



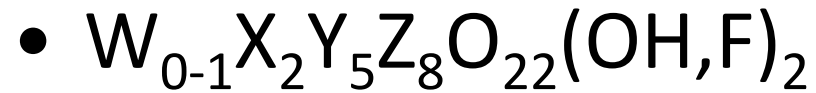
Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Mineraloško-petrografski zavod



OPTIČKA SVOJSTVA ANIZOTROPNIH DVOOSNIH MINERALA – 3. dio

amfiboli

AMFIBOLI



W = Na, K

X = Ca, Na, Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg, Li

Y = Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg, Fe^{3+} , Al, Ti

Z = Si, Al

- 2/m 2/m 2/m

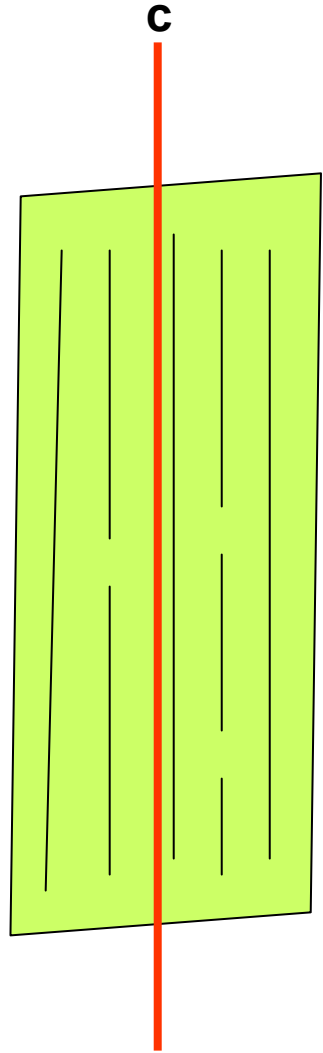
- 2/m

W	X	Y	amfibol
	Mg	Mg	antofilit
	Fe	Mg	cummingtonit
	Fe	Fe	grunerit
	Ca	Mg	tremolit
	Ca	Fe	feroaktinolit
	Ca, Na	Mg,Fe,Mn,Al	hornblenda
	Na	Mg,Al	glaukofan
	Na	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	riebeckit
Na	Na	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	arfvedsonit
	Li	Mg,Fe,Al	holmsquit

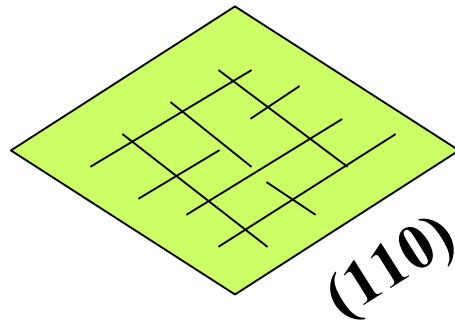
- prizmatskog habitusa izduženi smjerom kristalografske osi c
- stupačasti, igličasti, vlaknasti
- vrlo dobra kalavost po $\{110\}$
- kut između dva sustava kalavosti 124° (56°)
- sraslaci po (110)
- boja: bijela (tremolit), zelena (aktinolit), modra (glaukofan), tamnosmeđa/crna (hornblenda)

MIKROSKOPSKA SVOJSTVA

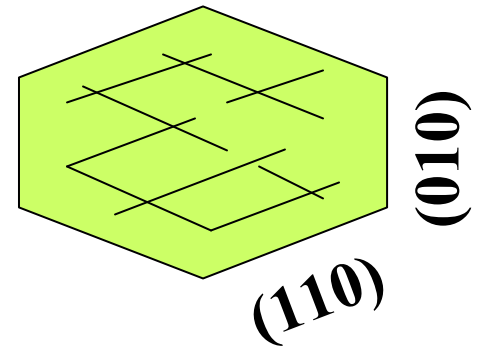
- uzdužni presjeci su pravokutnici, s duljim stranicama paralelno idu pukotine kalavosti (paralelne s osi *c*)
- poprečni presjek: romb ili šesterokut, vide se dva sustava kalavosti (kut 124°)
- obojeni zeleno, smeđe, žuto, plavičasto
- obično jasan pleokroizam, intenzivniji kod amfibola s više Fe
- indeksi loma su nešto niži od onih za piroksene, no i dalje imaju visoki reljef

