

Mineralogický systém

Prof. RNDr. Milan Novák, CSc.

Olivíny a pyroxeny

Osnova přednášky:

- 1. Strukturní a chemický základ pro klasifikaci silikátů**
- 2. Olivíny a příbuzné minerály**
- 3. Pyroxeny a příbuzné minerály**
- 4. Shrnutí**

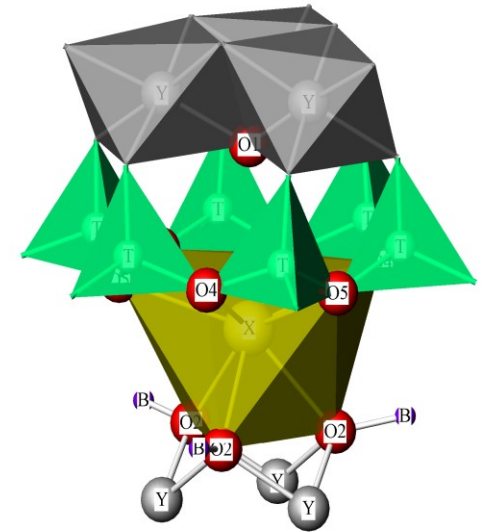
1. Silikáty - klasifikace

- Největší a nejdůležitější skupina minerálů v mineralogickém systému. Zahrnuje většinu horninotvorných minerálů. Podle uspořádání SiO_4 tetraedrů, které jsou hlavním stavebním prvkem těchto minerálů, je dělíme do několika skupin.

Silikáty se skládají z:

- tetraedrů SiO_4^{4-}
- kationtů kovů (např. Ca, Fe, Mg, Na, Al), které jsou ve středech různých polyedrů např. BO_3 , AlO_6 , MgO_6 , NaO_8

tetraedry a jiné polyedry se spojují (mají společný kyslík) – tak se zmenšuje počet volných vazeb tak, aby byl minerál elektroneutrální
 Si^{4+} je v tetraedru často nahrazen Al^{3+}
vedle kyslíku se objevují i jiné anionty OH^- , F^-



