



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

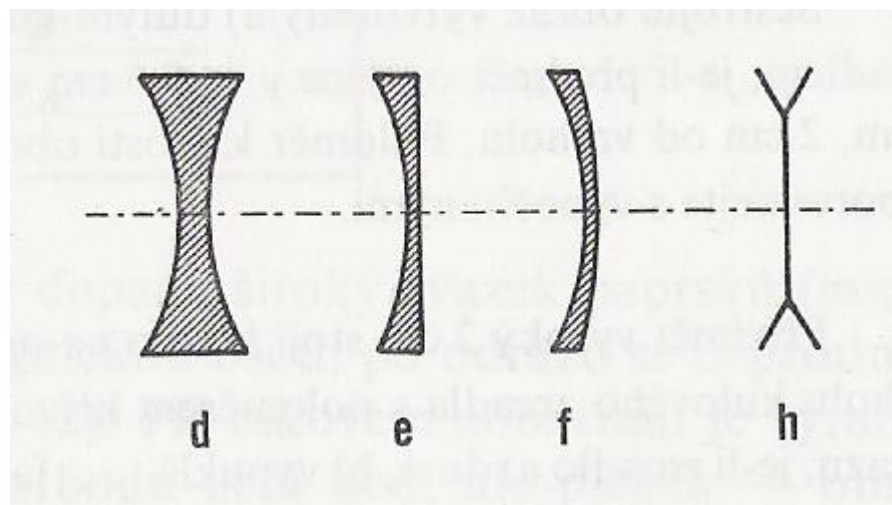
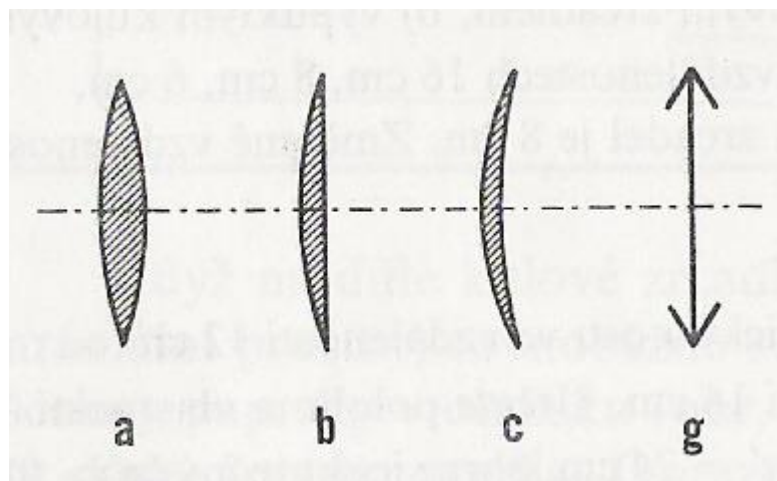
# OTTO WICHTERLE A ČOČKY

Materiál je součástí projektu „Světová výročí UNESCO jako prostředek k posílení gramotností středoškolské mládeže“ a je prostřednictvím „Programu na podporu činnosti nestátních neziskových organizací působících v oblasti předškolního, základního, středního a základního uměleckého vzdělávání v roce 2013“ spolufinancován MŠMT.

**Čočky** jsou průhledná stejnorodá tělesa, ohraničená dvěma kulovými nebo kulovou a rovinou optickou plochou.

V obvyklém případě, kdy index lomu  $n_2$  látky, z níž je čočka vyrobena (obvykle sklo), je větší než index lomu  $n_1$  okolního prostředí (většinou vzduchu), platí: **spojné čočky (spojky)** jsou uprostřed nejtlustší **rozptylné čočky (rozptylky)** nejtenčí.

Při zobrazení čočkou se využívá **lomu světla** na dvou optických rozhraních.



