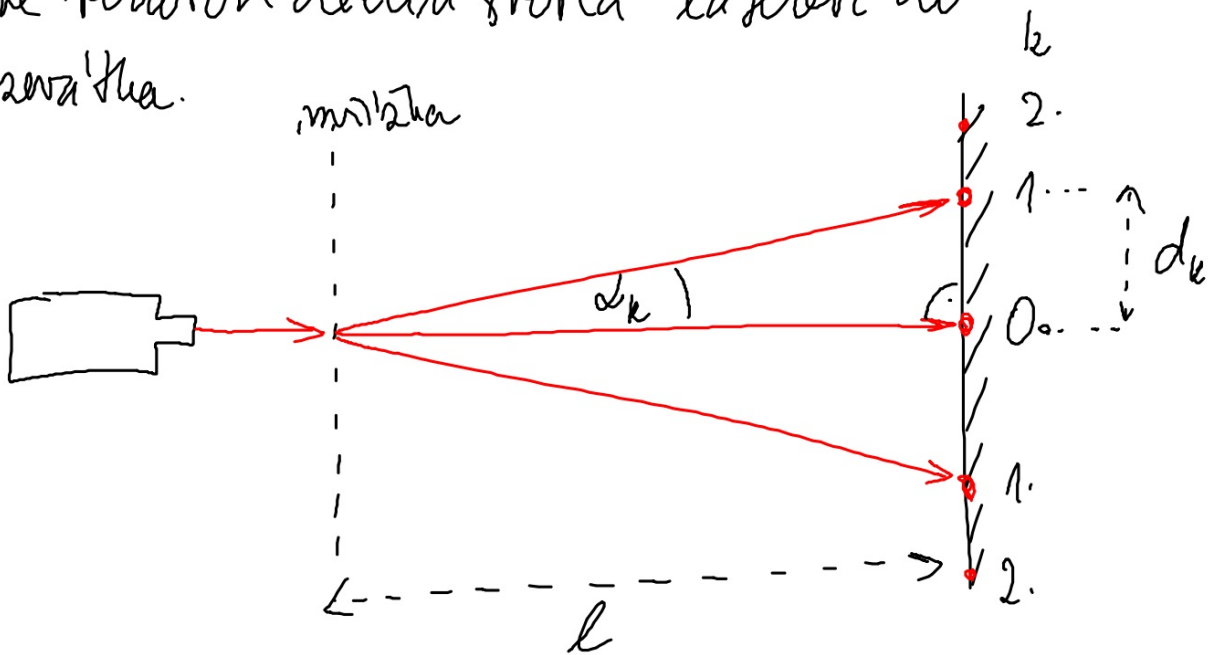


# VLNOVA' OPTIKA

LP: VLNOVA' DELLA SVEGLIA

Modi risonanti della fibra laser e della  
microstruttura.



rozmiar:  $N = 10 \text{ mm}^{-1}$  (rozpuszczony)

rozmiar:  $\underline{L}$  a jednoczynnik  $\underline{d_k}$

$$\tan \alpha_k = \frac{d_k}{L} \Rightarrow \alpha_k = \dots$$

podmińska na maksimum:  $k \sin \alpha_k = k \lambda$

$$\frac{1}{N} \sin \alpha_k = k \lambda$$
$$\lambda = \frac{\sin \alpha_k}{k N}$$

$$l = 350 \text{ cm}$$

$k$	$\frac{d_k}{\text{cm}}$	$\frac{\alpha_k}{^\circ}$	$\frac{\lambda}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta \lambda}{\text{mm}}$
1.	2,3			
2.	4,4			
3.	6,8			
4.	9,0			
$\vdots$				

Č. m.	$k$	$\frac{d}{\text{cm}}$	$\frac{\alpha}{^\circ}$	$\frac{\lambda}{\text{nm}}$	$\frac{\Delta\lambda}{\text{nm}}$
1	1	2.3	0.38	657.1	9.1
2	2	4.4	0.72	628.5	19.5
3	3	6.8	1.11	647.5	0.5
4	4	9.	1.47	642.6	5.4
5	10	23.3	3.81	664.2	16.2

Vlnová délka světla LASERu je  $(648. \pm 10.1)$  nm.

# Polarizace světla

k pochopení je třeba znát:

- světlo je PŘÍČNÉ ELMG. VLÁVNÍ

popisné veličiny:

- $\vec{E}$  (el. intenzita) — „nese informaci“

- polarizaci, intenzitu světla a fází

- $\vec{B}$  (mg. indukce)

- $\vec{E} \perp \vec{B} \perp$  směr šíření vlny

- světlo 2 běžných zdrojů (Slunce, žárovky, ...) je NEPOLARIZOVANÉ
- lidské oko nevidí rozdíl mezi polarizovaným a nepolarizovaným světlem (tedy musí mít nějakou "pomůcku")

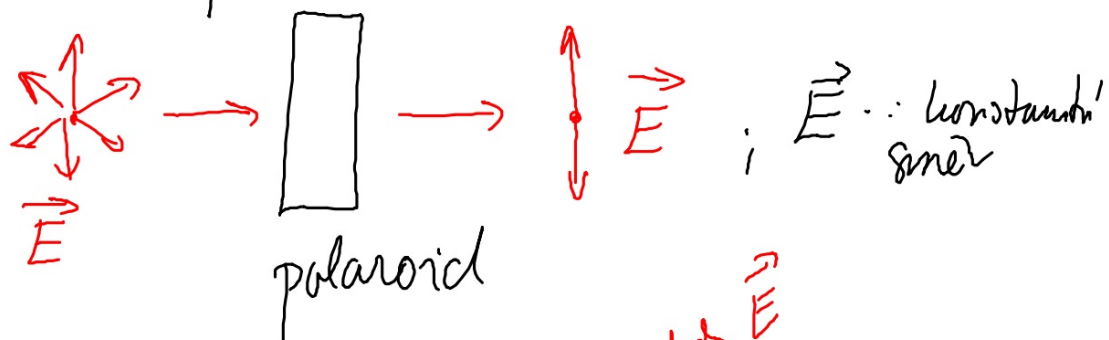
popis pomocí vektorů:

$$\vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_r} \vec{D} ; E \sim \underline{\text{prostorově}}$$

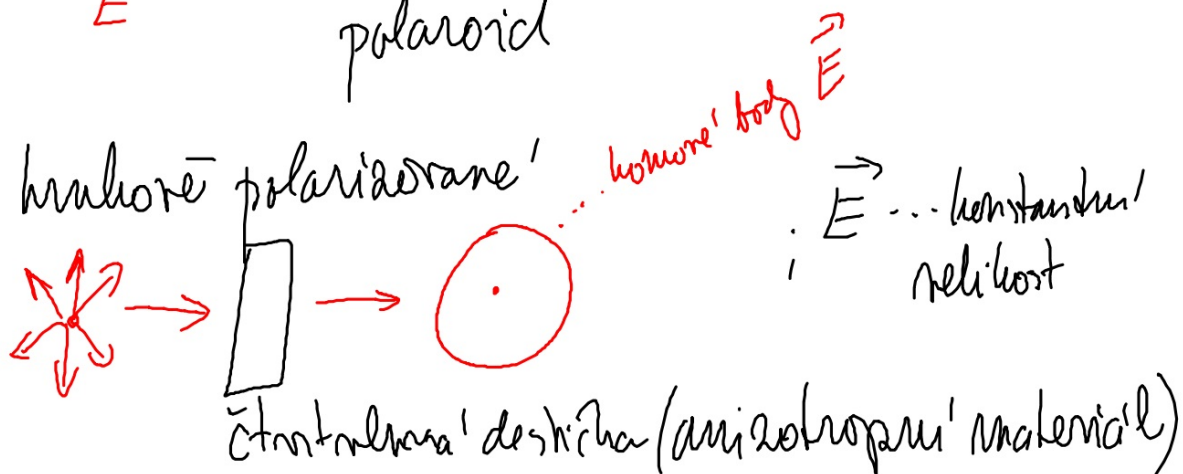
$$\vec{B} = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \vec{H} ; B \sim \underline{\text{prostorově}}$$