1. Silikáty - klasifikace

Nesosilikáty

tetraedry izolované

- olivíny, granáty, Al_2SiO_5

Sorosilikáty

2 spojené tetraedry

- epidot

Cyklosilikáty

tetraedry spojené do cyklů

- cordierit, turmalín, beryl

Inosilikáty

tetraedry spojené do řetězců

- jednoduché – pyroxeny

- dvojité - amfiboly

Fylosilikáty

tetraedry propojené v ploše

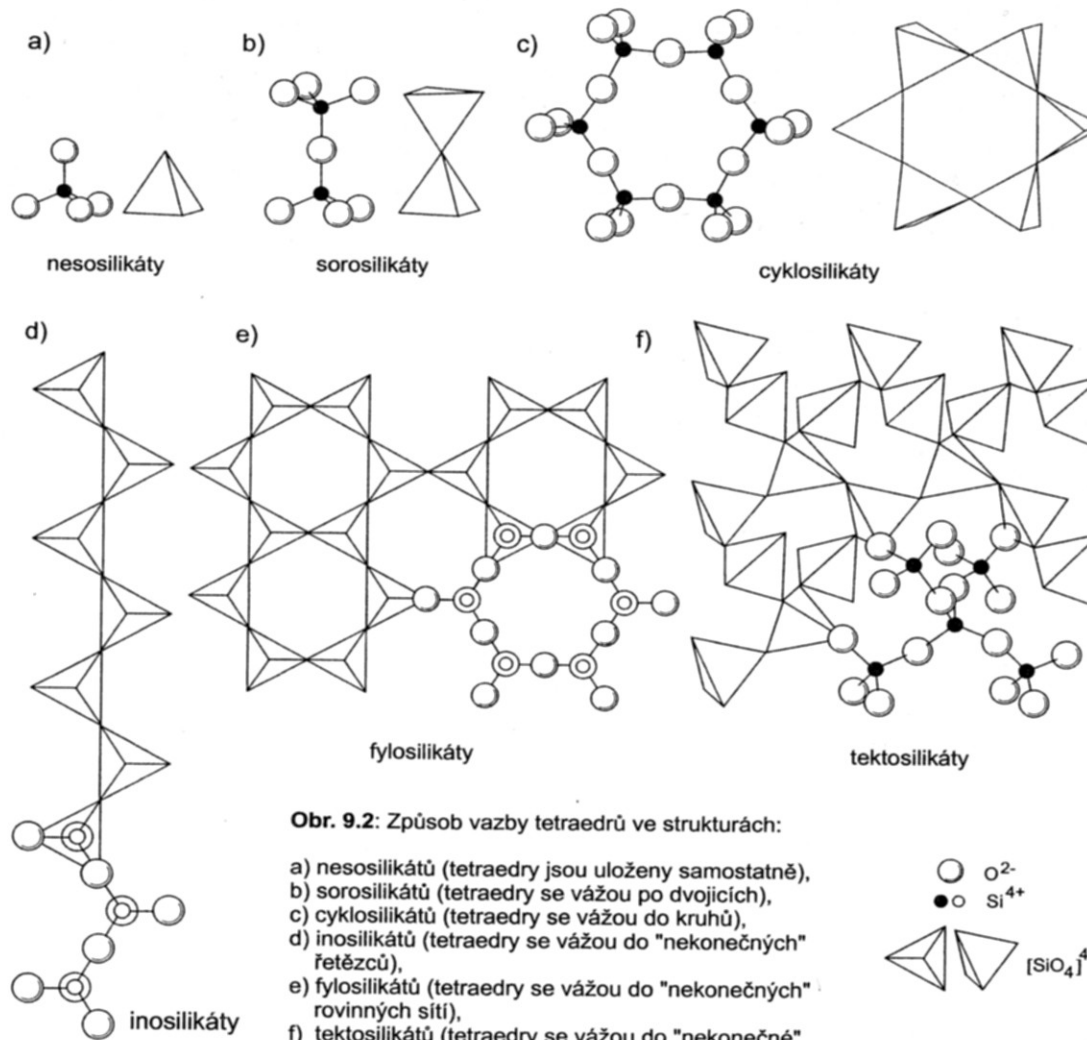
- slídy, jílové minerály

Tektosilikáty

tetraedry tvořící prostorovou kostru

- živce, foidy, zeolity, také křemen

1. Silikáty - klasifikace



Obr. 9.2: Způsob vazby tetraedrů ve strukturách:

- a) nesilikátů (tetraedry jsou uloženy samostatně),
- b) sorosilikátů (tetraedry se vážou po dvojicích),
- c) cyklosilikátů (tetraedry se vážou do kruhů),
- d) inosilikátů (tetraedry se vážou do "nekonečných" řetězců),
- e) fylosilikátů (tetraedry se vážou do "nekonečných" rovinných sítí),
- f) tektosilikátů (tetraedry se vážou do "nekonečné" prostorové sítě).

2. Olivíny

Olivín – termín běžně užívaný v petrologii zahrnuje více minerálů.

Obecný vzorec ${}^{\text{VI}}\text{M2}{}^{\text{VI}}\text{M1}{}^{\text{IV}}\text{SiO}_4$
M2 a M1 = Mg, Fe²⁺, Mn, Ni, (Ca), Fe³⁺,
M2 = Ca

Rombický

Vybrané minerály:

Forsterit	Mg_2SiO_4
Fayalit	Fe_2SiO_4
Tefroit	Mn_2SiO_4
Liebenbergite	Ni_2SiO_4

Monticellit	CaMgSiO_4
Kirchsteinit	CaFeSiO_4

Larnit	Ca_2SiO_4
Laihunit	$\text{Fe}^{2+}\text{vacance Fe}^{3+}_2(\text{SiO}_4)_2$

Dnes je známo asi 10 minerálů skupiny olivínu a příbuzných.