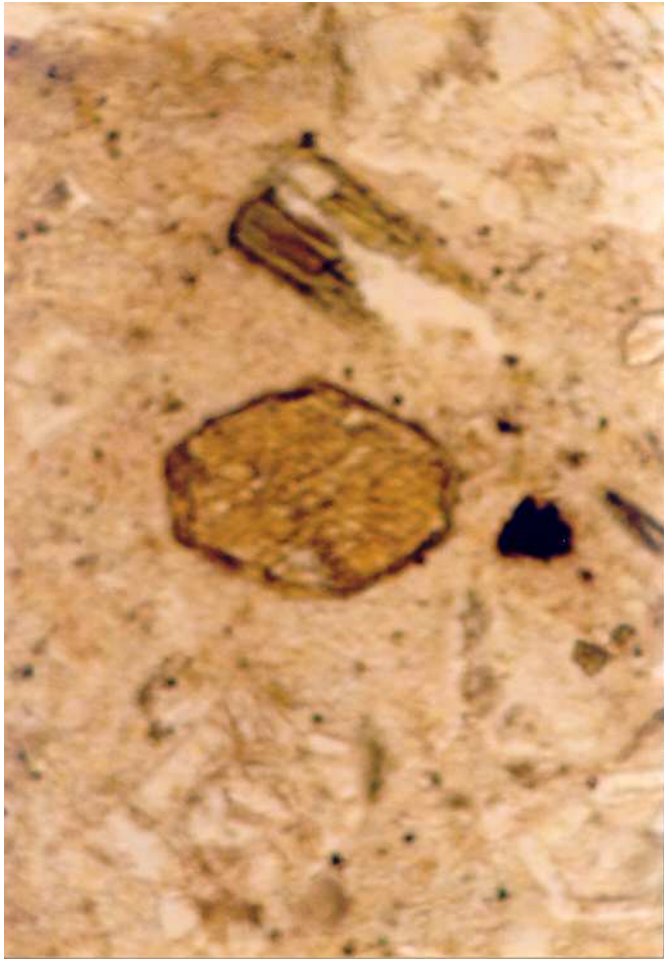


uzdužni presjek



poprečni presjeci





poprečni presjek



uzdužni presjek

- rompski amfiboli potamne paralelno
- monoklinski amfiboli potamne koso:
kut kosog potamnjenja $0-25^\circ$
- ravnina optički osi je paralelna s (010)
→ maksimalni kut potamnjenja mjeri se u
presjecima paralelnim s (010)

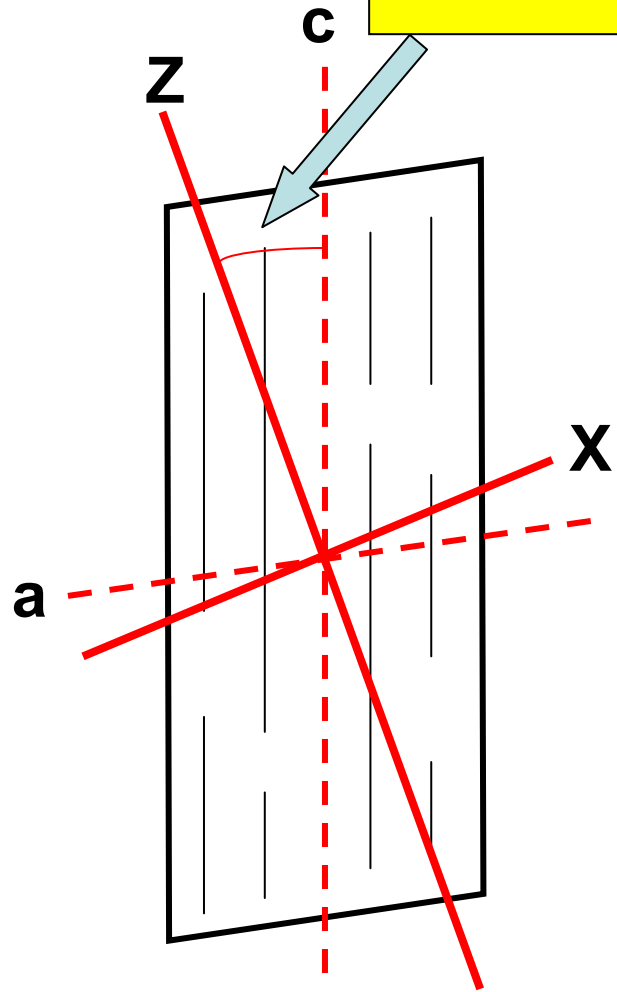
hornblenda $12-30^\circ$, tremolit $13-20^\circ$

