

# Odrazová mikroskopie

Z. Losos, Ústav geologických věd PřF MU  
Brno

# Doporučená studijní literatura

- P.Kašpar: Rudní mikroskopie – Academia Praha 1988.
- C.D. Gribble, A.J. Hall (1995): Optical Mineralogy. Principles and practise. – Univ. of Glasgow.
- A.Mücke: Anleitung zur Erzmikroskopie – Enke Stuttgart 1986.

# Doporučená studijní literatura

- Cameron E.N. (1966): Rudnaja mikroskopija – Nedra (ruský překlad anglického originálu z roku 1961).
- Chvátal M. (1999): Mineralogie pro I. ročník – Krystalografie, - Skripta UK Praha.
- Slavík F., Novák J., Kokta J. (1974): Mineralogie. - Academia, Praha.

# Historický přehled

- 1813 - J.J. Berzelius – první mikroskopické pozorování v odraženém světle
- 1832 – C.B. Cotta – nábrusy xylolitů
- 1906 – W. Campbell a C.W. Knight – „zakladatelé rudní mikroskopie“  
- výzkum pyrhotinů ze Sudbury (obsahy Ni – pentlandit)
- 1916 – J. Murdoch první monografie o rudní mikroskopii
- 1920 – první metodická učebnice rudní mikroskopie – H.Schneiderhöhn
- 1926-1942 – J.Orçel – kvantitativní metody v odrazové mikroskopii  
- odraznost
- 1930 – M. Bereck – teoretické základy optiky odrazu
- 1950 – P. Ramdohr – kompendium systematiky rudních minerálů a jejich charakteristik v odraženém světle
- Role a zásluhy prof.Sekaniny v dané oblasti (odraznost, Příbram)