Typické substituce: Mg-Fe

Vlastnosti:

Barva: světle žlutozelená, nažloutlá (forsterit), černá (fayalit), lesk skelný, neštěpný, T = 6-7, h = 3,2-4,3, ve výbruse nejsou pleochroické.



Olivín



2. Olivíny

Obecný vzorec $2M1MSiO_4$

M2 a M1 = Mg, Fe²⁺, Mn

M2 = Ca

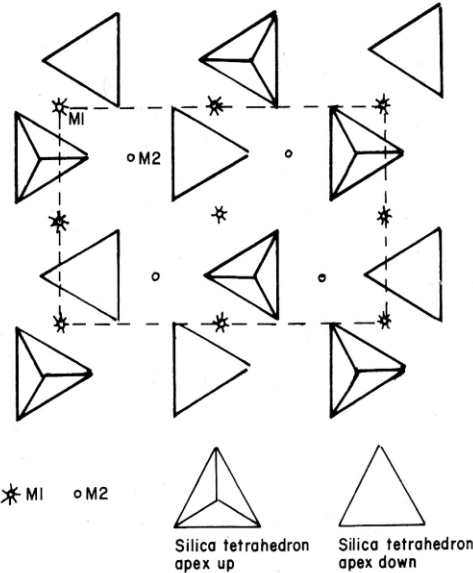


Fig. 3.16 The olivine structure showing the position of the octahedral M1 and M2 sites between the isolated SiO₄ tetrahedra.

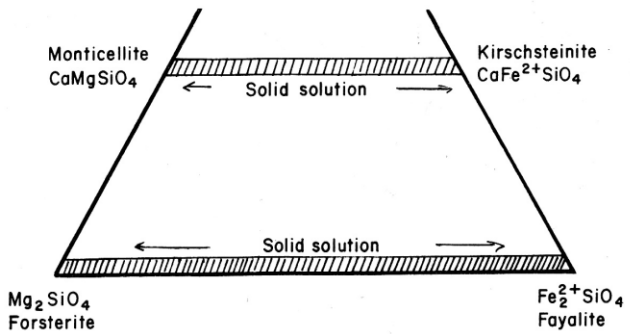
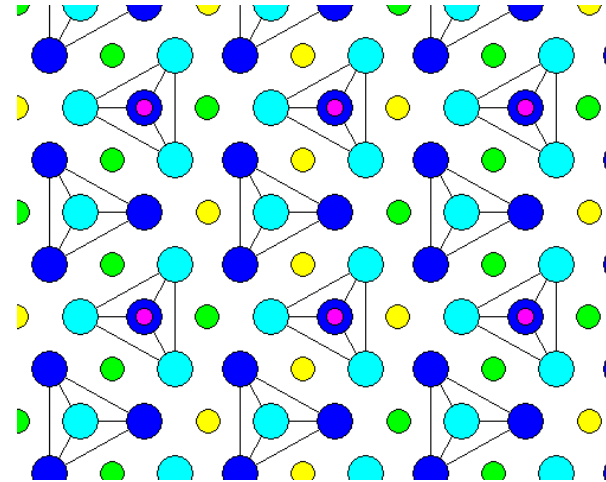
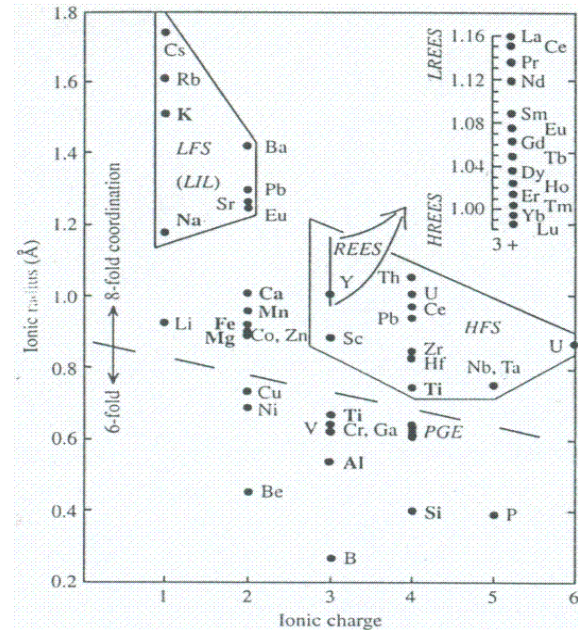


Fig. 3.17 The olivine Ca-Mg-Fe²⁺ quadrilateral showing the two solid solution series.