- a) dvojvypuklá   b) ploskovypuklá   c) dutovypuklá   g) značka spojky  
d) dvojdutá   e) ploskodutá   f) vypuklodutá   h) značka rozptylky

Spojky – mění rovnoběžný svazek paprsků ve svazek sbíhavý, jsou nejtlustší uprostřed

Rozptylky – mění rovnoběžný svazek paprsků ve svazek rozbíhavý, jsou uprostřed nejtenčí

Rozhodněte které čočky můžeme označit jako spojky a které jsou rozptylkami.

Pokuste se také přiřadit jednotlivým čočkám správné označení:

**dvojduťá**

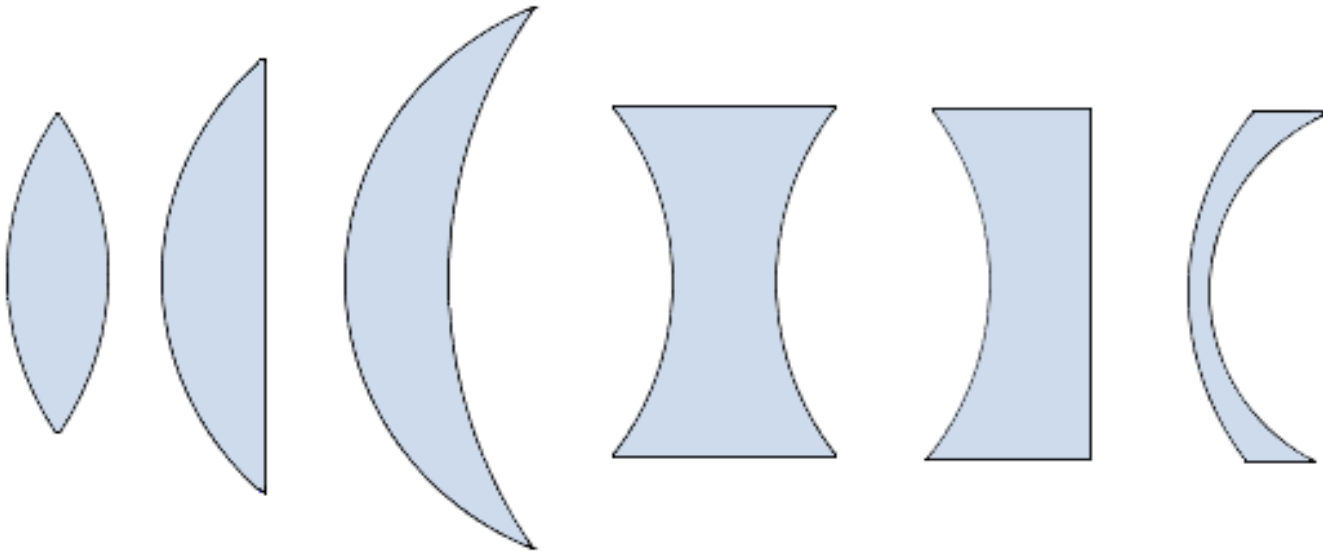
**vypukloduťá**

**ploskovypuklá**

**dvojvypuklá**

**ploskoduťá**

**duťovypuklá**



## Důležité pojmy:

středů optických ploch čočky -  $C_1$ ,  $C_2$  (střed rovinné plochy je v nekonečnu)