# Využití odrazové mikroskopie

## Rudní mikroskopie

Metalografie

Uhelná mikroskopie

Studium organických disperzinitů

Meteoritická mikroskopie

Keramický výzkum

Technické materiály

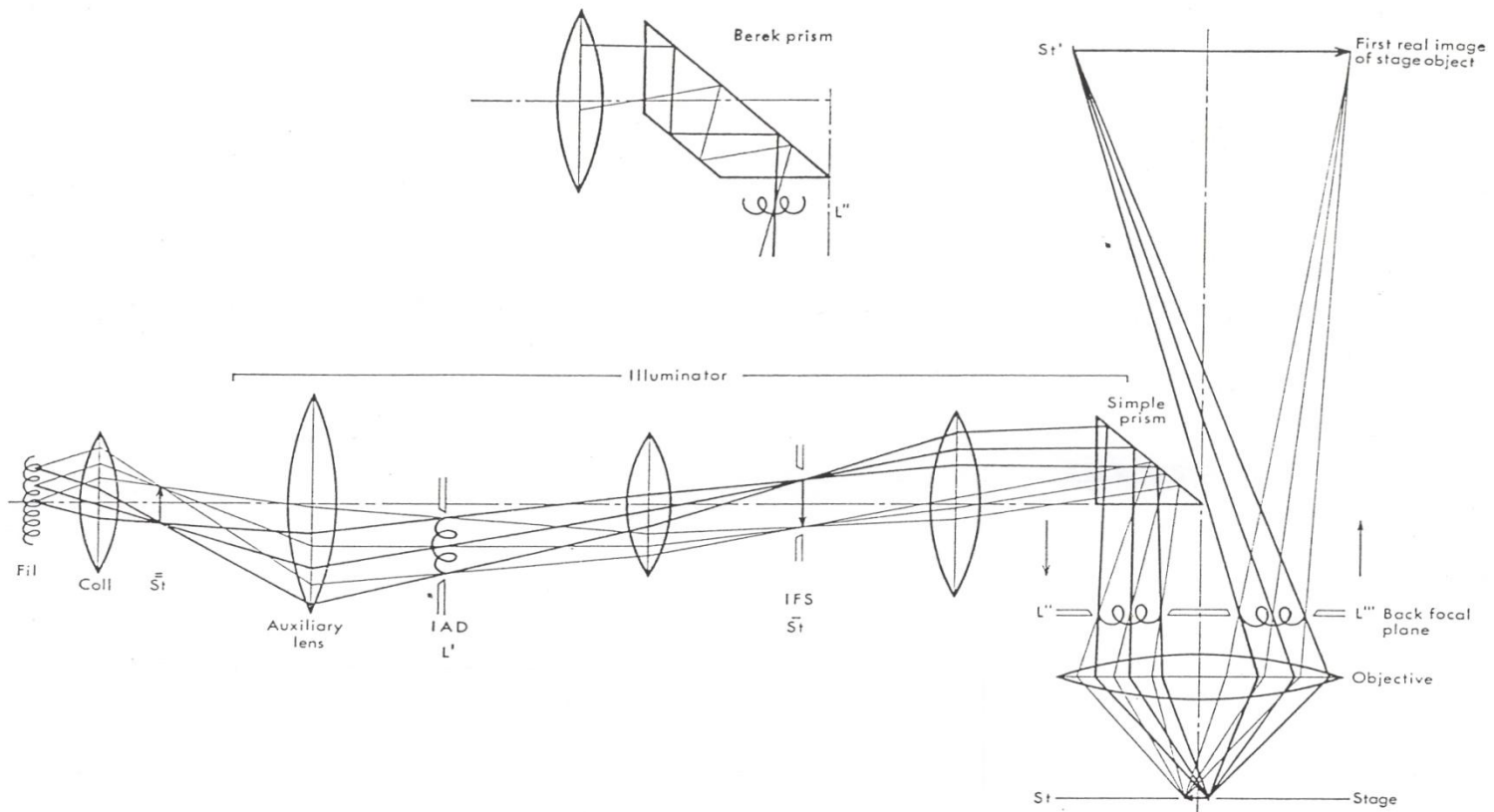
Paleontologie

Sedimentologie

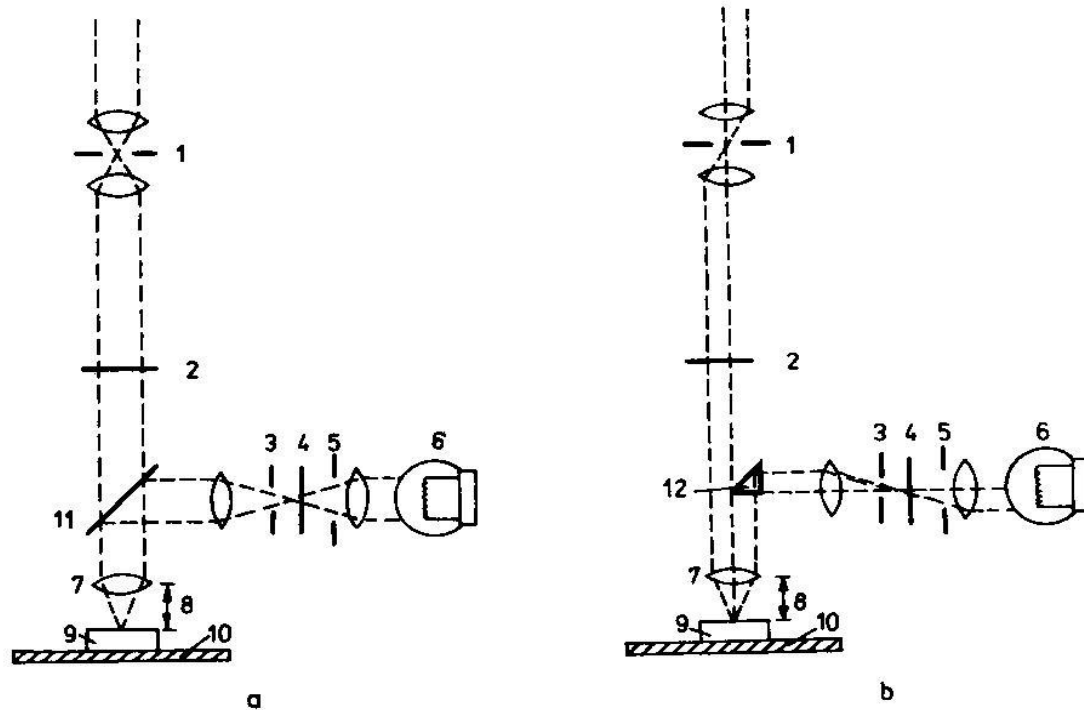
Výzkum „těžkých minerálů“

Studium akcesorických rudních minerálů v petrologii

# Odrazový mikroskop (1)



# Odrazový mikroskop (2)



19. Schéma odrazového mikroskopu s reflektorem představovaným skleněnou destičkou (a) a prizmou (b). Vysvětlivky: 1 – okulár, 2 – analyzátor, 3 – clona zorného pole, 4 – polarizátor, 5 – aperturní clona, 6 – světelný zdroj, 7 – objektiv, 8 – pracovní vzdálenost, 9 – vzorek, 10 – stolek mikroskopu, 11 – skleněná destička, 12 – prizma.