# Druhy polarizace

## • lineární polarizace



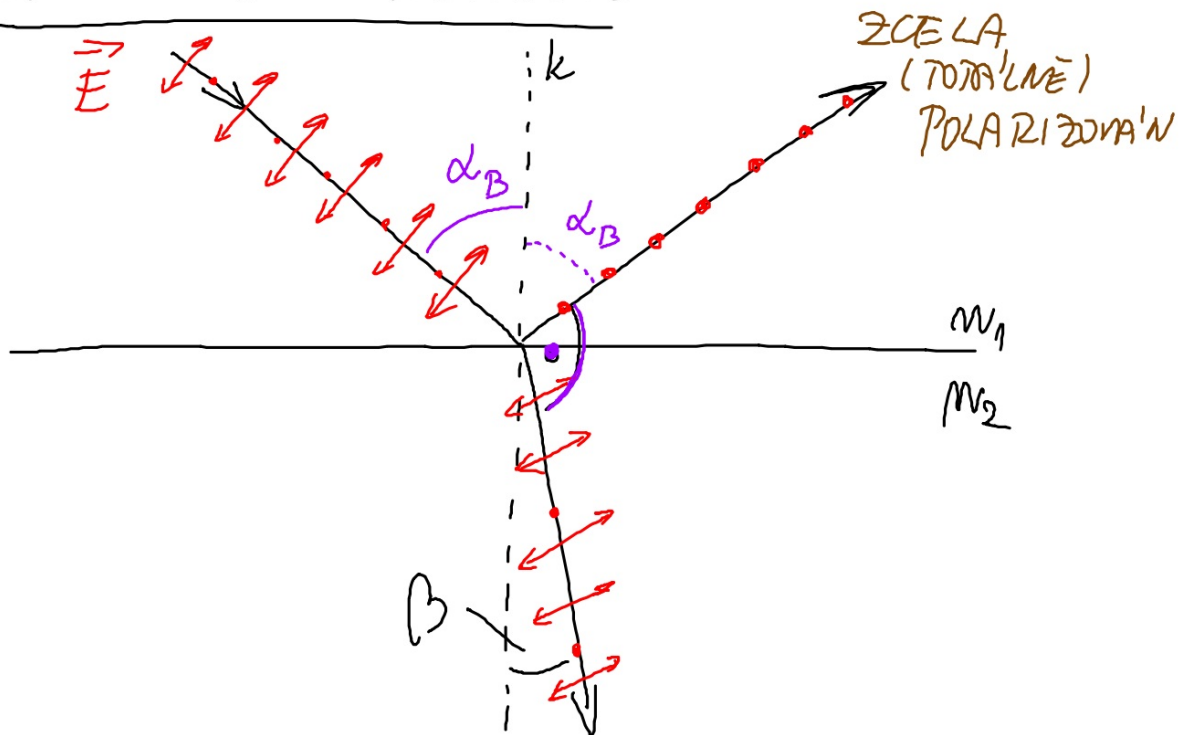
## • kruhové polarizace





# Typy polarizace světla

## 1) odrazem a lomem



dopada-li <sup>NEPOLARIZOVANÉ</sup> světlo na rozhraní 2 opt.  
prostředí pod tzv. BREKSTEROVIM ÚHELEM  
 $\alpha_B$ , vzniká částečně odražená vlna s vlnou  
prošlou PRAVÍ ÚHEM a odražená vlna je

ZCELA POLARIZOVANÁ

prošlá vlna je polarizována ČÁSTEČNĚ v kolmému  
směru na polarizační odražené vlny

Snellius' rätikon:  $\frac{\sin \alpha_B}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow$

plut:  $\alpha_B + 90^\circ + \beta = 180^\circ$   
 $\beta = 90^\circ - \alpha_B$

$$\sin \beta = \sin (90^\circ - \alpha_B) = \cos \alpha_B$$

$\Rightarrow \frac{\sin \alpha_B}{\cos \alpha_B} = \frac{n_2}{n_1}$

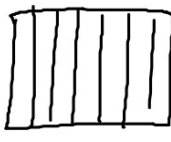
$$\boxed{\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n_2}{n_1}}$$

## 2) polaroidy (polarizacni filtry)

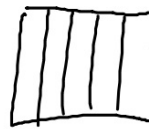
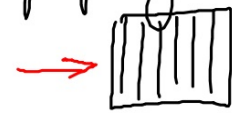
vzrobeny z: anizotropnich materialu... ○

materialu s „dlouhymi” lim.

molekulami” ... ↑↓

filtr pro linearni polarizaci: 

2 mozna pripady:



„svetlo”

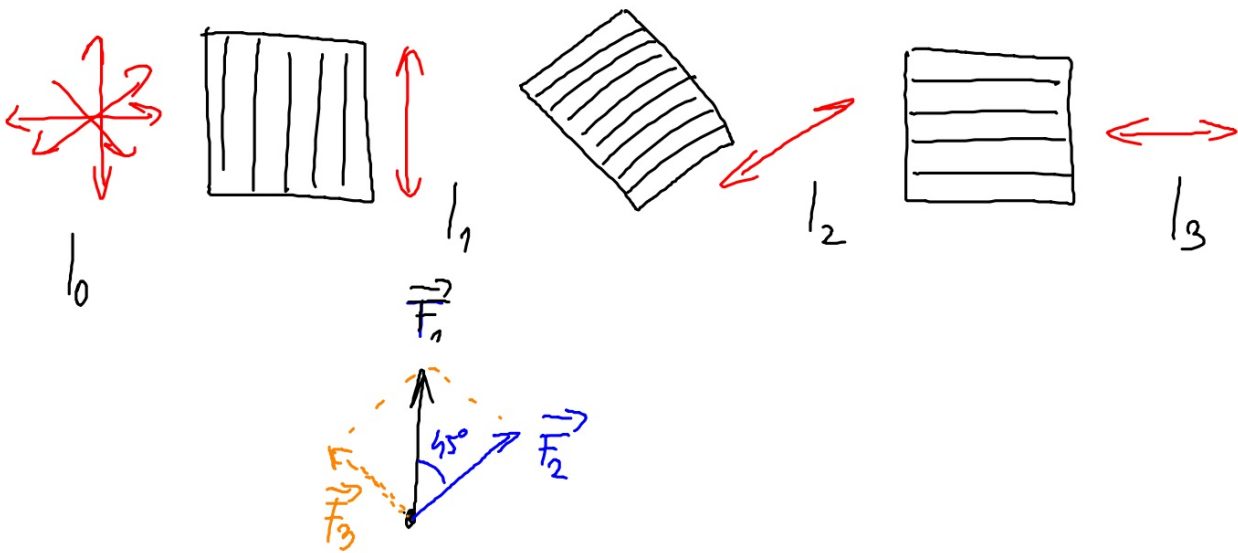
POLARIZATOR



„tma”

ANALYZATOR

extra :



Malus's law :  $l_1 = l_0 \cos^2 \varphi$

$$l_3 = l_2 \cos^2 45^\circ = \frac{1}{4} l_1$$

$$l_1 = l_0 \cdot \frac{1}{2}$$
$$l_2 = l_1 \cos^2 45^\circ = \frac{1}{2} l_1$$

3, dvojná lomem

typické pro ANIZOTROPNÍ MATERIÁLY  
(krytal)

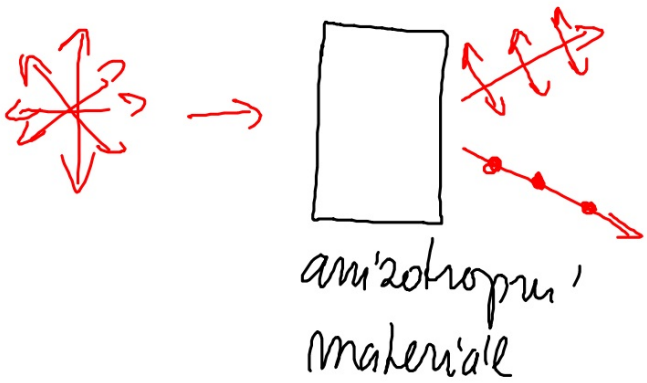
- tj. v různých směrech úroveň vlastností