2. Olivíny

Výskyty:

Forsterit (olivín)

Horniny bohaté Mg a chudé Si

- hojný ve svrchním plášti
- ultrabazické magmatické (Smrčí, Kozákov) a metamorfované horniny např.
- dolomitické mramory (Studnice)

Fayalit

pegmatity (Strzegom) a alkalické granity

Fe-bohaté metamorfované horniny

Monticelit, kirchsteinit, larnit

minerály z kontaktních mramorů
vznikající za vysoké T a nízkého P

Olivíny jsou celkově minerály vznikající za vysokých teplot a často i tlaků.

Olivíny lehce podléhají hydrotermálním alteracím a vznikají minerály skupiny serpentinu (Mg), laihunit, různé fylosilkáty Fe.



Olivín



2. Skupina humitu

Příbuzné olivínu, v jejich struktuře se opakují v různém poměru 2 hlavní strukturní moduly

olivín - $A_2 SiO_4$

brucit - $A(OH,F)_2$

kde $A = Mg, Fe^{2+}, Mn$

V poměrech pro Mg-typy :

4:1 klinohumit - monoklinický

3:1 humit - rombický

2:1 chondroit - monoklinický

1:1 norbergit – rombický

F většinou převažuje nad OH, v klinohumitu je běžný Ti.

Vlastnosti:

Barva: světle žlutozelená, nažloutlá až tmavě červená (Ti-klinohumit), lesk skelný, neštěpný, $T = 6-7$, $h = 3,2-4,3$, ve výbruse bývají někdy pleochroické.

Výskyty:

Horniny bohaté Mg a chudé Si a s vyšší aktivitou F nebo H_2O

- vzácný ve svrchním plášti (Ti-klinohumit)

- metamorfované horniny např. - dolomitické mramory (Studnice), často spolu s forsteritem

Ve srovnání s olivínem jsou více odolné hydrotermálním alteracím.

3. Pyroxeny

Obecný vzorec $M_2M_1T_2O_6$

$^{VIII}M_2 = Ca, Na,$

$^{VI}M_2 = Mg, Fe^{2+}, Li$

$^{VI}M_1 = Mg, Fe^{2+}, Mn, Al, Fe^{3+}, Ti$

$^{IV}T = Si, Al$

Vybrané minerály:

rombické

enstatit $Mg_2Si_2O_6$

ferrosilit $Fe^{2+}_2Si_2O_6$

monoklinické

diopsid $CaMgSi_2O_6$

hedenbergit $CaFeSi_2O_6$

augit $(Ca,Na)(Mg,Fe^{2+},Al,Ti)(Si,Al)_2O_6$

pigeonit $(Mg,Fe^{2+},Ca)Si_2O_6$

jadeit $NaAlSi_2O_6$

egirín $NaFe^{3+}Si_2O_6$

omfacit $(Na,Ca)(Mg,Fe,Al)Si_2O_6$

spodumen $LiAlSi_2O_6$

Dnes je známo asi 20 pyroxenů.