cummingtonit $15-20^\circ$, aktinolit $10-13^\circ$

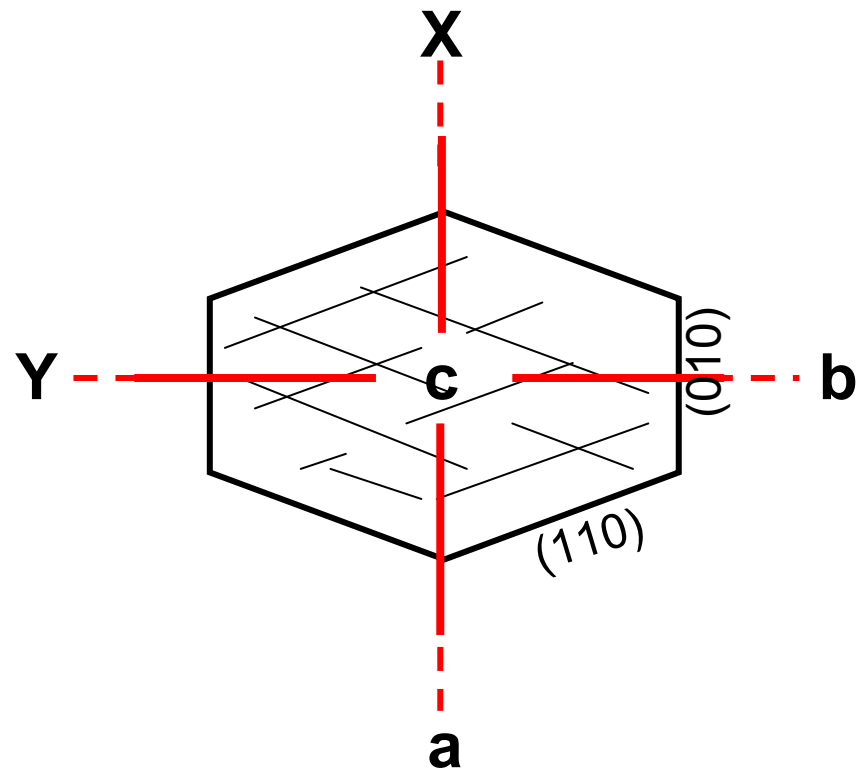
glaukofan $4-6^\circ$

- u poprečnim presjecima potamne
simetrično

**kut kosog potamnjenja
0-25°**



**uzdužni presjek
|| (010)**



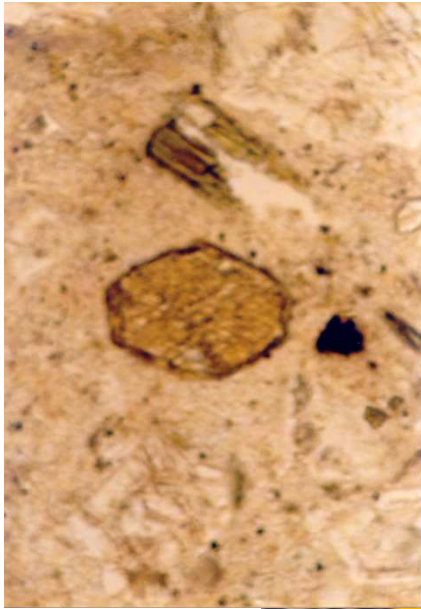
poprečni presjek



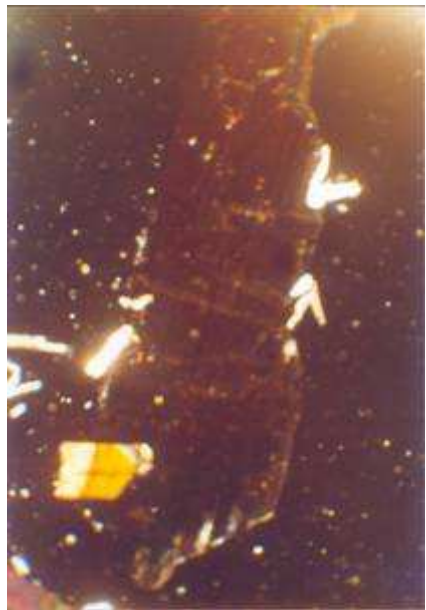
Uzdužni presjeci
~|| (010) :
koso potamnjenje