VELIKOST RYCHLOSTI LOMU V MATERIÁLU

⇒ INDEX LOMU

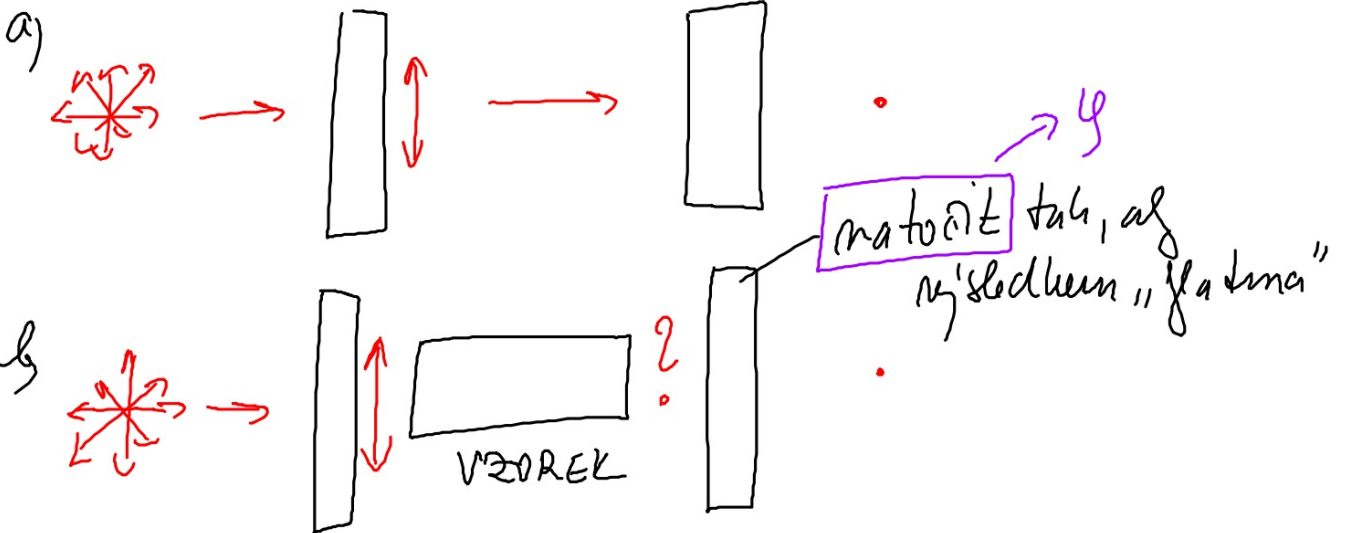
praxe: v různých směrech se mění látkové  $n$  ⇒

⇒ uvádí se 2 velikosti: RA'DNA'  
MIKOR'DNA'



# Polarizace světla v praxi

## 1) Zkoumání opt. aktivních látek



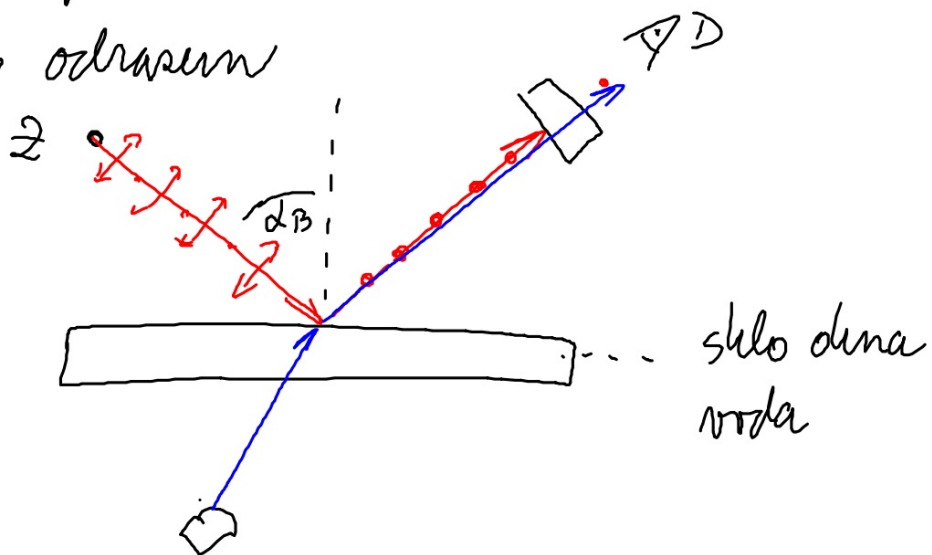
$\gamma$  = nominální polarizační  
úhel



## 2) Zabraňení odlesku

fotografie, film

polarizace odrazem



### 3, Završnačka na filmu

Pa'ber, pa' se "sedmi" a "rozetni"

se u p'nd'm prost'edu'

Současnost: prv'aci u post-produkci'

## 4) 3D kino

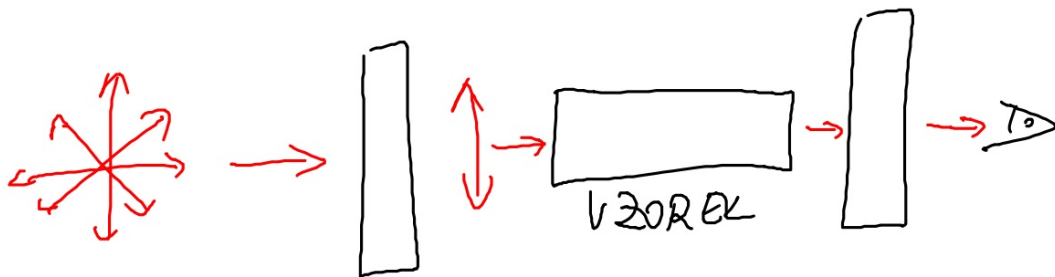
- o klasické - pomocí polarizačních filtrů a brýlí
  - natocení filmu na 2 KAMERY
  - postprodukce, ...
  - promítání: promítání s filtry otočenými o  $90^\circ$
  - divák má brýle s křížovým filtrem

- moderní - komunikace proměťací  
stroj - brýle

### 3) Fotoelasticitmetrie

( $\sim$  měření deformace světlem)

NEDESTRUKTIVNÍ METODA



vyhodnocení:  $\sim$  dvojí lom  
deformace  $\Rightarrow$  změna struktury  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  změna rozložení fází  $\times$  rozepětí  
(barva  $\sim$  důsledek interference světla)

6, LCD

# ЗОБРАЗОУА'НИ' ОПТ.

## СОУСТАУАНИ (ГЕОН. ОПТИКА)

За'кладни' прынцы

принцы:

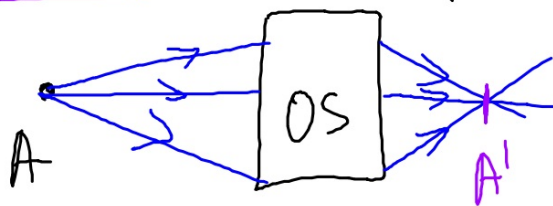
- прынцыпне' з'яем' метла
- прынцып неад'влош' чвора по'п'шк'и
- залон' одразн
- залон' лонн

Optická soustava - postupnost opt.  
prostředí, která mění směr chodu  
paprsků

metoda: VZOR  $\xrightarrow{\text{opt.}} \text{OBRAZ}$   
(předmět) obrazem

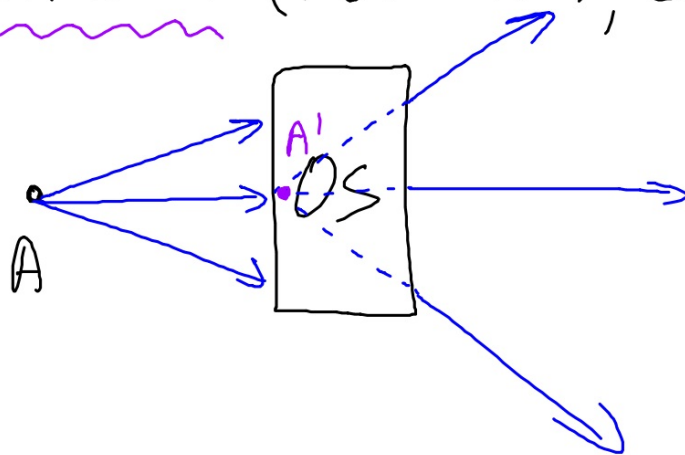
2 základní typy obrazů:

- SKUTEČNÝ (REÁLNÝ, promítaný)





- NESKUTEČNÝ (NEREALNÝ, ZDAŤLIVÝ)

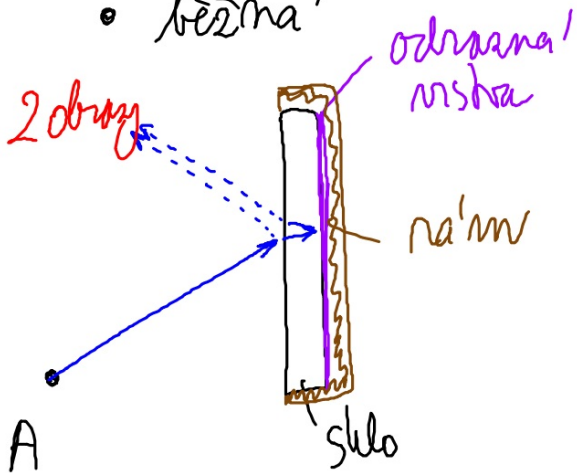


# Zrcadla

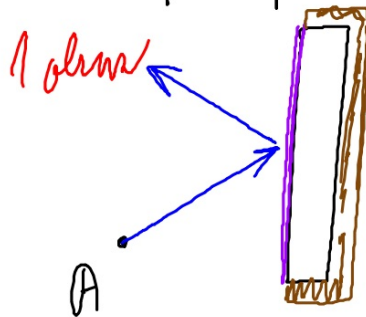
dělení:

1) dle konstrukce

- běžná



- profesionální (fotoaparát, kamera, ...)



