

# Základní horninotvorné minerály

Optická mikroskopie v geologii

Vyučují: V. Vávra  
N. Doláková

# Křemen ( $\text{SiO}_2$ )

## Morfologie:

Tvoří xenomorfní zrna, pouze ve výlevných horninách může být automotfně omezený s jevy magmatické koroze, v sedimentech oválné valouny nebo i ostrohranné úlomky.

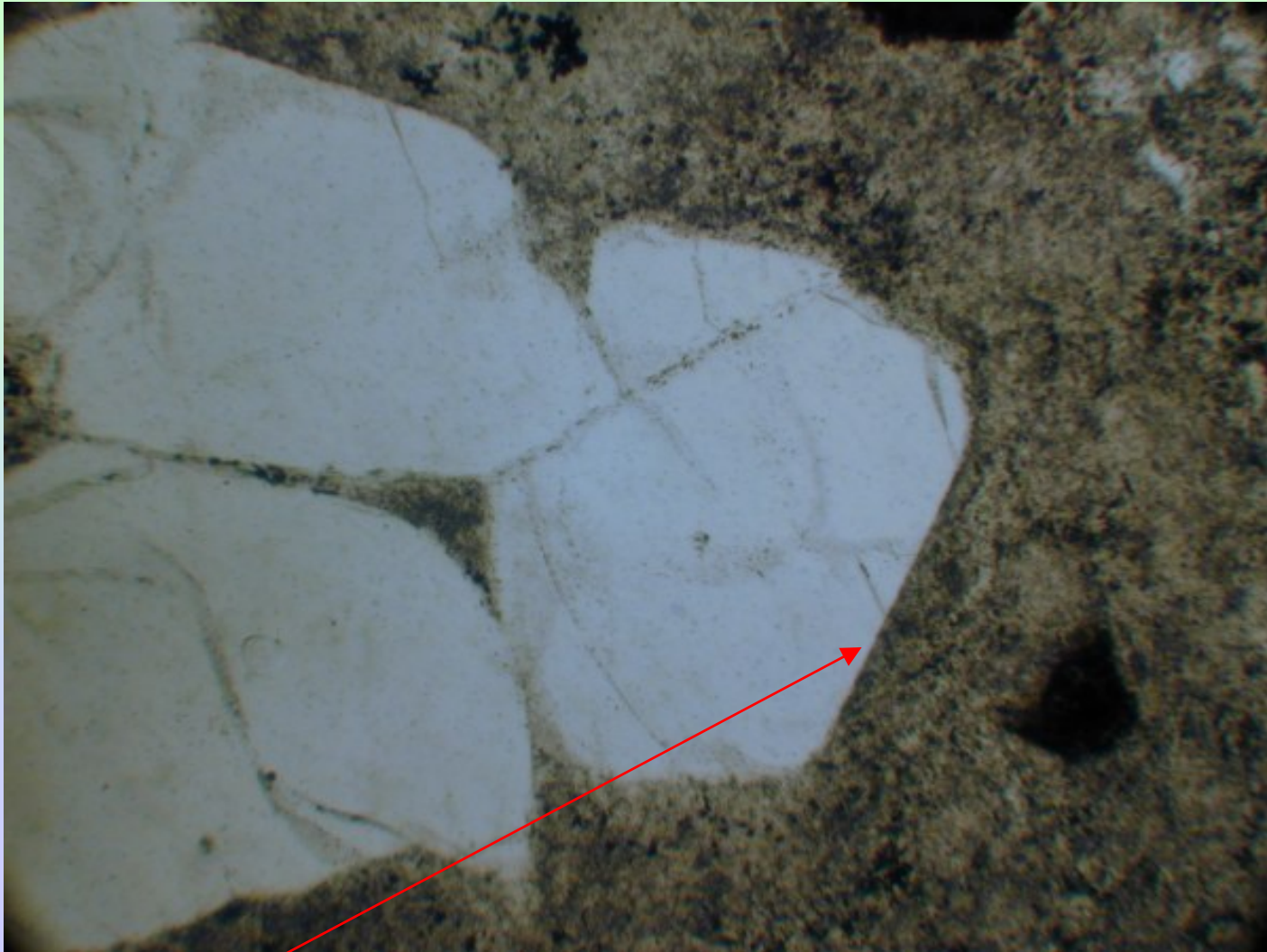
## Optické vlastnosti:

- je čirý, může být zakalen drobnými uzavřeninami, trhliny jsou nepravidelné
- při tlakovém postižení undulózně zháší, případně je až anomálně dvojosý
- indexy lomu:  $n(\omega) = 1,544$ ;  $n(\epsilon) = 1,553$
- $D = 0,009$ ; Chm+
- není štěpný

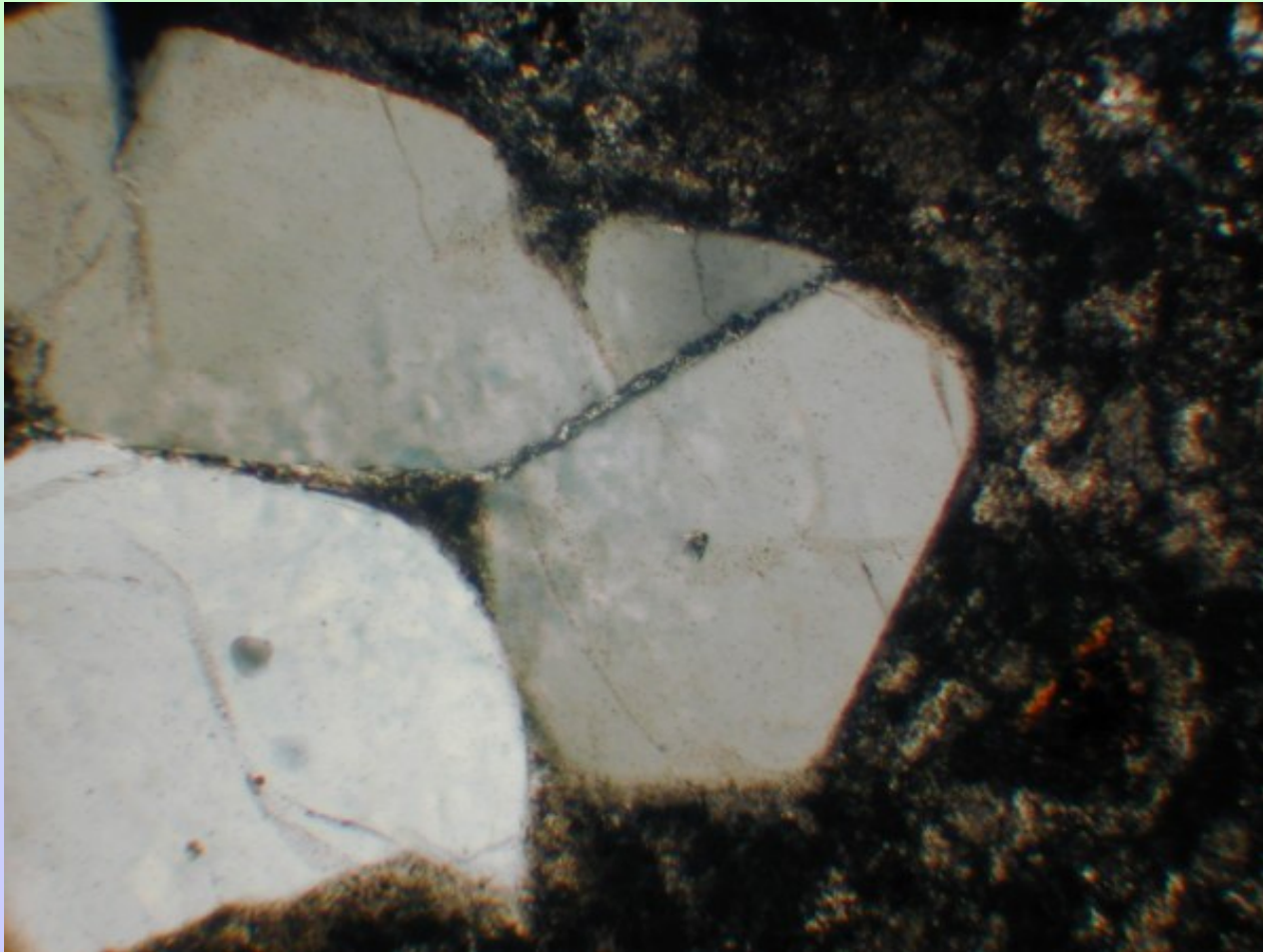
# Křemen ( $\text{SiO}_2$ )

Další důležité charakteristiky:

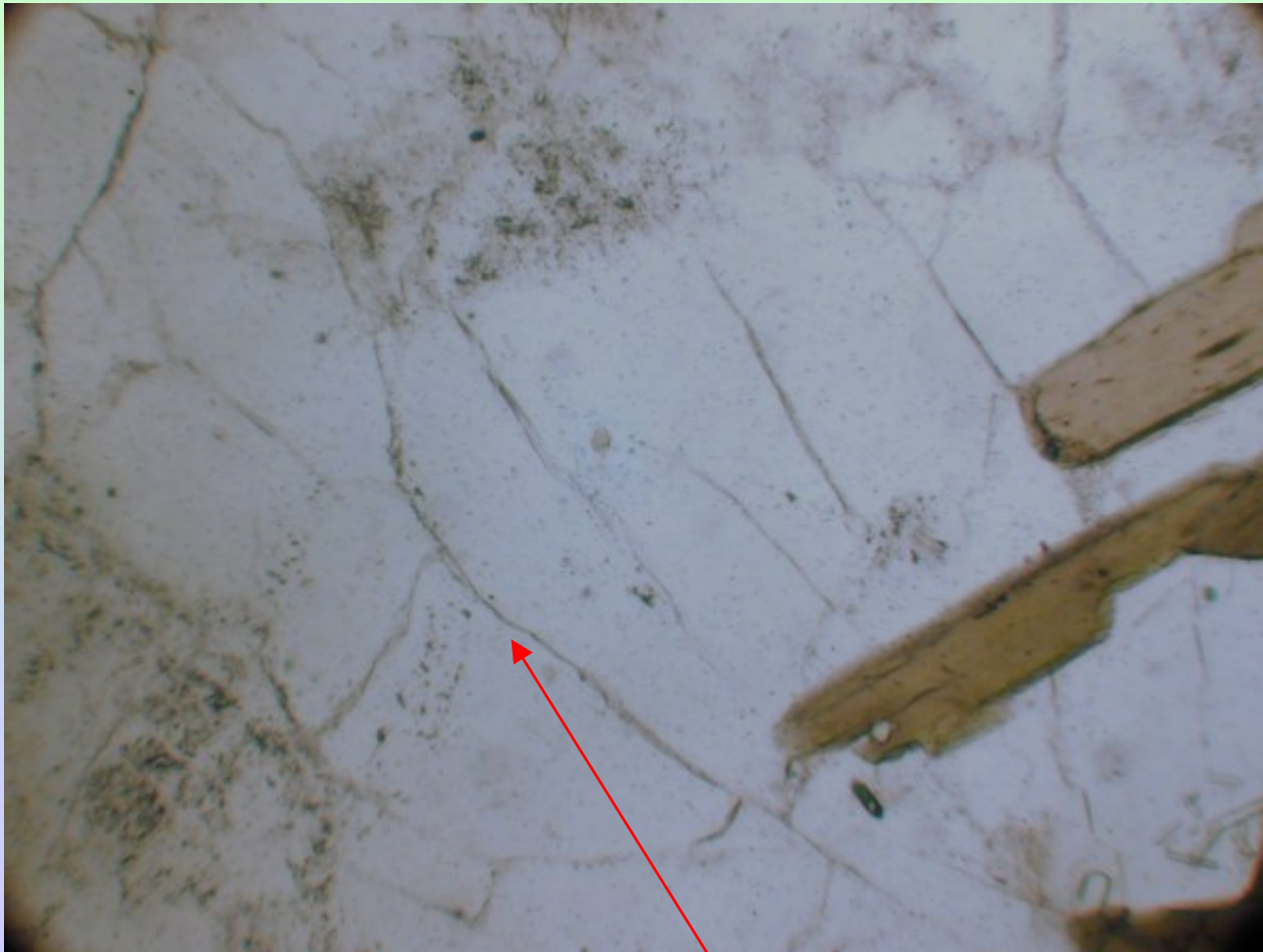
- je stabilní, bez produktů přeměn
- vyskytuje se ve všech přesycených nebo nasycených magmatických horninách (např. žuly, pegmatity, granodiority, ryolity, dacity atd.), ve většině sedimentárních hornin (např. pískovce, arkózy, kvarcity atd.) a velké části metamorfovaných hornin (všechny metamorfní stupně, např. fylity, svory, ruly)
- v kyselých hlubinných a žilných horninách může docházet k orientovanému prorůstání křemene a K-živce - tzv. písmenkové prorůstání, podobné prorůstání s plagioklasem označujeme jako myrmekit



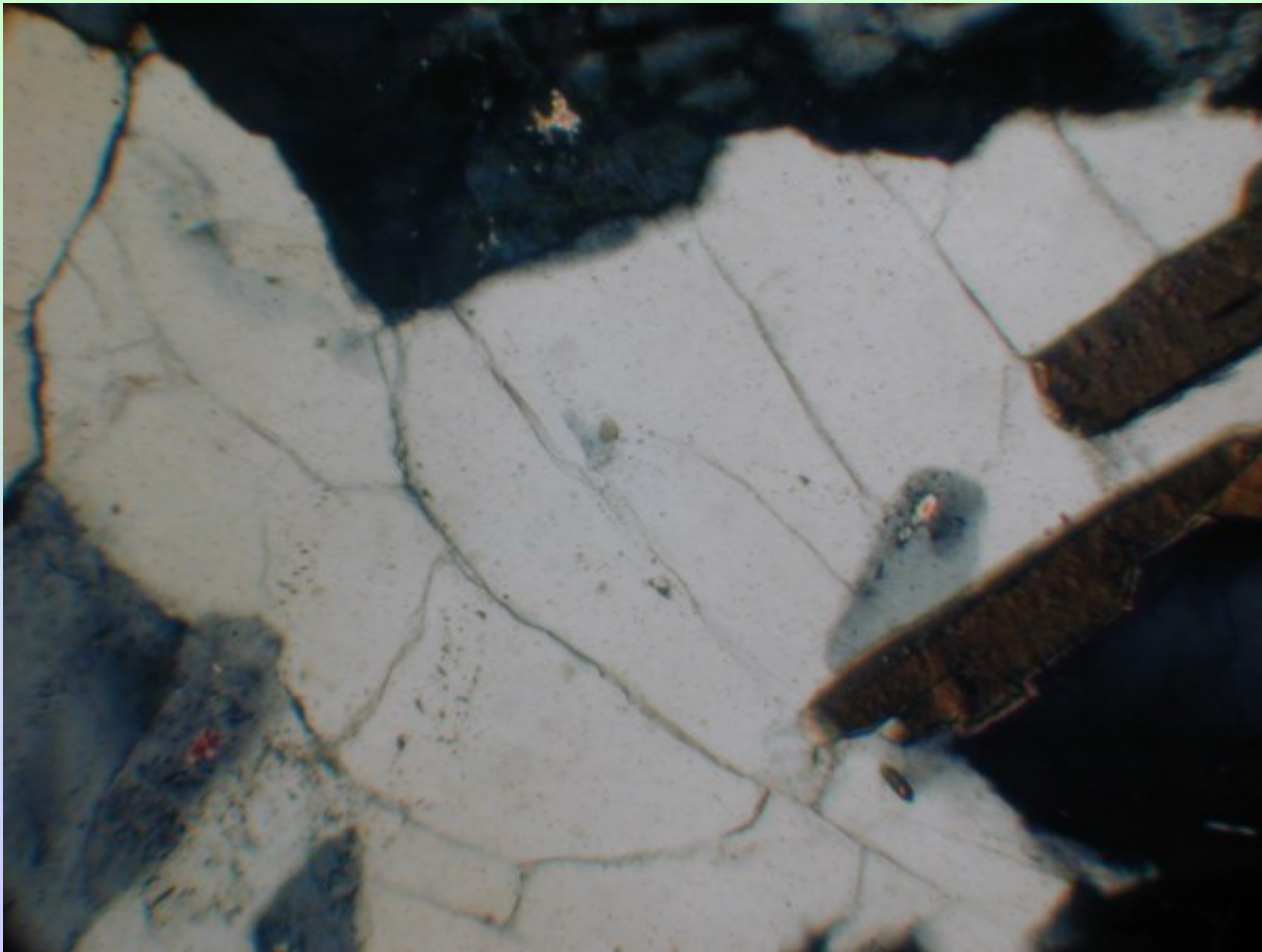
automorfní krystal křemene v ryolitu, PPL (s jedním nikolem), krystaly bez štěpnosti a produktů přeměn



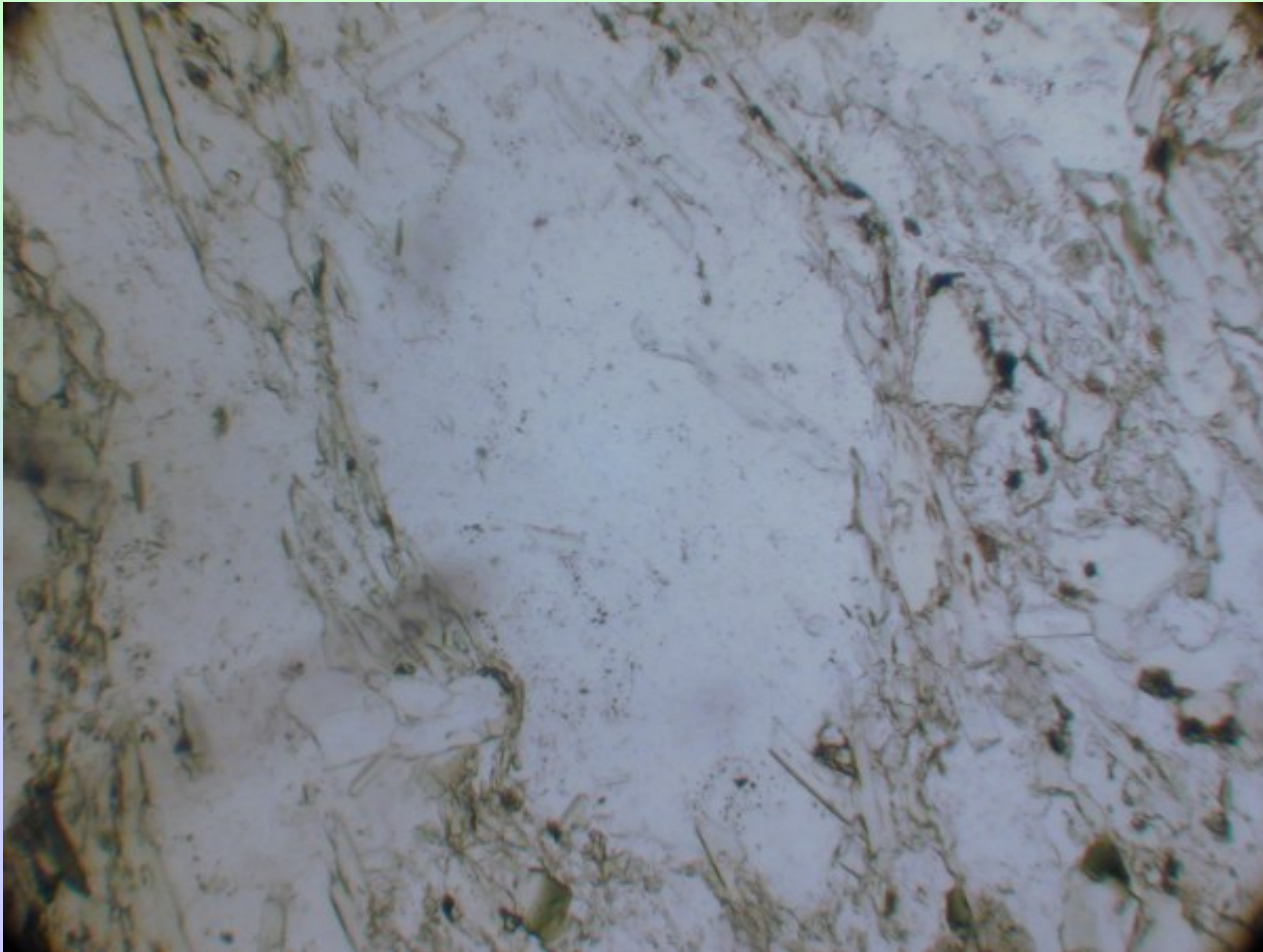
automorfní krystal křemene v ryolit, XPL (zkřížené nikoly); typická je nízká interferenční barva



xenomorfně omezený křemen, s nepravidelnými trhlinami, vpravo světle okrové lišty biotitu; granit, PPL

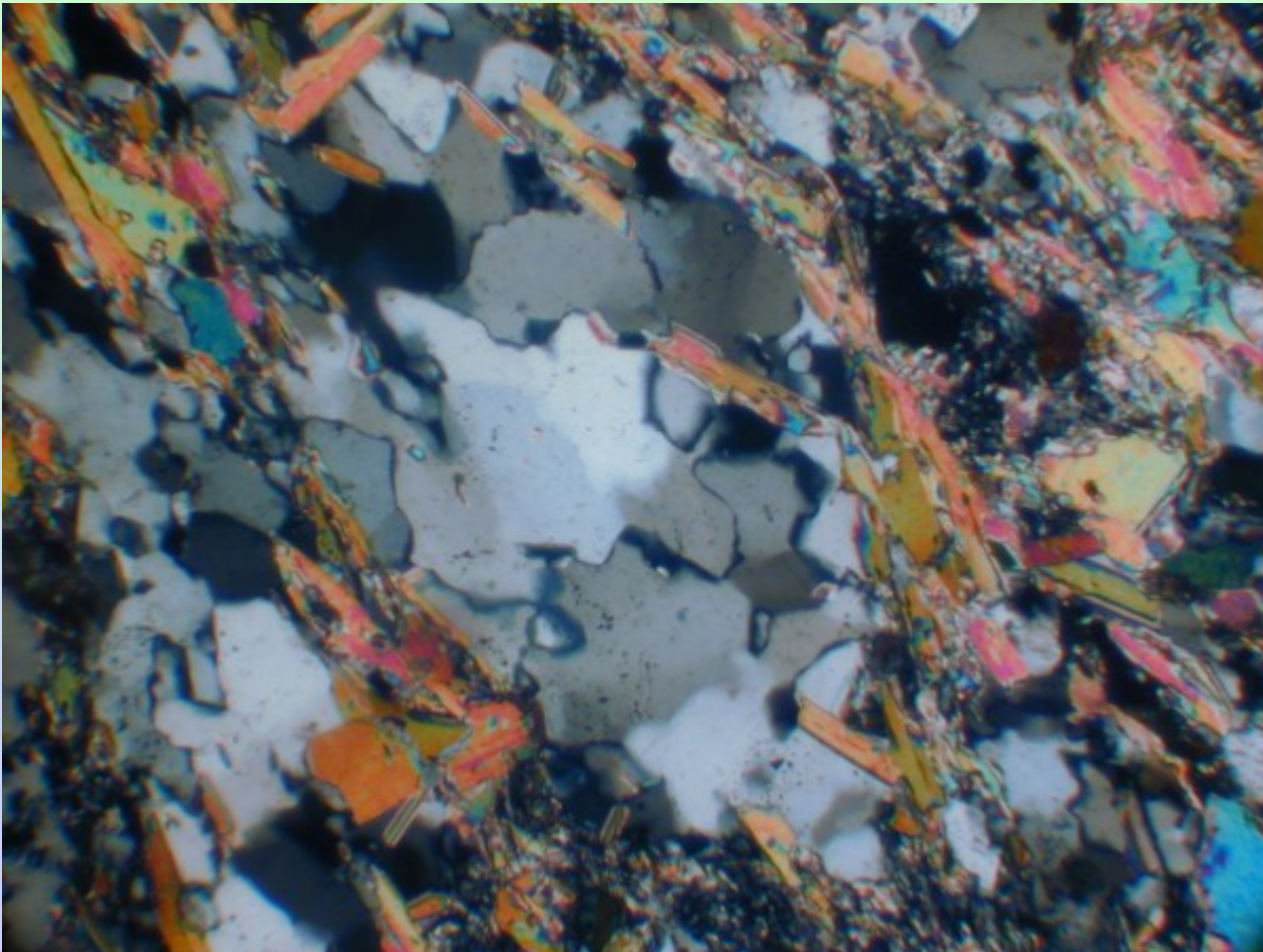


Xenomorfni zrna křemene, nízký dvojlom, bez produktů přeměn,  
vpravo vyhaslé lišty biotitu; granit, XPL



shluky čirých xenomorfních zrn křemene, v okolí lístkovitý muskovit a biotit; fylit, PPL





shluky xenomorfních zrn křemene, slabé undulózní zhášení, lístkovité agregáty muskovitu a biotitu; fylit, XPL

# Ortoklas ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )

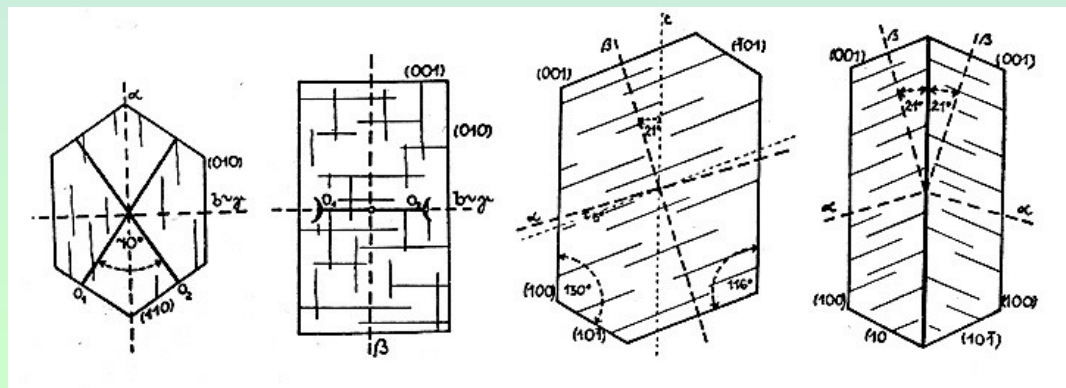
## Morfologie:

V porfyrických vyrostlicích je automorfní, krátce sloupcovité krystaly, v základní hmotě je běžné hypautomorfní nebo xenomorfní omezení zrn

## Optické vlastnosti:

- $n_\alpha = 1,518 - 1,523$ ;  $n_\beta = 1,522 - 1,528$ ;  $n_\gamma = 1,523 - 1,530$
- $D = 0,005 - 0,007$
- Ro je přibližně rovnoběžná (odchylka  $5^\circ$ ) s (001),  $y = \gamma$ ,  $x = \alpha$ , Chm-
- úhel  $2V\alpha = 60^\circ - 80^\circ$  štěpnost dokonalá podle (001) a (010)
- řezy v pásmu (001) : (100) zhášejí rovnoběžně vzhledem ke štěpnosti (010).  
V ploše (010) je zhášení  $\beta/c = 21^\circ$  a zhášení  $\alpha$  vzhledem ke štěpnosti (001) je  $5^\circ$ .