Poprečni presjeci:
simetrično potamnjenje

← bez analizatora →

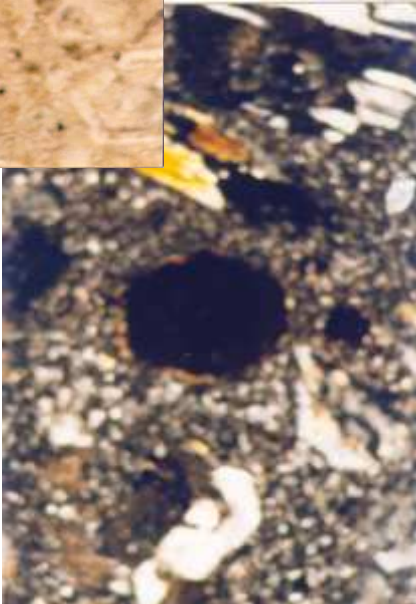


interfenc. boja

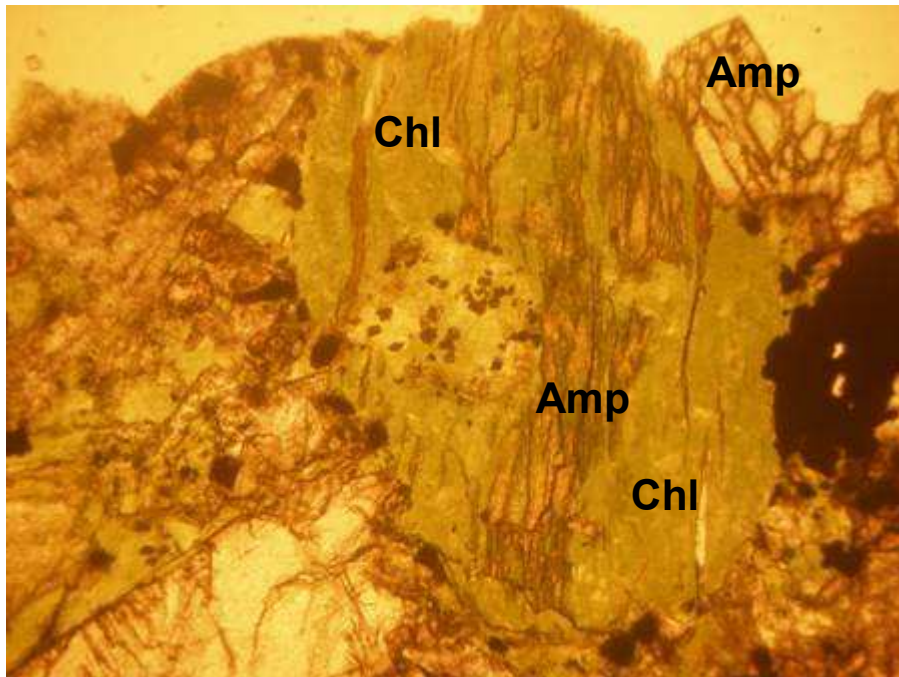


koso potamnjenje

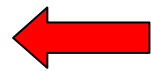
simetrično
potamnjenje



- uglavnom su optički negativni
- interferiraju u živim bojama II. i III. reda, no kod jače obojenih amfibola interferencijska boja može biti prekrivena vlastitom bojom
- amfiboli se izmjenjuju u klorit, epidot, biotit, talk

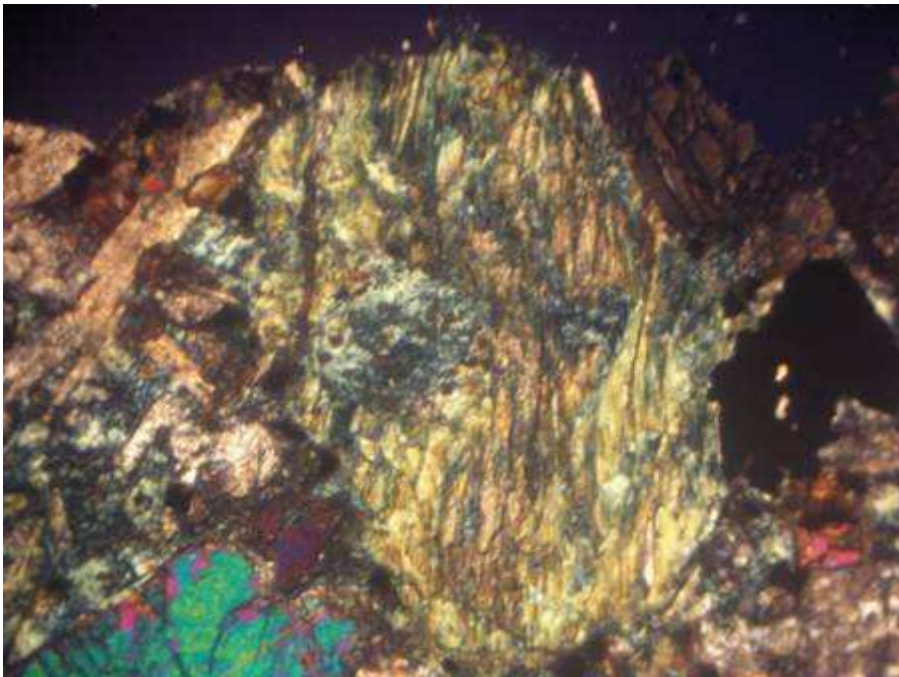


KLORITIZACIJA



bez analizatora

s analizatorom



Amp = amfibol
Chl = klorit

Razlika pirokseni - amfiboli

pirokseni

- kut između sustava kalavosti oko 90°
- poprečni presjek: kvadrat ili osmerokut
- slab pleokroizma ili ga nema
- maksimalan kut potamnjenja $30-50^\circ$
- uglavnom optički pozitivni
- prelaze u amfibole

amfiboli

- kut između sustava kalavosti $124^\circ(56^\circ)$
- poprečni presjek: romb ili šesterokut
- obično jasan pleokroizam
- maksimalan kut potamnjenja $(0-25^\circ)$
- uglavnom optički negativni
- prelaze u klorite

Hornblenda

- $(\text{Ca,Na})_{2-3}(\text{Mg,Fe,Al})_5\text{Si}_6(\text{Si,Al})_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
- 2/m
- prizmatskog habitusa: {110} i {010}
- izdužena duž osi c
- boja: zelena, zelenocrna, smeđecrna i crna