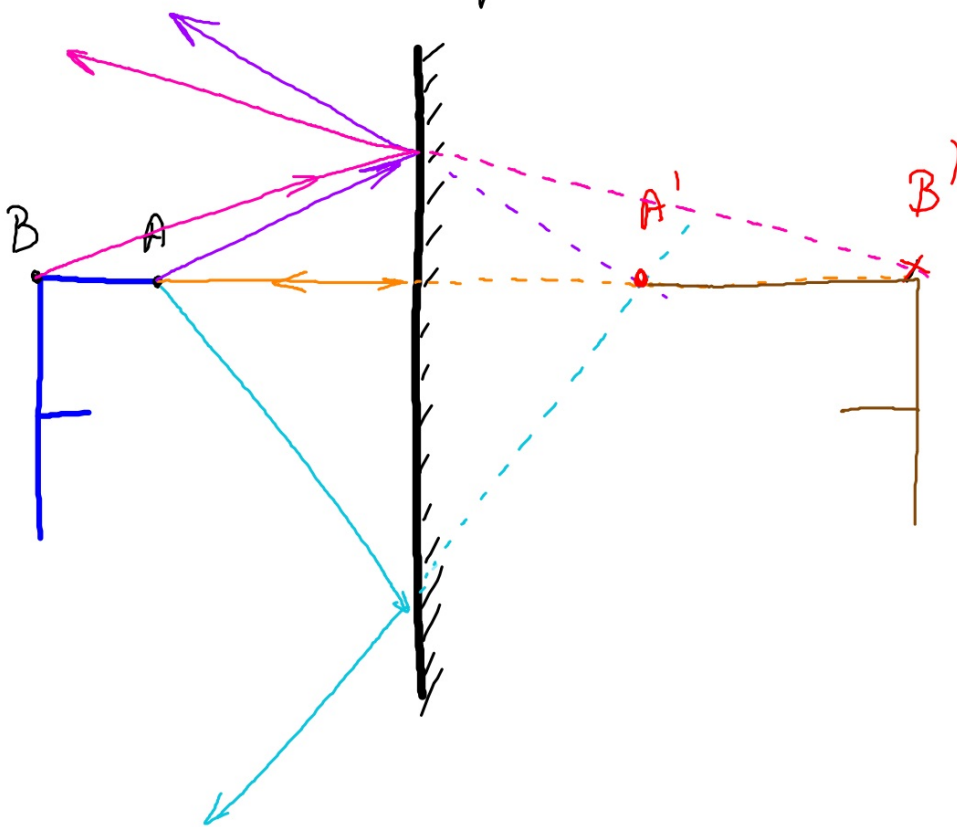
2) dle tvaru

◦ rovinná'

◦ kulová'  $\left\{ \begin{array}{l} \text{druhá}' \\ \text{vypuklá}' \end{array} \right.$  --- jednodušší' ma  
výpočet; mají' rody

◦ parabolická'  $\left\{ \begin{array}{l} \text{druhá}' \\ \text{vypuklá}' \end{array} \right.$  --- složitější' ma výpočet;  
bez rodu

# Zobrazení rovinným zrcadlem



plastuosti obradu;

- Odaml'eny'
- stejne vysoty jaku nor
- stejne daleko od zrcadla jaku nor
- nepri'meny'
- stranove p'evra'eny'

[ ROVINNA' SOUTERNOST

## Konvence znamének

- 1) Paprsky OS jde od ZLEVA DOPRAVA.
- 2) Ohnisková vzdálenost: od OHNISKÁ K optickému  
prostoru:
  - pro směr úvodu paprsku ...  $f > 0$
  - proti ...  $f < 0$
- 3,  $y$  ... výška předmětu;  $y > 0$  ... NAD OPT. OSOU  
 $y'$  ... výška obrazu;
  - $y' > 0 \Leftrightarrow$  NAD OSOU (PŘÍMÝ, VZPŘÍMÝ)
  - $y' < 0 \Leftrightarrow$  POD OSOU (PŘEVRAĆENÝ)

↳  $a$  ... vzdálenost předmětu od opt. prvku  
 $a > 0 \Leftrightarrow$  předmět PŘED opt. prvkem (VZDŠ)

$a'$  ... vzdálenost obrazu od opt. prvku

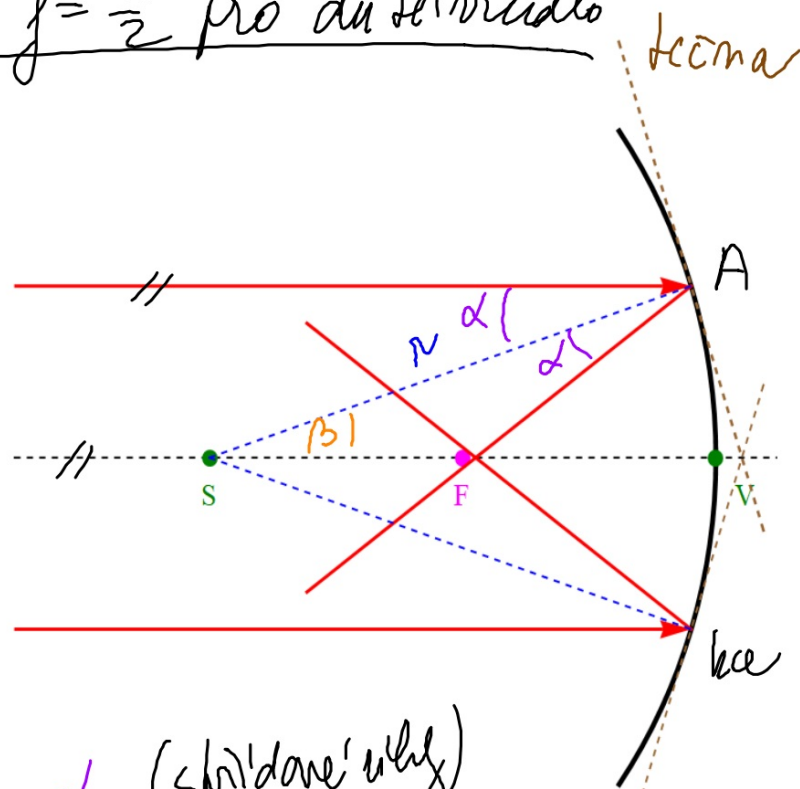
•  $a' > 0 \Leftrightarrow$  obraz vzniká, kde bych očekával

↳ SKUTEČNÝ OBRAZ

•  $a' < 0 \Leftrightarrow$  n opačným směrem

↳ ZDAŘILÝ OBRAZ

Доказ:  $f = \frac{R}{2}$  про ду телорудло



$\beta = \alpha$  (шкірдане' убілы)

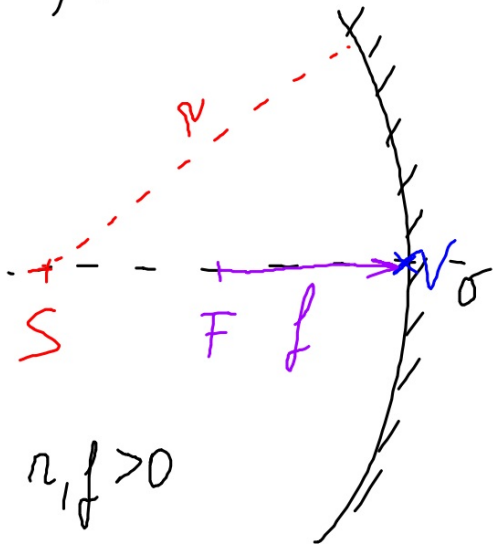
$\Delta SFA$  җе  $ROVNOBREMENN'$   $\Rightarrow |SF| = |FA|$   $\Uparrow$   
 минимум' п'і'пад  $\text{pro } \alpha \rightarrow 0 \Rightarrow |SF| = |FA| \wedge |SF| + |FA| = R$

$$f = \frac{R}{2}$$

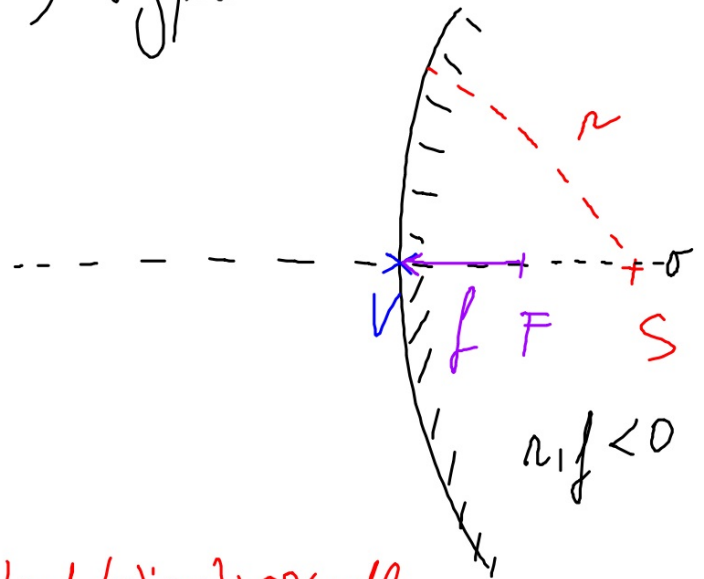


# Kulova' orcadla

a) duta'



b) vyvukle'



$\sigma$  - opt. osa  
V - vrchol orcadla

S - stred krivosti orcadla  
F - ohnisko;  $f = \frac{R}{2}$

Wzrost  $f = \frac{R}{2}$  płaski powrót w ten.