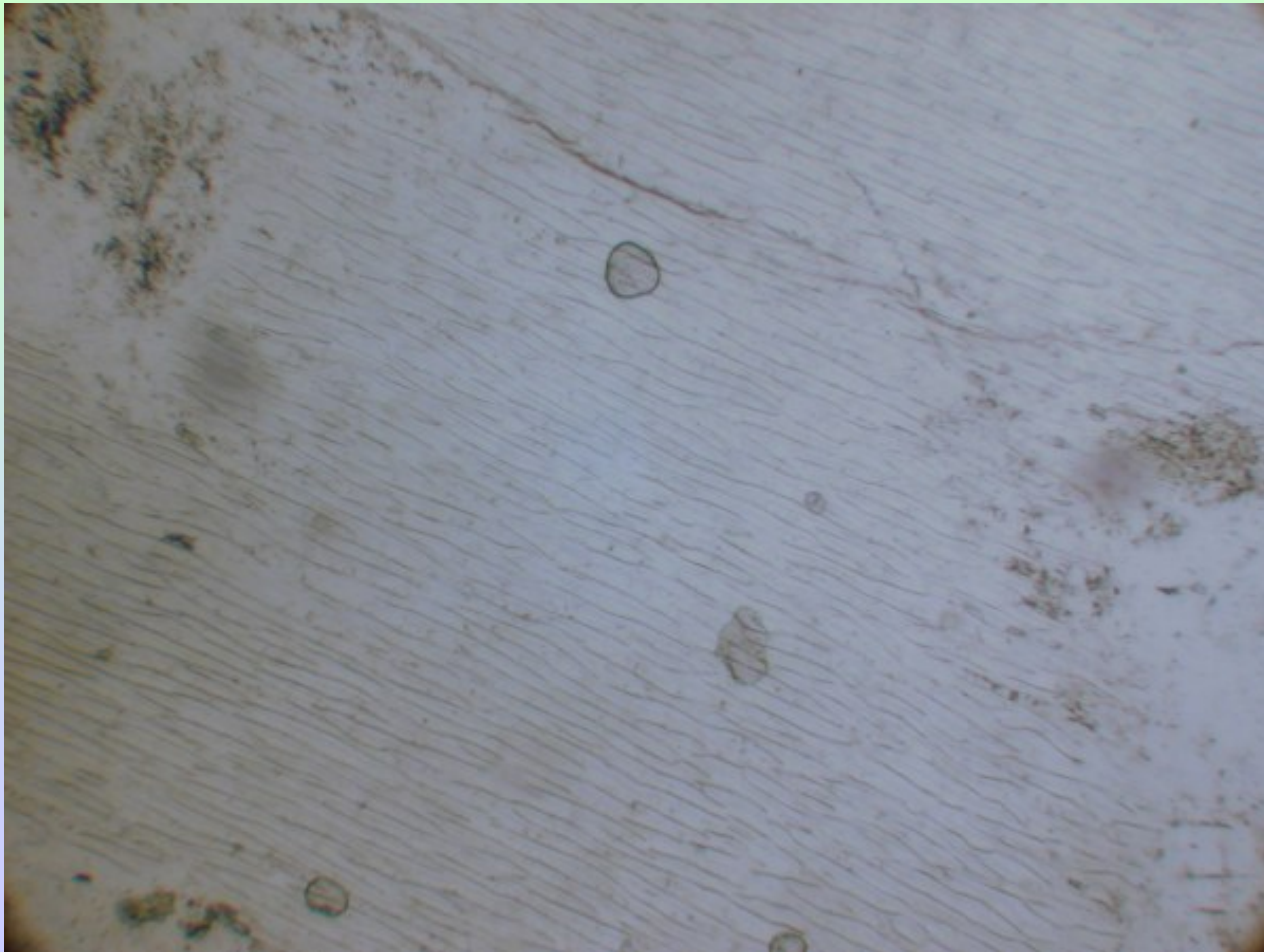
Řez kolmo k z, řez podle (100), řez podle (010), karlovarsky zdvojitý řez (010).



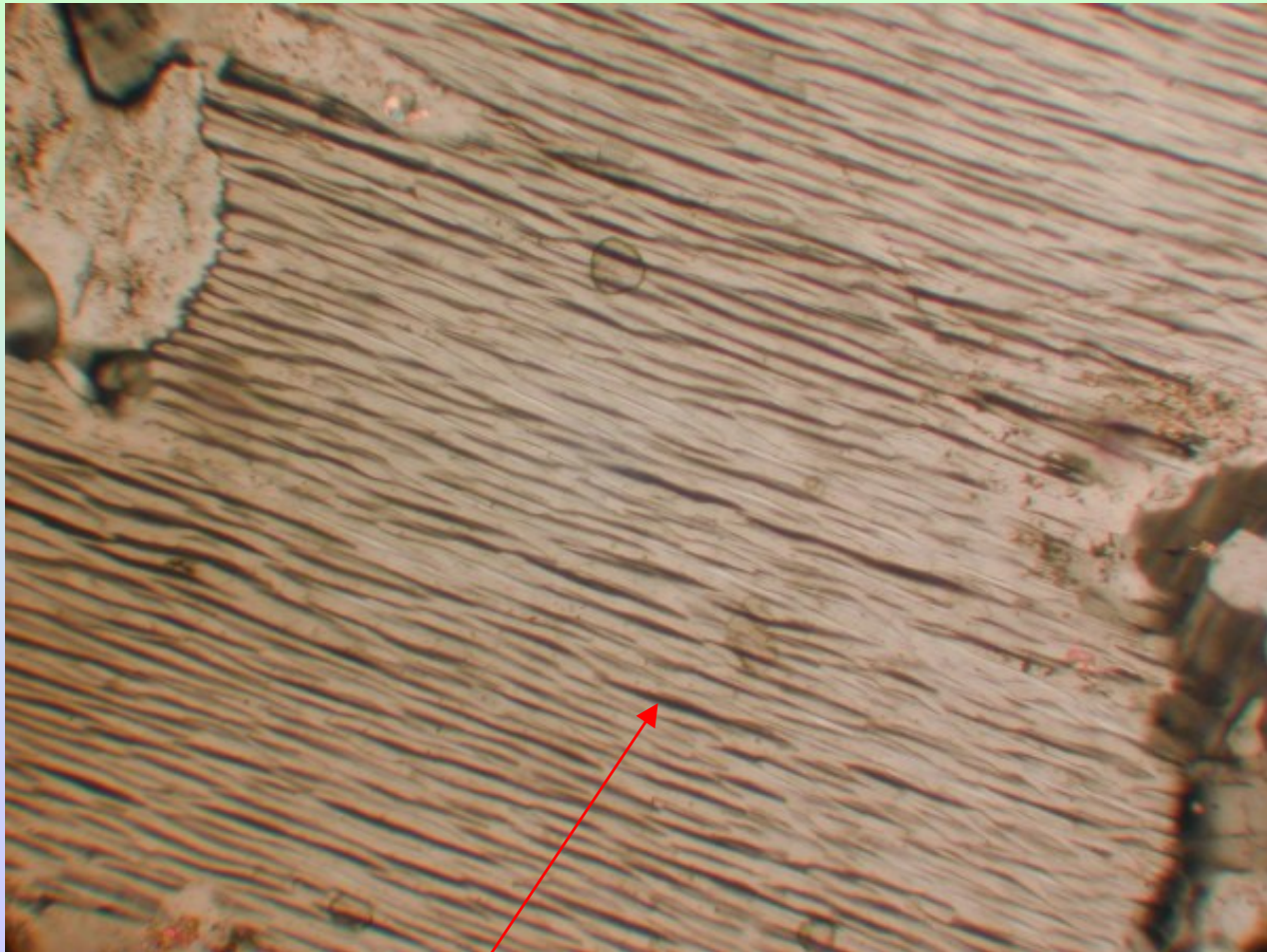
# Ortoklas ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )

Další vlastnosti:

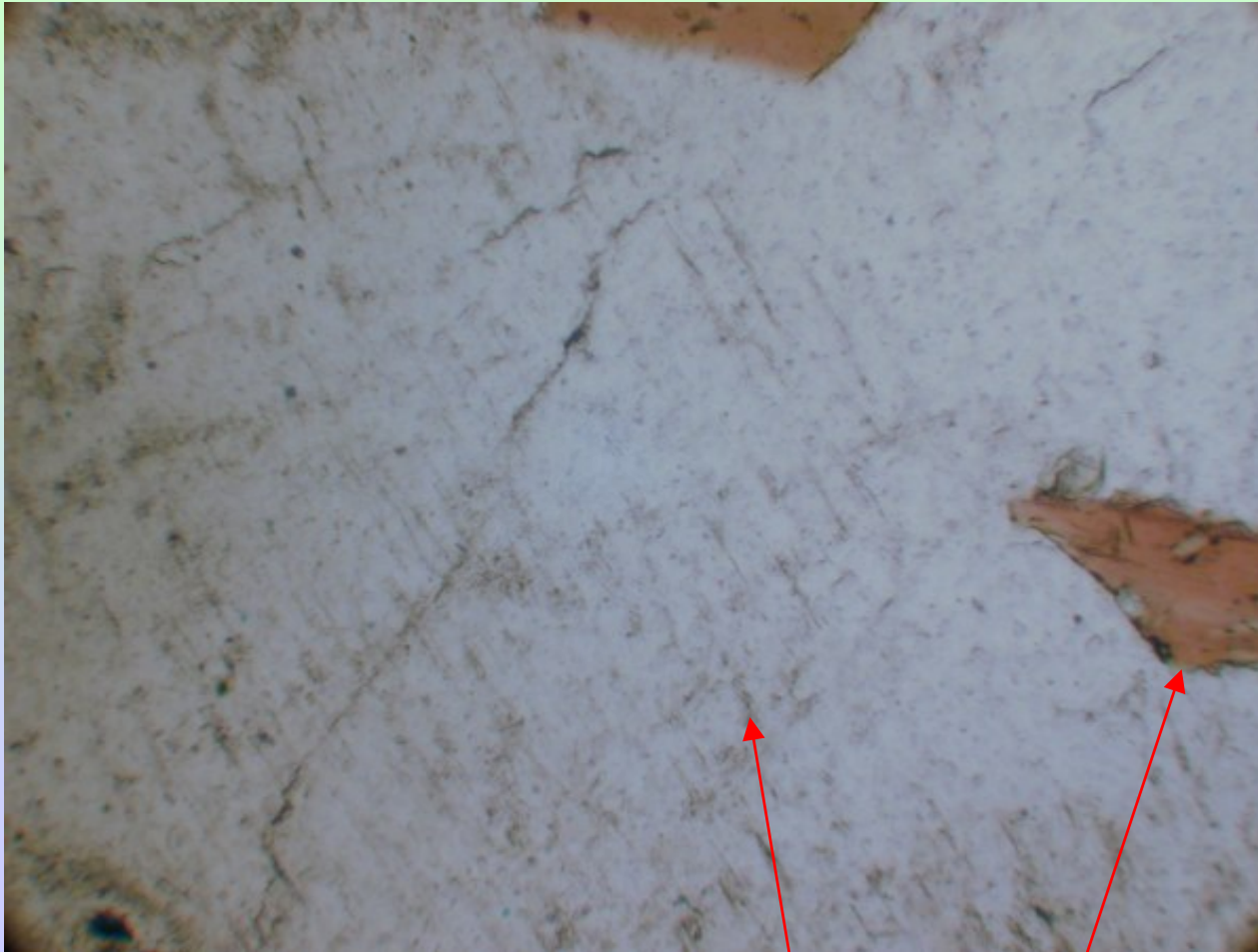
- čerstvá zrna jsou čirá a průhledná, s postupujícími přeměnami jsou průřezy zakalené (sericitizace, kaolinizace)
- charakteristické je orientované prorůstání lamel albitu, tzv. pertity, rozlišení obou živců lze provést pomocí indexu lomu (u albitu vyšší) některé ortoklasy mají zonální stavbu, časté jsou uzavřeny hematitu a okolních horninotvorných minerálů, typické je i grafické prorůstání s křemenem,
- dvojčatění je běžné, nejčastěji podle karlovarského zákona
- nejběžnějšími přeměnami je kaolinizace a sericitizace, produkty přeměn sledují štěpnost nebo hranice zón v zonálních krystalech; při zvětrávání je ortoklas zpravidla odolnější než plagioklasy
- je častý minerál plutonických a vulkanických hornin (žula, granodiorit, pegmatity, ryolit). V sedimentech je součástí arkóz a drob. V metamorfovaných horninách je běžný především v rulách a granulitech.



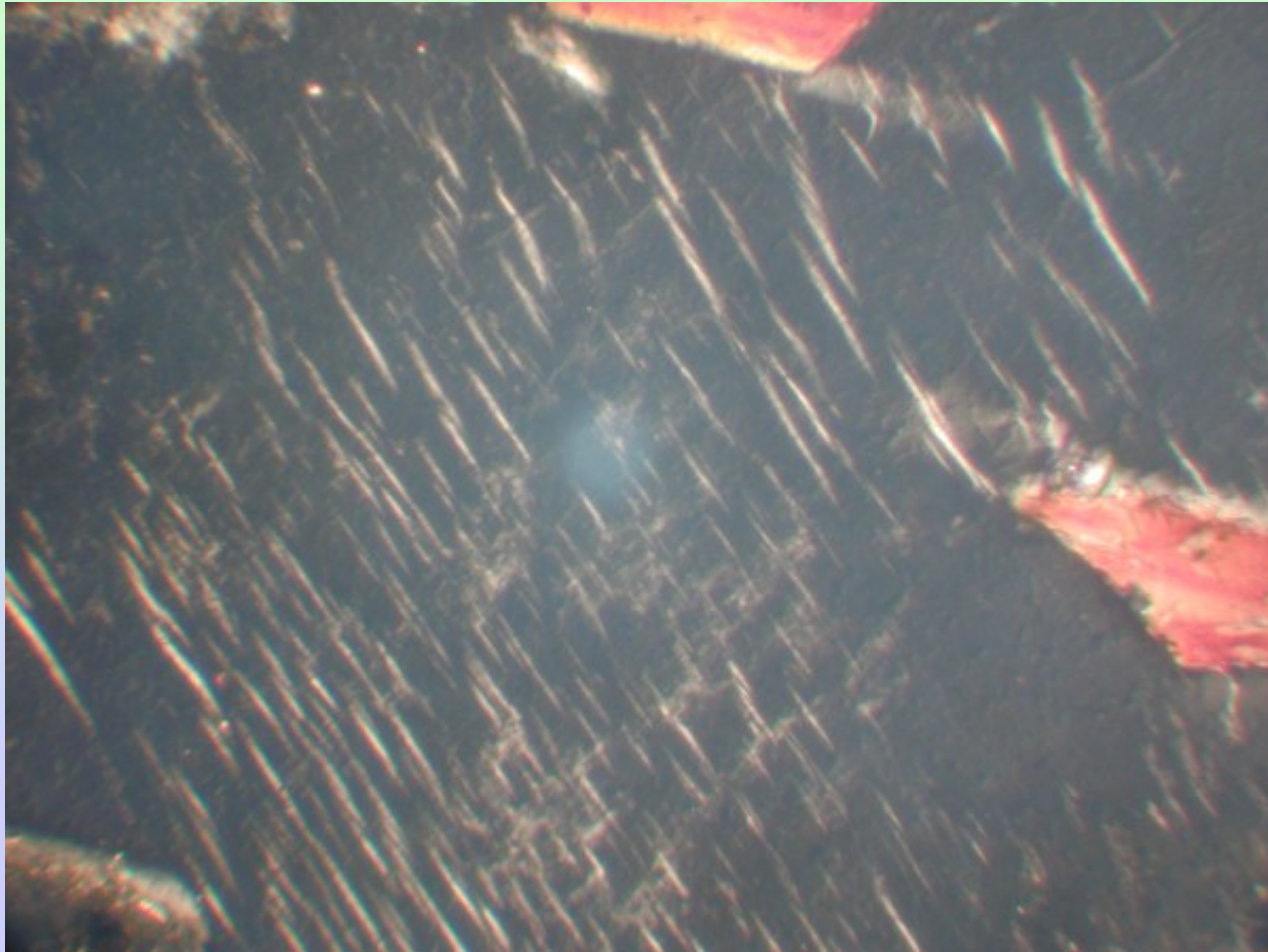
peritický ortoklas – odmíšené lamely albitu v ortoklasu; pegmatit, PPL



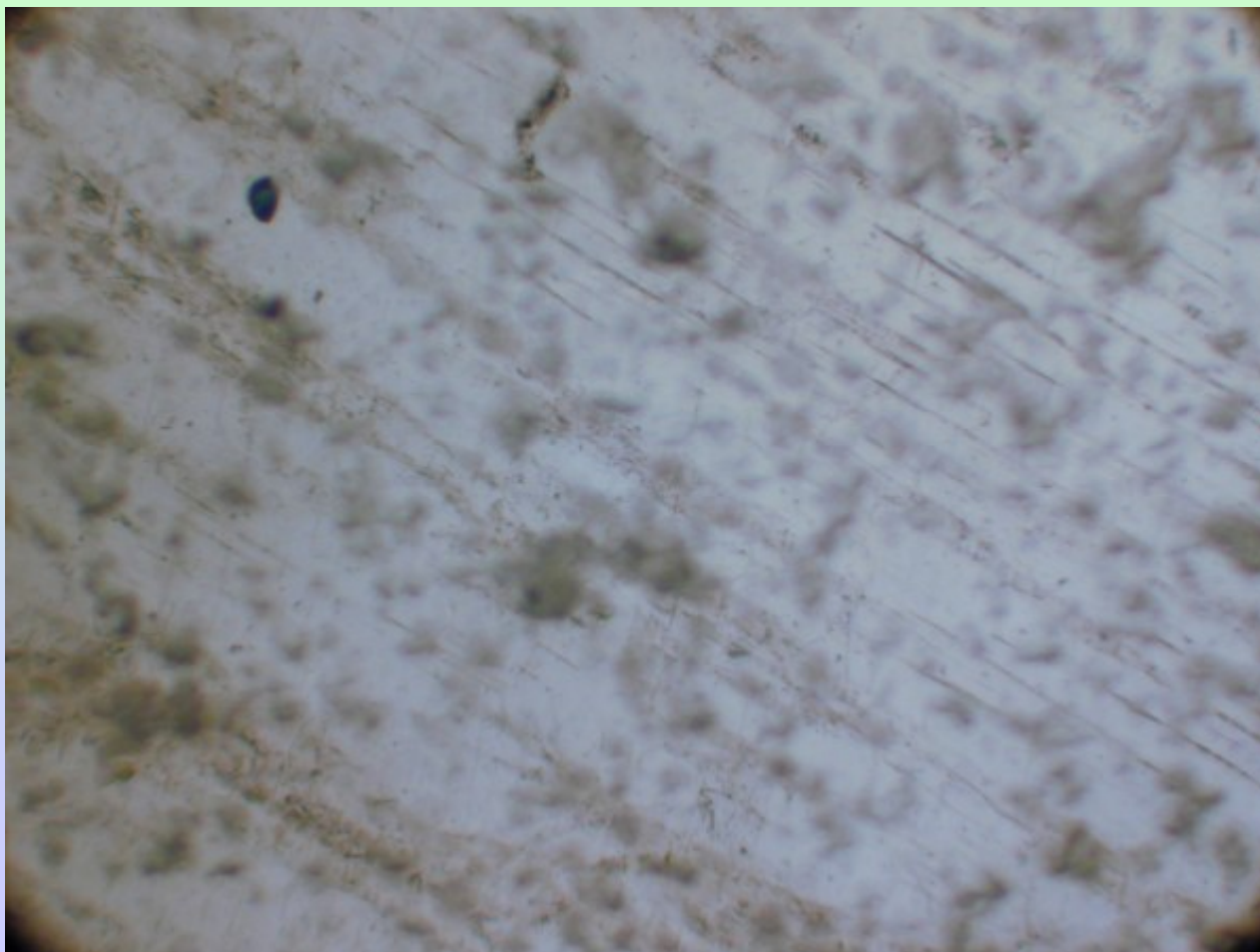
peritický ortoklas, albitové lamely v poloze vyhasnutí; pegmatit, XPL



peritický ortoklas s viditelnými produkty sericitizace a lupínky  
hnědočerveného biotitu; syenit, PPL

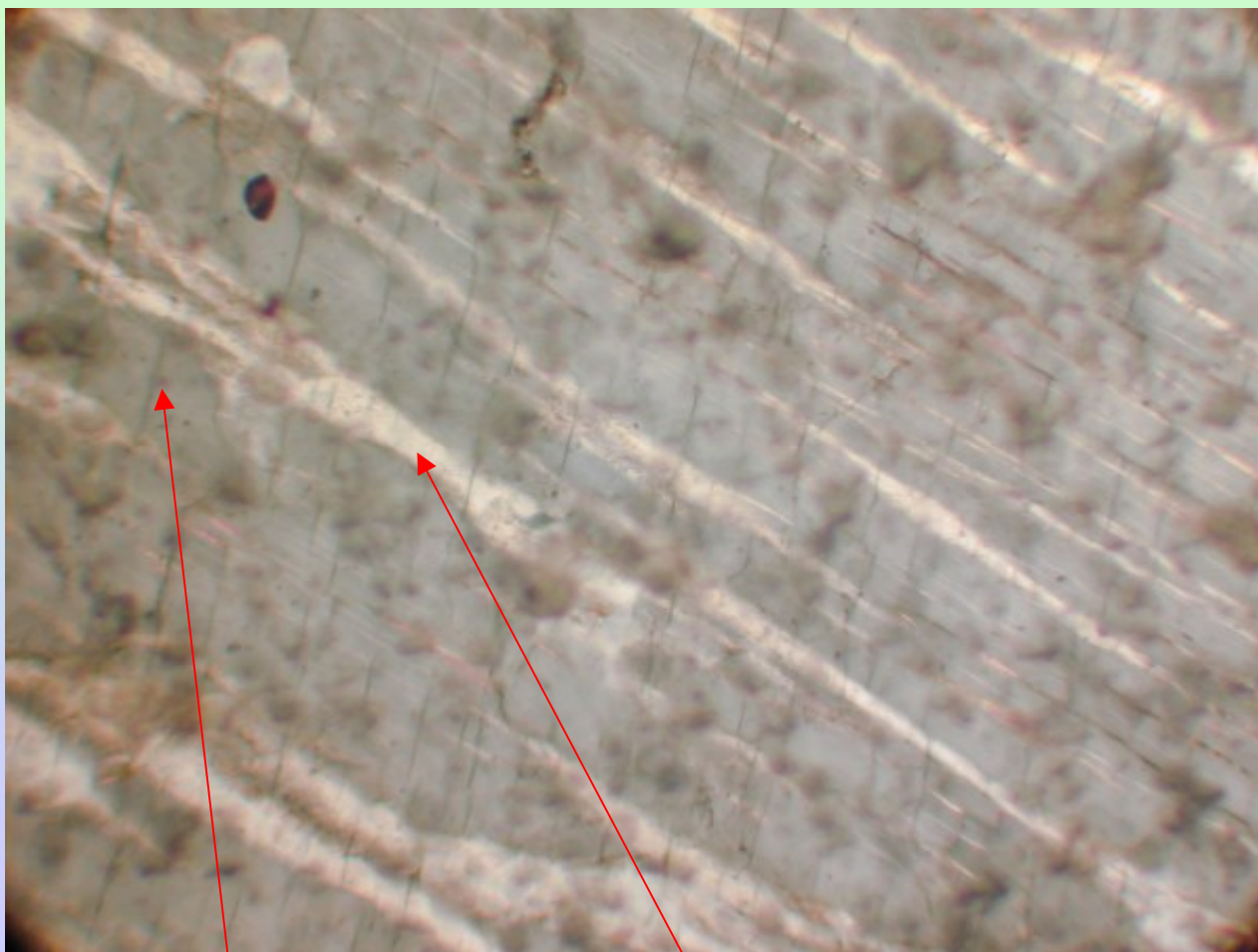


pertitický ortoklas v poloze vyhasnutí, světlé lamely jsou albitové,  
lupínky biotitu; syenit, XPL



pertitický ortoklas postižený kaolinizací; PPL





pertický ortoklas se světlejšími albitovými lamelami, velmi dobře viditelná štěpnost; XPL

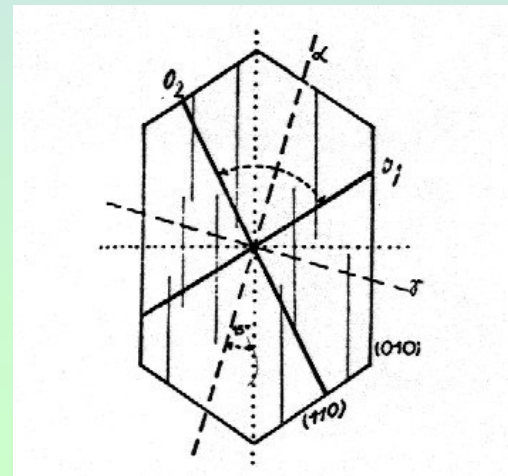
# Mikroklin ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )

## Morfologie:

- krátce sloupcovité nebo tabulkovité krystaly zpravidla zdvojitělé, podle albitového a periklinového zákona, běžně xenomorfní zrna
- bývá bezbarvý, při silnější alteraci zakalený produkty přeměn
- dokonalá štěpnost podle (001) a (010)

## Optické vlastnosti:

- $N(\alpha) = 1,518 - 1,520$ ;  $n(\beta) = 1,522 - 1,524$ ;  $n(\gamma) = 1,524 - 1,526$
- $D = 0,006$
- $R_o$  je přibližně rovnoběžná s (001) a téměř kolmá k (010), ostrá středná  $\alpha$  svírá na ploše (010) se štěpností (001) úhel  $5^\circ$
- Chm -;  $2V_\alpha = 75^\circ - 85^\circ$



Řez podle (001).