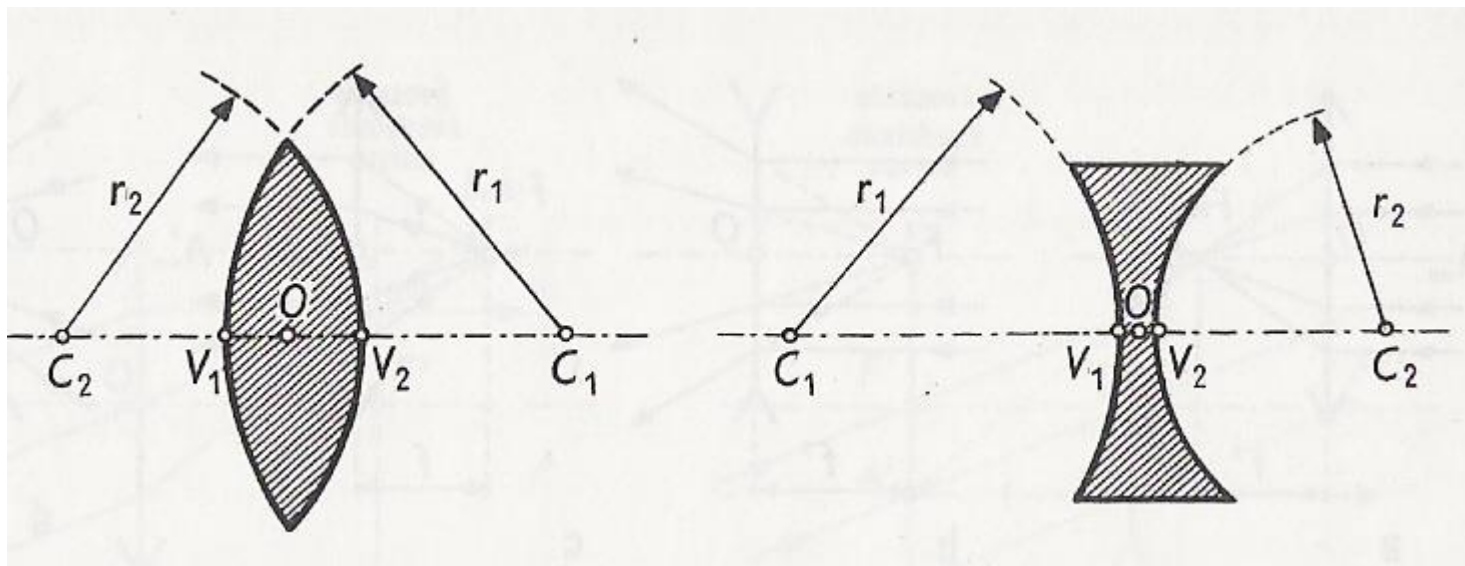
poloměry křivosti optických ploch -  $r_1$ ,  $r_2$

optická osa čočky – přímka procházející středy optických ploch

vrcholy čočky –  $V_1$ ,  $V_2$ , průsečíky optické osy

tloušťka čočky – vzdálenost  $V_1V_2$

Optický střed čočky –  $O$ , střed úsečky  $V_1V_2$



Omezíme se na tenké čočky se zanedbatelnou tloušťkou, body  $V_1$ ,  $V_2$  a  $O$  jsou totožné.

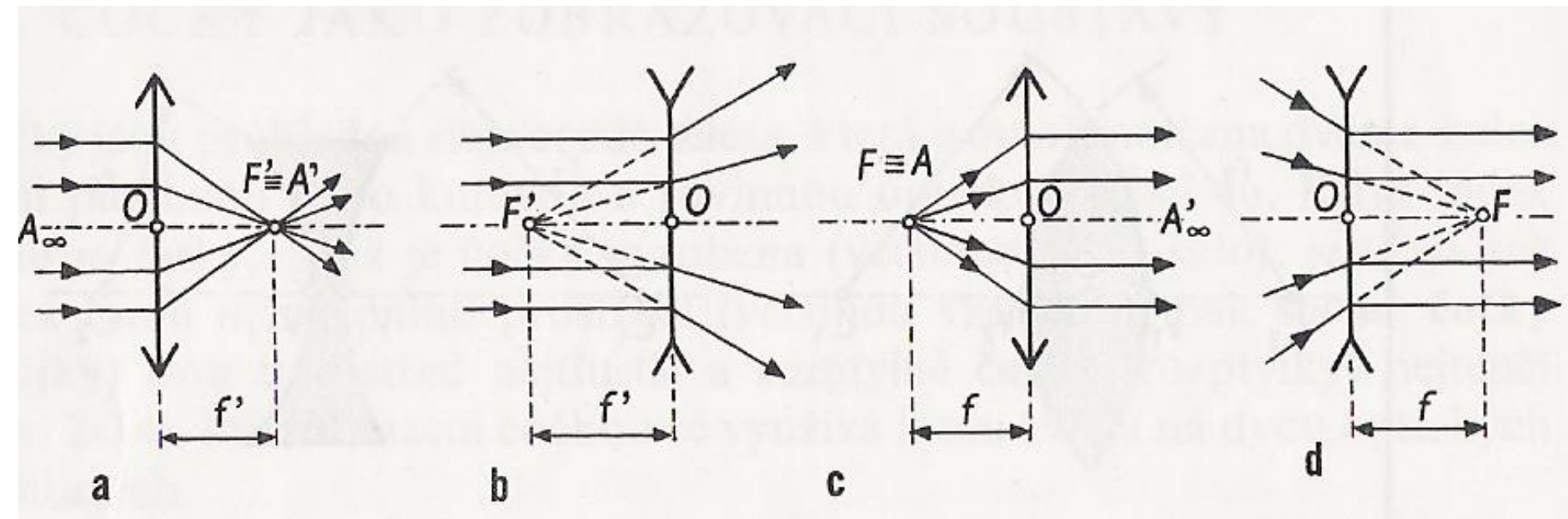
Lom paraxiálních paprsků :