# Postup přípravy nábrusů

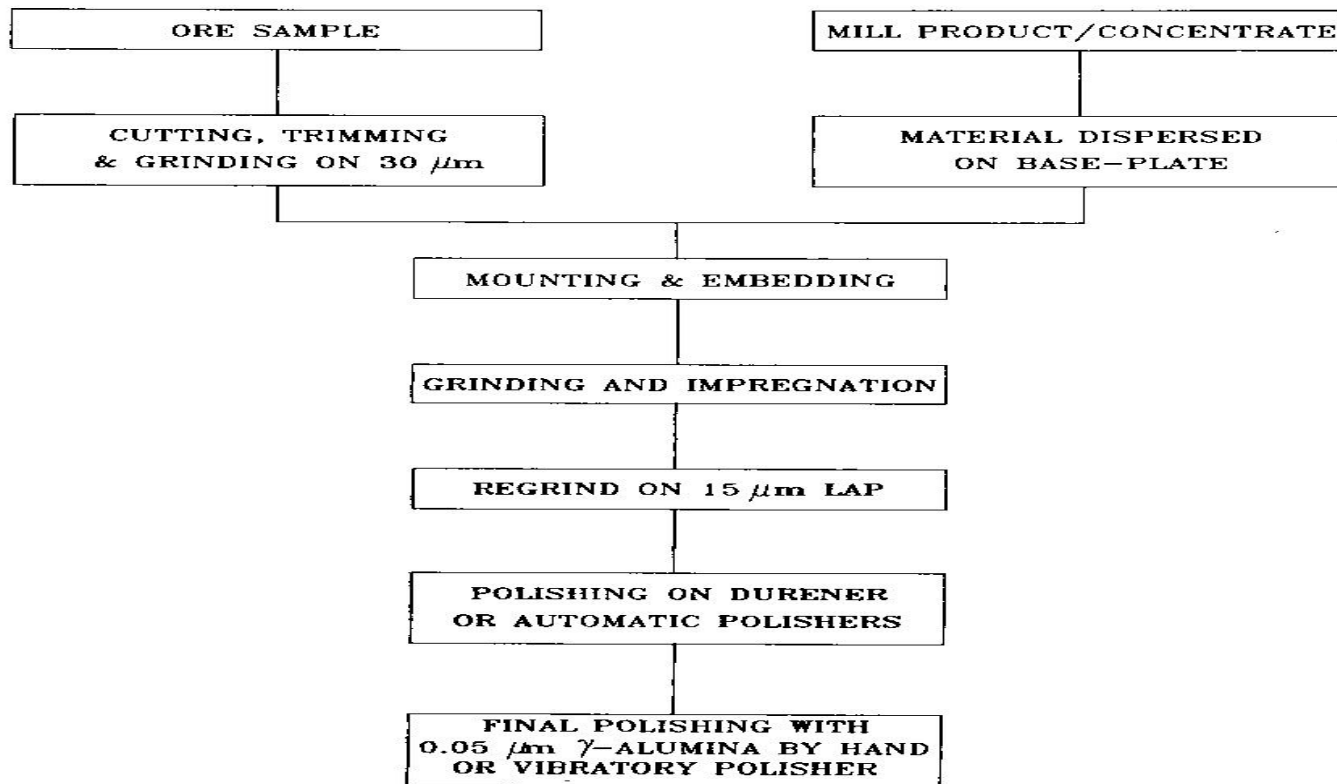
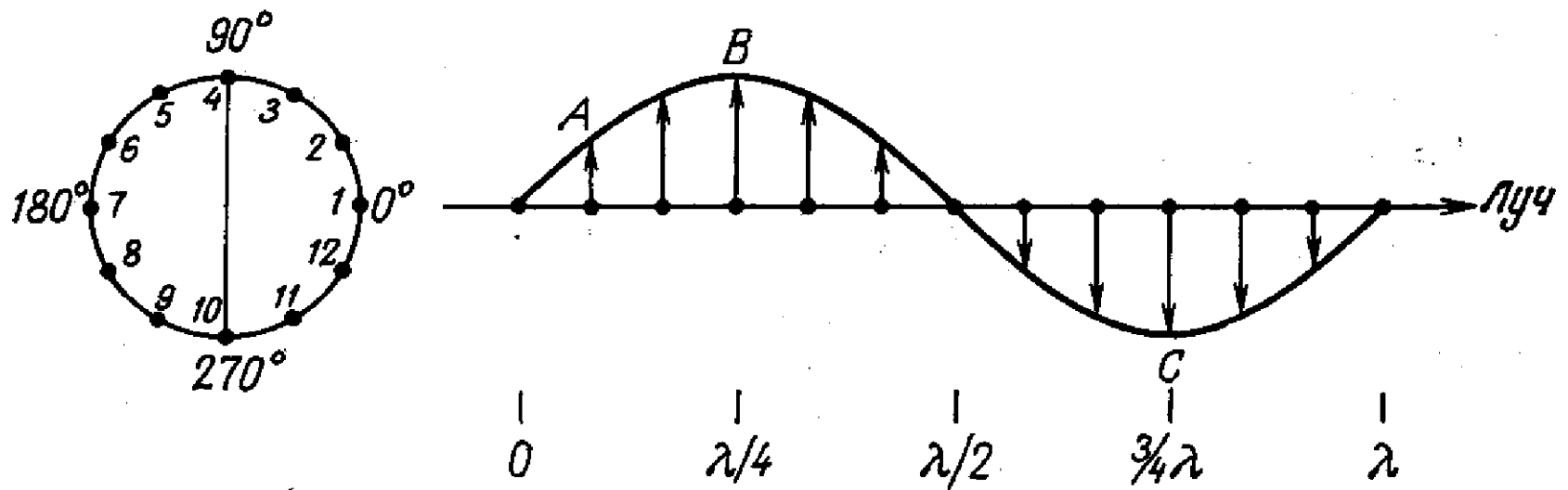


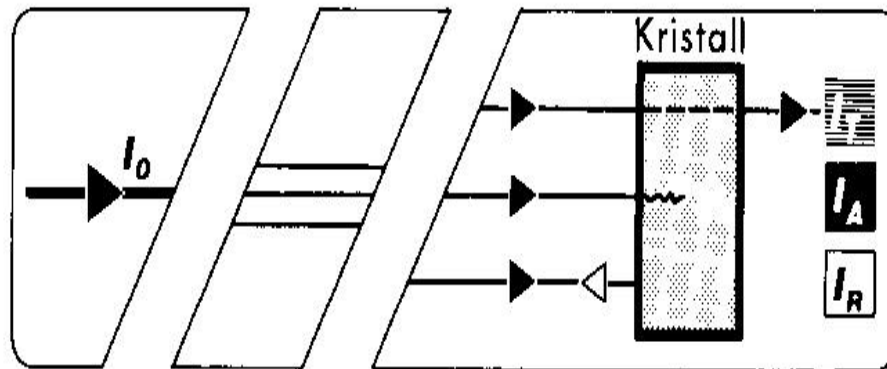
Fig. 1. Flowsheet outlining the steps in the preparation of polished sections.