# Mikroklin ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )

Další vlastnosti:

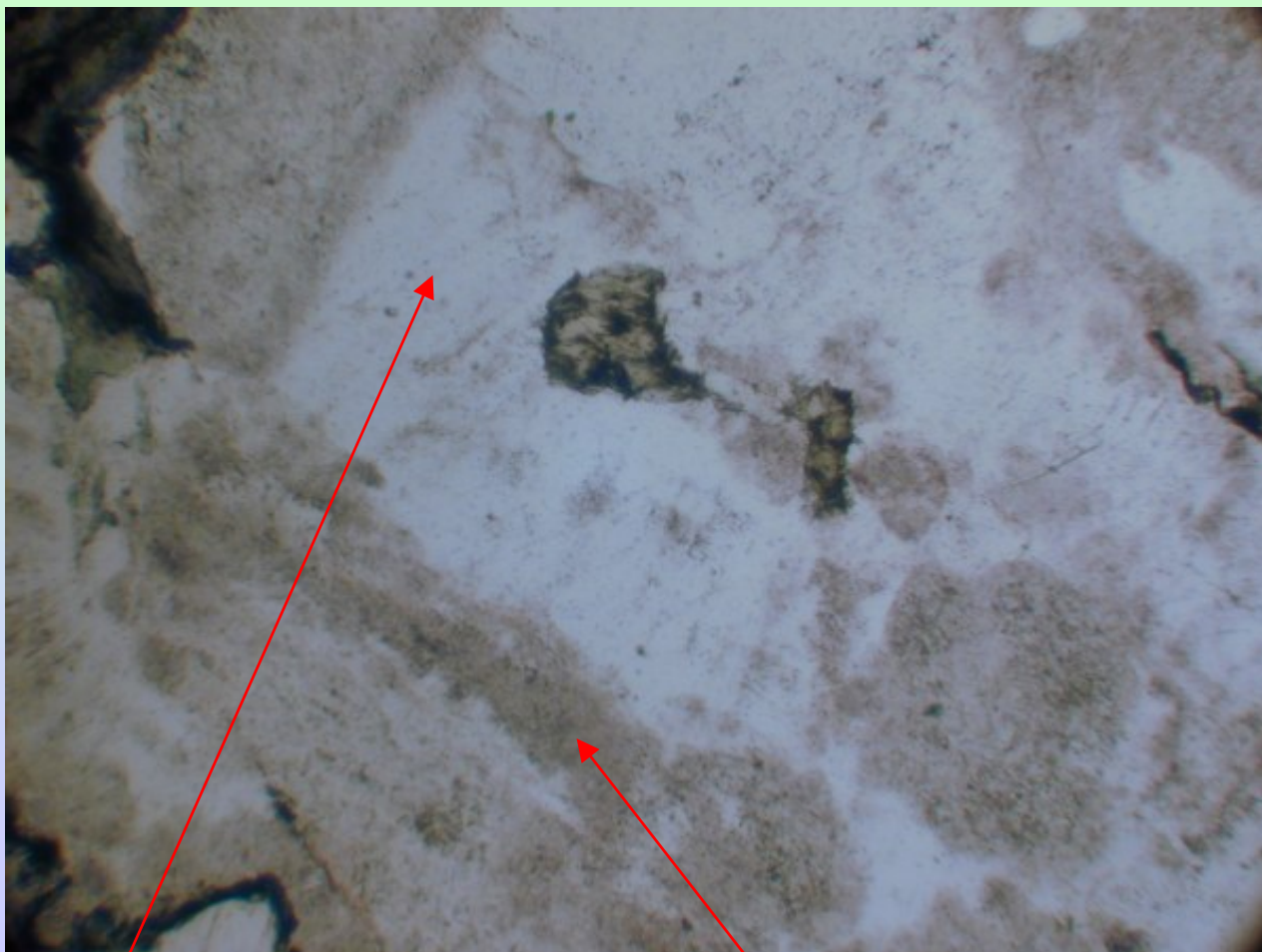
- polysyntetické lamelování podle albitového a periklinového zákona vytváří typické „mikroklinové mřížkování“
- v zrnech mohou být přítomny pertity a může docházet i ke grafickému prorůstání s křemenem
- nízkoteplotní K-živce se vyskytující hlavně v žulách, granodioritech, aplitech a pegmatitech, vzácně v rulách
- podobně jako u ortoklasu je běžná přeměna kaolinizace a sericitizace, může docházet i k zatlačování plagioklasu



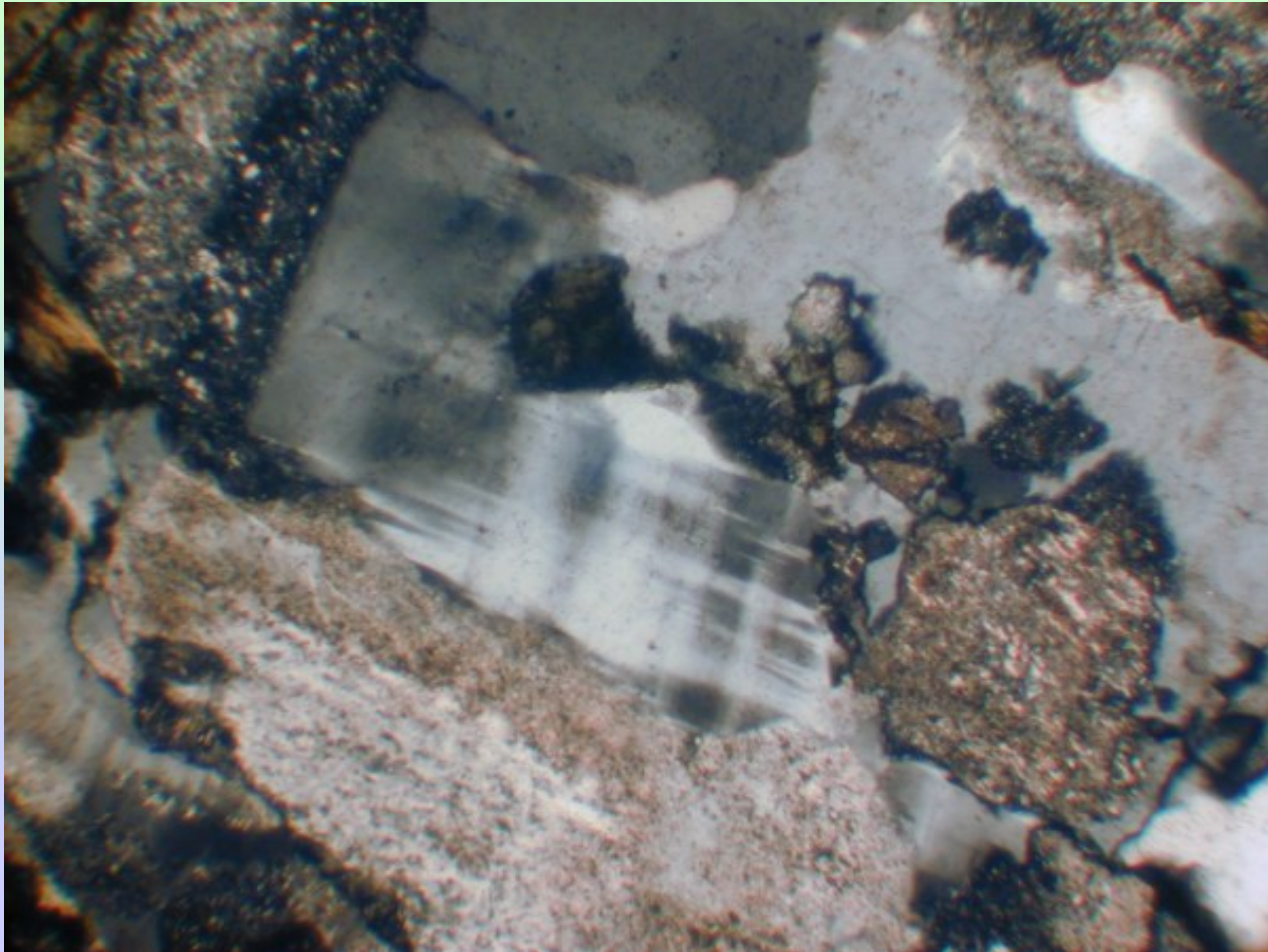
Mikroclin, velmi slabě postižený přeměnou; pegmatit, PPL



mikroklínové mřížkování je zpravidla neostře a rozplývavé; pegmatit,  
XPL



mikroclin obklopený silně alterovaným plagioklasem; PPL

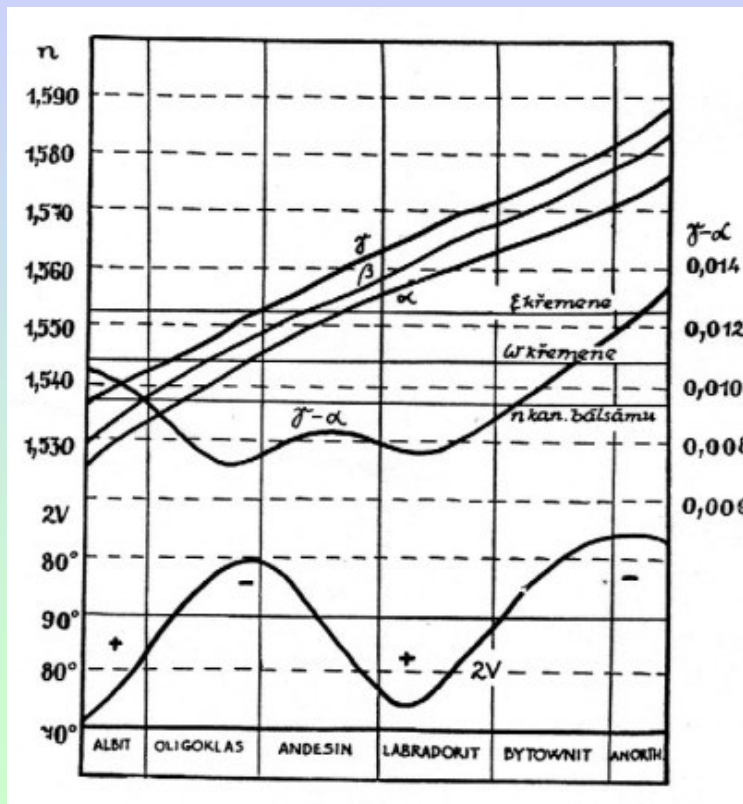


mikroclin obklopený silně sericitizovaným plagioklasem; XPL

# Plagioklasy

## Morfologie a barva:

- tvoří automorfnní vyrostlice nebo xenomorfnní zrna v základní hmotě
- bezbarvé průřezy bývají zpravidla zakaleny produkty přeměn

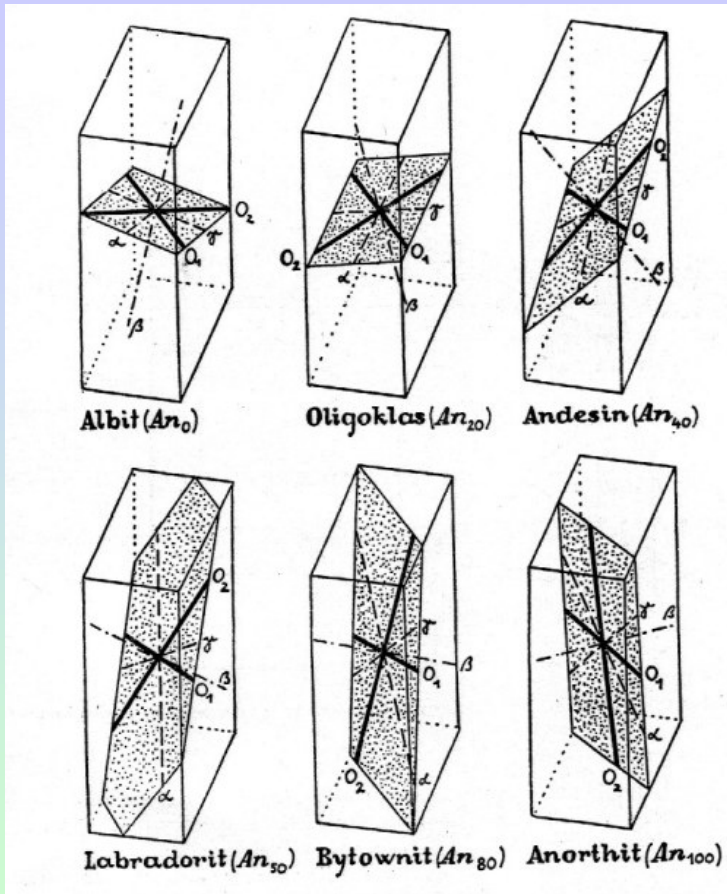


## Optické vlastnosti:

- hodnoty indexů lomu rostou s přibývajícím anortitovou komponentou
- $n_{\alpha} = 1,527 - 1,575$
- $n_{\beta} = 1,532 - 1,583$
- $n_{\gamma} = 1,534 - 1,588$
- u dvojlomu je vývoj kolísající:  
 $D = 0,007 - 0,013$
- optický charakter členů plagioklasové řady a jejich úhel 2V závisí nejen na složení, ale i na teplotě krystalizace.



# Plagioklasy



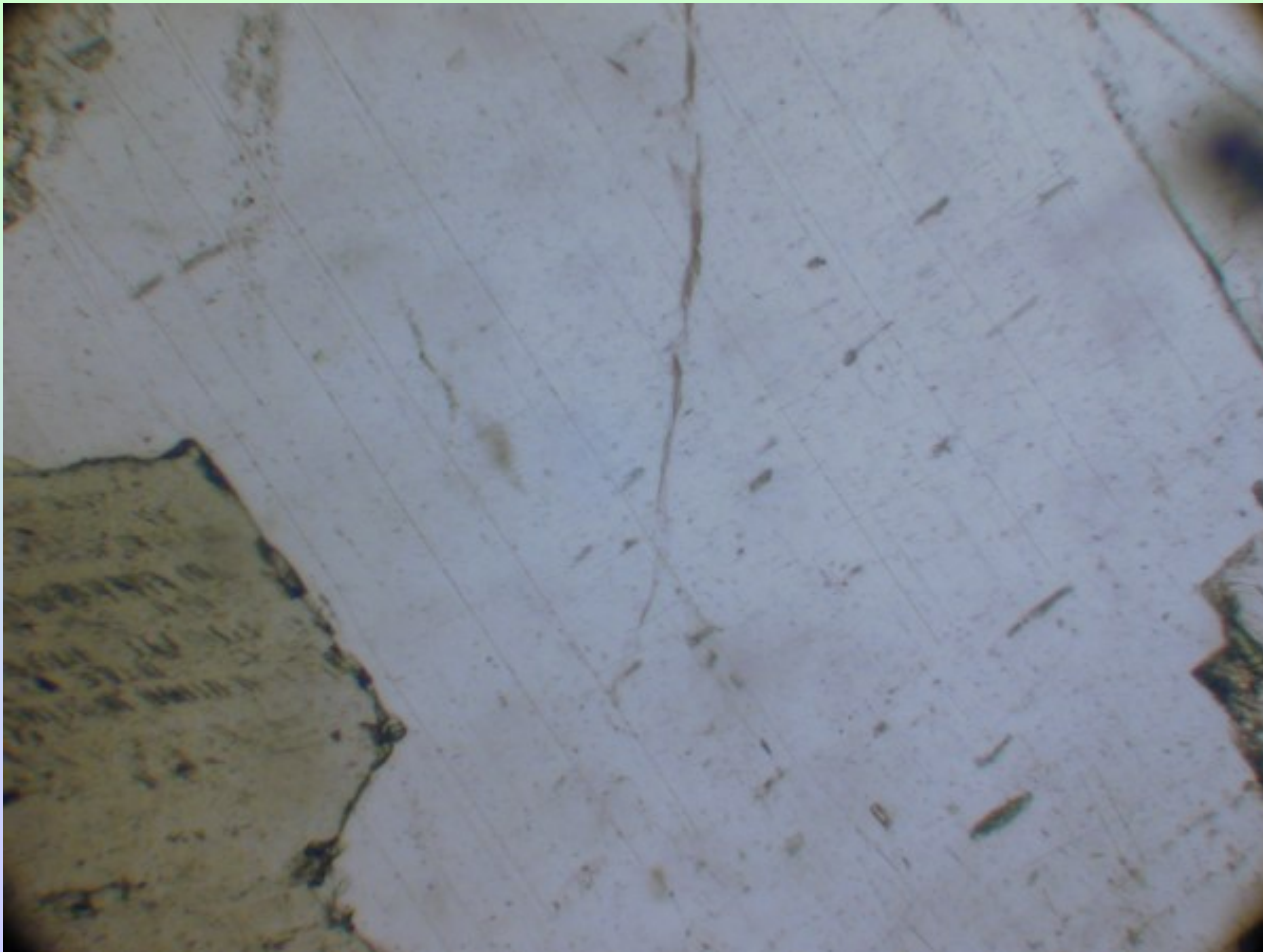
## Optické vlastnosti:

- rovina optických os albitu je přibližně rovnoběžná s (001) a směrem k anortitu se zvolna stáčí do polohy jen velmi přibližně rovnoběžné s plochou (100)
- albitové lamely jsou rovnoběžné se štěpností podle (010), v řezu (100) lze sledovat štěpnost (001)
- v řezech (100) mají albitové lamely Chz-, zatímco periklinové mají v tomto řezu Chz+

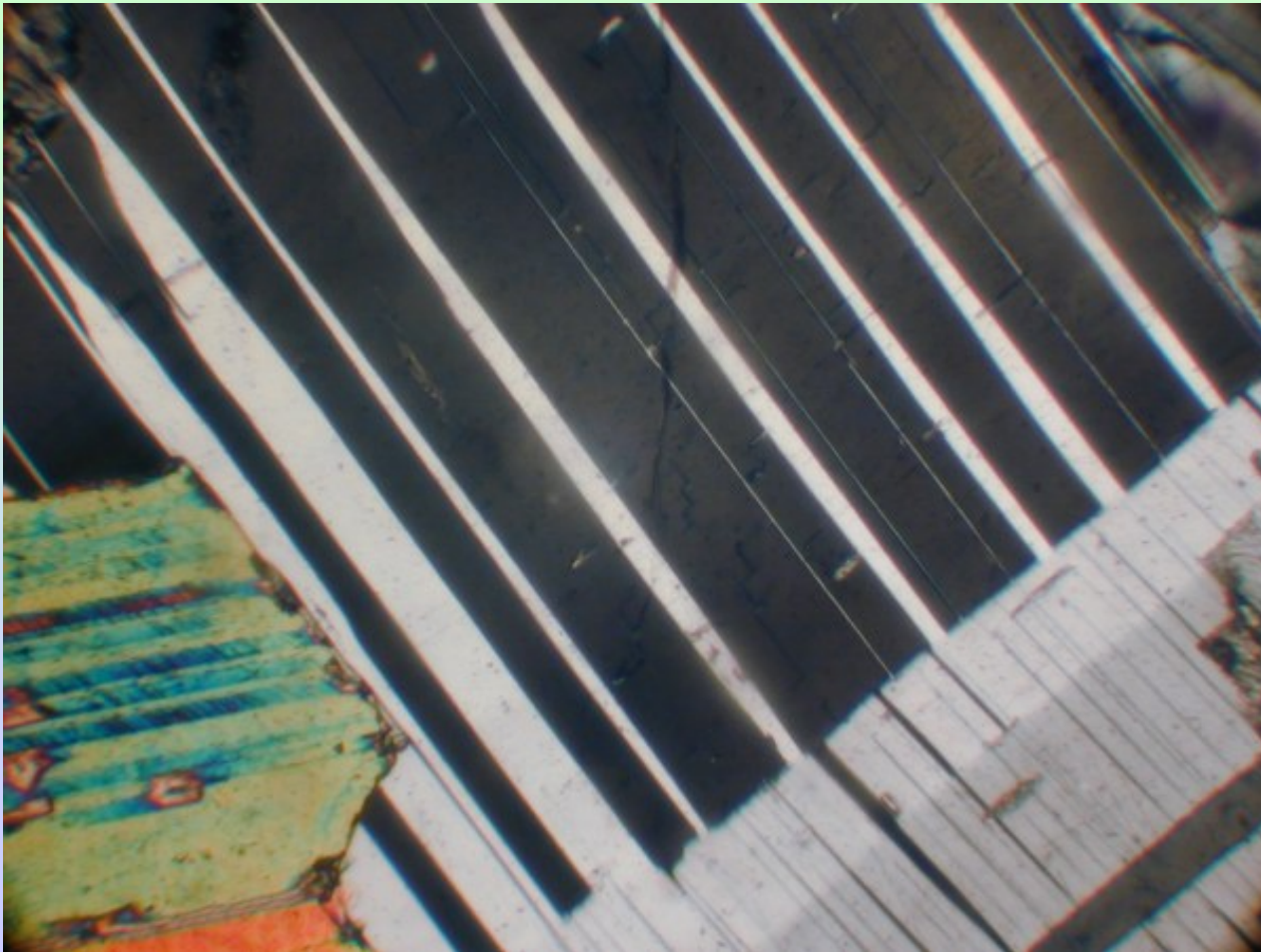
# Plagioklasy

Další vlastnosti:

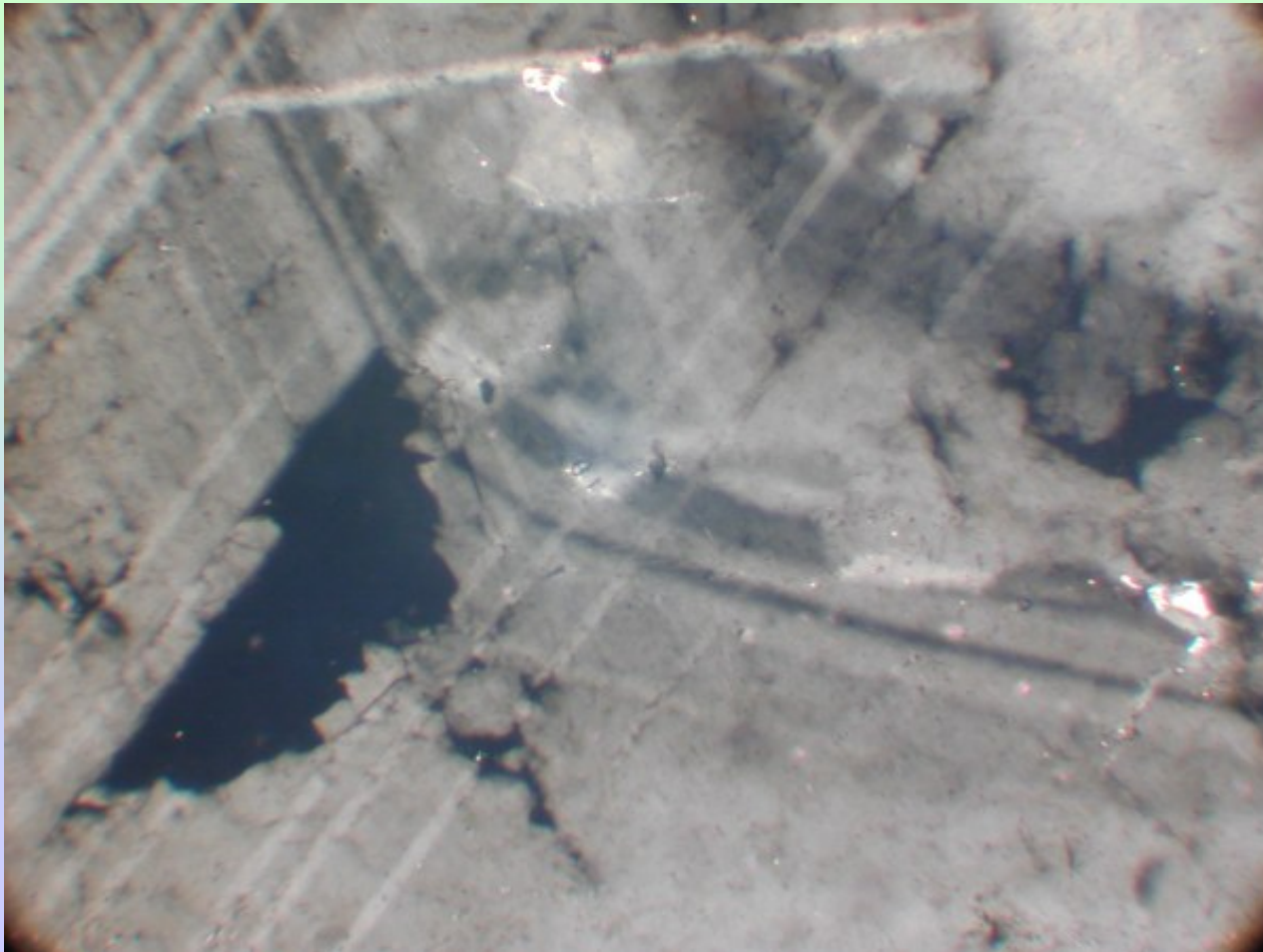
- charakteristickým znakem plagioklasů ve zkřížených nikolech je polysyntetické lamelování podle albitového nebo periklinového zákona, mohou se uplatnit i jiné zákony.
- časté jsou uzavřeniny ilmenitu nebo hematitu, kyselé plagioklasové mohou uzavírat křemen na hranici s K-živcem, což se označuje jako myrmekit
- běžná je u plagioklasů zonální stavba plagioklasové podléhají řadě přeměn: sericitizace, albitizace, saussuritizace, kaolinizace
- v magmatických horninách stoupá bazicita plagioklasů s bazicitou hornin (ryolit, granit → diorit, andezit → gabro, basalt)
- ve vulkanických horninách jsou časté vyrostlice plagioklasů
- pro metamorfované horniny jsou charakteristické hlavně kyselé plagioklasové. V nízké metamorfované horninách hlavně albit a oligoklas, ve facii zelených břidlic albit. Ve středně až silně metamorfované horninách (ruly, amfibolity) hlavně oligoklas a andezín.
- v sedimentech je albit přítomen např. v arkósách



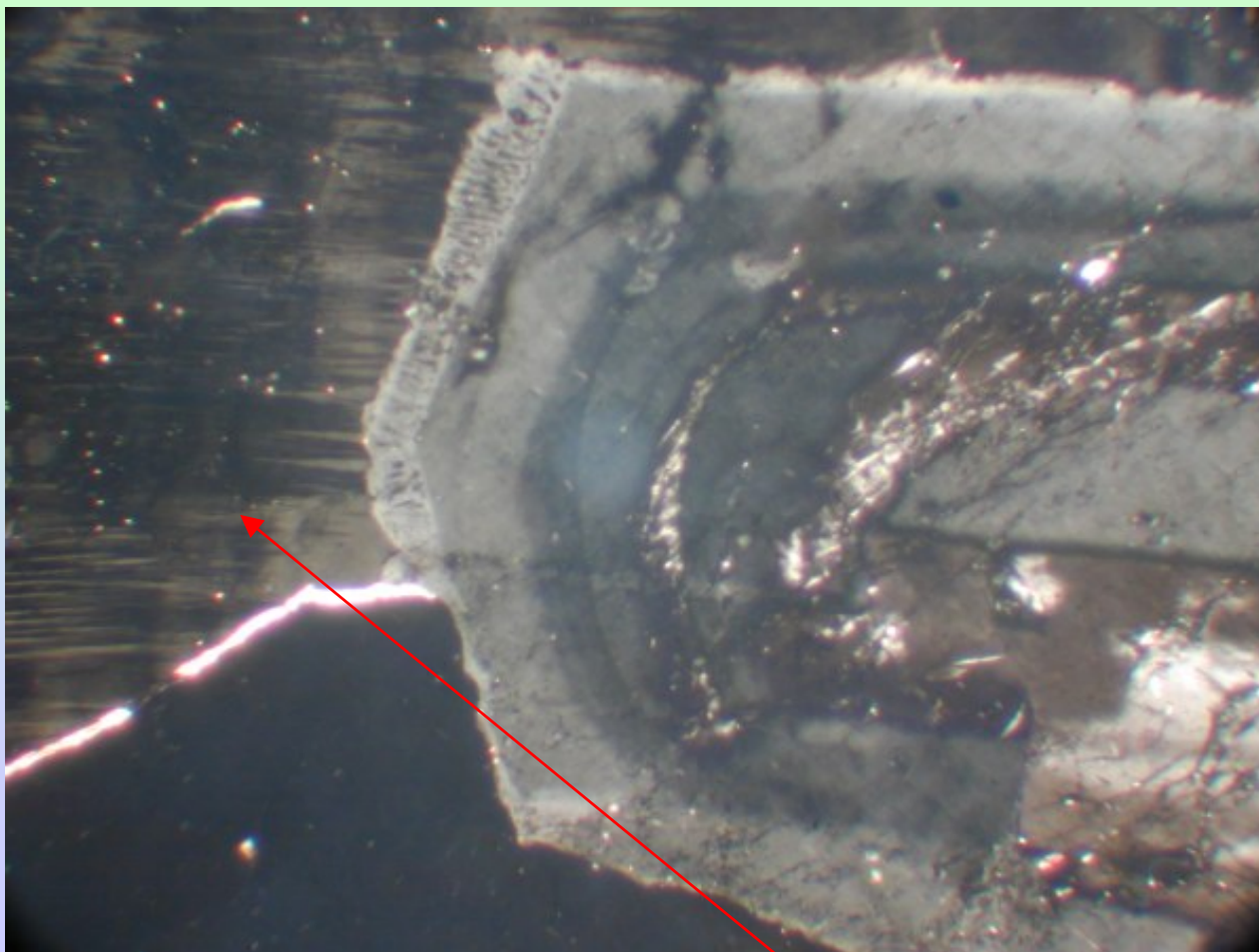
nepřeměněný plagioklas s jedním systémem štěpnosti, automorfní pyroxen; gabro, PPL



nepřeměněný plagioklas s polysyntetickým dvojčatěním, automorfní pyroxen; gabro, XPL