PARAXIALNYM PROSTORU :

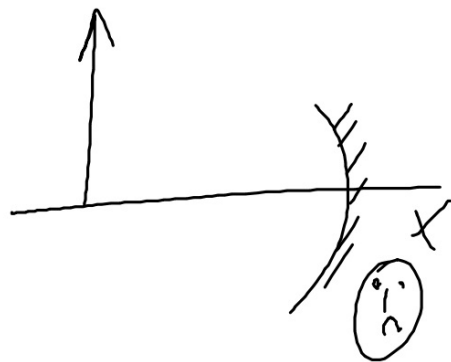
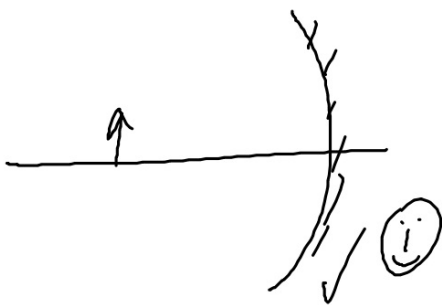
prostor, kde při optickém zobrazení  
nemají radi; blízko opt osy

○ admissi na malic přenosy

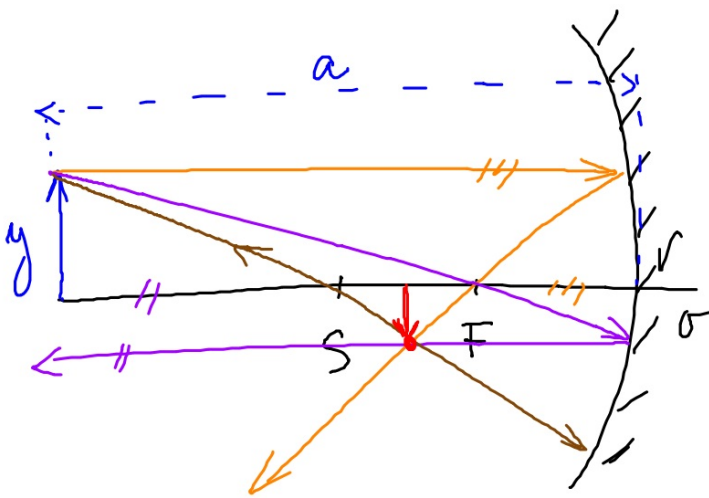
## Zobrazení kulovým zrcadlem

vzniká 3 různá reálná paprsky, které:

- se chová podle zákona odrazu
- se odrážejí od zrcadla do směrů symetrie



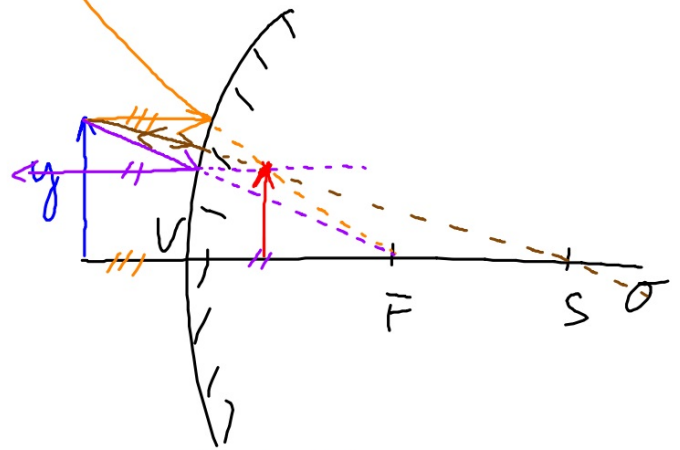
a) duté!



OBRAZ:

- PŘEVRAŤENÝ
  - SKUTEČNÝ
  - ZMENŠENÝ
- } ZDE 0,00  
} 2a'n's' na a

b) vypuklé!



OBRAZ:

- PŘÍMÝ
  - ZDAŇLIVÝ
  - ZMENŠENÝ
- } U  
} Z  
} D  
} y

3 „VIP“ papísky:

1,  $\rho \parallel \sigma$ ;  $F \in \rho'$

2,  $F \in \rho$ ;  $\rho' \parallel \sigma$

3,  $S \in \rho$ ; po odrazu s  $\sigma$  a  $\rho'$  po tezi přímce

## Ponzi:

- ma'klarmu' arca'thuo ORL - dute'
- arubni' - dute' (ale i norinne')
- wri'zraty - nyppukla' (≡ PRI'KUS' OBRAZ)
- dalekohlec - dute' (≡ SKUTEČNĀ' OBRAZ)
- toaledni' - dute'
- apedne' arca'tho cest - nyppukle'
- polladny supermarket - nyppukle'

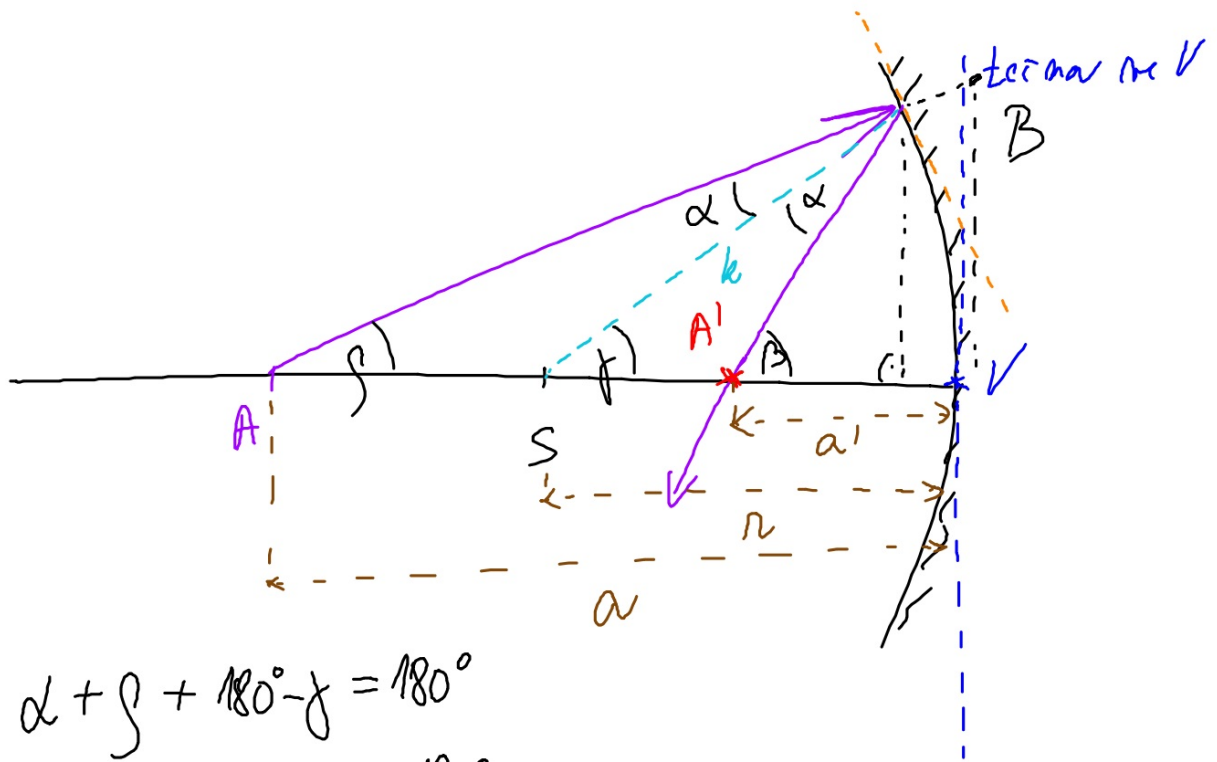
- reflektory aut - dute!