# Optika opakních objektů (1)



# Optika opákných objektů (2)



$$I_0 = I_T + I_A + I_R$$

$$I_T/I + I_A + I_T = 1$$

Procházející část světla je absorbována podle Fresnelova vztahu:  $I = I_0 \cdot e^{-4\pi kd/\lambda_0}$

$I_0$  = intenzita světla dopadajícího,  $I$  = intenzita světla procházejícího,  $k$  – koeficient absorpce,  $d$  = dráha světla,  $\lambda_0$  = délka vlny ve vakuu

# Optika opakních objektů (3)

## Koeficient absorpce

Stejně silná vrstva určité látky pohltí vždy stejnou poměrnou část z dopadajícího záření

Vrstva silná  $dx$  pohltí z dopadající intenzity  $I$  poměrnou část  $dI/I$  úměrnou tloušťce destičky

Takže  $dI/I = kdx \Rightarrow \mathbf{k = koeficient absorpce}$

**Index absorpce  $\alpha = k/n$**

# Optika opákných objektů (4)

## Odražnost

$$R = I_r/I_0 \quad R = (n - 1)^2 + k^2 / (n + 1)^2 + k^2$$

/Závislost na vlnové délce/

Standardy odraznosti (R): neutrální sklo 4,5%

SiC 20%

WTiC 45%

Ag (600 nm) 100% Au (600 nm) 70%

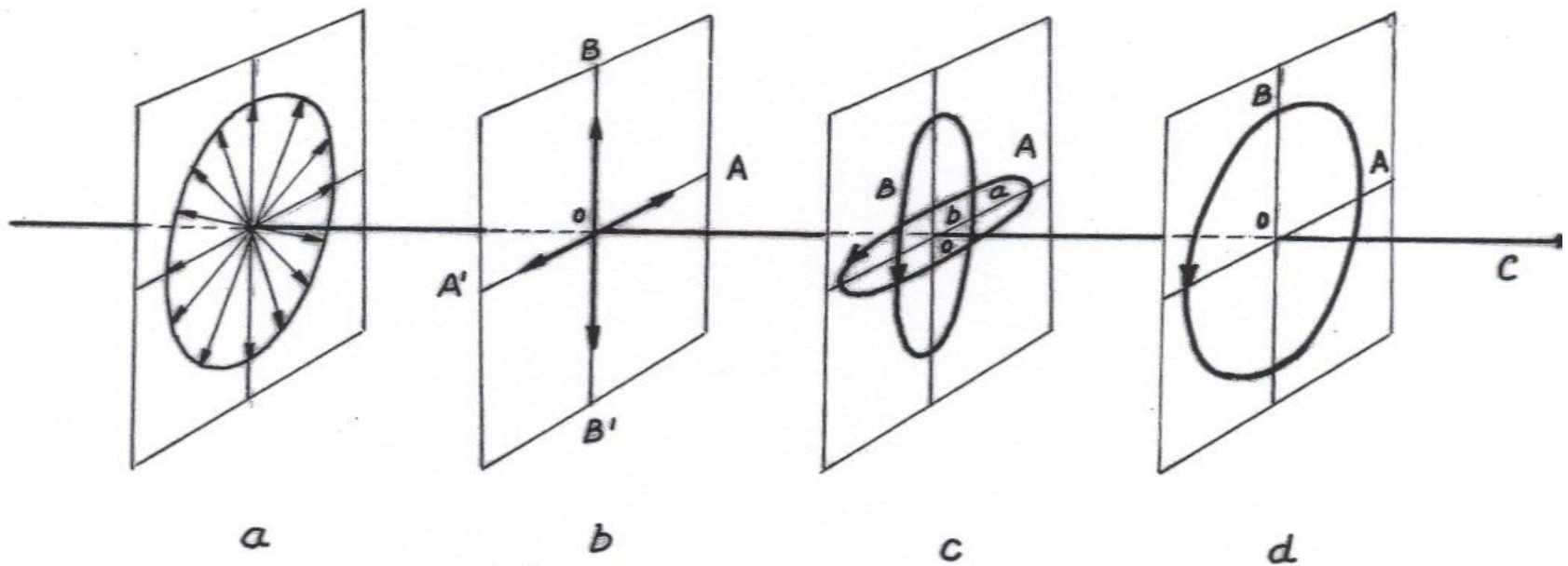
Ilmenit s 30% MgO 14,5%, čistý 20%

Hnědé uhlí (70% C) 0,60% Lignit 0,20%

Antracit (91% C) 3%

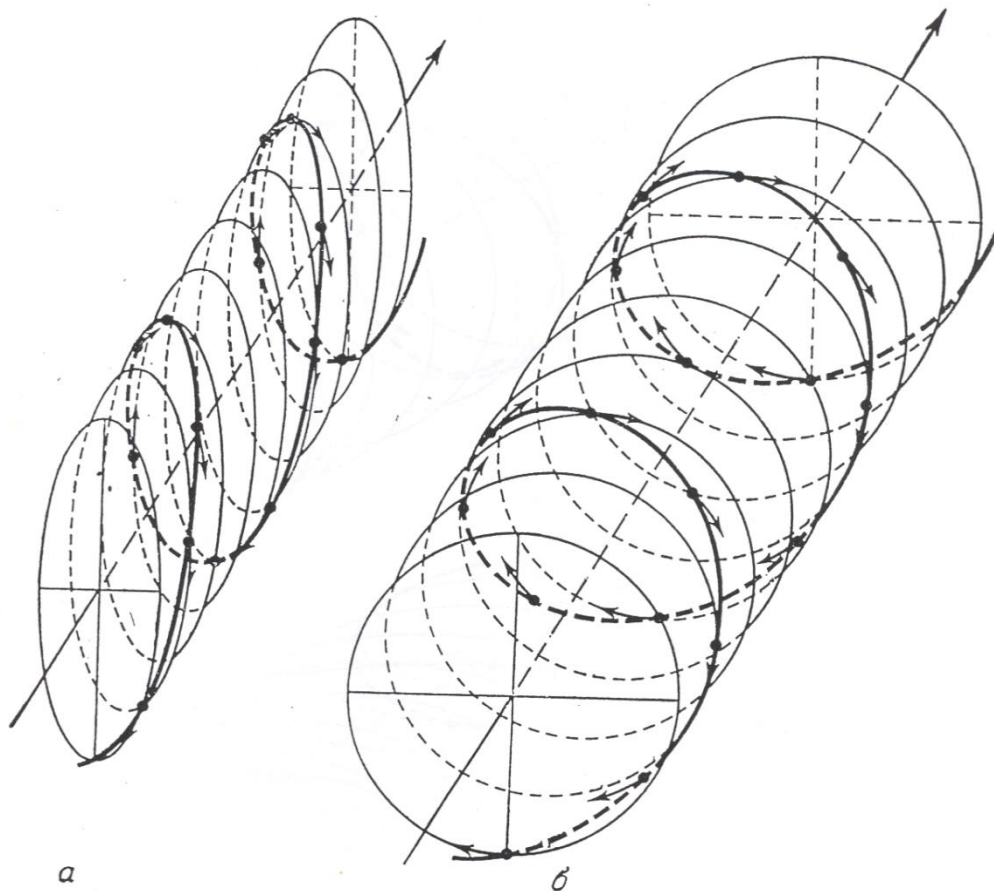
# Optika opákných objektů (5)

## Typy polarizace



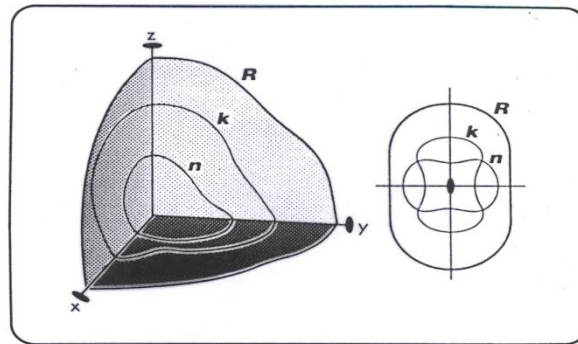
# Optika opákných objektů (6)