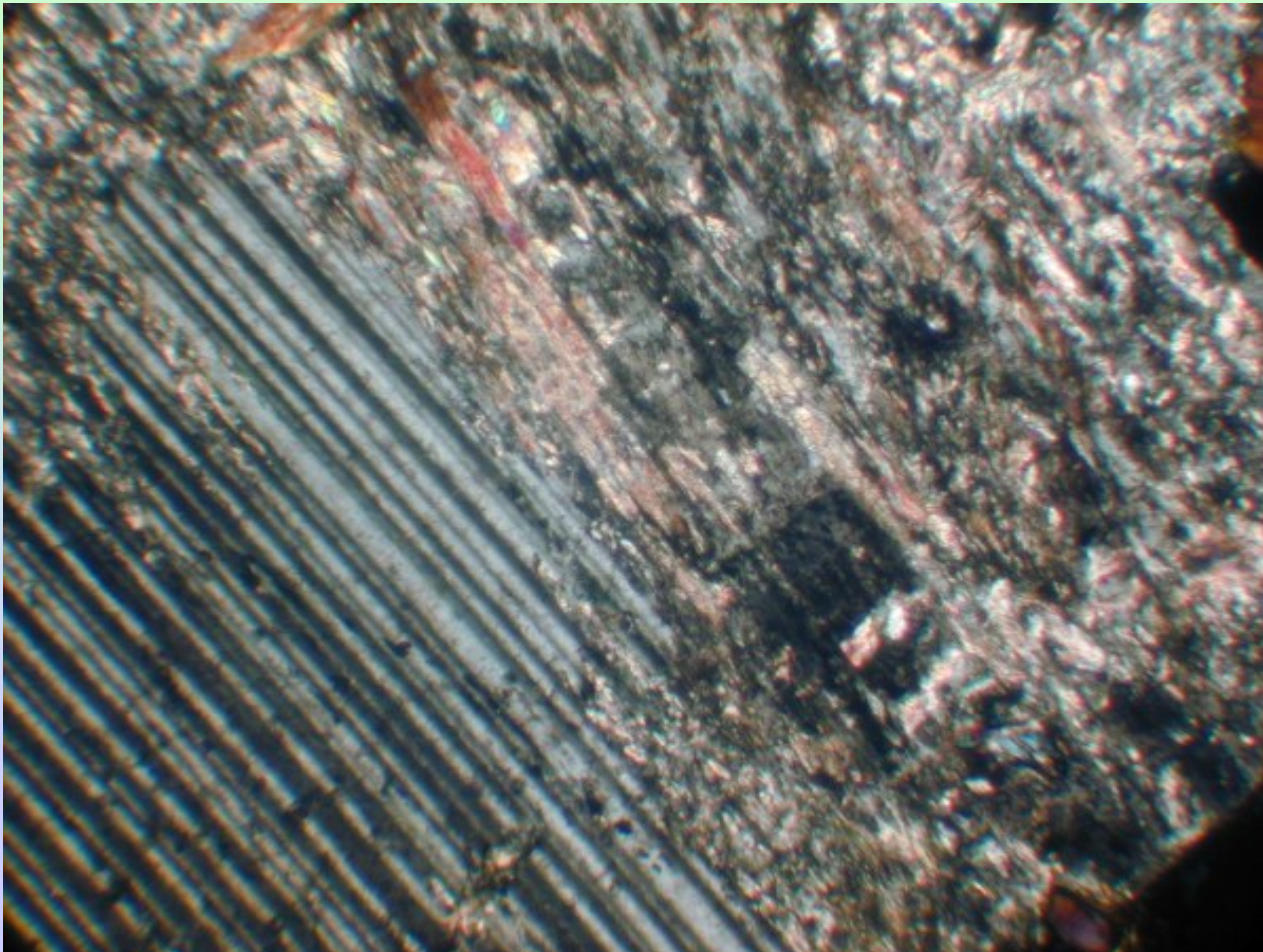
polysynteticky zdvojitý plagioklas se zonální stavbou; granit, XPL



plagioklas se zonální stavbou, vlevo peritický K-živec; granit, XPL

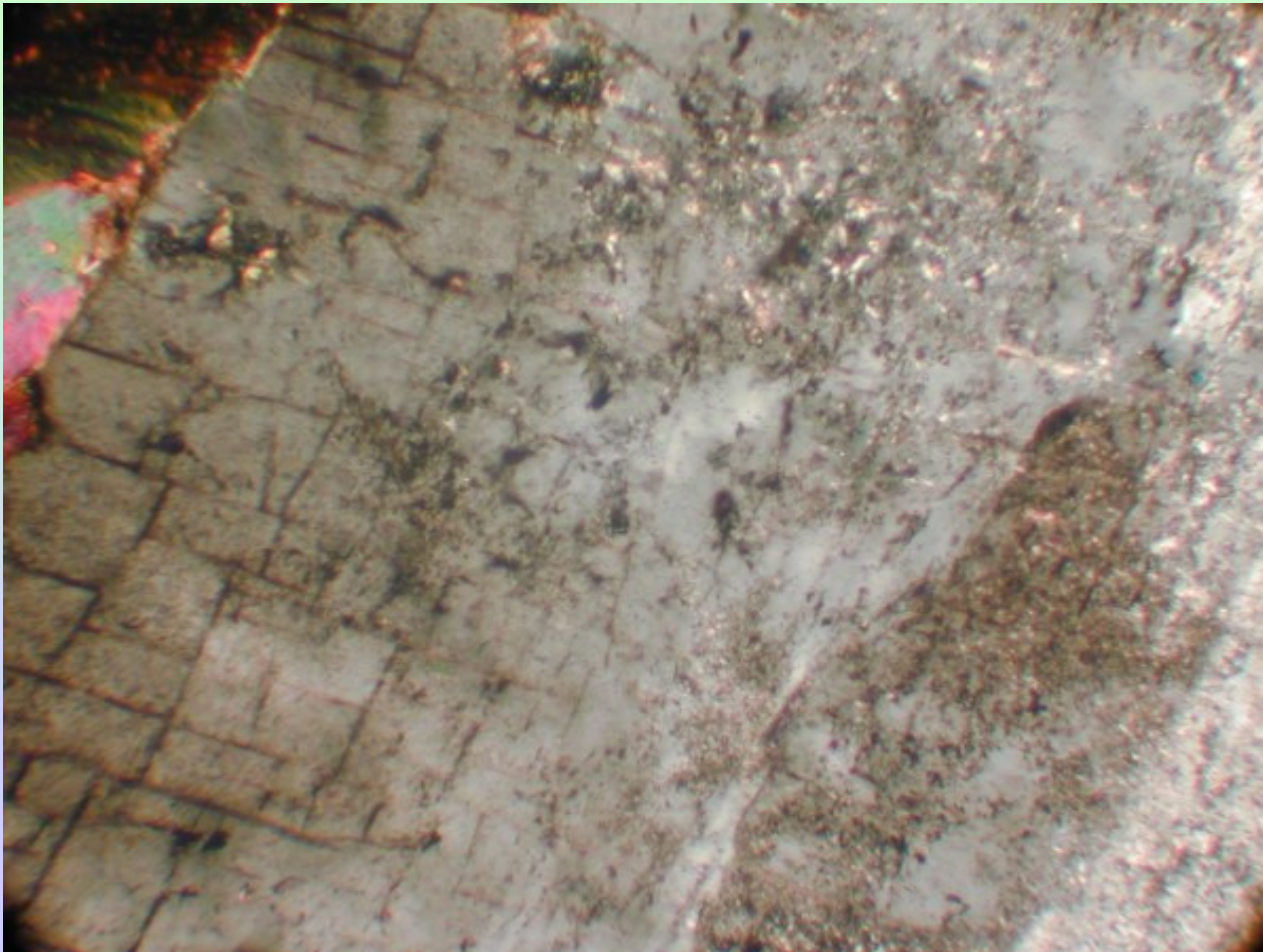


postupná sericitizace plagioklasu, v pravém spodním rohu chlorit; rula,  
PPL



postupná sericitizace plagioklasu; rula, XPL





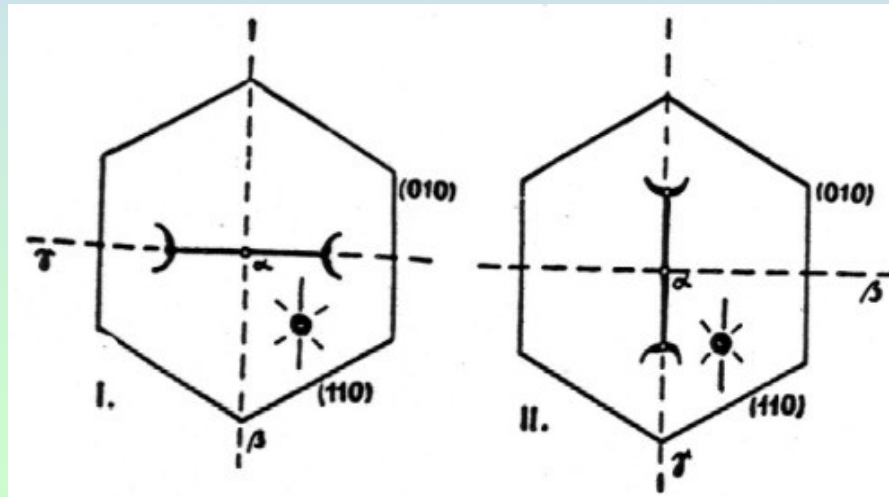
zrno plagioklasu se štěpností podle dvou systémů (001) a (010); syenit, XPL

# Minerály skupiny slíd

Minerály ve skupině slíd se dělí podle obsazování pozic ve struktuře na:

- *dioktaedrické* slídy (světlé - muskovit, fengit, paragonit)
- *trioktaedrické* slídy (tmavé - řada biotitu)

Rozdíly se projevují i v optických vlastnostech, kde podle polohy roviny optických os rozlišujeme jako slídy I. a II. řádu.



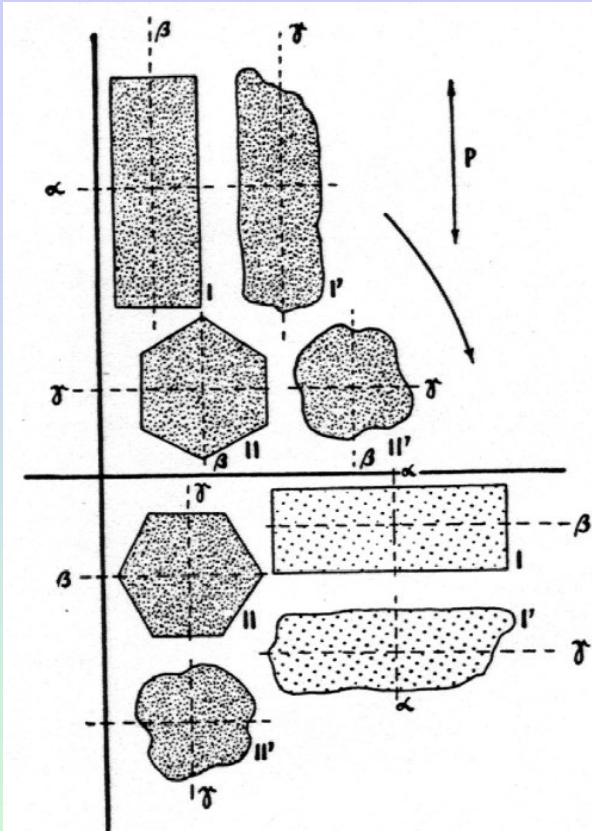
# Biotit

## Morfologie a barva:

- příčné průřezy lištovitého tvaru, řezy podle báze lupínkovité, někdy s typickým pseudohehexagonálním průřezem
- barva může být hnědá, žlutohnědá, červenohnědá, červená nebo olivově zelená; typický je silný pleochroismus, kdy kolmo ke štěpnosti je index  $\alpha$  - okrová, světle žlutá nebo světle zelená, paralelně se štěpností jsou  $\beta$  nebo  $\gamma$  - tmavě červenohnědá, červené, tmavě zelená

## Optické vlastnosti:

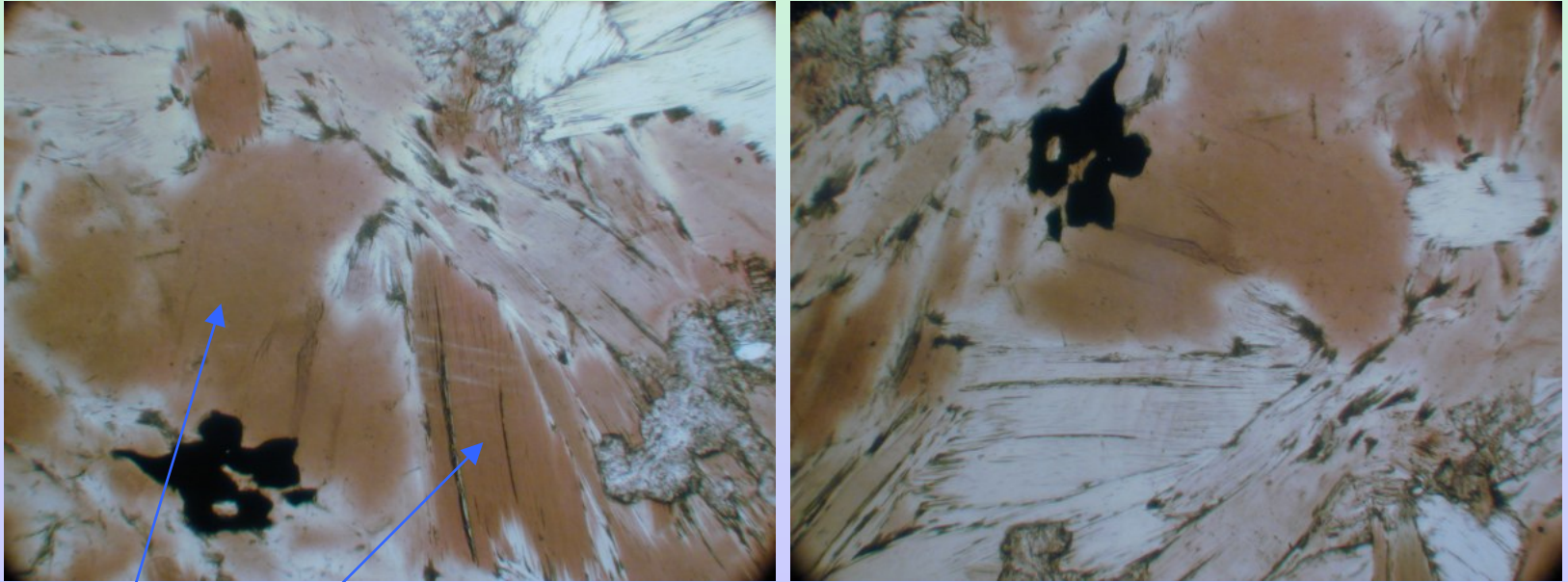
- $n_{\alpha} = 1,571 - 1,616$ ;  $n_{\beta} = 1,609 - 1,696$ ;  
 $n_{\gamma} = 1,610 - 1,697$ ;  $D = 0,039 - 0,081$
- $R_o = (010)$ ,  $y = \beta$ ,  $z = \alpha$ ; Chm-, Chz+
- $2V_{\alpha} = 0^{\circ} - 27^{\circ}$  v závislosti na obsahu Fe



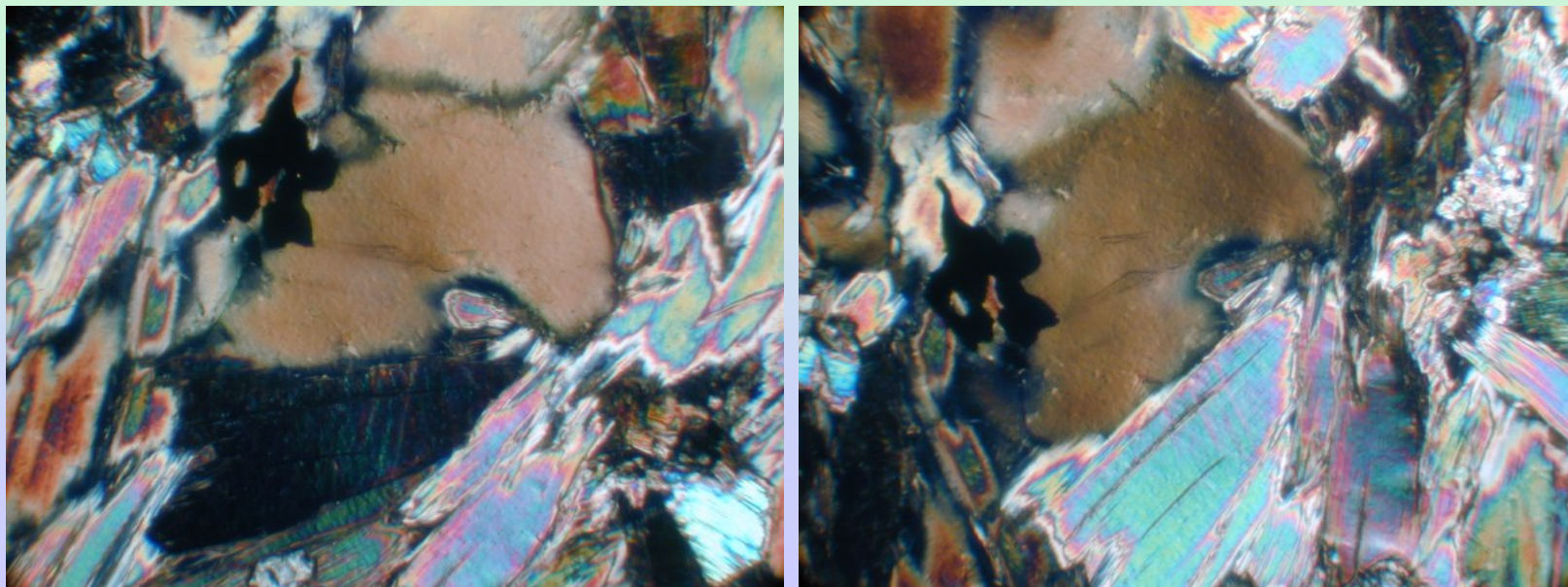
# Biotit

## Další vlastnosti:

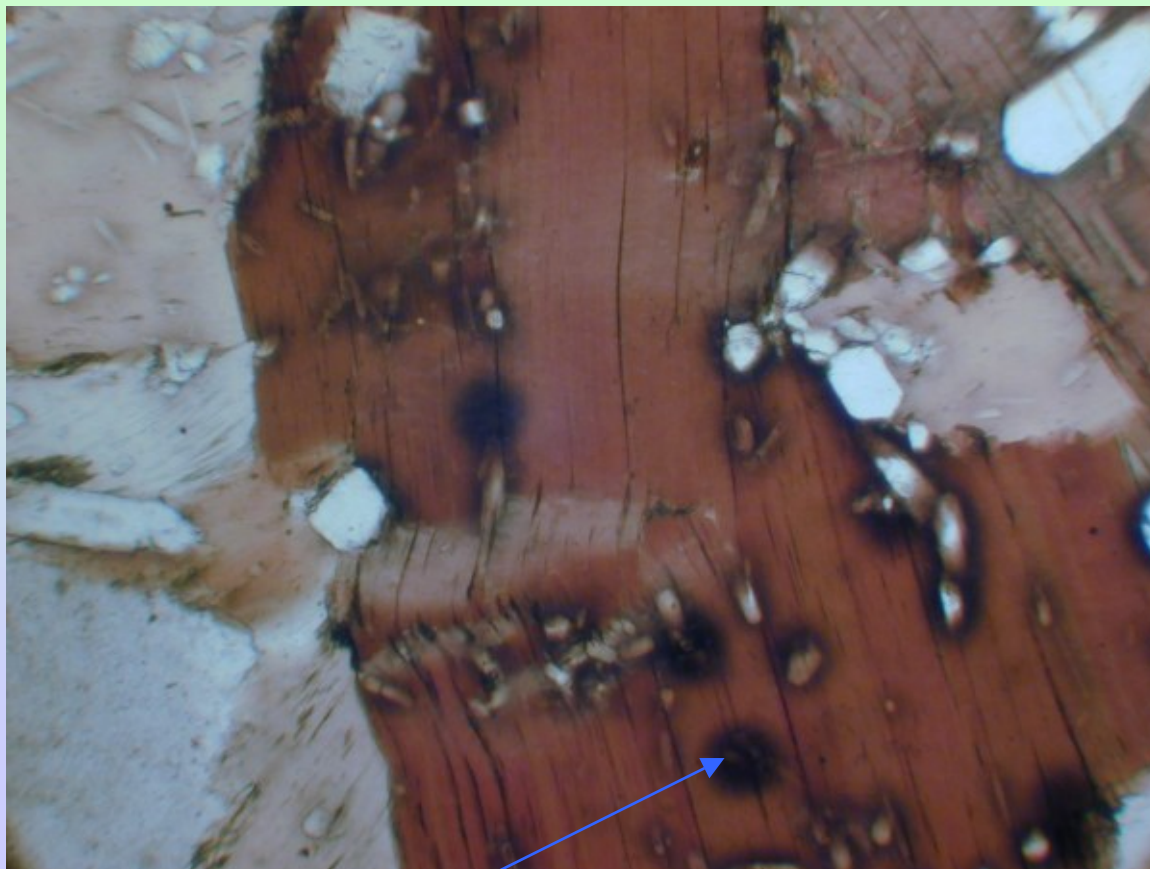
- Je nestabilní, snadno zvětrává - opacitizace, která začíná vytvořením lemu z jemně zrnitého agregátu magnetitu, hematitu, spinelu a pyroxenu, diaforitická alterace biotitu na chlorit, baueritizace, kdy dochází k uvolnění železa a biotit se velmi podobá muskovitu, prostým zvětráváním vzniká agregát karbonátu, limonitu a křemene.
- velmi často uzavírá apatit a zirkon, kolem kterých bývají pleochroické dvůrky. Charakteristické jsou i jehlicovité inkluze rutilu, které svírají úhel  $60^\circ$ .
- je běžným tmavým minerálem plutonických a vulkanických hornin (granodiority, diority, pegmatity). V regionálně metamorfovaných horninách je běžný od facie zelených břidlic až po amfibolitovou facii (svory, ruly) a je častý v kontaktních rohovcích. V sedimentech je zachován pouze za podmínek rychlé erose a slabého chemického zvětrávání.



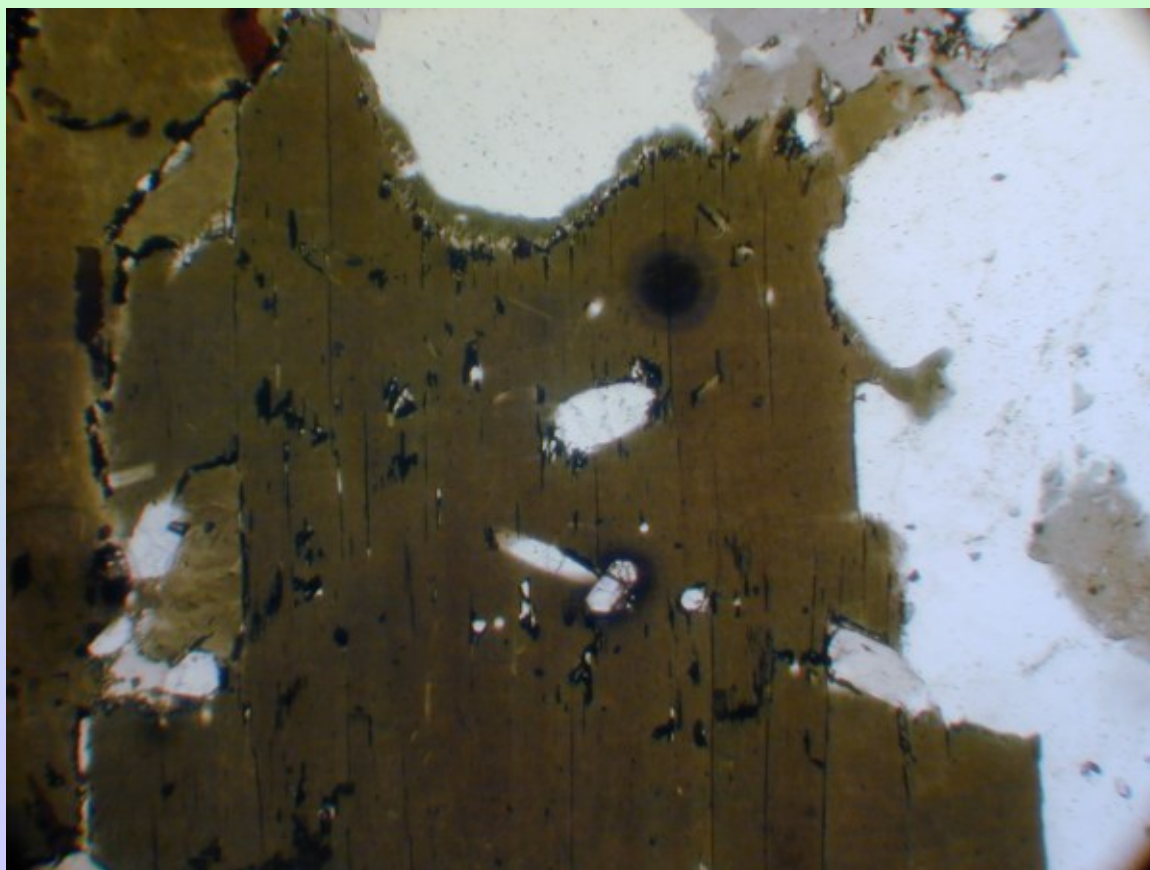
bazální a nebazální řezy biotitu a jejich pleochroismus; amfibolová rula, PPL



bazální a nebazální řezy biotitu a jejich interferenční barvy; amfibolová rula, XPL

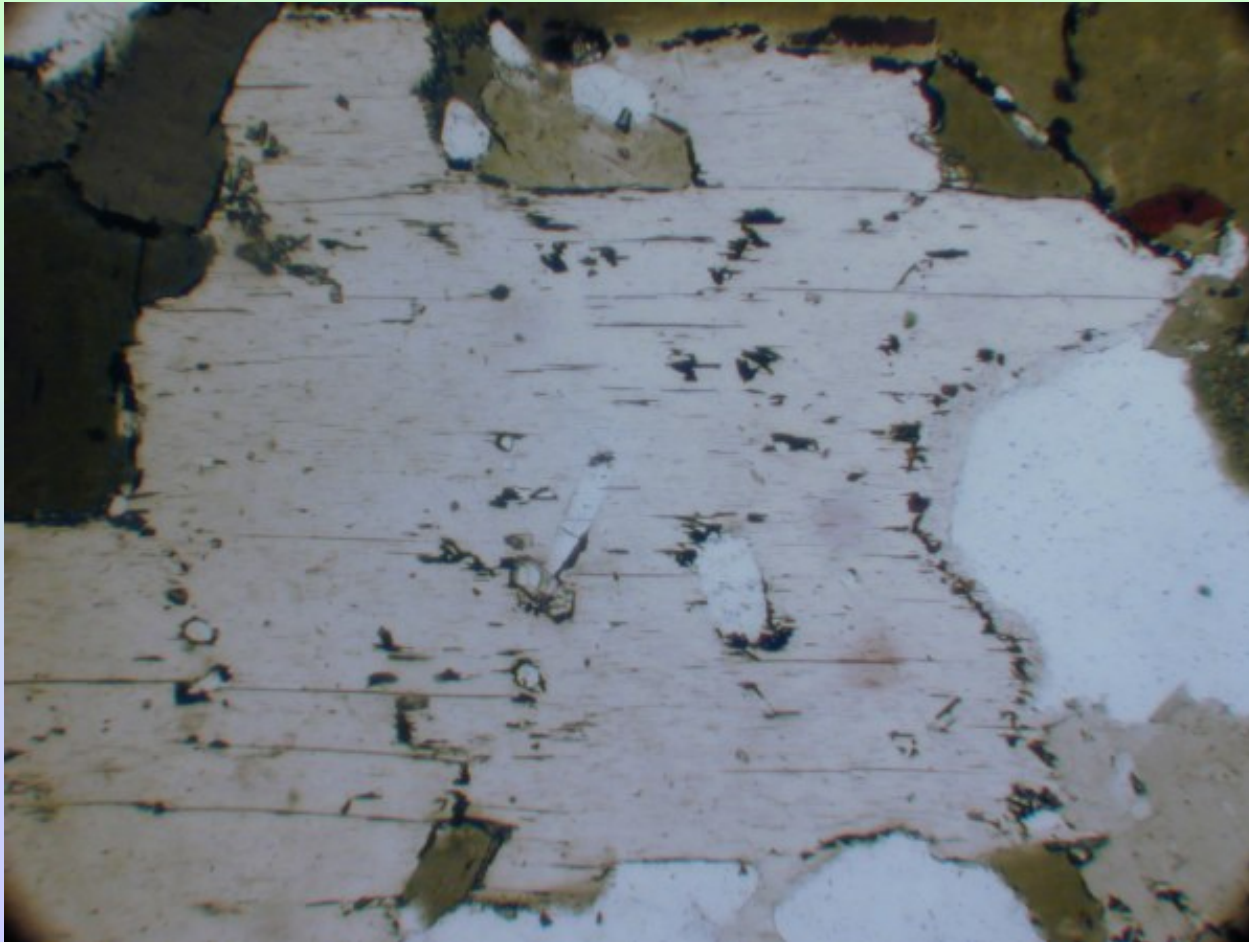


biotit s pleochroickými dvůrky kolem akcesorických minerálů,  
pleochroické barvy ve směru  $\beta$  nebo  $\gamma$ , bazální štěpné trhliny  
mírně zprohýbané; syenit, PPL