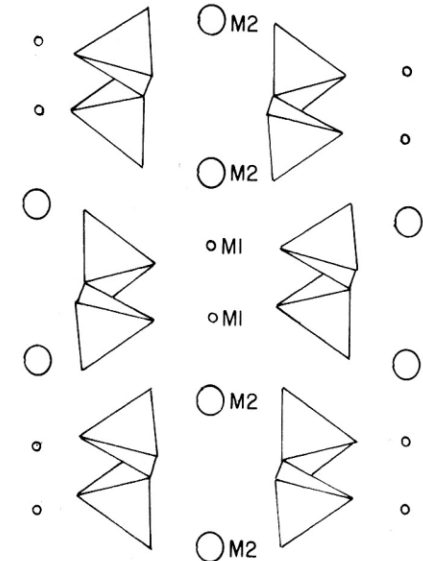
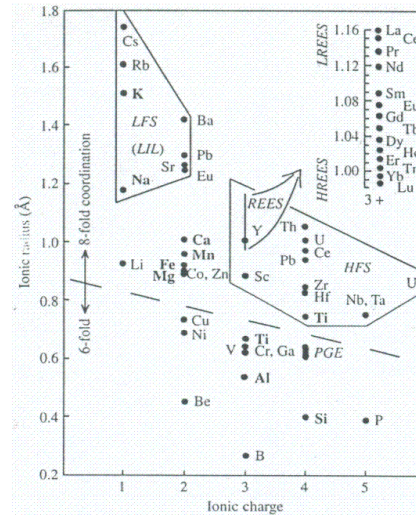
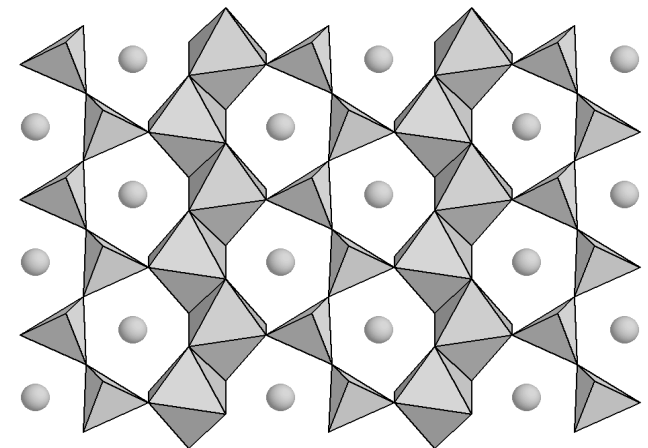


Fig. 3.20 The pyroxene structure with the single silicate chains viewed from the end. The approximate positions of the M1 and M2 sites are shown.



3. Pyroxeny

Mísitelnost mezi jednotlivými pyroxeny je různá, neomezená v případě, že je velikost zastupovaných kationtů blízká, menší, je-li rozdíl větší. Závisí i na PT podmínkách.

Typické substituce

Mg-Fe, Al-Fe³⁺, NaAl - CaMg

MgSi – AlAl

Obsah H₂O je nominálně nulový, ve skutečnosti obsahují až několik set ppm H₂O, hlavně z velkých hloubek.

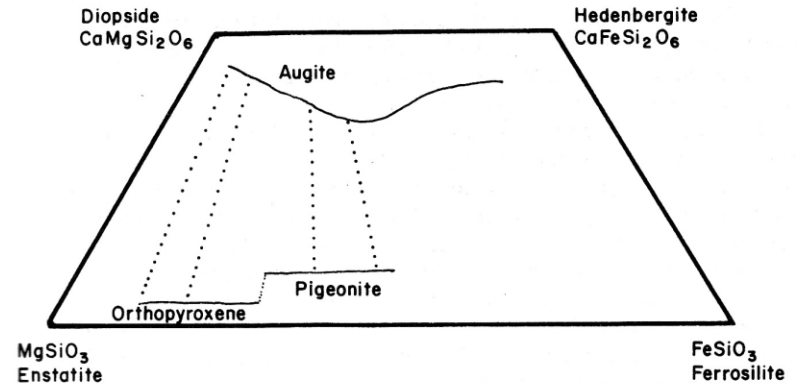
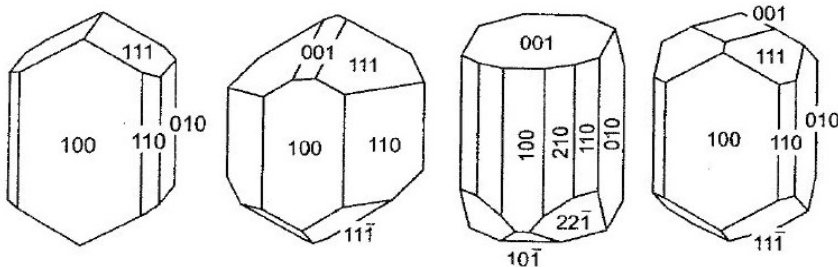