## Zobrazovací

odvorem! pro speciální polohu předmětu,  
přičemž se budou dobře počítat ulky

pro paraxiální prostor platí:

pro malé ulky:  $x \approx \lg x$ ;  $[x] = \text{rad}$



$$\alpha + \gamma + 180^\circ - \gamma = 180^\circ$$

$$\alpha + \gamma + 180^\circ - \beta = 180^\circ$$

$$\begin{array}{r} \alpha + \gamma - \gamma = 0 \quad /(-1) \\ \alpha + \gamma - \beta = 0 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} \alpha + \gamma - \gamma = 0 \\ \alpha + \gamma - \beta = 0 \end{array}} \right\} \oplus$$

$$2\gamma - \beta = 0 \quad (1)$$



$$\operatorname{tg} \delta = \frac{|VB|}{a} \doteq \delta$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{|VB|}{r} \doteq \beta$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{|VB|}{a'} \doteq \alpha$$

dosadiť do (1):  $2 \frac{|VB|}{r} - \frac{|VB|}{a} - \frac{|VB|}{a'} = 0 \quad /: |VB|$

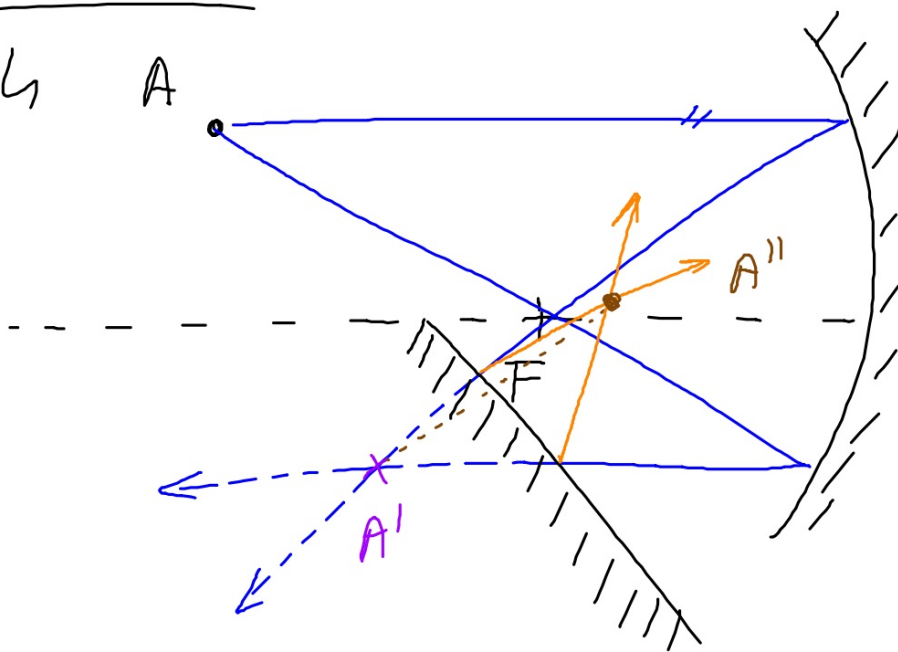
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$$

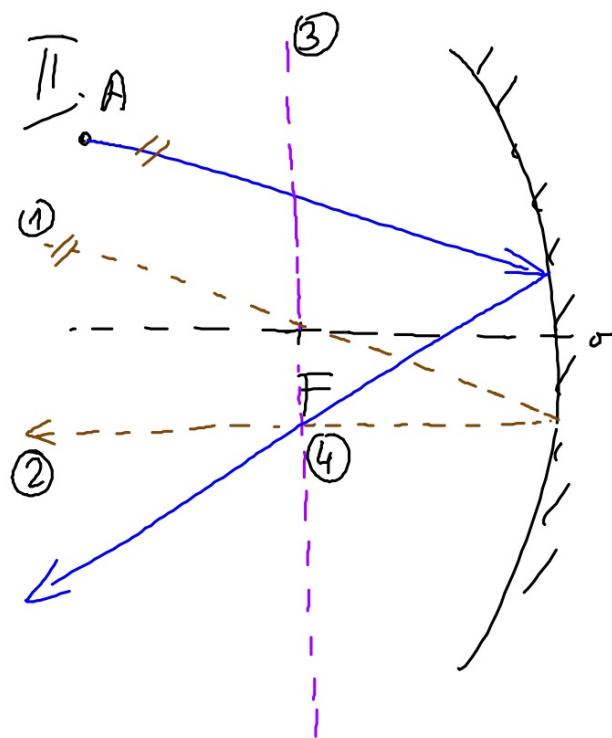
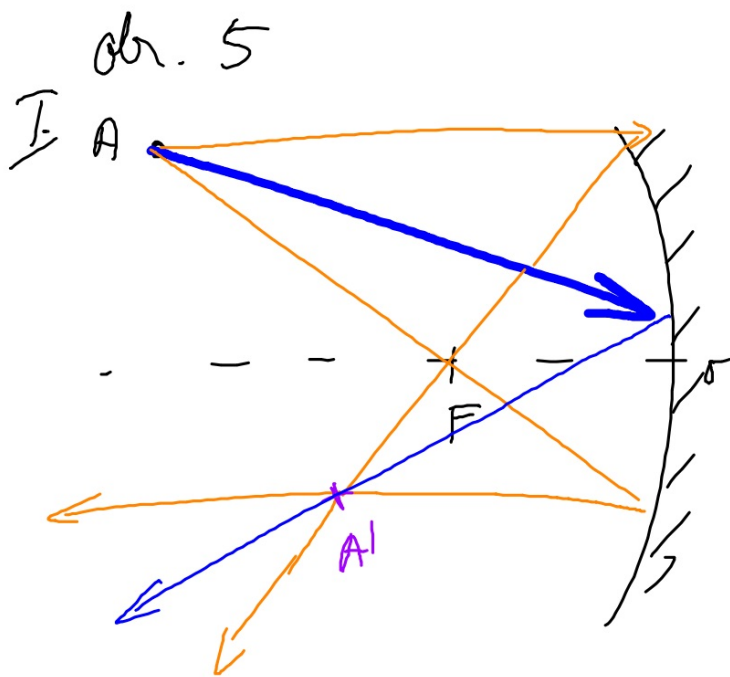
ZOBRAZOVACÍ  
RCE

PRACOVNÍ LIST

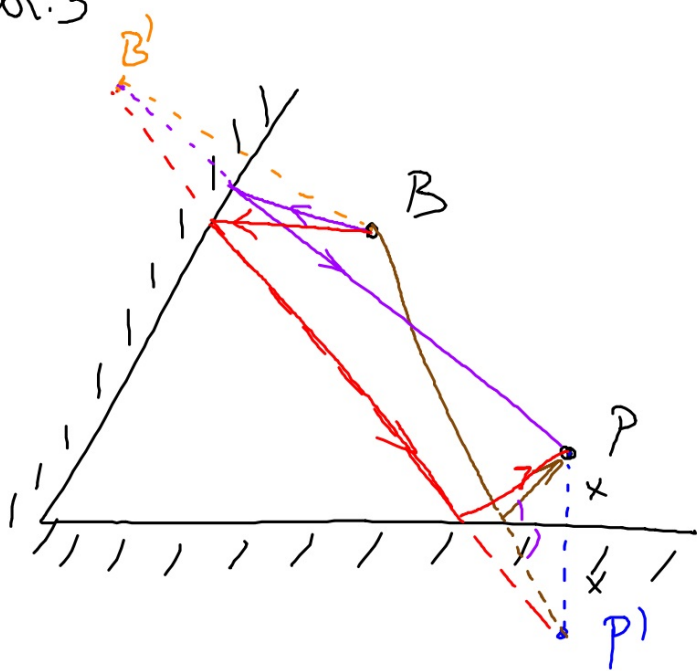
obr. 4 A



A''  
SKUTEČNÝ!



obr. 3



## Pričemei zvětšeni'

$$\underline{z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} \quad [z] = 1}$$

$|z| > 1 \Rightarrow$  zvětšující obraz

$|z| = 1 \Rightarrow$  obraz stejné výsoty jako vor

$|z| \in (0, 1) \Rightarrow$  zmenšující obraz

$z > 0 \Rightarrow$  přímý obraz

$z < 0 \Rightarrow$  převrácený obraz

# Čočky

## o Spojky

- lze vytvořit SKUTEČNÝ  
OBRAZ
- lze vytvořit ZVĚTŠENÝ  
OBRAZ
- nejmenší je UPRŮSTŘED
- $f > 0$

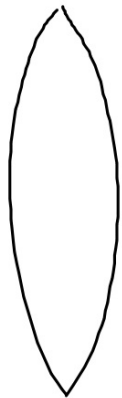
## o rozptyly

- vytvoří ponale  
ZMĚNŠENÝ OBRAZ
- vytvoří ponale  
ZMĚNŠENÝ OBRAZ
- nejmenší má OKRAŠI
- $f < 0$

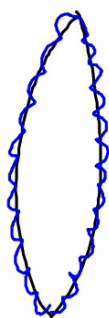
ruzne' dravy (dvojny pulka', ploshoduta', ...)
   