## Cirkulární a eliptická polarizace

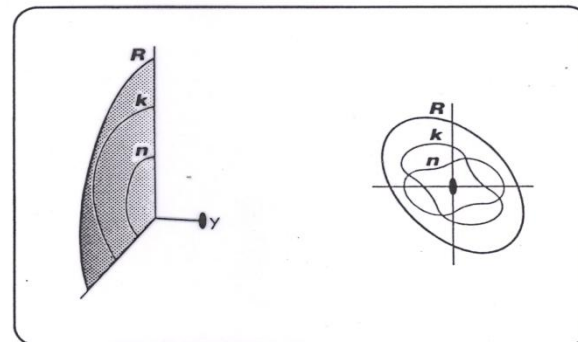


# Optika opákných objektů (7)

## Grafické vyjádření referentních ploch $R$ , $k$ , $n$



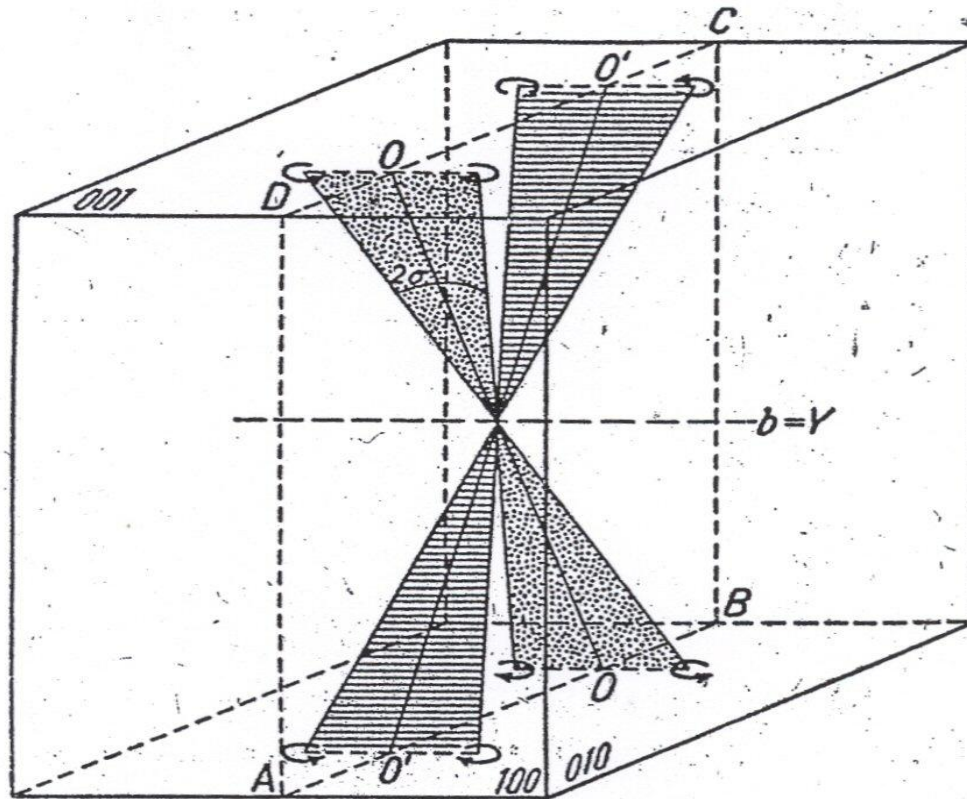
*1/m, m, m/2*



*2/m*

## Optika opákných objektů (8)

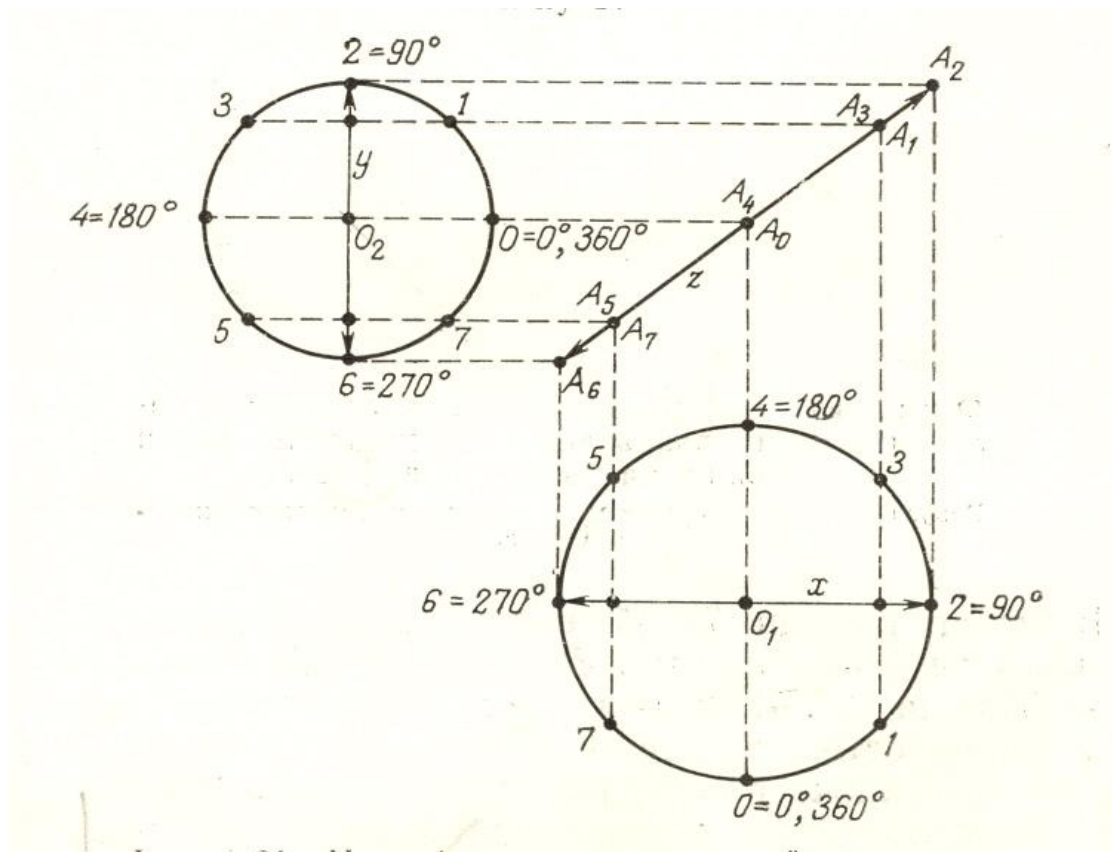
### Lineární, eliptická a cirkulární polarizace v krystalu rombické symetrie