Fig. 3.22 The pyroxene quadrilateral. The solid lines show the crystallization trends of Ca-rich and Ca-poor pyroxenes from a tholeiitic magma. The dotted tie lines indicate the composition of co-precipitating phases.

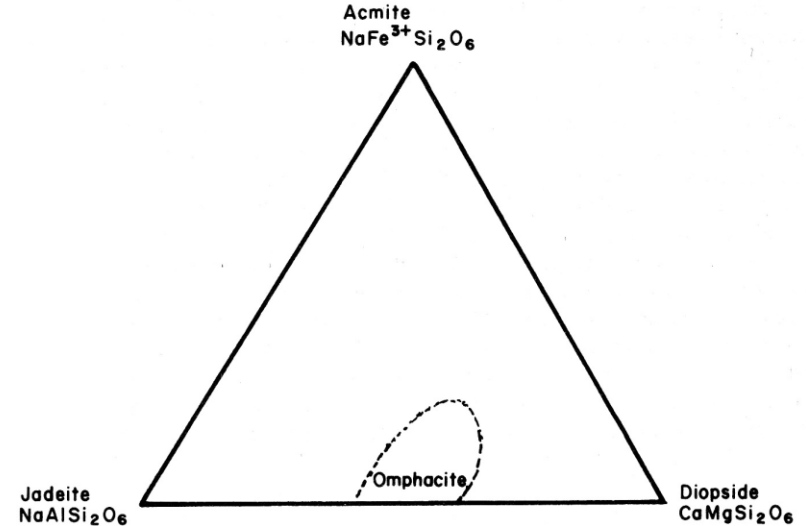
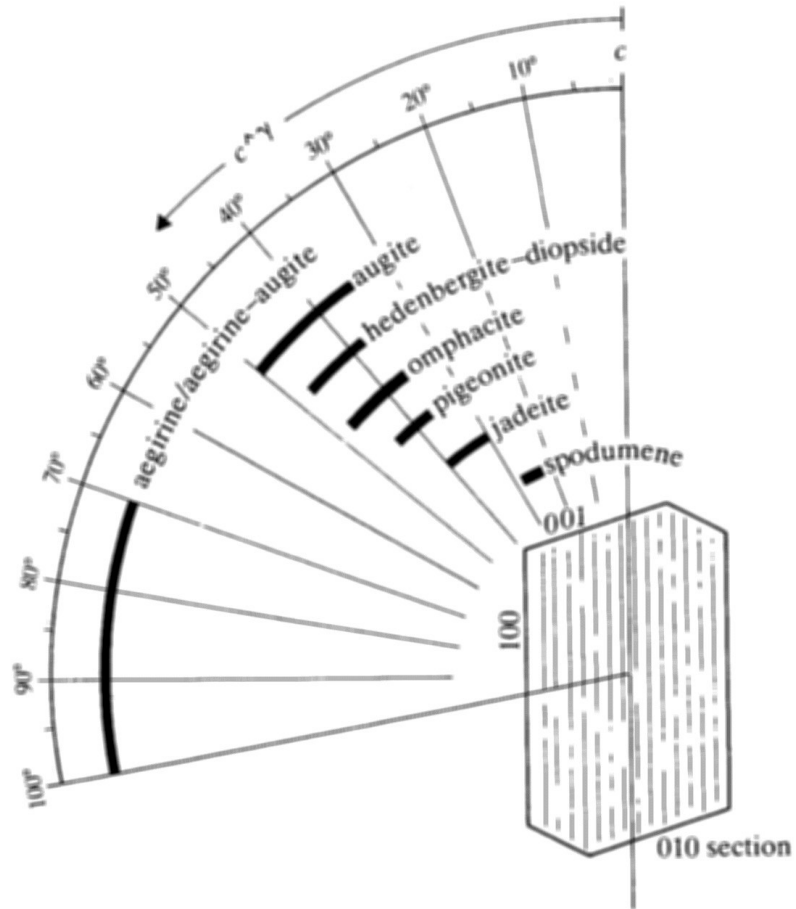