MIKROSKOPSKA SVOJSTVA

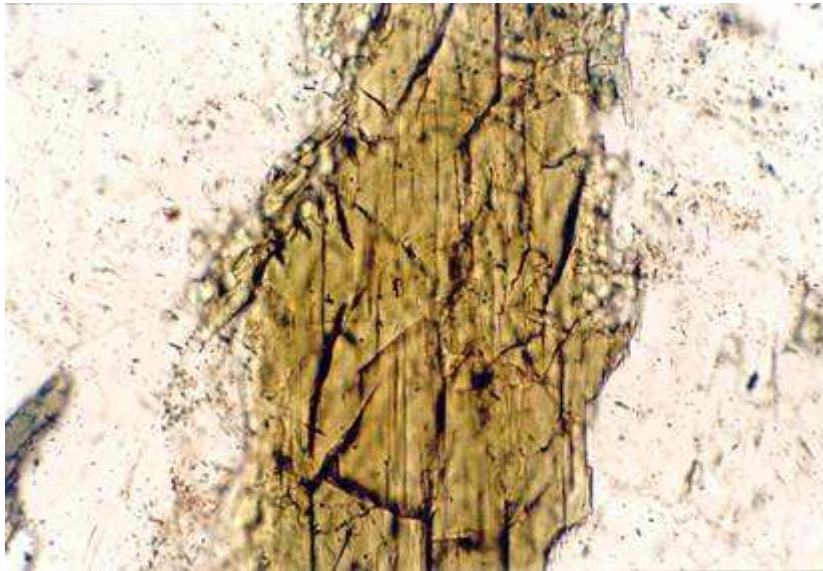
- uzdužni presjeci pravokutnici, poprečni šesterokuti
- najčešće hipidiomorfno razvijena zrna
- boja: zelena, žuta, smeđa – pleokroizam
(zelenoplave nijanse ako ima dosta Al)
- relativno visok pozitivan reljef

$$n_x=1,614-1,675 \quad n_y=1,618-1,691 \quad n_z=1,633-1,701$$

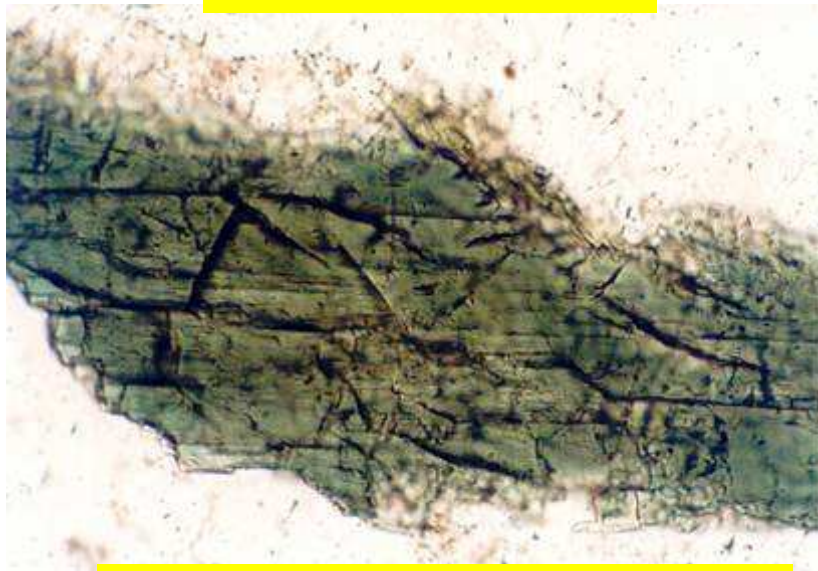
- umjeren dvolom $n_z - n_x = 0,019 - 0,026$
→interferencijske boje 2. reda (žuta)
(djelomično ili potpuno prekrivene vlastitom bojom)

- ravnina optičkih osi || (010)
- potamni koso, $Z:c = 12-30^\circ$
- u poprečnom presjeku potamni simetrično
- optički negativna, $-2V = 52-85^\circ$
- optički karakter izduženja pozitivan