 - pri stepne' f mozi' Ruzne' vady
  
 ( $\sim n$ )

## Fresnelova corba

Misto

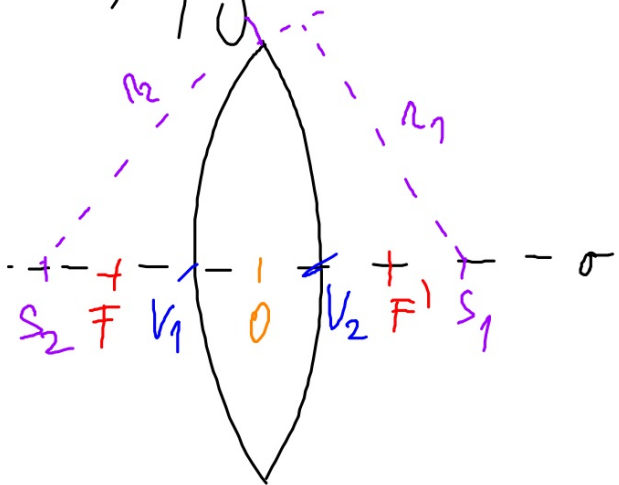


si vidomel, ze duleziti' je pen
   
 "dvoj"  $\Rightarrow$  "vydlaba'ni' mitku"



# Parametry čoček

a) Spojka

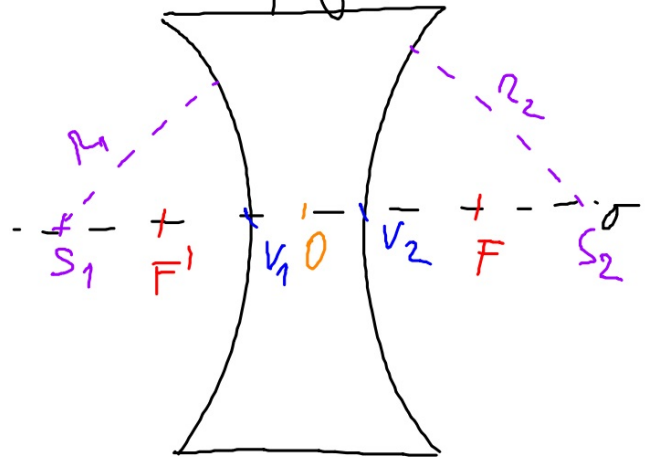


$\sigma$  - opt. osa

$V_{1,2}$  - vrcholy opt. plochy

$F$  - predmetná ohnisková  
 $F'$  - obrazová ohnisková

b) rozptyľka



$S_{1,2}$  - stred hraničnej opt. plochy

$O$  - stred čočky

lenka čočka:  $V_1 \doteq O \doteq V_2$

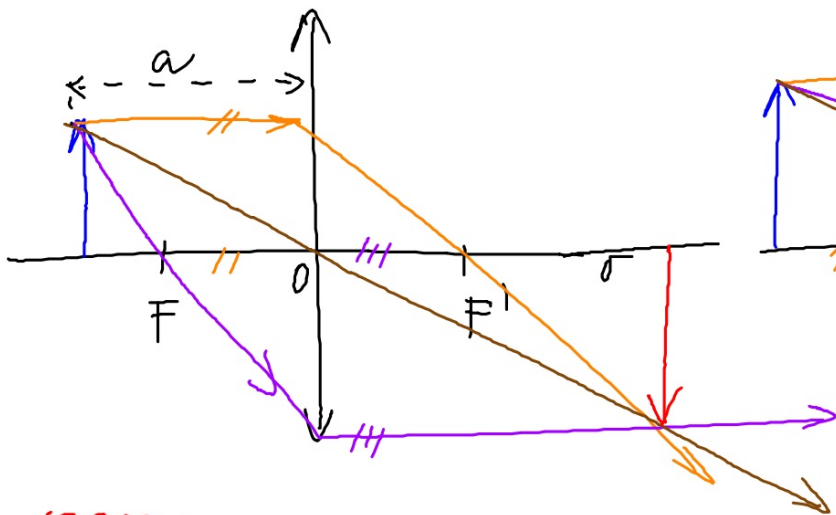


## Zobrazení carbon

využití se v rámci fyziky:

- splnění zákonů
- ním, do jakých směrů se po průchodu carbon látkou

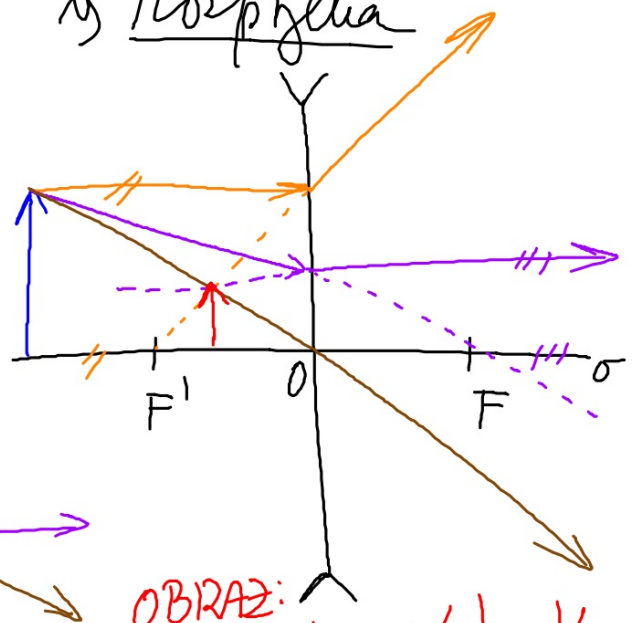
a) Spojka



OBRAZ:

- SKUTEČNÝ
  - PŘEVRAŤENÝ
  - ZVĚTŠENÝ
- } ZDE!  
} odměřeno  
} a

b) Rozptylka

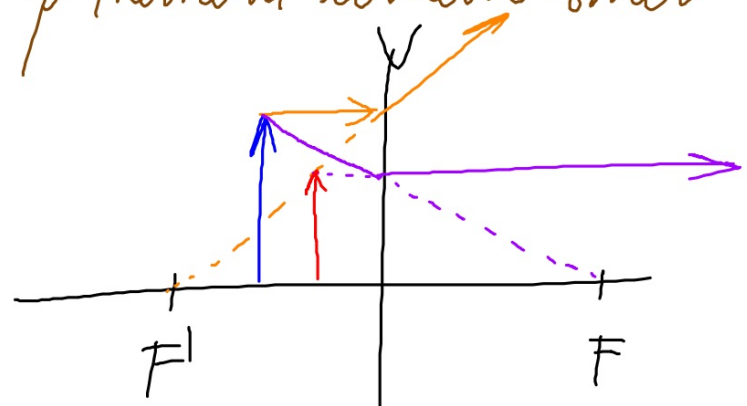


OBRAZ:

- ZDANLIVÝ
  - PŘÍMÝ
  - ZMENŠENÝ
- }  $\frac{v}{z}$   
}  $\frac{D}{D}$   
}  $\frac{1}{4}$

### 3 yamāmei papishy

- 1)  $\phi \parallel \sigma$ ;  $F' \in \rho'$
- 2)  $F \in \rho$ ;  $\rho' \parallel \sigma$
- 3)  $O \in \rho$ ;  $\rho'$  nermōni' lornem smēr



abrazhēni' re, aretīchi' - palom arcadel

## Vady čoček

• princíp nie je než n. zradel,  
pretože:

• zradla - zobrazujú' odrazom

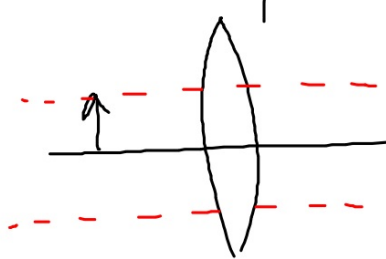
• čočky - zobrazujú' lomom ⇒

⇒ n nie monochromatického  
sredla nastáva' i' DISPERZIE

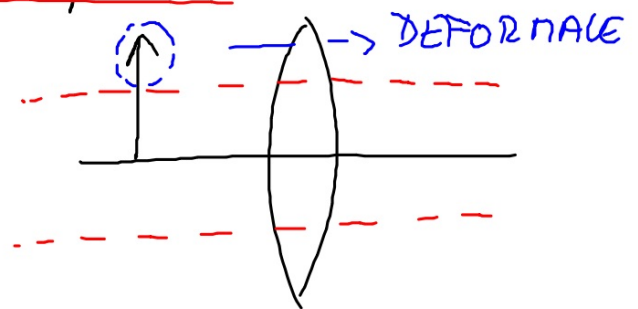
Qal'uludlu'.

o OTVORONA' - vumika' pri' zobrazenii'

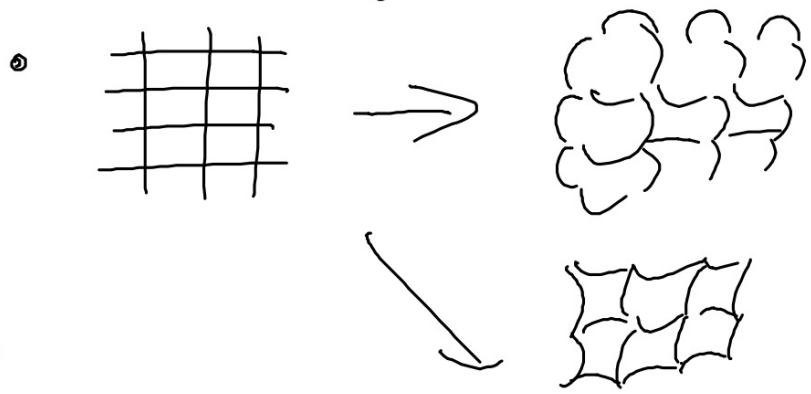
minimo paraxialnii' prostor



na'prava: CLONA



- ZKLEPITI OBRAZU - da'na ni'zman  
kamaroshi' cōly n' ni'zuy'ch' ni'stech



• BARVENÁ VĚDA — dálna disperze

bílého světla  $\Rightarrow$  různé složky se

lámou různě a každá z nich

jde sít „světelné“

páry: dříve zabarvení kolem obrazu  
malých předmětů

koučka VŠECH VĚD: MULTIPLY — měření  
všechno se sebou

## Optická mohutnost čočky

$$y = \frac{1}{f} ; [y] = \text{m}^{-1} = \text{D} \text{ (dioptrie)}$$

2 ŽENKÉ ŌŌŌK BLIŽKO U SEBE  
(oko + brýle, čočka dalekozraký, ...) s optickými  
mohutnostmi  $y_1$  a  $y_2$  platí:

$$\underline{y = y_1 + y_2}$$



# Oko

- orgán zraku
- člověk vidí obem + muskem
- pravý orgán  $\Rightarrow$  prostorová orientace

## vláskuvost:

- největší amplituda směru chodu paprsků: vedlech - rohovka
- na dalších rozhraních jsou amplitudy menší ( $\Leftarrow$  indexy lomu jsou podobné)
- $f = 1,6 \text{ cm} \Rightarrow \varphi = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-2}} \text{ D} = 60 \text{ D}$   
 $\Rightarrow$  čočky byly: drobná čočka ( $\varphi_B \sim 1 \text{ D}$ )

ostaj  
- (obraz) to idea'lnohm p[ri] pad[er]i razm[er]ka'  
na s[er]vici:

1, 2 „VIP” body:

• ELITA' SKURNA — mejn[er] 30' koncentraci  
kome[nt]u; a m[er]ke, k[od]e s[er]vici'  
m[er]k[er]a' op[er]t. osa' d[er]z[er]

• SLEPA' SKURNA — bez u[pr]avlj[er]k[er]h kome[nt]u;  
s[er]viciem' o[br]m[er]u n[er]v[er]

2) svetločutilne' brniz

- МСММЧ - detekcijski gas  
- černo-bile' videna'

- ČI'PKY - detekcijski brniz  
- 3 druzki: R, G, B

(procentualna' zastopenost 3 druzki o'plini ~ opt.  
sistema fotoaparata, kamer)

# LP: Vzdálenost bodů na síťnici olo

Určete nezápornou vzdálenost bodů na síťnici olo.

"teorie"

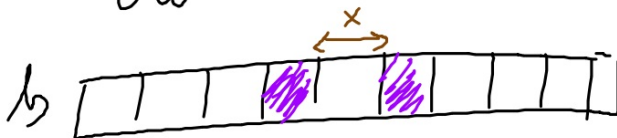


bodů síťnice

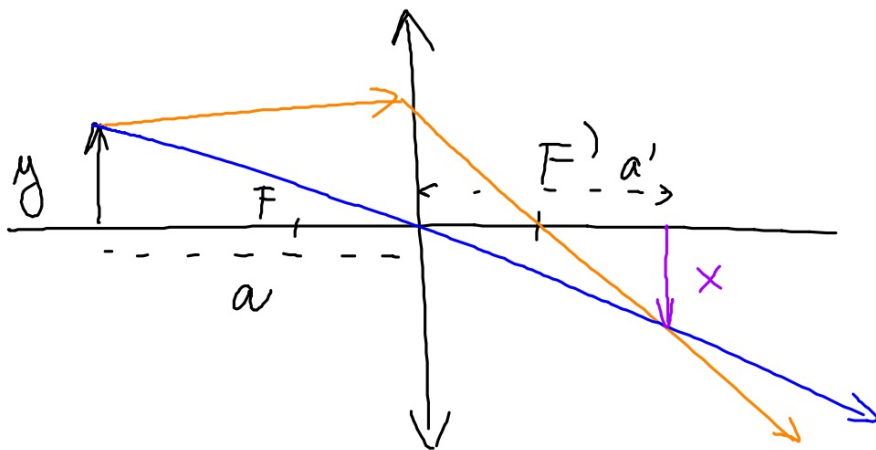


okolo vzdálenosti 1 BOD

/// největší možná vzdálenost bodů



okolo vzdálenosti 2 BOD



$f = 1,6 \text{ cm}$   
 $a, y$  - заданы

$$a \gg f \Rightarrow a' \approx f$$

( $a \sim 1 \text{ m}$ )

подолност приближений:  
 (или обозначение)

$$\frac{x}{y} = \frac{f}{a}$$

$$x = \frac{yf}{a} (\sim 10 \mu\text{m})$$

## Optické vlastnosti

oko ková "paply" po správné  
odrození:

- POLOHA OKA + HLAVY — obzvláště  
namíhá se žluté skvrně
- ADAPTACE — stávkování x nastávkování  
duhový (⇒ změna průměru zornice)

• AKOMODACE - změna  $y$  čočky

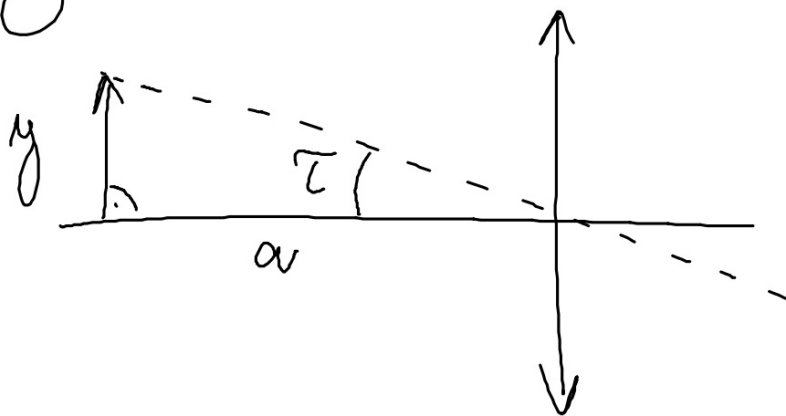
2 body, na které oko ostří:

• VĚDALEŠÍ BOD - největší vzdálenost, na které oko dokáže ostřit; OK oko:  $\infty$   
věk  $\uparrow \Rightarrow$  vzdálenost  $\downarrow$       ROZPTÝLKA

• BLÍŽKÝ BOD - nejmenší vzdálenost, na které oko dokáže ostřit, ANIŽ SE VYRAZÍ NA MÁMKA!  
OK oko: 25 cm  
věk  $\uparrow \Rightarrow$  vzdálenost  $\uparrow$       SPOJKA



szög'ükel:



$$\operatorname{tg} \tau = \frac{y}{a}$$