Fig. 3.23 The field of omphacite in the system acmite-jadeite-diopside.

3. Pyroxeny



3. Pyroxeny

Vlastnosti:

barva kolísá podle chemického složení

Pyroxeny chudé Fe (enstatit, diopsid, jadeit, spodumen)

bezbarvý, bílý, šedý, žlutý, hnědý

Pyroxeny bohaté Fe (hedenbergit, augit)

tmavě zelený až černý

$t = 5-6$, $h = 3-3,5$, štěpnost dobrá, 90°

ve výbruse jsou pleochroické

Pyroxeny jsou středně odolné alteracím a zvětrávání, často jsou zatlačovány amfibolem, slídami, chlority.

Využití: chemické složení pyroxenů je indikátorem PT podmínek vzniku a také chemického složení mateřské horniny



Augit



Hedenbergit

3. Pyroxeny

Výskyty:

magmatické a metamorfované horniny
pláště a kůry, většinou relativně chudé
 SiO_2 .

Enstatit – ultrabazické horniny, často s
olivínem a pyropem (Věžná, Ruda nad
Moravou)

Diopsid a hedenbergit – hlavně skarny
(Pernštejn, Vlastějovice), pyroxenové
ruly, v dioritech

Augit – hlavně ve vulkanických horninách
(Č. středohoří)

Jadeit – typický minerál hornin vznikajících
v metamorfovaných horninách za velmi
vysokého tlaku ale relativně nízkých
teplot

Omfacit – typický minerál hornin
vznikajících v metamorfovaných
horninách za velmi vysokého tlaku ale
vysokých teplot

Spodumen – minerál z granitických
pegmatitů, hlavní zdroj Li (Nová Ves,
Otov)