PLEOKROIZAM

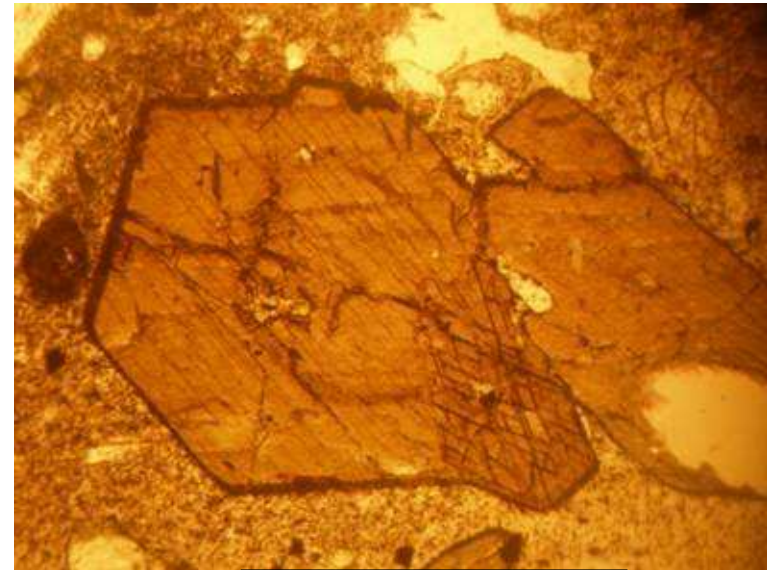


Z = smeđa

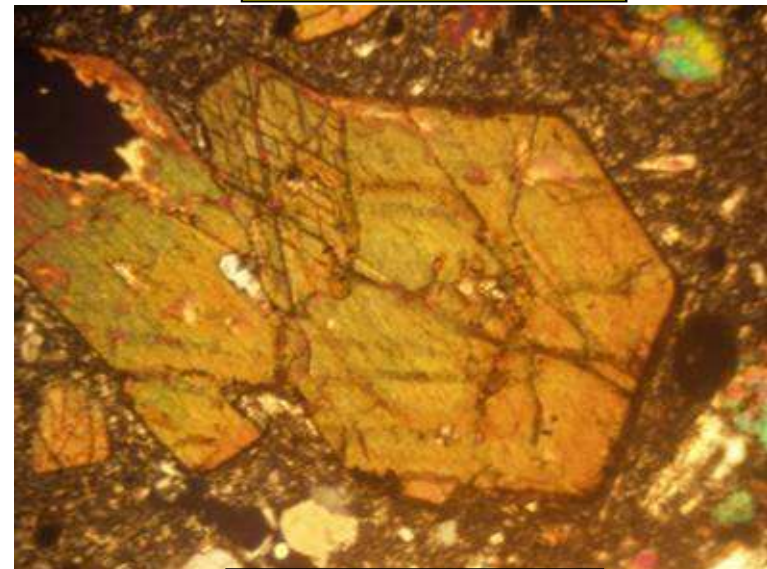


X = zelenkastosmeđa

Uzdužni i poprečni presjeci



bez analizatora



s analizatorom

Izmjene:

- u klorit (+ epidot)
- u biotit

Pojavljivanje:

- u kiselim i neutralnim eruptivima
- u metamorfnim stijenama (gnajs, amfibolit)

Napomena: OKSIHORNBLENDA

- ima više Fe^{3+} , Ti i alkalija od hornblende
- javlja se u pravilu u idiomorfnim kristalima (kratkoprizmatskog habitusa)
- u pravilu tamnosmeđe boje, pleokroizam
- nešto većih indeksa loma od obične hornblende
- interferira u bojama drugog i viših redova, no interferencijske boje su uvijek prekrivene vlastitom bojom

- ravnina optički osi || (010)
- kut potamnjenja $Z:c = 0-12^\circ$
- česte sraslačke lamele po (100)
- najčešća izmjena u magnetit i augit (opacitizacija) – nastaje crni neproziran rub (rjeđe u klorit+epidot)
- najčešće se javlja kao utrusak u efuzivima (andezit, bazalt)

Tremolit-aktinolit

- tremolit $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
aktinolit $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
- 2/m
- izduženi prizmatski kristali, igličasti do vlaknasti agregati
- razvijena karakteristična kalavost
- često pinakoidsko lučenje

MIKROSKOPSKA SVOJSTVA

- uzdužni presjeci pravokutnici, poprečni presjeci rombični (idiomorfni presjeci)
- tremolit bezbojan, aktinolit blijedozelen (pleokroizam: zelenkaste i zelenkastožute nijanse)

- umjereno visok pozitivan reljef

$$n_x=1,600-1,628 \quad n_y=1,613-1,644 \quad n_z=1,625-1,655$$

- umjeren dvolom $n_z-n_x=0,022-0,027$

→ interferencijske boje 2. reda (do žute)