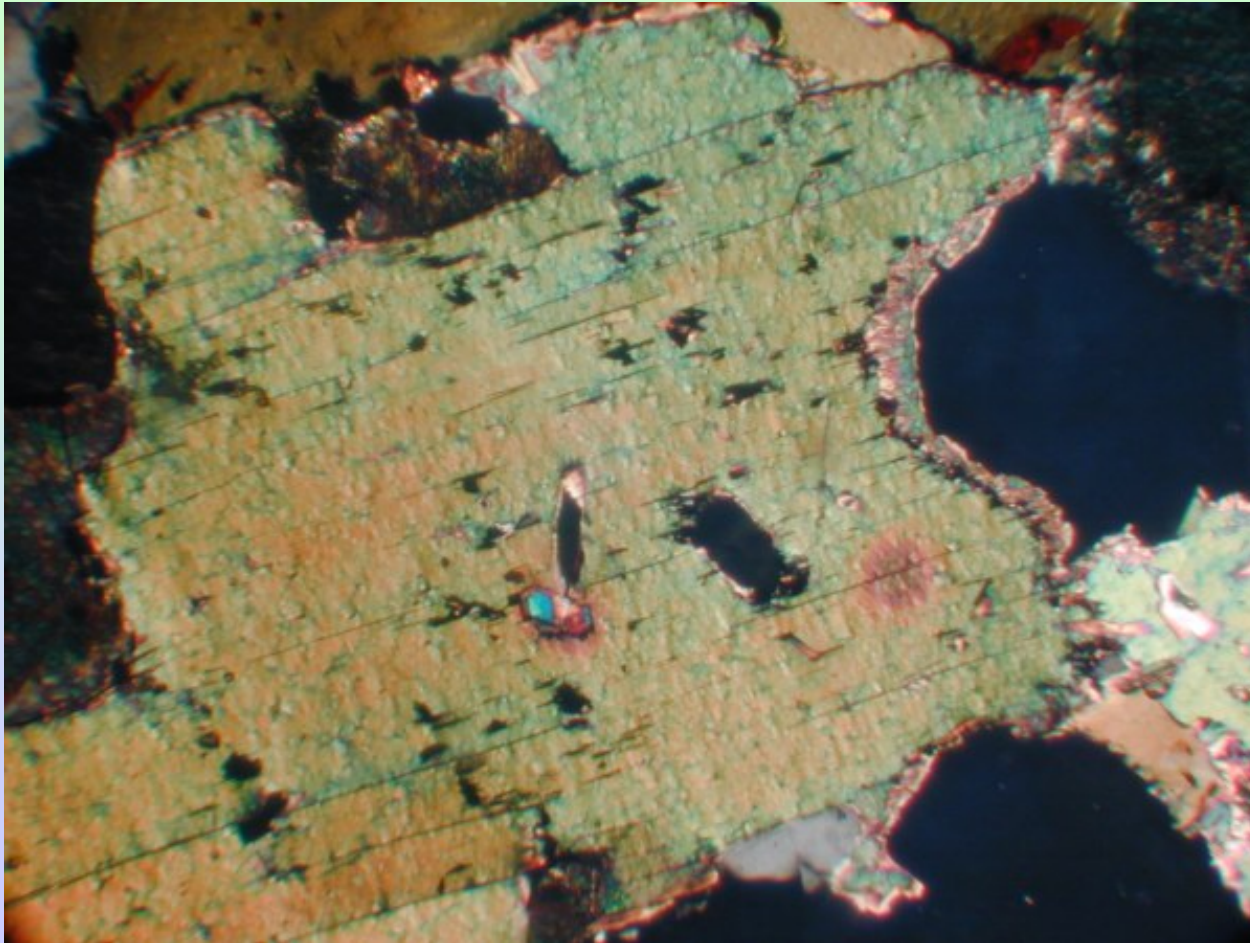


biotit s bazální štěpností, hnědozelené interferenční barvy ve směru  $\beta$  nebo  $\gamma$  s inkluzemi zirkonu a apatitu; granit, PPL

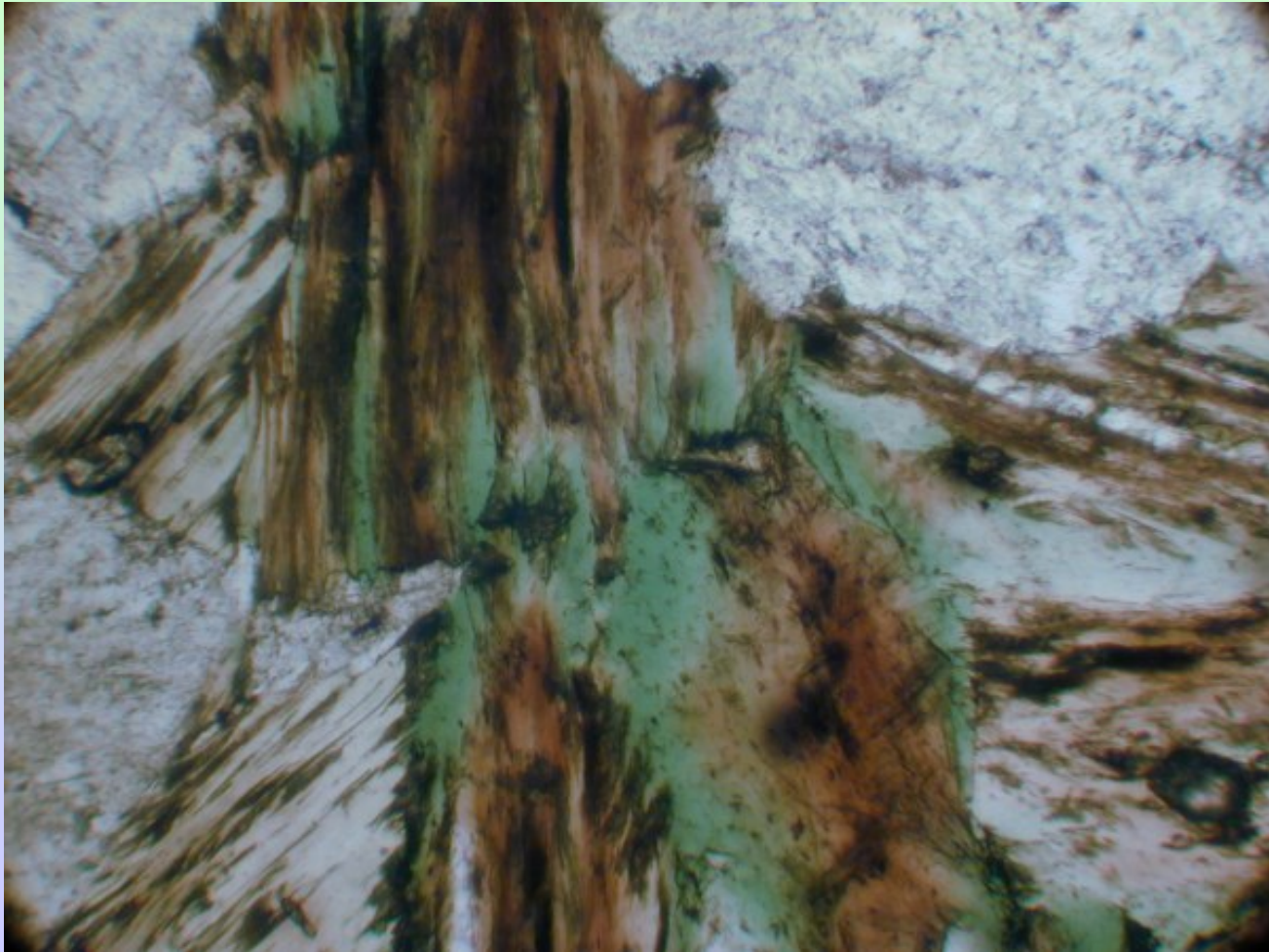




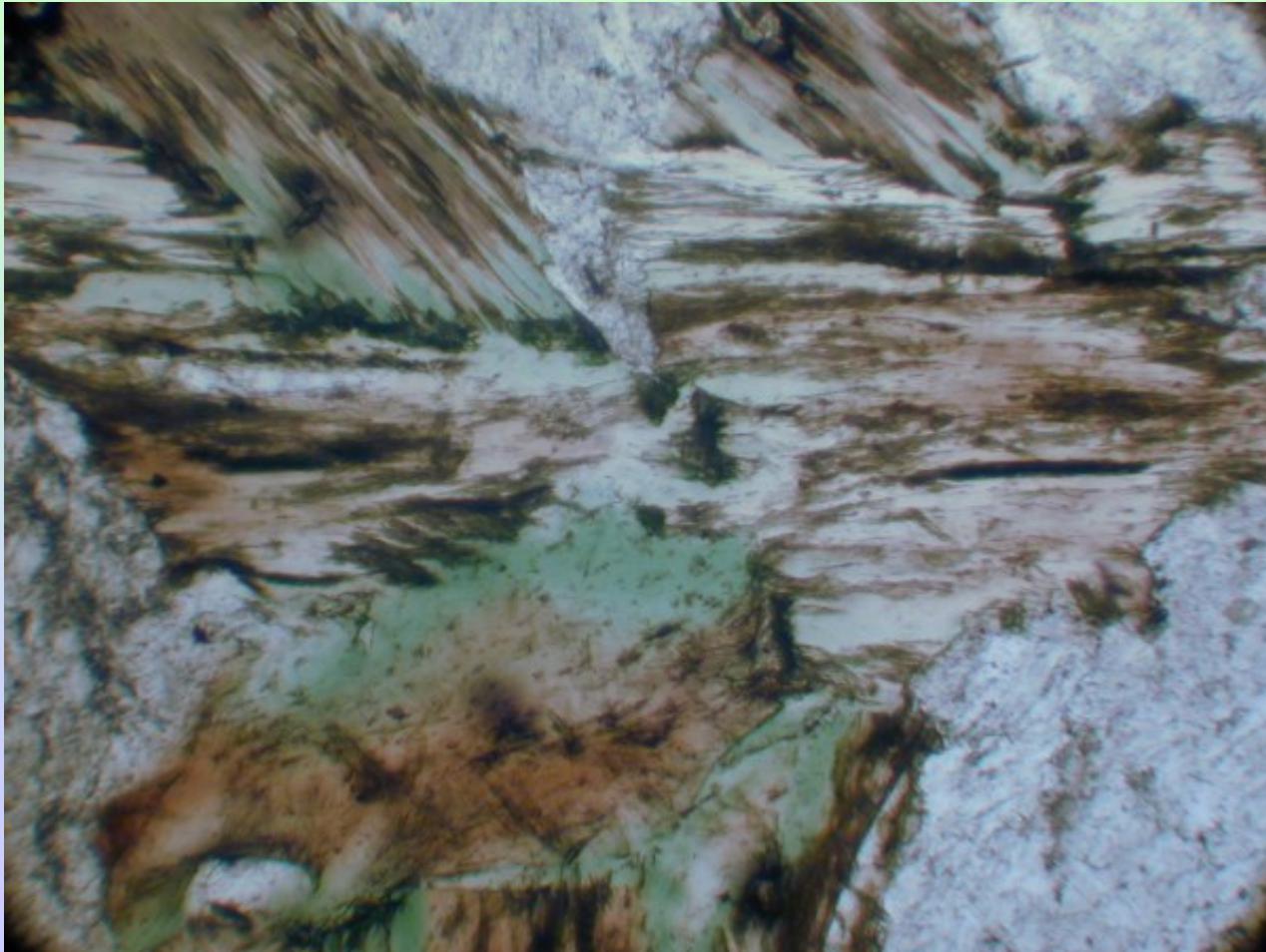
interferenční barvy biotitu ve směru kolmo k štěpnosti (směr  $\alpha$ )  
s inkluzemi zirkonu a apatitu; granit, PPL



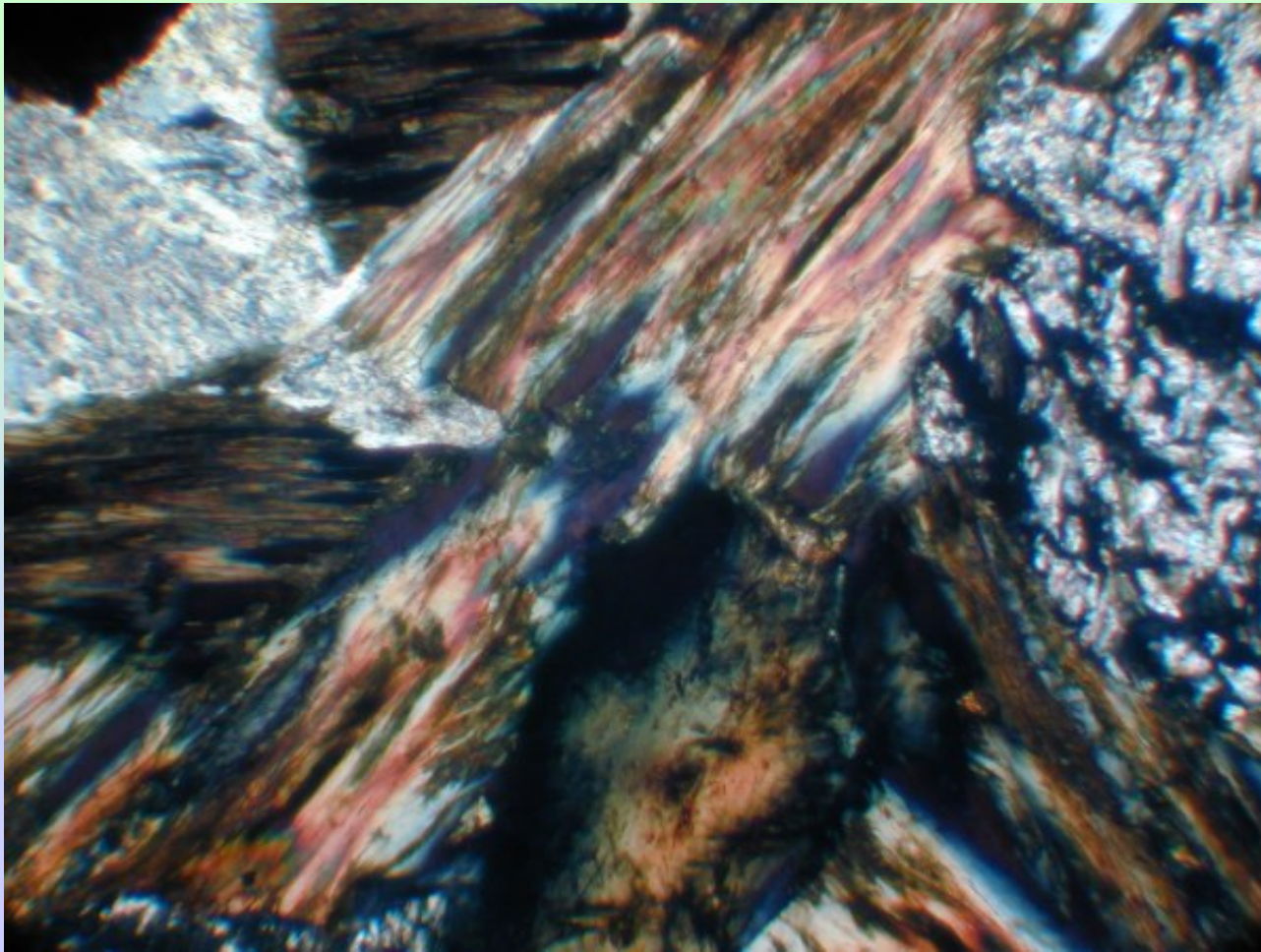
interferenční barvy biotitu, zřetelný drsný povrch, inkluze apatitu a zirkonu; granit, XPL



chloritizace biotitu, směr pleochroismu  $\beta$  nebo  $\gamma$ , rula; PPL

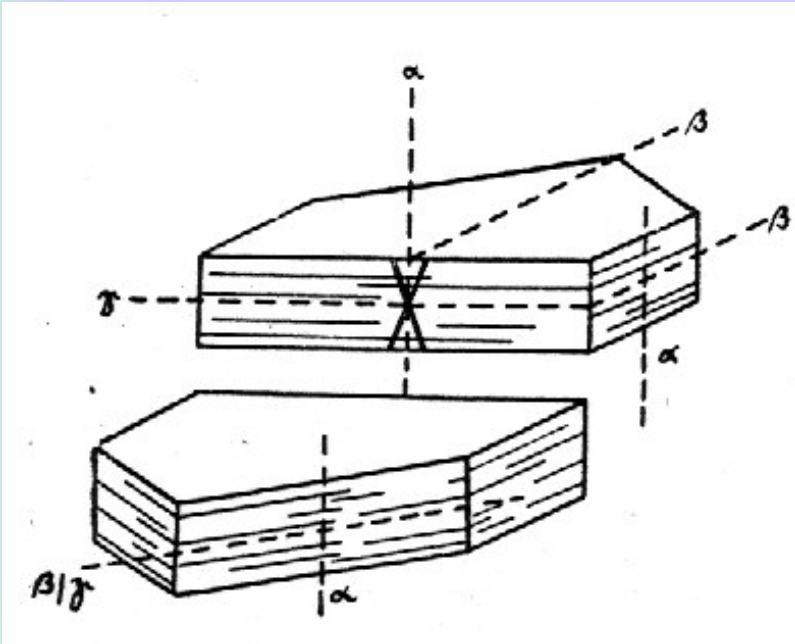


chloritizace biotitu, pleochroický směr  $\alpha$ , rula; PPL



chloritizovaný biotit, rozdíl v interferenčních barvách je zřejmý - chlorit má anomální modrofialové interferenční barvy, rula; XPL

# Muskovit



## Morfologie a barva:

- tabulkovité nebo lištovité průřezy; jemně zrnité agregáty sericitu vznikají při slabé metamorfóze
- je bezbarvý nebo jen velmi slabě nažloutlý či nazelenalý
- někdy obsahuje inkluze zirkonu s pleochroickými dvůrky

## Optické vlastnosti:

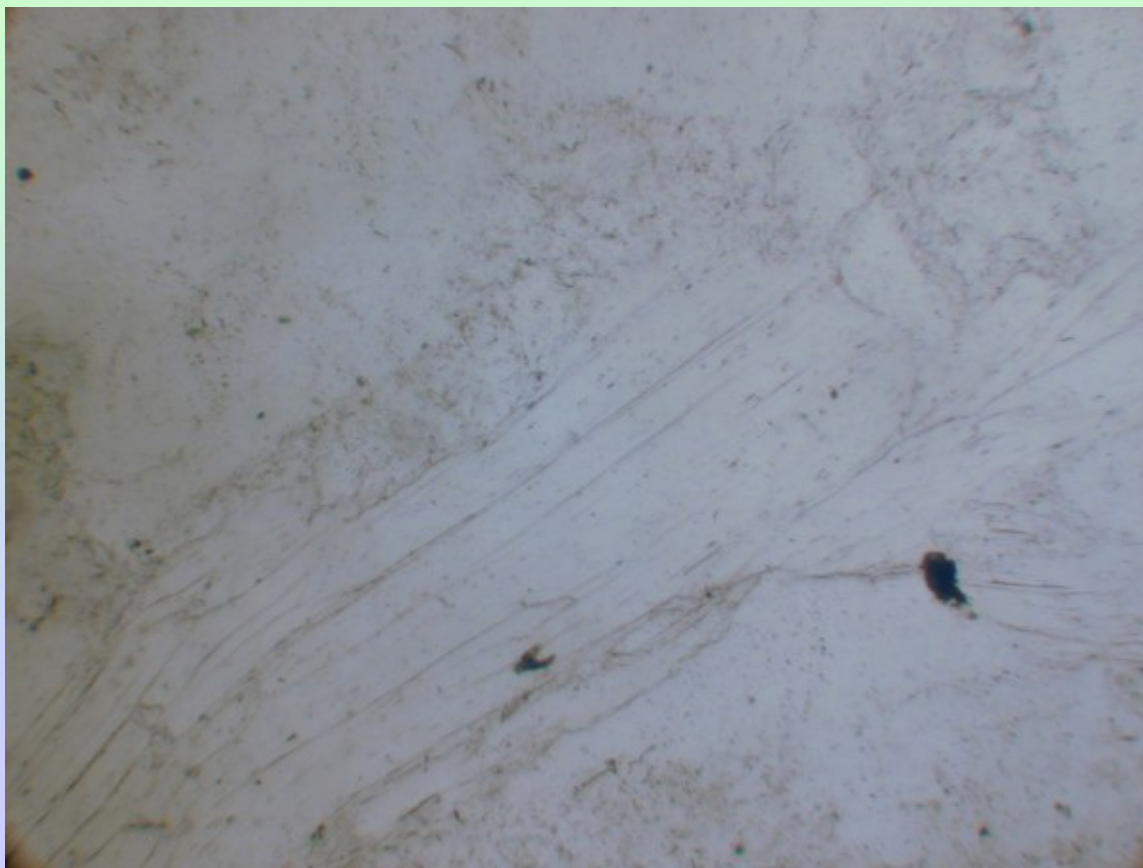
- $n_{\alpha} = 1,552 - 1,570$ ;  $n_{\beta} = 1,582 - 1,619$ ;  
 $n_{\gamma} = 1,588 - 1,624$ ;  $D = 0,036 - 0,054$

- úhel zhášení  $\alpha/z = 0^{\circ} - 5^{\circ}$ ,  $\beta/z = 1^{\circ} - 3^{\circ}$
- Ro přibližně odpovídá (100),  $y = \gamma$ , Chm-, Chz+
- Úhel  $2V_{\alpha} = 28^{\circ} - 47^{\circ}$

# Muskovit

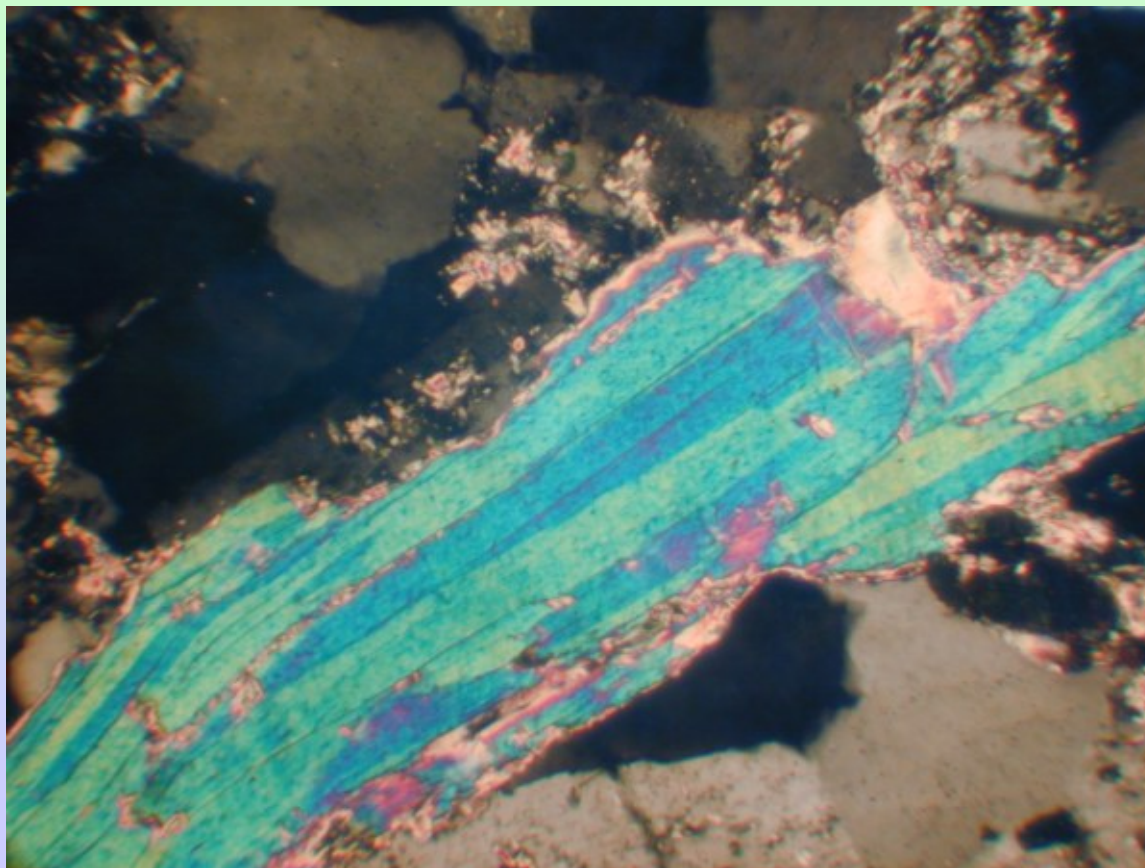
## Další vlastnosti:

- velmi jemné agregáty mohou být alterovány na hydromuskovit nebo illit, při vysokém stupni metamorfózy dochází k přeměně na asociaci s alkalickým živcem. Jinak velmi stabilní minerál. Ztrátou draslíku může přecházet na některé jílové minerály.
- velmi běžný minerál pegmatitů a aplitů nebo pneumatolyticky formovaných hornin. Běžný je i v plutonických horninách, často jako produkt rozpadu živců. Zcela běžný je v klastických sedimentech (slepence, arkózy). V metamorfovaných horninách je běžný v širokém teplotně-tlakovém rozpětí (fylit → svor → rula).