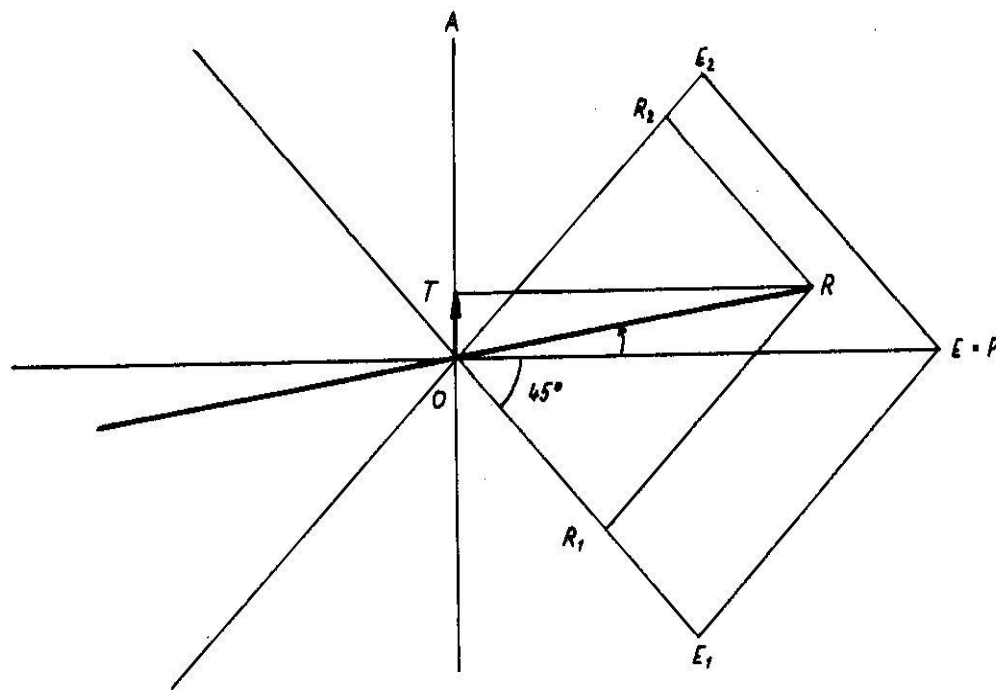


# Optika opákných objektů (9)

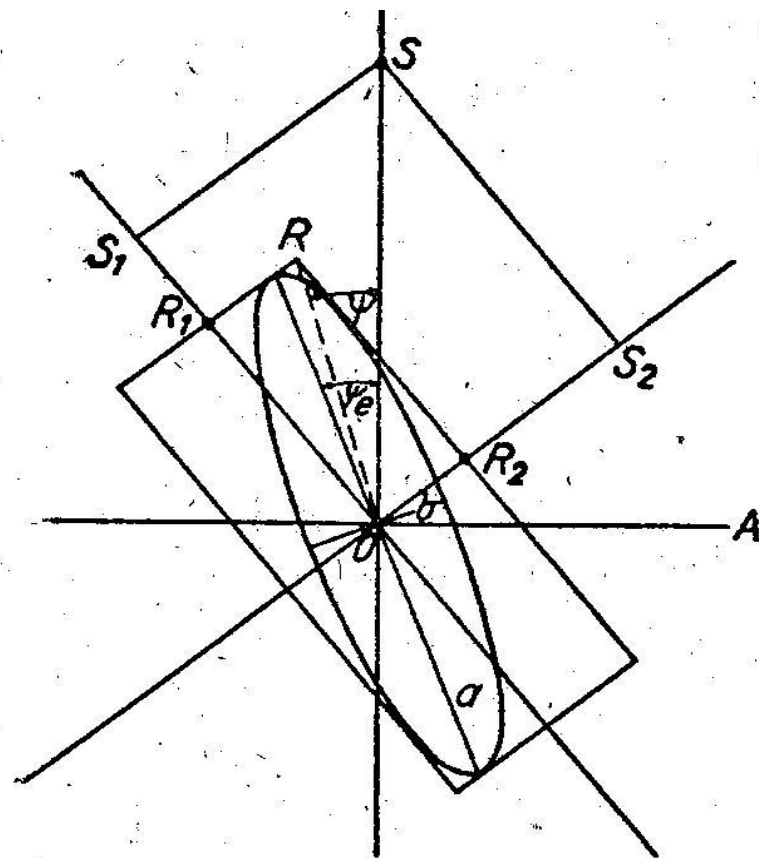
## Grafické znázornění vzniku lineární polarizace