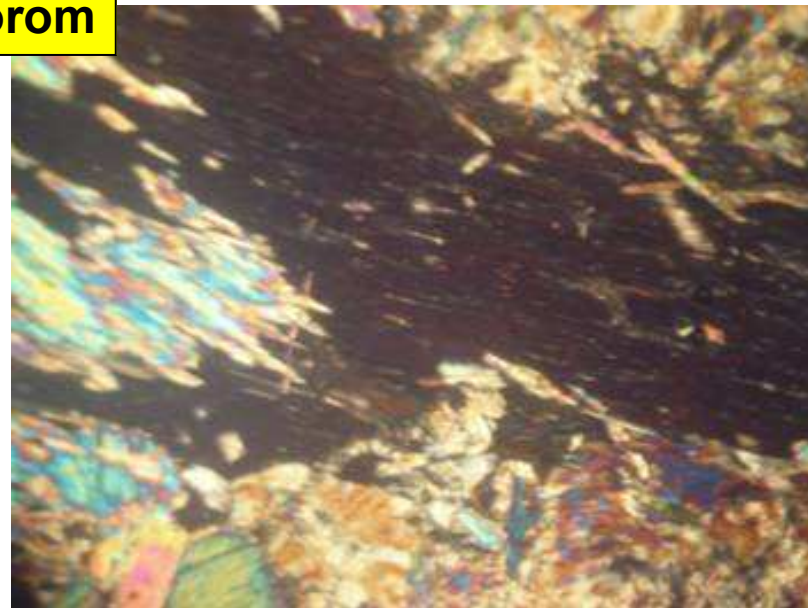
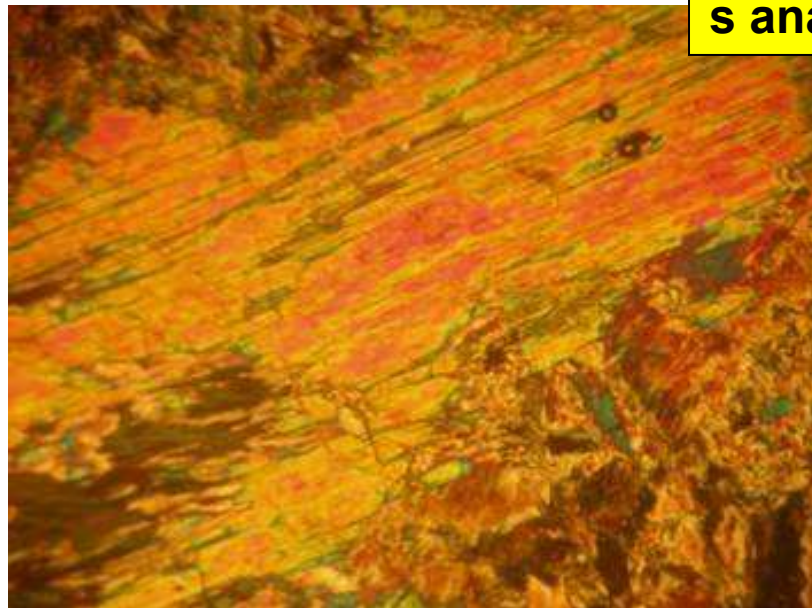
- ravnina optičkih osi $|| (010)$
- optički negativni, $-2V = 79-85^\circ$
- optički karakter izduženja pozitivan
- potamne koso ($Z:c = 10-20^\circ$):
tremolit $13-20^\circ$
aktinolit $10-13^\circ$
- u poprečnim presjecima potamne simetrično