Diopsid - Cr

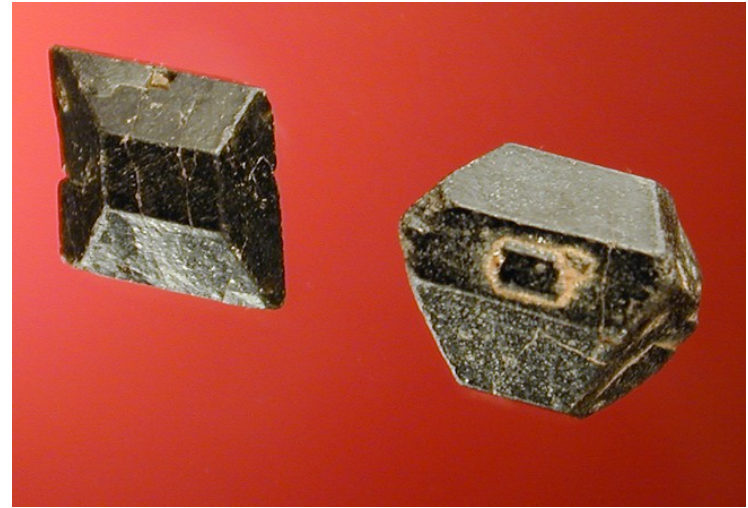


Jadeit

3. Pyroxeny



Diopsid

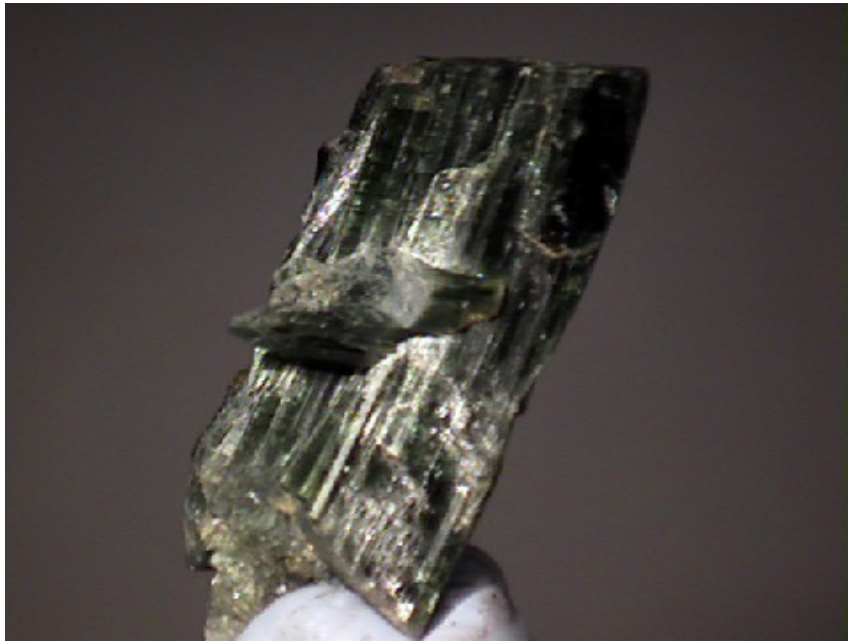


Augit



Spodumen

3. Pyroxeny



Hedenbergit



Spodumen

3. Pyroxenoidy

Minerály velmi blízké pyroxenům, triklinické i monoklinické, jednoduchý řetěz SiO_4 tetraedrů je komplikovanější než u pyroxenů.

Wollastonit - CaSiO_3 - bílý, z kontaktů mramorů s granity

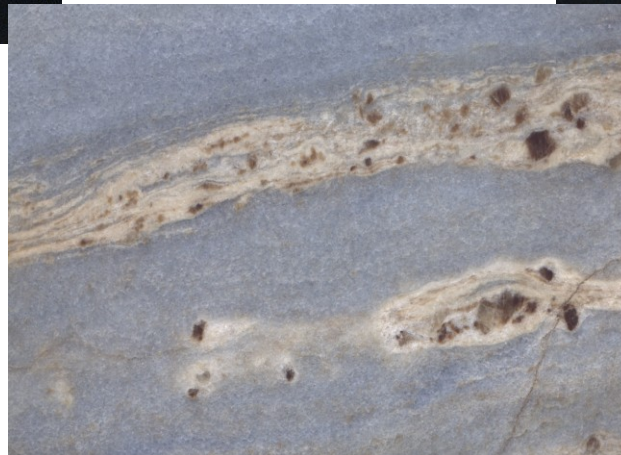
Rhodonit - MnSiO_3 – červený, z Mn-bohatých metamorfovaných hornin



Wollastonit a diopsid,
Mirošov



Rhodonit



Wollastonit, vesuvian,
Nedvědice

4. Shrnutí

1. **Tato přednáška zahrnuje poněkud pokročilejší přehled hlavních minerálů ze skupiny olivínu a pyroxenů.**
2. **Jsou uvedeny hlavní substituce, v olivínech pouze homovalentní, v pyroxenech také heterovalentní.**
3. **Barva kolísá podle obsahu Fe (Mn), minerály s výraznou převahou Mg nad Fe (Mn) jsou bezbarvé, světle žluté nebo světle zelené, minerály bez Mg a Fe mají různé ale většinou světlé barvy. Minerály s vysokým obsahem Fe jsou tmavé – černé, červenofialové nebo hnědé.**
4. **Všechny minerály mají nulový obsah H₂O.**
5. **Všechny minerály vznikají za relativně vyšších teplot a tlaků v magmatických a metamorfovaných horninách.**