otpadaka, otpadnih i kanalizacijskih voda, čišćenje dimnih plinova, odstranjivanje ulja s vodenih površina i tako dalje.

52

## PODJELA NESILIKATNIH MINERALA

- OKSIDI I HIDROKSIDI
- KARBONATI
- SULFATI
- SULFIDI
- MINERALI OSTALIH GRUPA
- ELEMENTI

53

## OKSIDI I HIDROKSIDI

- OKSIDI SU SPOJEVI KISIKA S NEKIM DRUGIM KEMIJSKIM ELEMENTIMA
- HIDROKSIDI SU SPOJEVI ELEMENATA S HIDROKSILNOM GRUPOM (OH)<sup>-</sup>

54

# OKSIDI

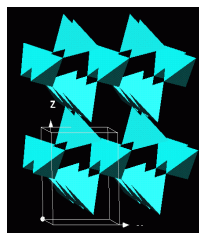
- VODA  $\text{H}_2\text{O}$
- KREMEN (KVARC)  $\text{SiO}_2$
- HEMATIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- RUTIL  $\text{TiO}_2$
- OPAL  $\text{Si}_2\text{O}_x\text{H}_2\text{O}$
- LIMONIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$
- GETIT  $\text{FeO}(\text{OH})$
- KORUND  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- HIDRARGILIT (DŽIPSIT)  $\text{Al}(\text{OH})_3$



55

# KREMEN (KVARC) $\text{SiO}_2$

- Modifikacije: kvarc, kristobalit, tridimit
- Kristalizira heksagonski u formi prizme koja završava piramidom
- Staklaste sjajnosti, tvrdoće 7, nema kalavosti
- Alokromatski mineral (boju dobiva od primjesa)
- Čest u prirodi, kemijski otporan



56

## POLUDRAGO KAMENJE (VARIJETETI KREMENA)

- SIVI “CAĐAVAC”



- AMETIST



57

## POLUDRAGO KAMENJE (VARIJETETI KREMENA)

- LJUBICASTI  
AMETIST



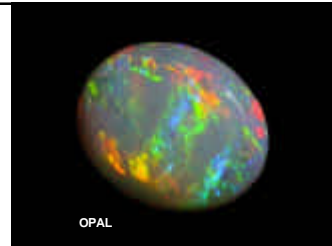
- GORSKI KRISTAL



58

# OPAL

- Amorfni mineral, bijel ili obojan primjesama
- Nestabilan, prekrizalizira u kremenitu agregatu
- Nastaje trošenjem primarnih silikatnih minerala
- Kalcedon, ahata, oniks (kriptokristalasti)



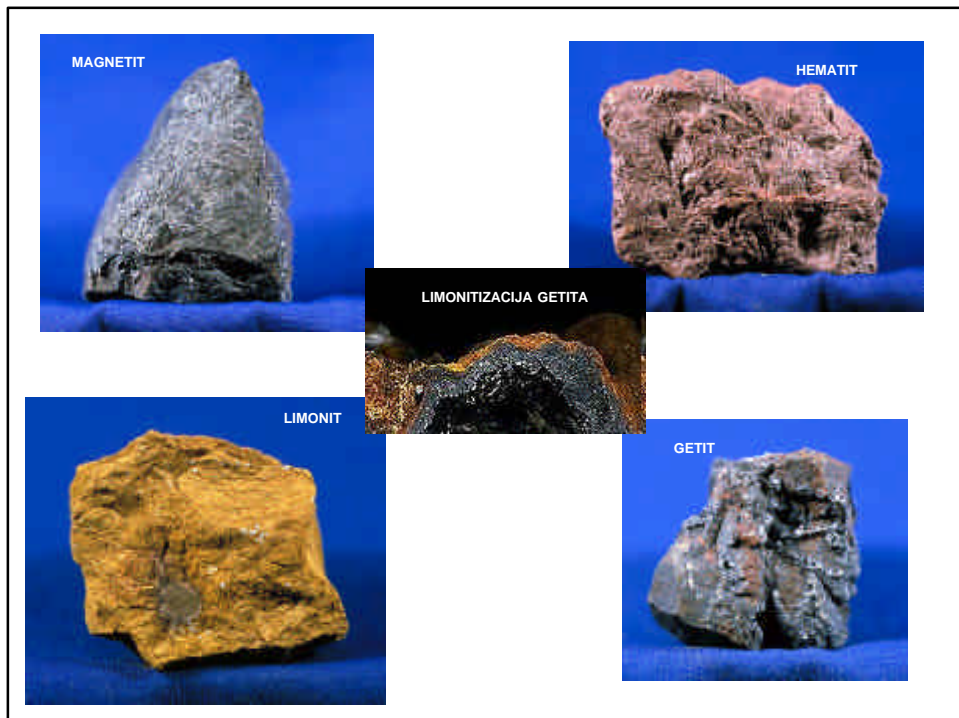
# UPORABA

- TELEKOMUNIKACIJSKA INDUSTRIJA
- VATROSTALNA OPEKA
- STAKLARSKA INDUSTRIJA
- KVARCNE LAMPE
- ABRAZIVNI MATERIJAL
- NAKIT