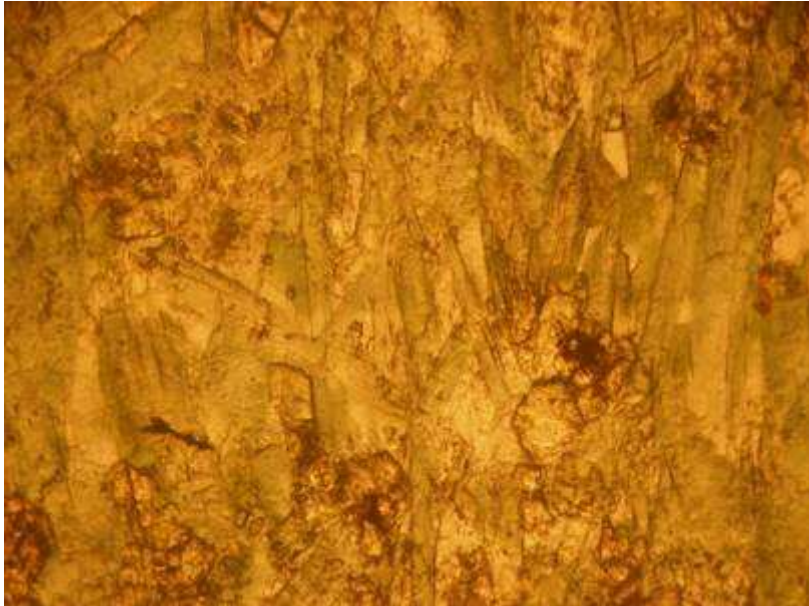
Tremolit – uzdužni presjek



bez analizatora

s analizatorom





Aktinolit - PLEOKROIZAM

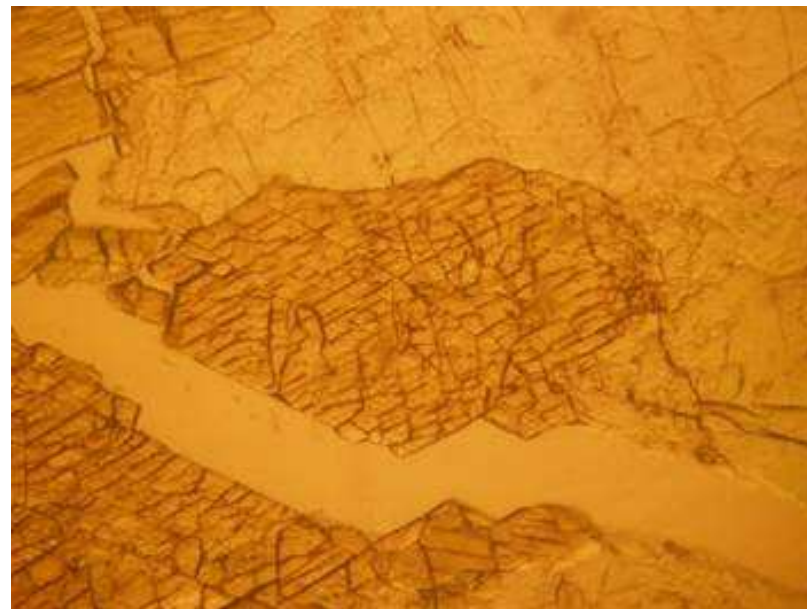
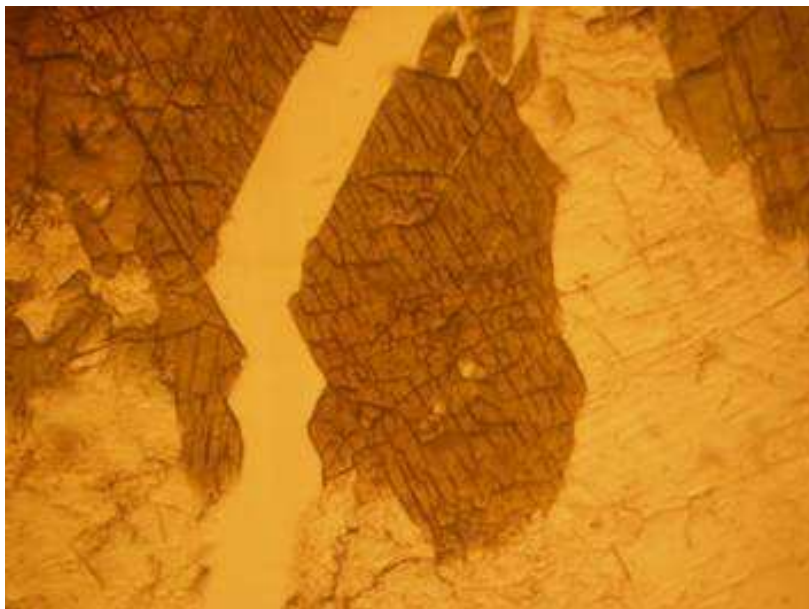


Z = zelen

X = zelenkastožut-žut

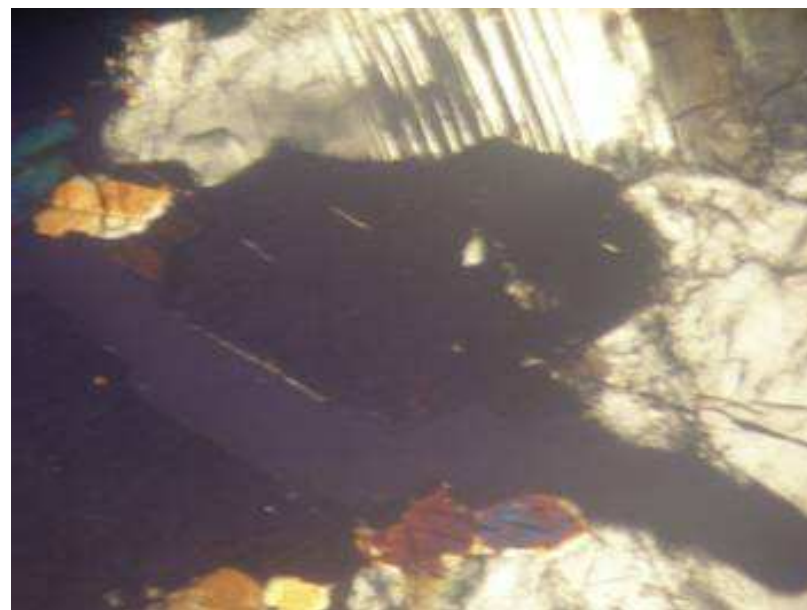


Aktinolit – poprečni presjek



↑
bez analizatora: pleokroizam

↑
s analizatorom:
simetrično potamnjenje



Izmjene:

- stabilni minerali
- tremolit prelazi ponekad u talk

Pojavljivanje:

- tremolit: u kontaktnometamorfnim stijenama (mramori i hornfelsi)
- aktinolit: kloritni i zeleni škriljavci
u eruptivima: uralitizacijom iz piroksena

Glaukofan

- $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
- 2/m
- izduženi prizmatski kristali, štapićasti agregati
- svjetlo- do tamnomodre boje

MIKROSKOPSKA SVOJSTVA

- štapičasti kristali
- uz kalavost, često se vidi poprečno lučenje
- boja: modra do ljubičasta (pleokroizam):

X = bezbojan, Y = modar, Z = ljubičast

- umjereno visok pozitivan reljef

$n_x=1,621-1,655$ $n_y=1,638-1,664$ $n_z=1,639-1,668$

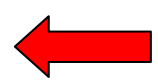
- relativno malen dvolom: $n_z-n_x=0,013-0,018$

→interferira do ljubičaste boje 1. reda

→kod jače obojenih glaukofana interferencijska boja prekrivena vlastitom



PLEOKROIZAM



Y = modar

Z = ljubičast



- ravnina optički osi $|| (010)$
- potamni koso: $Z:c = 4-6^\circ$
- poprečni presjeci potamne simetrično
- optički negativan, $-2V = 0-68^\circ$
- optički karakter izduženja pozitivan

Izmjene:

- rijetke, prelazi u klorit

Pojavljivanje:

- u metamorfnim stijenama (glaukofanski škriljavci, gnajsevi)