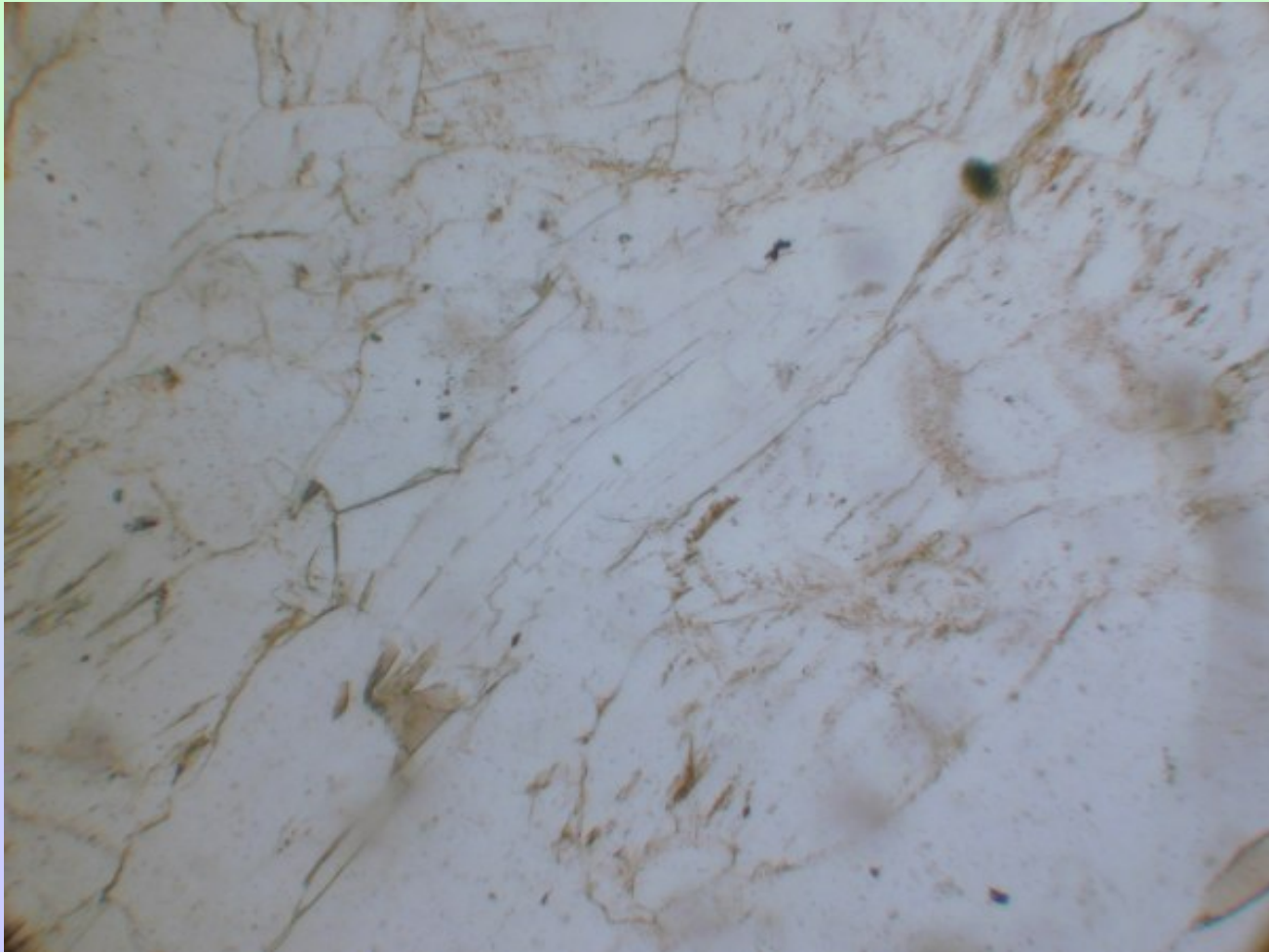


lišťovité zrno muskovitu s dokonalou bazální štěpností, zrna křemene; PPL

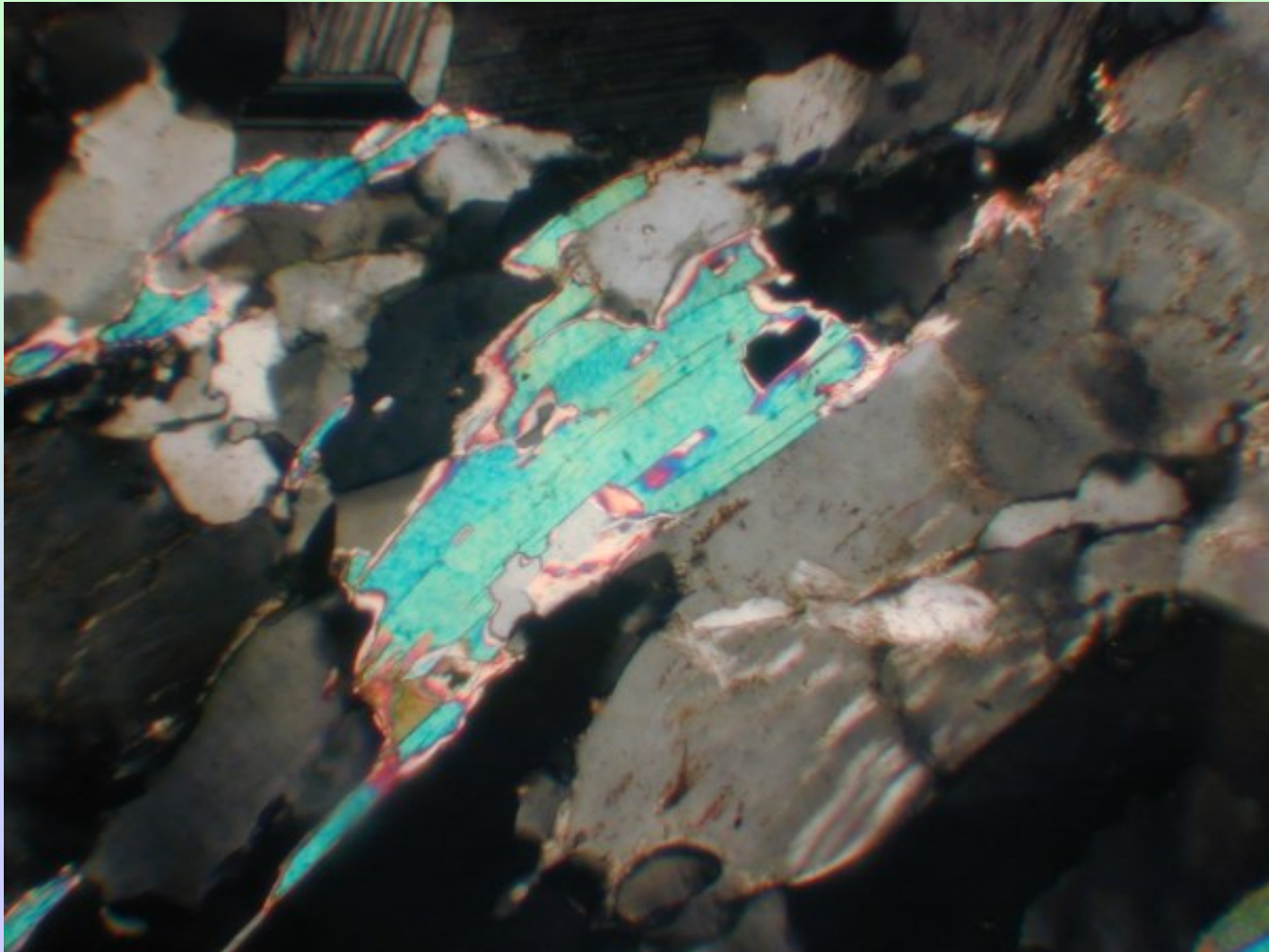




štěpný agregát muskovitu s typickým dvojlomem, zrna  
křemene; XPL

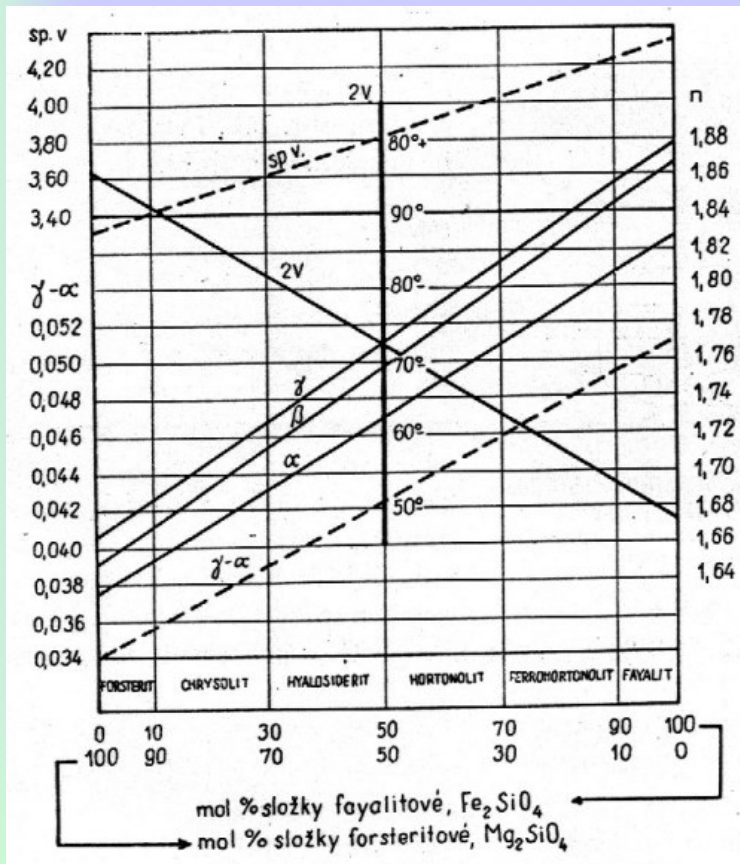


štěpné agregáty muskovitu, plagioklas; rula, PPL



interferenční barvy muskovitu, plagioklas; rula, XPL

# Olivín



## Morfologie a barva:

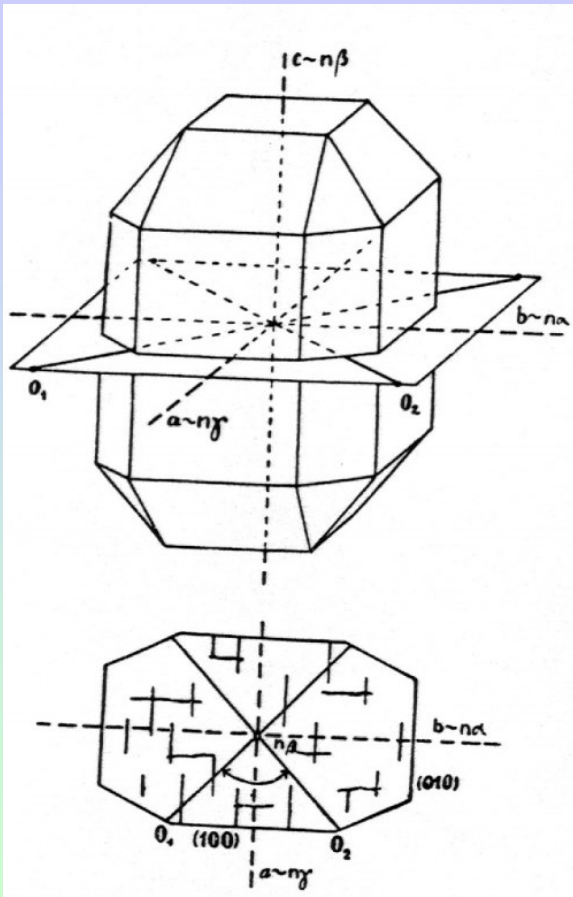
- často tvoří automorfní krystaly s jevy magmatické koroze, má kostrovitý vývin nebo tvoří nepravidelné zrnité agregáty
- zpravidla bezbarvý, u odrůd s podstatným množstvím Fe slabě nažloutlý nebo nazelenalý, s drsným reliéfem

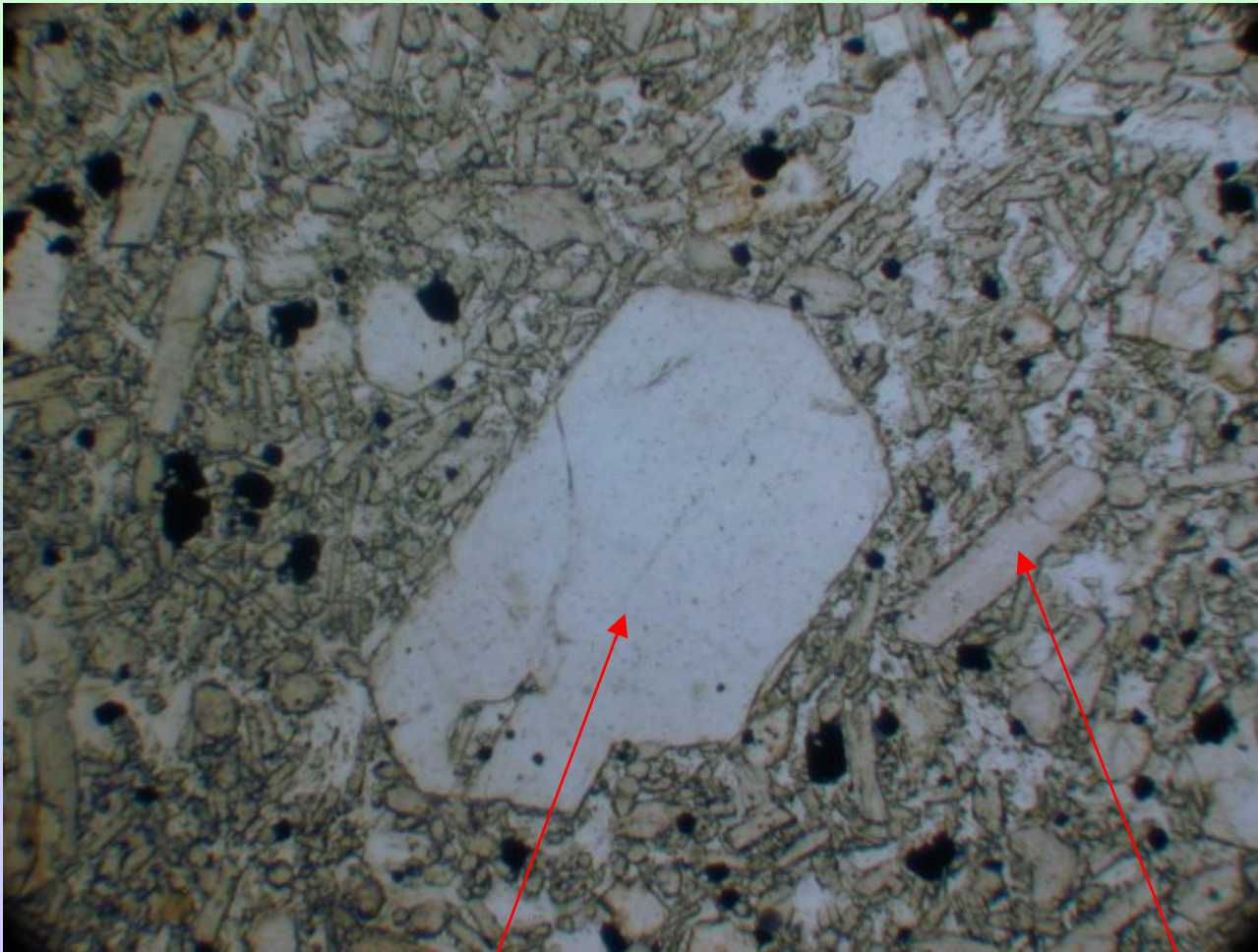
## Optické vlastnosti:

- indexy lomu jsou silně závislé na složení  
 $n_{\alpha} = 1,635 - 1,827$ ;  $n_{\beta} = 1,651 - 1,869$ ;  
 $n_{\gamma} = 1,670 - 1,879$ ;  $D = 0,035 - 0,052$
- Ro je rovnoběžná s (001), index  $\beta$  souhlasí s osou z.
- do 13% podílu fayalitové složky je olivín opticky pozitivní, nad 13% fayalitové složky jsou olivíny opticky negativní

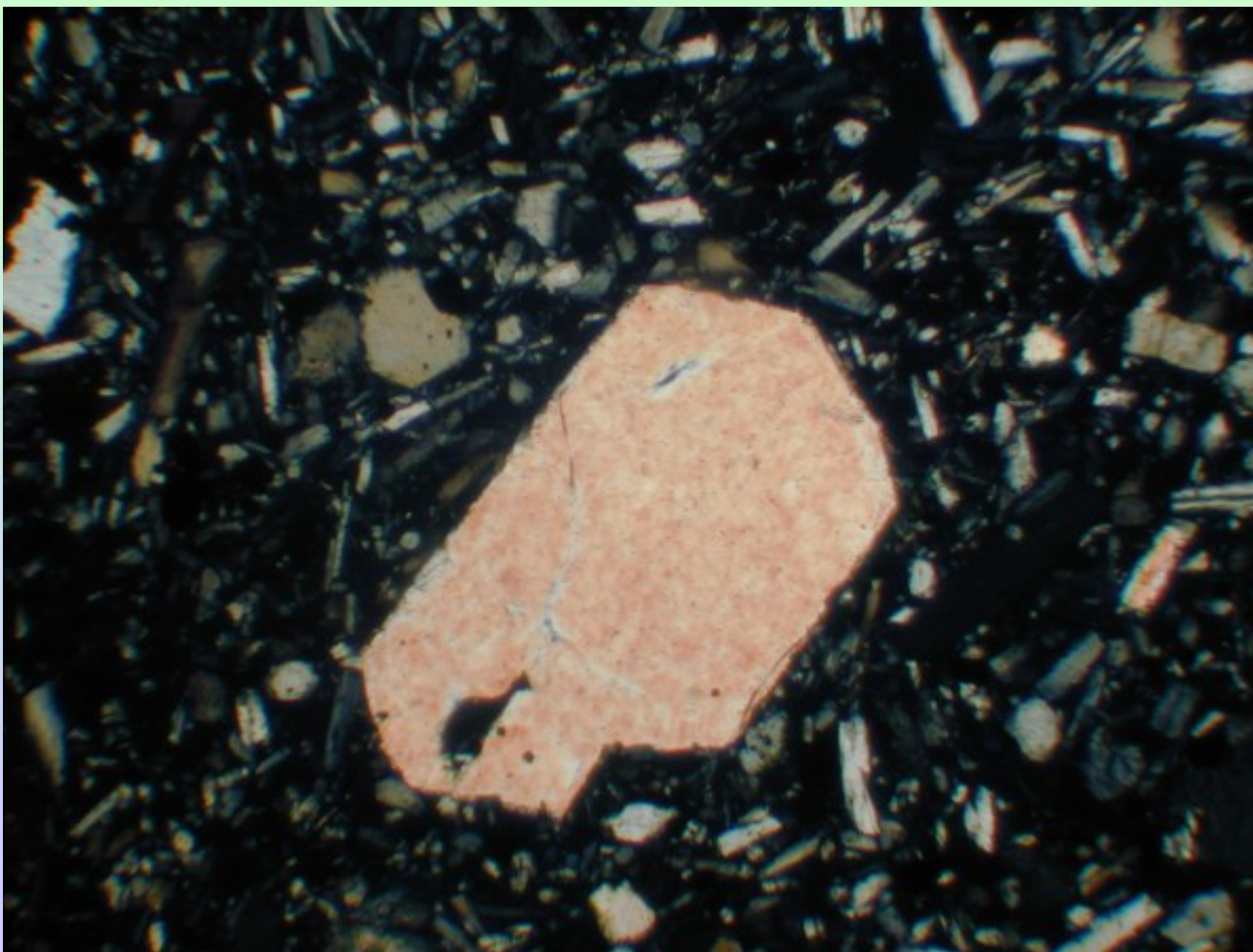
# Olivín - mikroskopické vlastnosti

- štěpnost dobrá podle (010), nedokonalá podle (001) a (100)
- někdy obsahuje inkluze např. spinelidy, magnetit, ilmenit
- při nízkých teplotách a nízkém stupni metamorfózy dochází k hydrotermální alteraci - serpentinizaci
- při vysokých teplotách vzniká pseudomorfóza iddingsitu po olivínu (jako iddingsit se označuje směs gothitu, hematitu, chloritu a jílových minerálů).
- v gabroidních horninách vznikají často „kelifitické“ obruby kolem olivínu, složené z amfibolů, pyroxenů, spinelidů a granátů,
- olivín je typický minerál ultramafických a bazických magmatických hornin (peridotity, gabra, bazalty)
- olivín se může vyskytovat s křemenem pouze v případě, že zůstává v hornině jako obrněný relikv

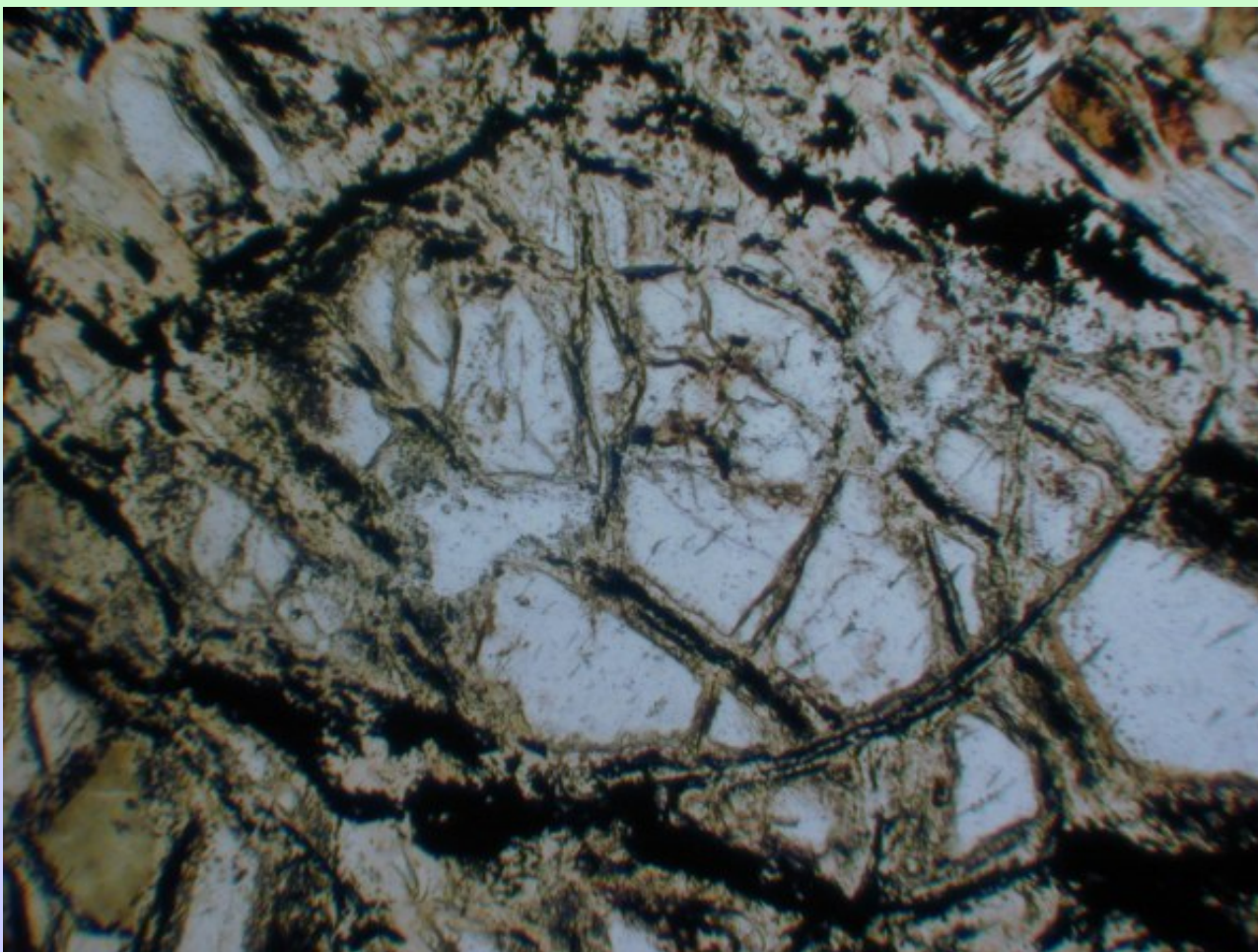




automorfni vyrostlice olivinu v bazaltu, svetle hnede krystaly jsou augit, PPL

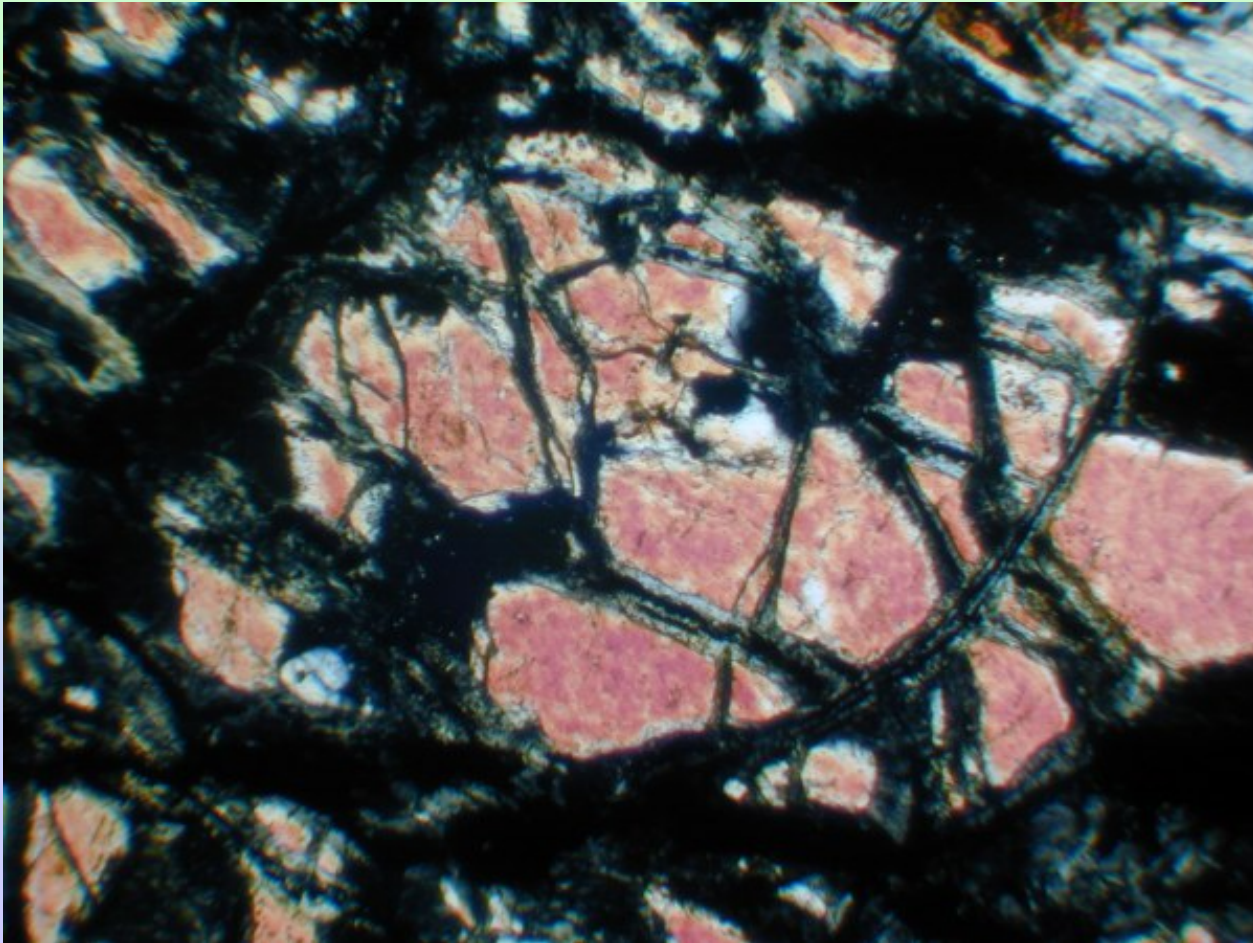


dvojlom olivínu je střední; bazalt, XPL



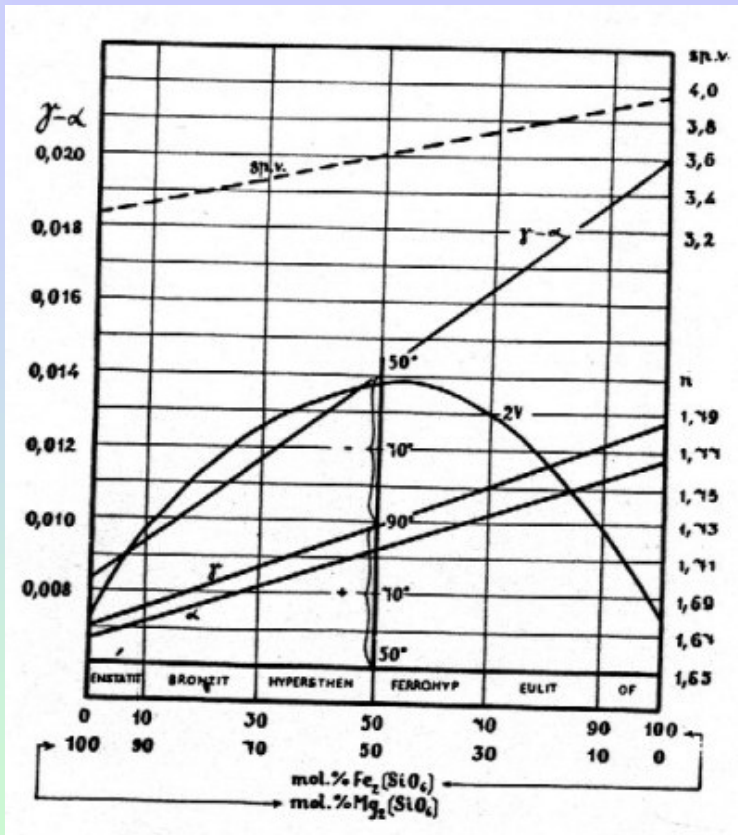
přeměna olivínu po puklinách na minerály serpentínové skupiny; gabro,  
PPL





zbytky olivínu (střední dvojlom) v minerálech serpentínové skupiny (nízký dvojlom); gabro, XPL

# Rombické pyroxeny



## Optické vlastnosti

- enstatit je bezbarvý, se vzrůstajícím podílem Fe slabě zelený, ferrosilit zelený nebo hnědý se slabým pleochroismem, dvojlom (nízký až střední), závisí na chemickém složení
- rovina optických os je rovnoběžná s (100),  $\alpha = y$ ,  $\gamma = z$ .
- rovnoběžné zhášení je zřetelné nejen podle omezení, ale i podle štěpných trhlin. Štěpné trhliny podle prizmatu (110) svírají v příčných řezech úhel  $87^\circ$ .
- Častá je i zonální stavba s Mg bohatším jádrem.

# Rombické pyroxeny

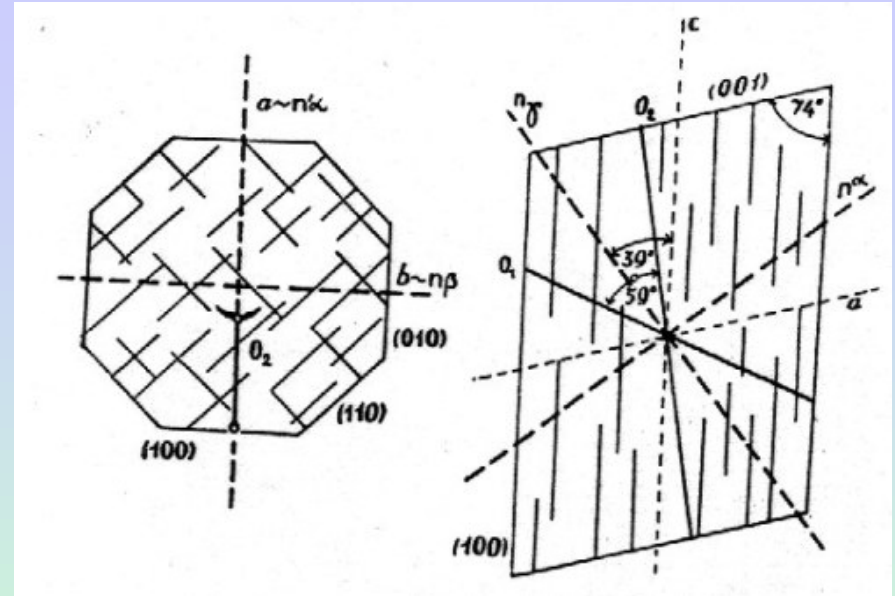
Další vlastnosti:

- častou přeměnou v ultamafických a vulkanických horninách je bastitizace, kdy se ortopyroxeny mění na minerály serpentínové skupiny, zvláště podél štěpných trhlin. Při metamorfóze se mění na amfiboly (uralitizace).
- rombické pyroxeny jsou běžné v bazických a ultrabazických magmatických horninách (gabro, pyroxenity, peridotit, diorit, andezit, dacit). V metamorfovaných horninách jsou běžné v granulitové facii.