# Lineární polarizace

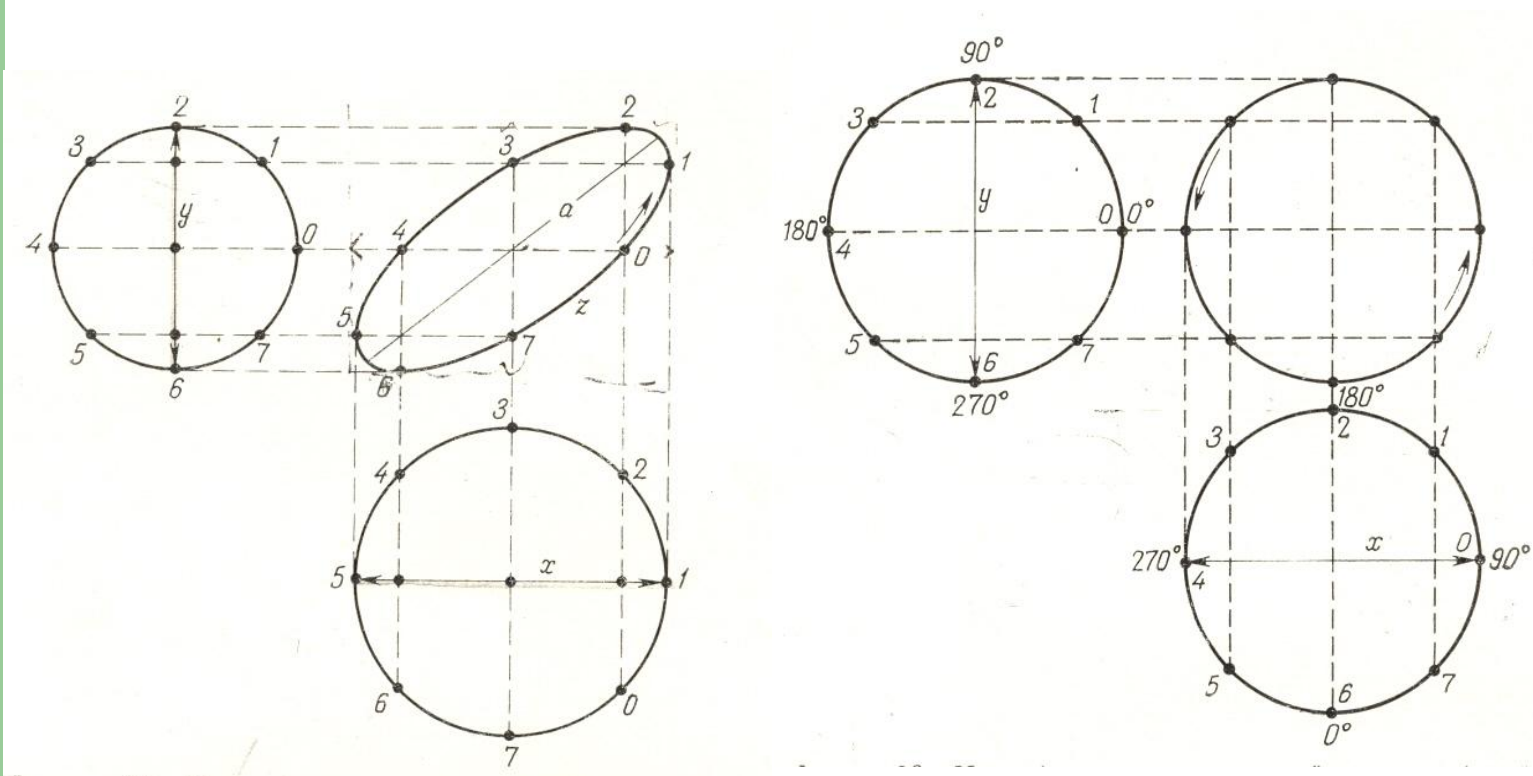


# Eliptická polarizace



# Optika opákných objektů (10)

## Cirkulární a eliptická polarizace



# Teorie světelného odrazu (1)

(základy optiky opákných krystalů vypracoval Max Berek 1930)

## A. Průhledné anizotropní krystaly s malou absorpcí:

Výsledné odražené světlo je opět lineárně polarizované, ale má jinou amplitudu a jiný azimut. Úhel je největší v diagonální poloze.

Normálová poloha: jeden z kmitosměrů je paralelní s kmitosměrem polarizátoru = **uniradiální odraz.**

Uniradiální odrazy v řezech rovnoběžných s rovinou optické souměrnosti krystalu = **absolutní dvojodraz**

# Teorie světelného odrazu (2)

## B. Opákní anizotropní krystaly:

Intenzivnější odraz, úhel mezi reflektujícími složkami je větší, dochází k jejich **fázovému rozdílu (zpoždění)**. V obecném případě vzniká eliptická polarizace odražených paprsků.

Možnost měřit elipticitu odražených paprsků

# Teorie světelného odrazu (3)

## C. Anizotropní opákní krystaly při zkříženém polarizačním zařízení:

Při otáčení o  $360^\circ$  dochází 4x k zatemnění a ke vzniku **polarizačních barev**. Příčinou není interference (jako u průhledných krystalů), ale disperze hodnot unirádiálních indexů odrazu s úhlovou odchylkou odraženého světla – a to pro různé délky vlny  $\lambda$ . Krystaly se silným dvojdrazem mívají i výraznější polarizační barvy.

**Vnitřní reflexy** vznikají při zkříženém polarizačním zařízení u objektů barevných, nebo zbarvených – při zpětném průchodu paprsků odražených od inhomogenit a štěpných rovin.

**Barva minerálu** odpovídá té části spektra, které vyvolává nejvyšší hodnotu odraznosti.