# OKSIDI I HIDROKSIDI ŽELJEZA (magnetit, kromit, hematit, getit)

- Važne željezne, kromske i titanske rude
- Ako su u sklopu stijena onda su akcesorni minerali u malim količinama
- Nestabilni na djelovanje atmosferilija, željezo oksidira i hidratizira prelazeci procesom limonitizacije u limonit
- Limonit najrašireniji pigment u prirodi daje kamenju i tlima smeđe-žutu boju

61



# KORUND

- Kristalizira heksagonski, tvrdoća 9, javlja se u eruptivnim i metamorfnim stijenama
- Crveni RUBIN, plavi SAFIR
- Zbog velike tvrdoće koristi se kao abrazivni materijal, za brušenje (šmirgl)



63

## HIDRARGILIT I OSTALI HIDROKSIDI ALUMINIJA

- Nastaju trošenjem alumosilikata u tropskim klimatskim uvjetima, pri čemu se kremična kiselina ispire a zaostaje aluminijski hidroksid. Taj proces se zove još i lateritizacija

64



- U našim krškim krajevima ovi minerali su važan sastavni dio zemlje crvenice (terra rossa) i boksita, a nastali su kao netopivi ostatak pri raspadanju vapnenaca u posebnim uvjetima



65

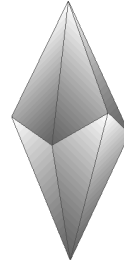
## KARBONATI

- To su soli karbonatne kiseline.
- Nastaju taloženjem iz toplih i hladnih voda,
- Manjim dijelom raspadanjem minerala nastalih iz magme, a koji u sebi sadrže kalcij, magnezij i željezo.
- Izgraduju veci dio sedimentnih stijena u prvom redu vapnenaca i dolomita. Najvažniji karbonatni minerali su **kalцит** i **dolomit**.

66

# KALCIT $\text{CaCO}_3$

- Kristalizira heksagonski, u romboedrijskoj hemiedriji.
- Cesto u kristalnim formama ili zrnast, vlaknast ili u gustim agregatima,
- Kala se plohi romboedra,
- Proziran i bezbojan ako je čist, ili obojen drugim tvarima
- tvrdoca 3, gustoca  $2.72\text{g/cm}^3$



67

# KALCIT $\text{CaCO}_3$

U vodi se teško topi ali ako je voda bogata ugljicnim dioksidom (atmosferska) tada prelazi u kalcijev hidrokarbonat koji je topiv u vodi:

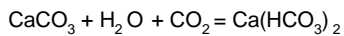


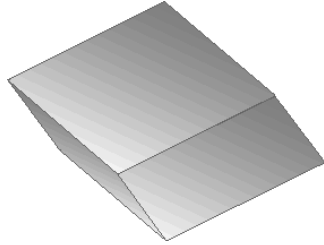
foto A.Galic: kaverna u vapnencu

Bitan je sastojak vapnenaca, mramora, lapora, breca, vapnenackih pješčenjaka što mu daje poseban značaj u građevinskoj praksi.

68

# DOLOMIT $\text{CaCO}_3$ $\text{MgCO}_3$

- Kristalizira heksagonski ali je niže simetrije od kalcita kojem je sličan
- Tvrdoca 3.5-4, gustoca 2.86  $\text{g/cm}^3$
- Dolomit se ne topi hladnoj razrijeđenoj solnoj kiselini
- Izgrađuje istoimene stijene dolomite i dolomitne mramore, u manjoj količini ima ga i u vapnencima.



69

## SULFATI

- TO SU SOLI SULFATNE KISELINE KOJE NASTAJU HIDRATOGENO I HIDROTERMALNO.
- KAO PETROGENI SULFATNI MINERALI NAJVAŽNIJI SU GIPS I ANHIDRIT

70

## GIPS $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

- Kristalizira monoklinski, najčešće se pojavljuje u zrnastim agregatima.
- Tvrdoca 2 gustoca 2.3
- Vodu gubi na  $100^\circ$  (75%)
- Ohladien lako prima vodu i brzo ocvrstne (štukturni gips)
- Zagrijavanjem iznad  $500^\circ$  dobivamo "estrih" gips



71

## ANHIDRIT $\text{CaSO}_4$

- Slican gipsu,
- U zrnastim i vlaknastim agregatima se javlja
- Tvrdoca 3-4 a gustocaoko  $3 \text{ g/cm}^3$
- U praškastom stanju lako prima vodu i prelazi u gips pri čemu poveća volumen za oko 60% i razvija tlak od oko 1100 bara, što u tunelogradnji predstavlja problem



72

# SULFIDI

- Pirit  $\text{FeS}_2$
- Markasit  $\text{FeS}_2$
- Pirotin  $\text{FeS}$
- Halkopirit  $\text{CuFeS}_2$



73

# OSTALE SOLI

- Halit (kuhinjska sol)  $\text{NaCl}$
- Boraks
- Čilska šalitra itd



74

## ELEMENTI

- Grafit – stabilna polimorfna modifikacija ugljika s slojevitom rešetkom tvrdoće 1-2, gustoće  $2.15 \text{ g/cm}^3$ , boja crna, kalavost savršena, nastaje metamorfozom ugljena u dubljim dijelovima litosfere.



75

## DIJAMANT

- Dijamant – stabilna polimorfna modifikacija ugljika, tvrdoće 10, gustoće  $3.51 \text{ g/cm}^3$ , u ultrabazicnim stijenama kimberlitima



76

# ZLATO Au

- SAMORODNI  
ELEMENT