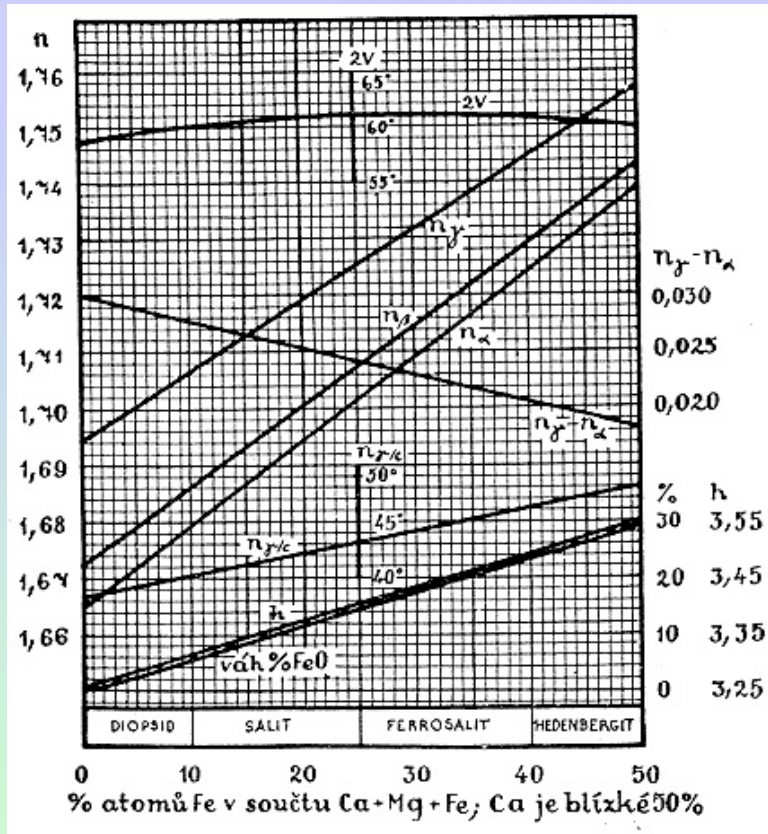
# Monoklinické pyroxeny

## Optické vlastnosti:

- diopsid je zpravidla bezbarvý nebo jen slabě nazelenalý, se zvyšujícím se obsahem Fe k hedenbergitu je barva zelená se zřetelným pleochroismem
- reliéf je výrazný, charakteristická je i štěpnost podle (110).
- často obsahuje odmíšeniny ortopyroxenů a známy jsou i deformované krystaly
- úhel zhášení  $\gamma/z$  je  $38^\circ - 48^\circ$



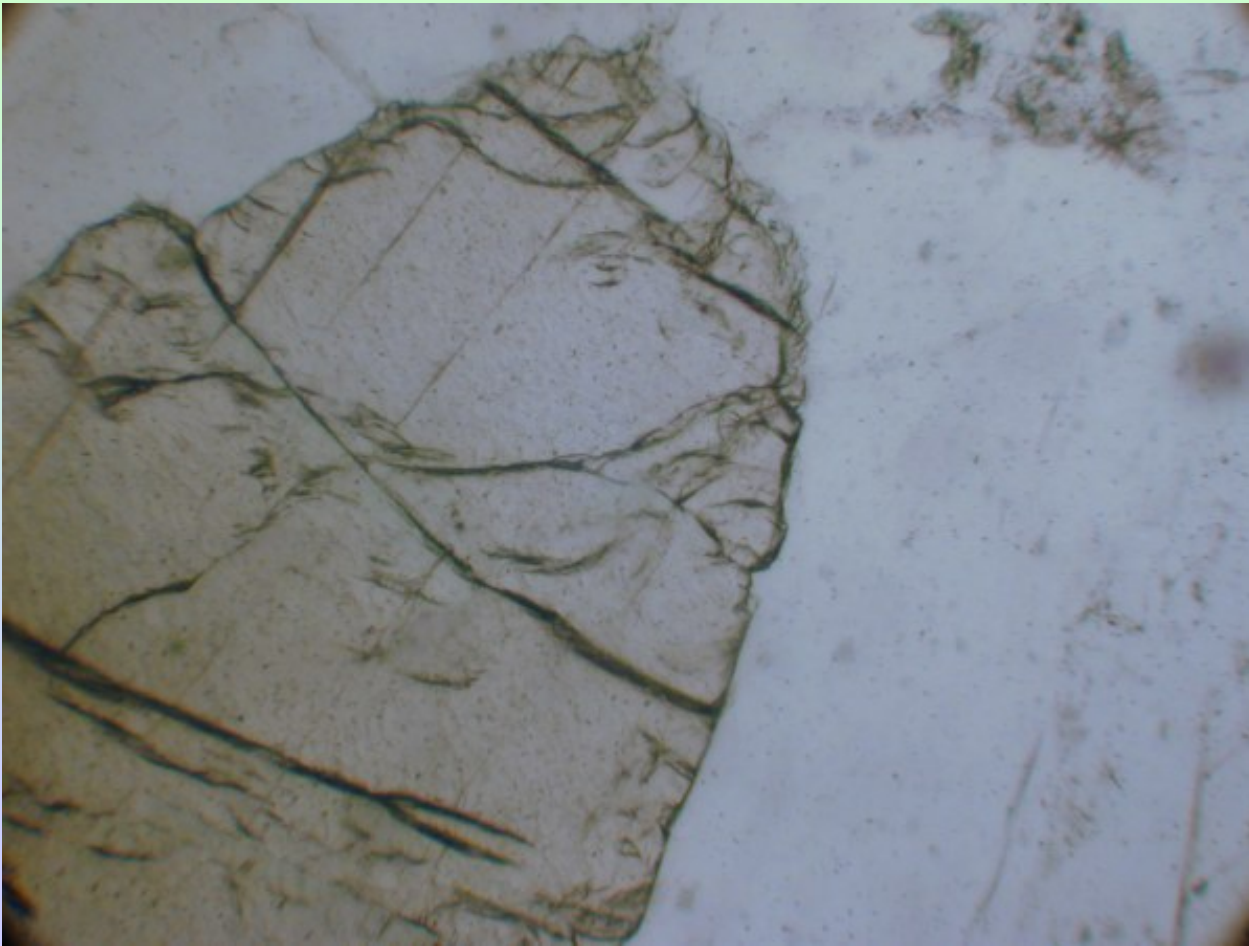
# Monoklinické pyroxeny - optické charakteristiky



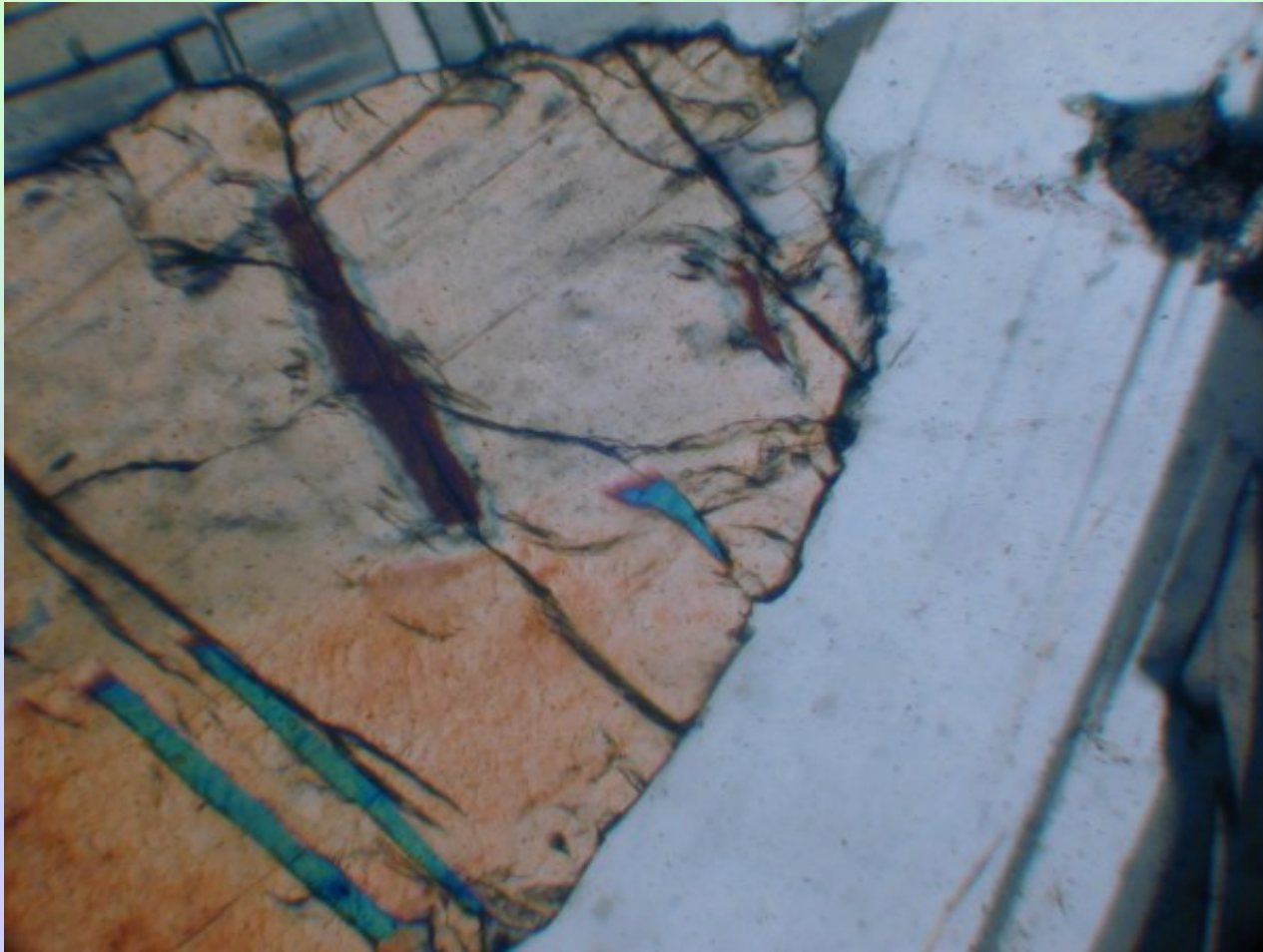
- indexy lomu s obsahem Fe stoupají, dvojlom mírně klesá:
- $n_{\alpha} = 1,664 - 1,730$ ;  $n_{\beta} = 1,672 - 1,735$ ;  $n_{\gamma} = 1,694 - 1,755$ ;  $D = 0,030 - 0,018$
- Ro je (010),  $\beta = y$ , Chm+

Další vlastnosti:

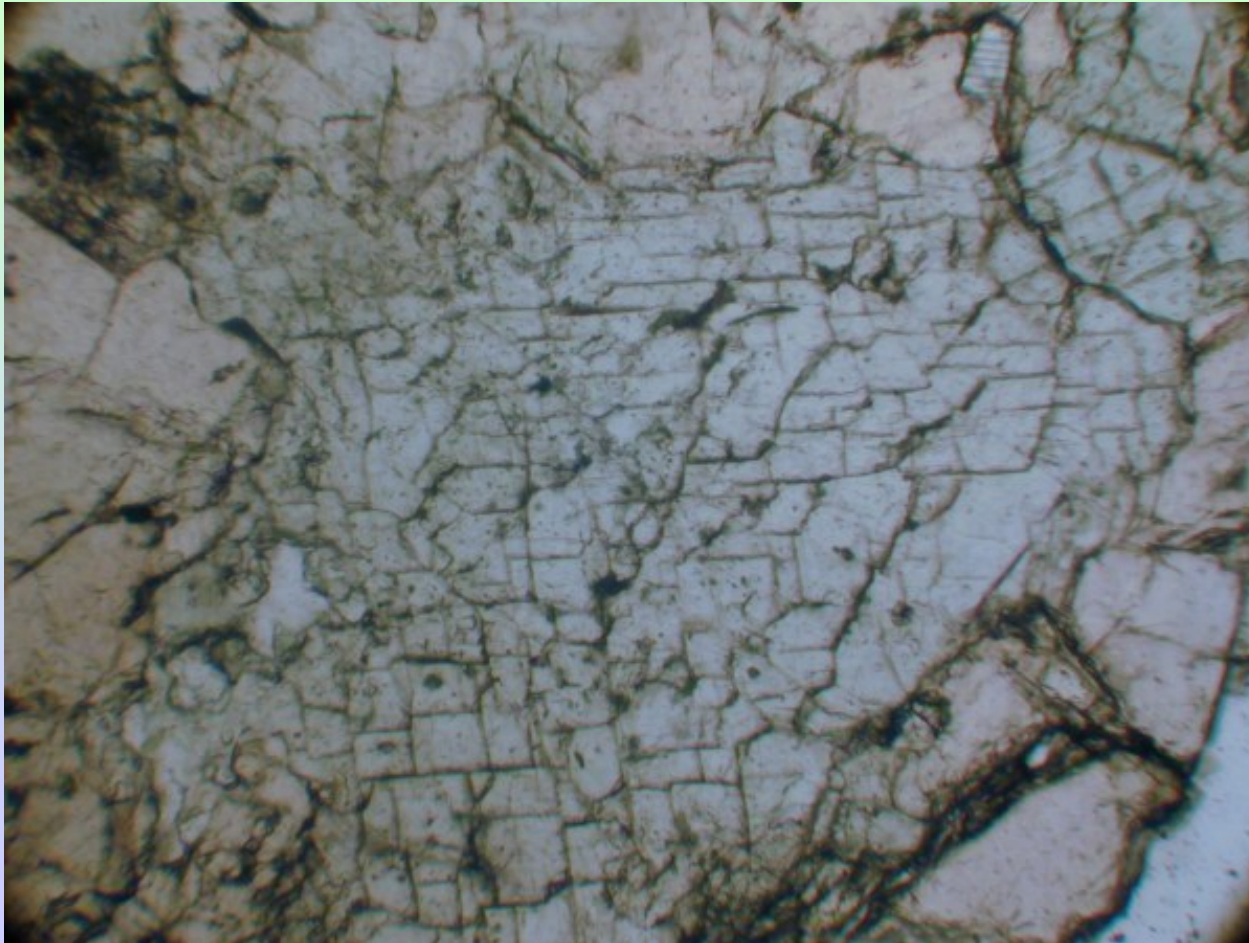
- hydrotermální alterací se mění na vláknitý agregát amfibolů (aktinolit, tremolit). Při nízkých teplotách dochází k serpentinizaci, produkty jeho zvětrávání jsou karbonáty, hematit a křemen.
- běžný v bazických magmatických horninách (gabro, bazalt), v žilných horninách (lamprofyry). V kontaktně metamorfovaných horninách je běžný ve skarnech.



zrno ortopyroxenu v plagioklasu, nápadný je vystupující reliéf, gabra;  
PPL

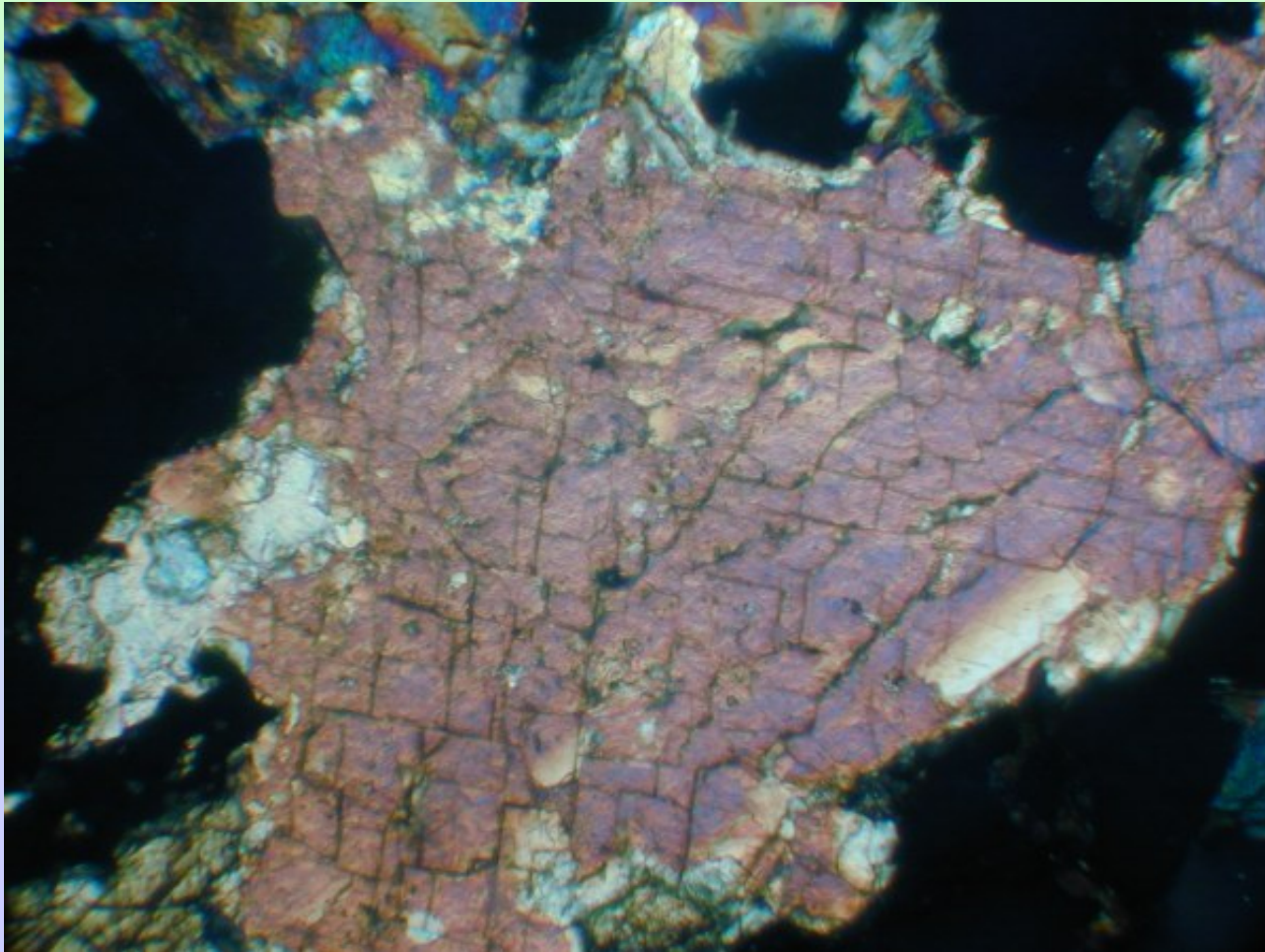


zrno ortopyroxenu s exsolučními lamelami klinopyroxenu, v okolí plagioklas, gabro; XPL



monoklinický pyroxenu s dobře patrnou štěpností podle (110), vidět je i negativní reliéf vzhledem k okolnímu granátu, skarn; PPL

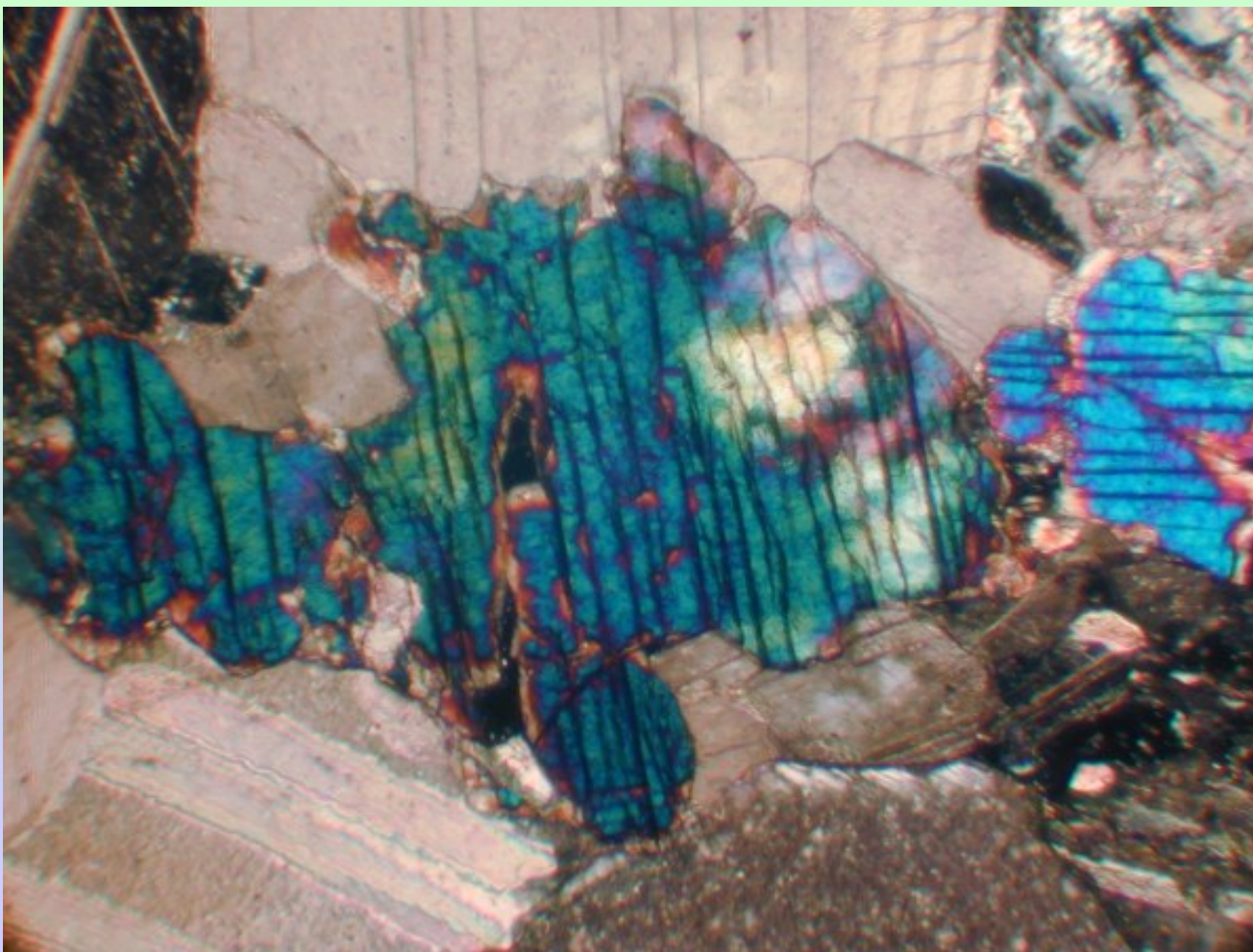




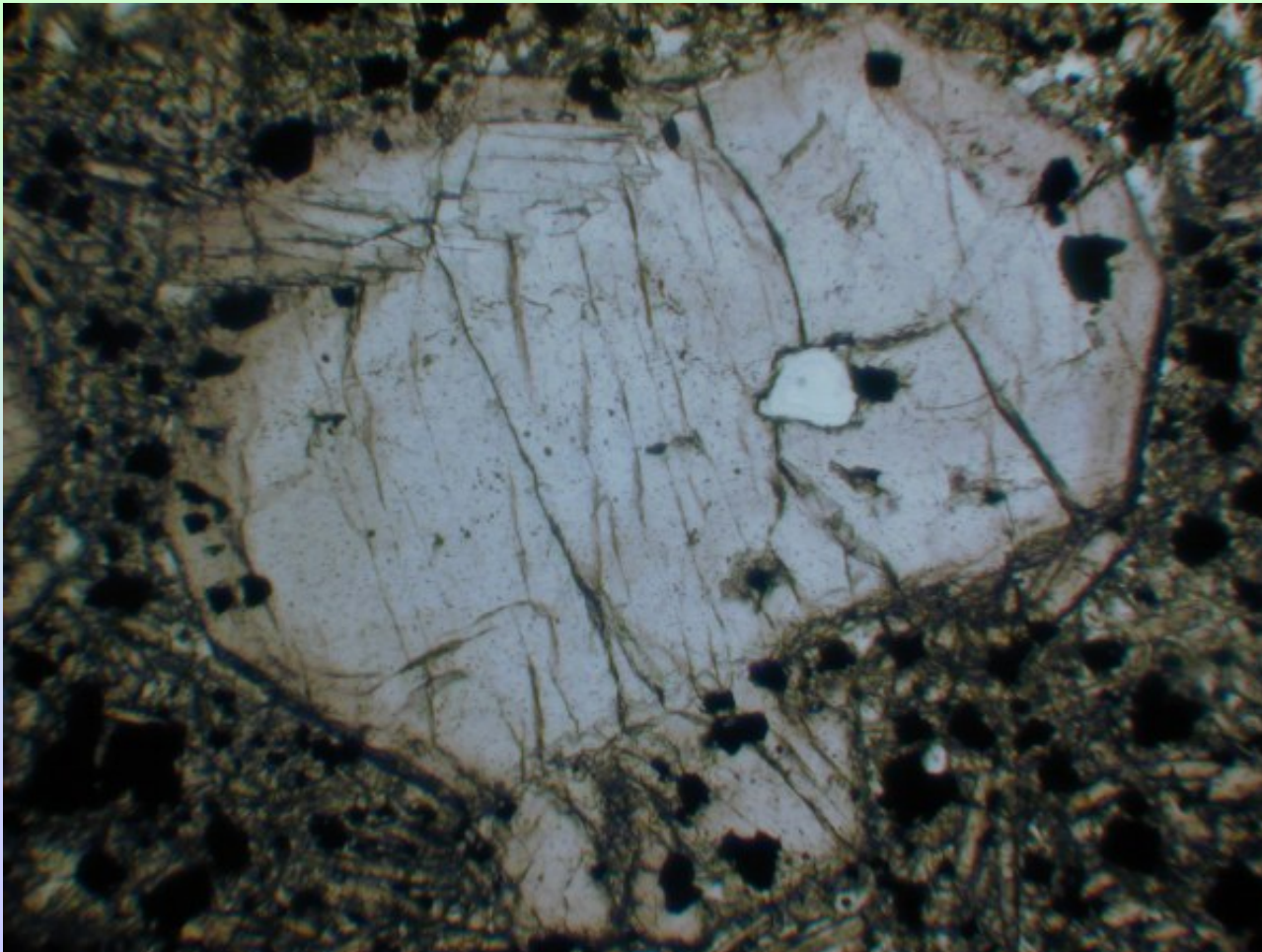
dvojlom pyroxenu, dobře viditelná štěpnost, okolní granát izotropní, skarn; XPL



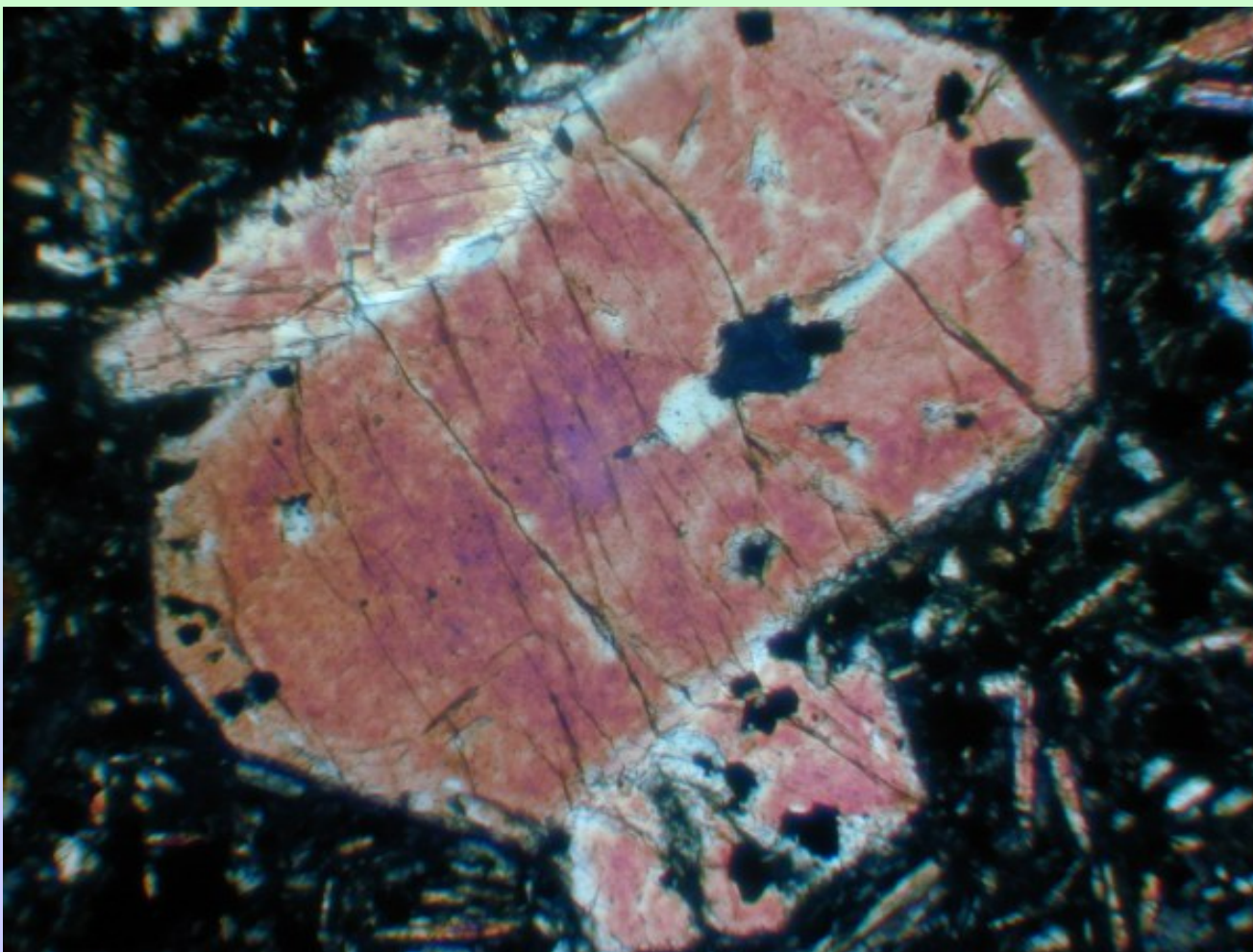
monoklinický pyroxen s viditelným jedním systémem štěpnosti,  
obklopen karbonátem; PPL



interferenční barvy pyroxenu, viditelná štěpnost, v okolí karbonáty; XPL



automorfní zonální zrno augitu; bazalt, PPL



automorfní zrno augitu s charakteristickým dvojlomem; bazalt, XPL

# Monoklinické (obecné) amfiboly

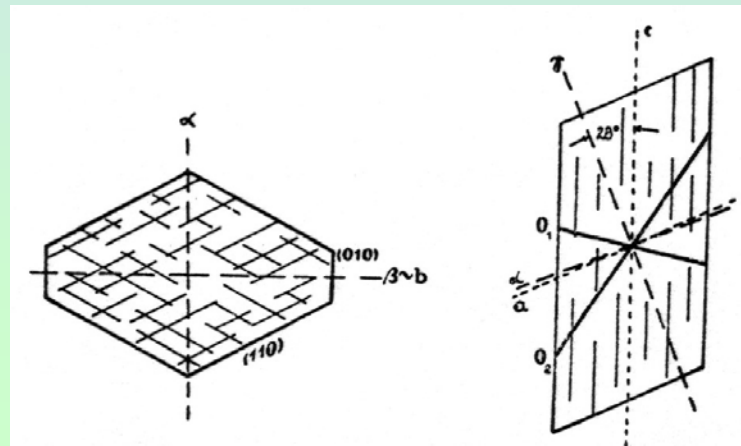
## Morfologie a barva:

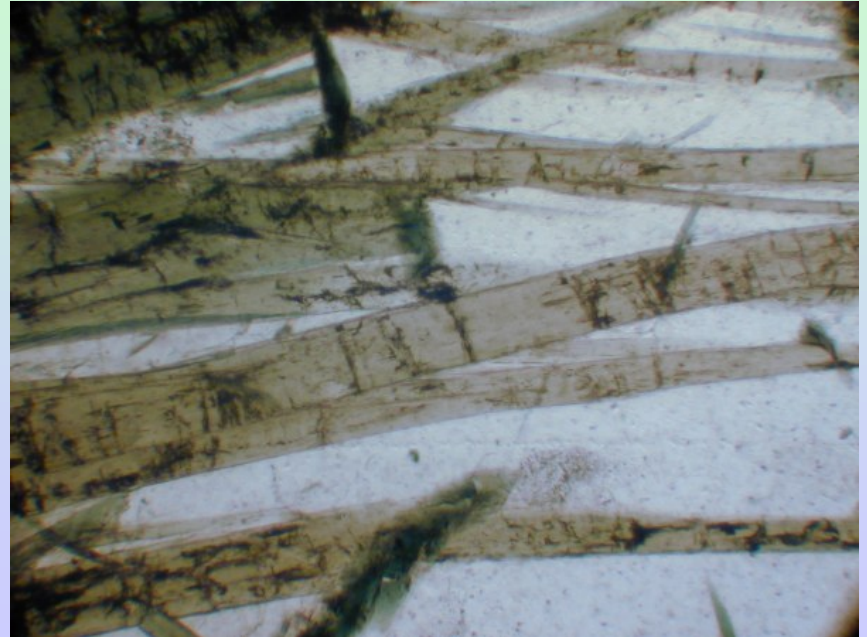
- jedná se o skupinu amfibolů s různým složením, které nejčastěji spadají do skupiny Ca a Ca-Na amfibolů (hastingsit, tschermakit, pargasit a další)
- obecné amfiboly tvoří zpravidla krátce prizmatické až jehlicovité krystaly, nebo zrnité agregáty, zpravidla tmavě zelené barvy, se skelným leskem
- automorfní krystaly bývají ve vulkanických horninách, běžně tvoří hypautomorfní nebo xenomorfní zrna nebo vláknité agregáty
- barva ve výbruse je v nejrůznějších odstínech zelené barvy, velmi výrazný je pleochroismus:  $\alpha$  - světle žlutozelená nebo světle modrá,  $\beta$  - zelenavá až olivově zelená,  $\gamma$  - olivově zelená až modrozelená
- příčné řezy bývají ve tvaru protaženého šestiúhelníku s typickou štěpností, indexy lomu spíše vyšší, střední dvojlom. Úhly zhášení  $\gamma/z = 14^\circ\text{-}22^\circ$

# Monoklinické obecné amfiboly

## Optické vlastnosti:

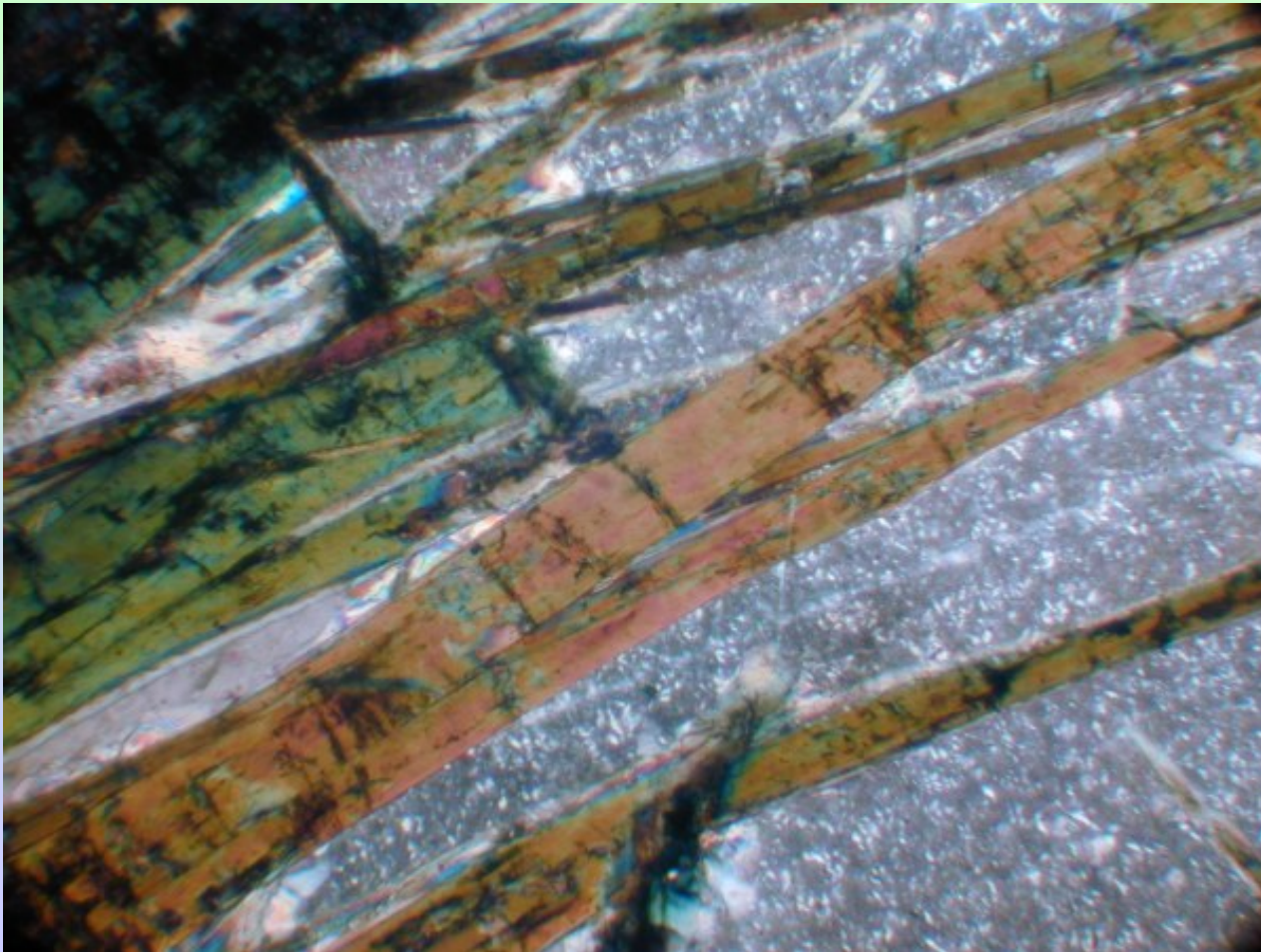
- indexy lomu vzrůstají s obsahem Fe:
- $n_{\alpha} = 1,646 - 1,700$ ;  $1,640 - 1,673$ ;  $n_{\beta} = 1,658 - 1,719$ ;  $1,659 - 1,690$ ;  
 $n_{\gamma} = 1,662 - 1,722$ ;  $1,658 - 1,696$ ;  $D = 0,016 - 0,022$ ;  $0,018 - 0,023$
- Ro je (010), Chm-, Chz+
- štěpnost dokonalá podle (110)
- při retrogradní metamorfóze dochází k přeměně na aktinolit, chlorit a antigorit. Zvětráváním obecných amfibolů vzniká směs karbonátů, limonitu a křemene.
- obecné amfiboly jsou běžné v intermediálních hlubinných vyvřelinách (granodiority, tonality) a gabrech, běžné jsou v metamorfovaných horninách amfibolitové facie



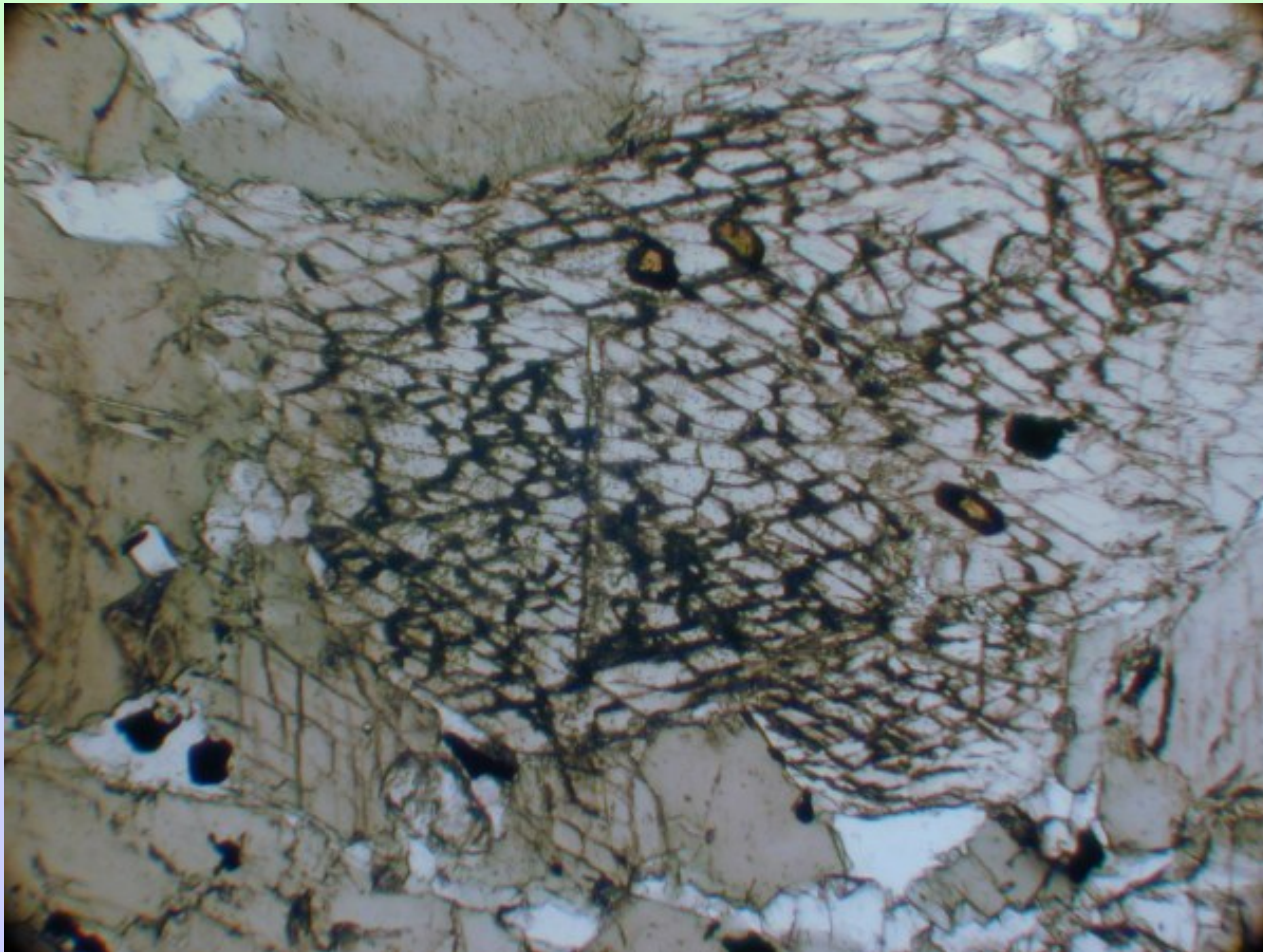


jehlicovitý aktinolit v karbonátu, tmavě zelená barva ve směru protažení (optický směr  $\gamma$ ) a světle zelená barva (optický směr  $\alpha$  nebo  $\beta$ ); PPL

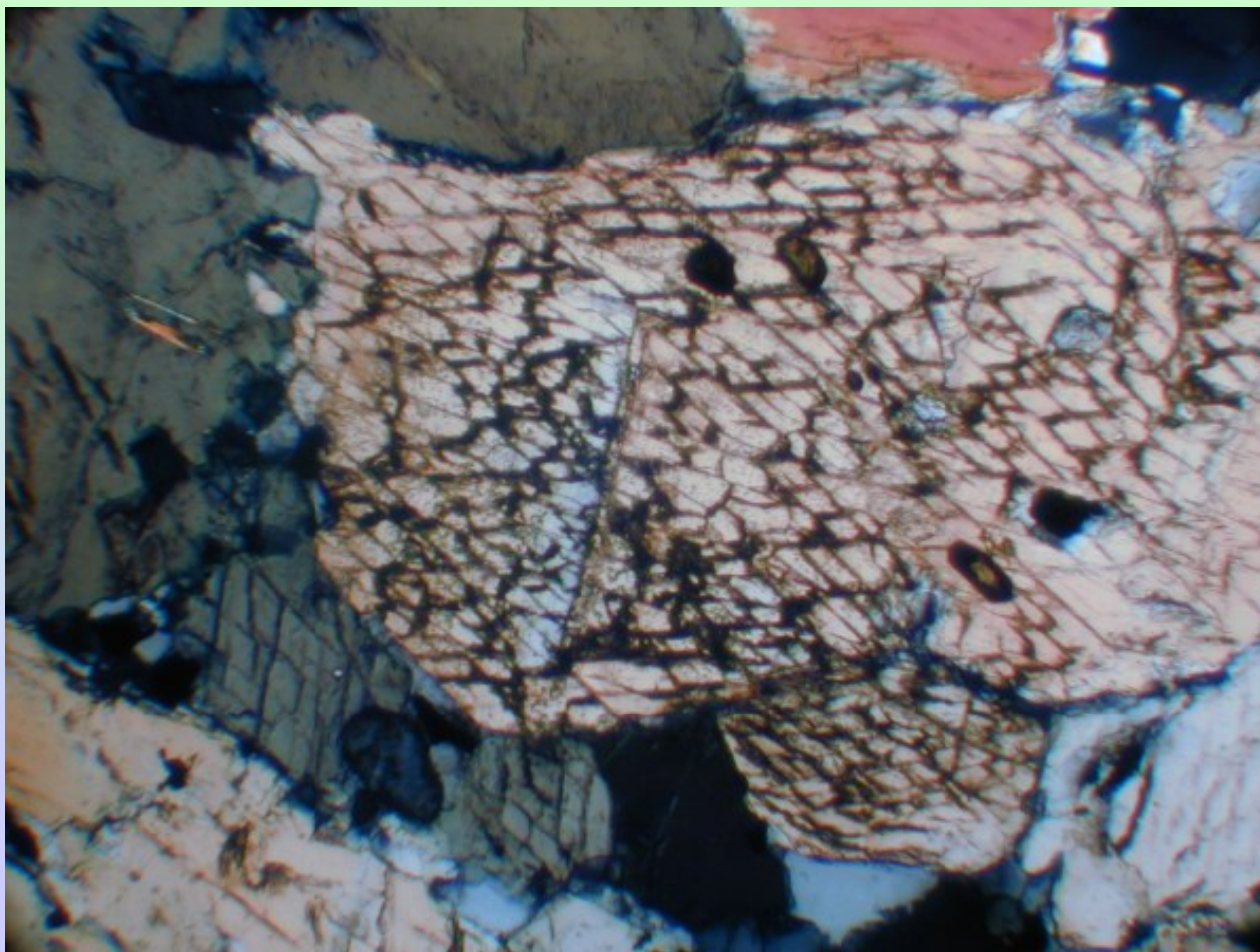




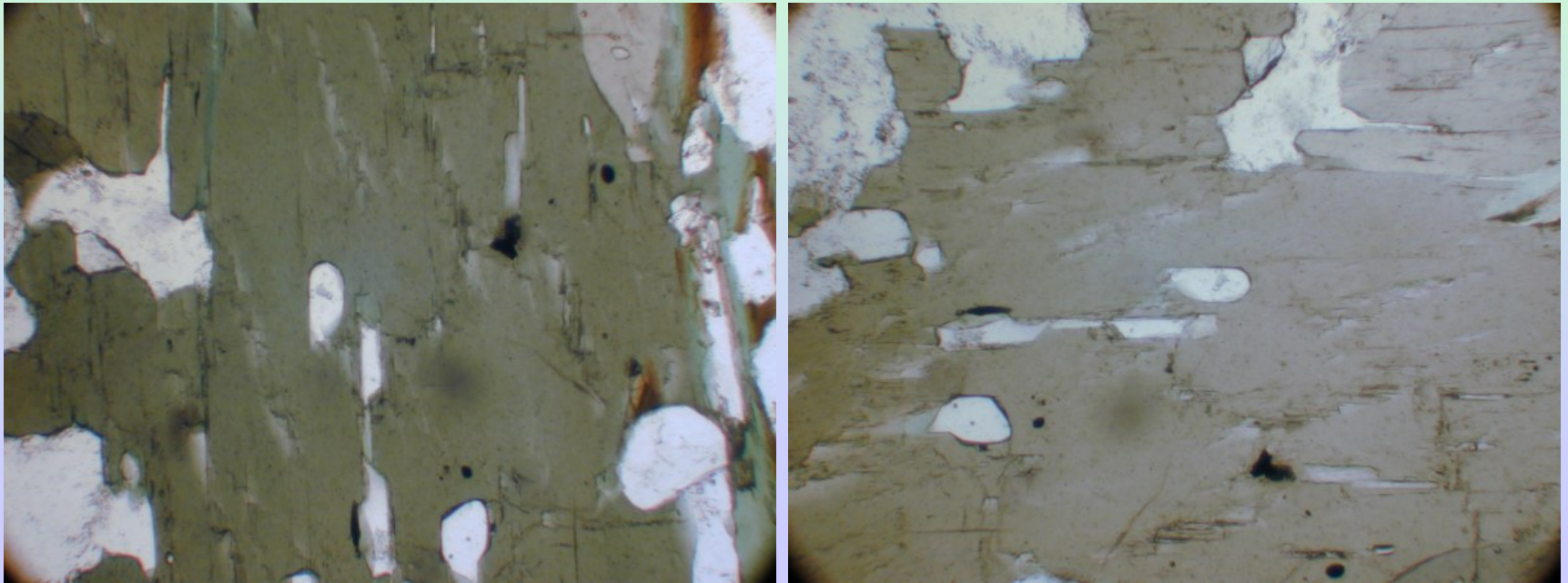
jehlicovitý amfibol v karbonátu, interferenční barvy v pozici 45° od polohy vyhasnutí; XPL



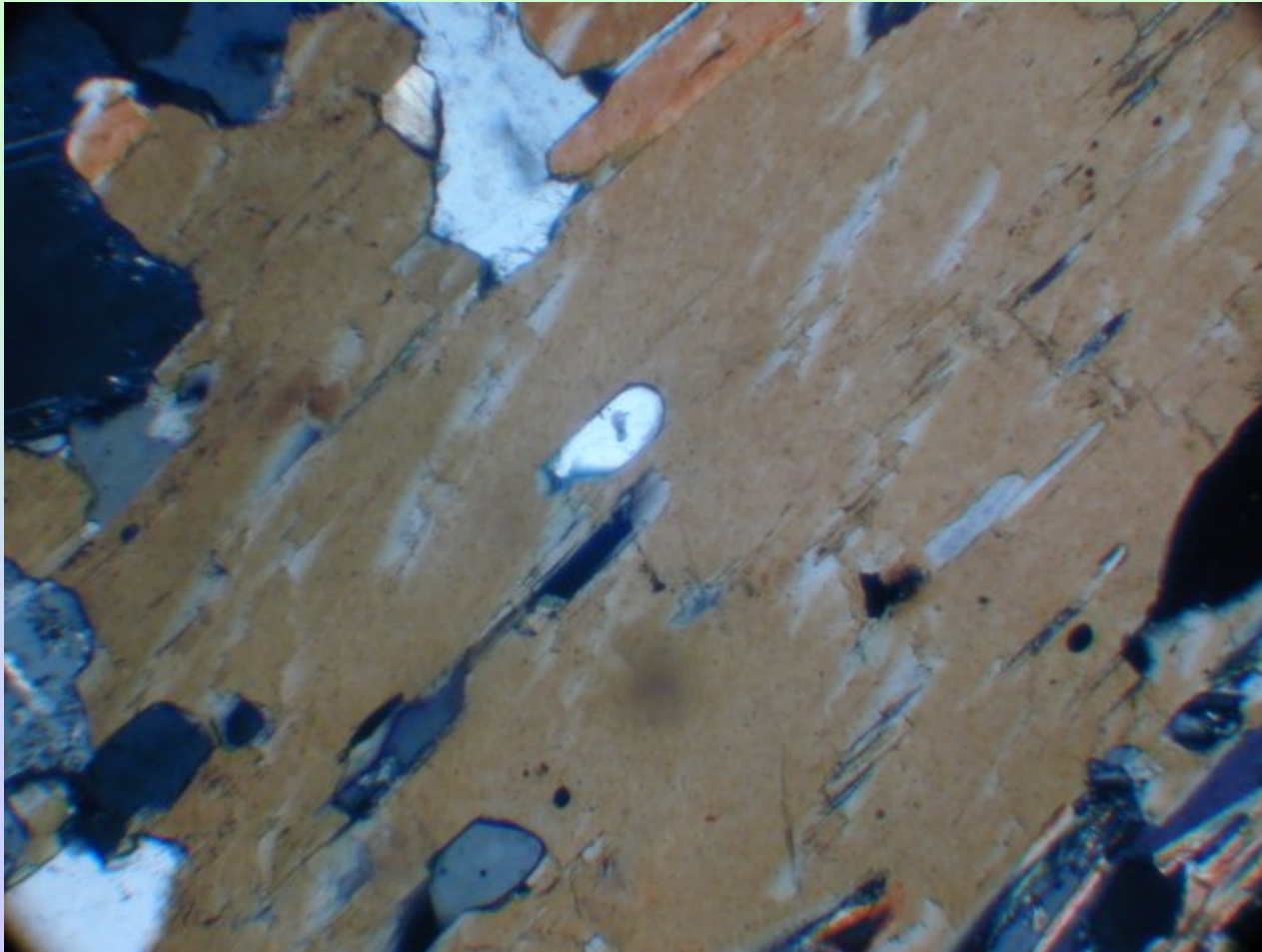
prizmatická štěpnost (110) amfibolu v příčném řezu podle báze (001),  
inkluze rutilu, amfibolit; PPL



system prismatické štěpnosti v amfibolu svírá úhlem  $120^\circ$ , inkluze rutilu, amfibolit; XPL



pleochroismus amfibolu – tmavší barva podle  $\gamma$ , světlejší barva ve směru  $\alpha$  nebo  $\beta$ , inkluze apatitu, rula; PPL



interferenční barvy amfibolu, inkluze apatitu; rula, XPL

# Rozlišení pyroxenů a amfibolů

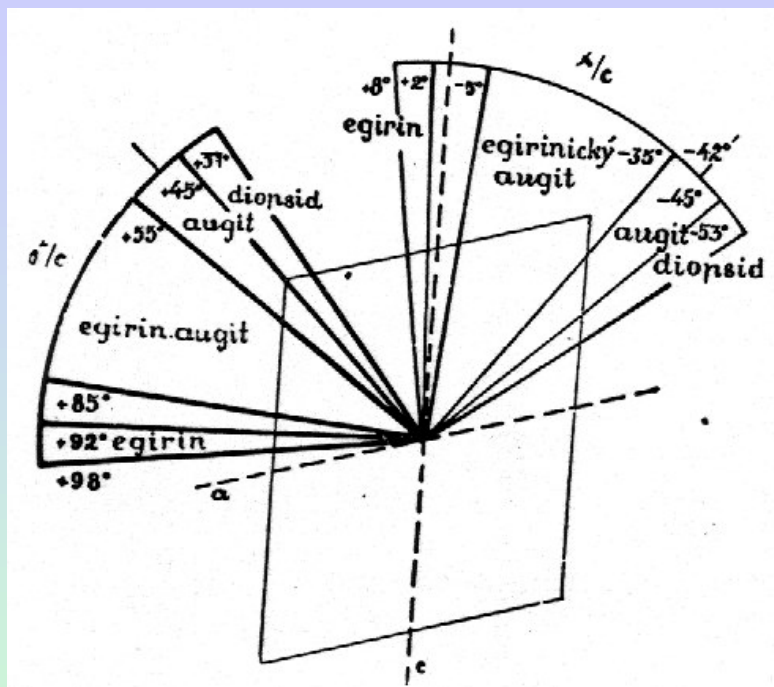
## Pyroxeny

- zpravidla krátce sloupcovitý tvar
- černá nebo černohnědá barva
- štěpné trhliny svírají v příčném řezu úhel  $90^\circ$
- příčné průřezy při automorfním omezení čtvercové nebo nepravidelného osmiúhelníkové
- úhly zhášení jsou zpravidla větší než  $30^\circ$

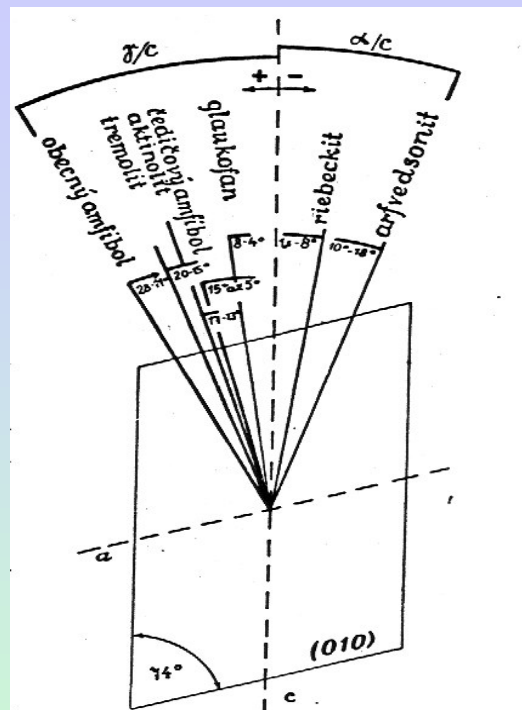
## Amfiboly

- dlouze sloupcovité krystaly nebo agregáty
- zelená, hnědá nebo černá barva
- štěpné trhliny svírají v příčném řezu úhel  $120^\circ$
- příčné průřezy mají při automorfním omezení tvar kosočtverce nebo nepravidelného šestiúhelníku
- úhly zhášení jsou zpravidla nižší než  $30^\circ$

# Úhly zhášení pyroxenů a amfibolů



pyroxeny



amfiboly