- a) skutečné obrazové ohnisko spojky  $F'$
- b) neskutečné obrazové ohnisko rozptylky  $F'$
- c) skutečné předmětové ohnisko spojky  $F$
- d) neskutečné předmětové ohnisko rozptylky  $F$

$f$  ... předmětová ohnisková vzdálenost

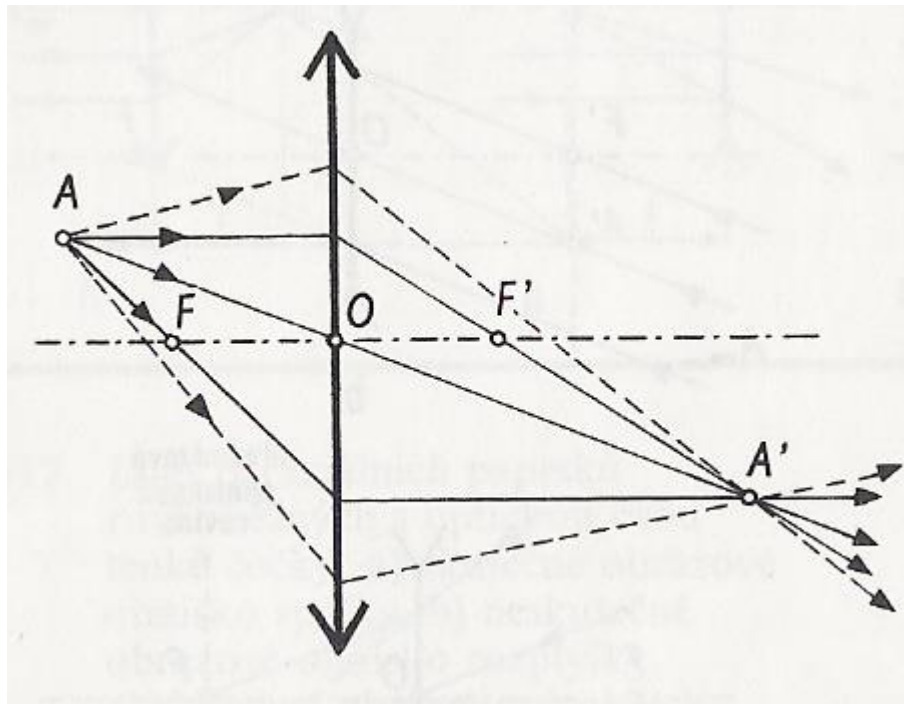
$f'$  ... obrazová ohnisková vzdálenost

optické prostředí stejné před i za čočkou ....  $f' = f$

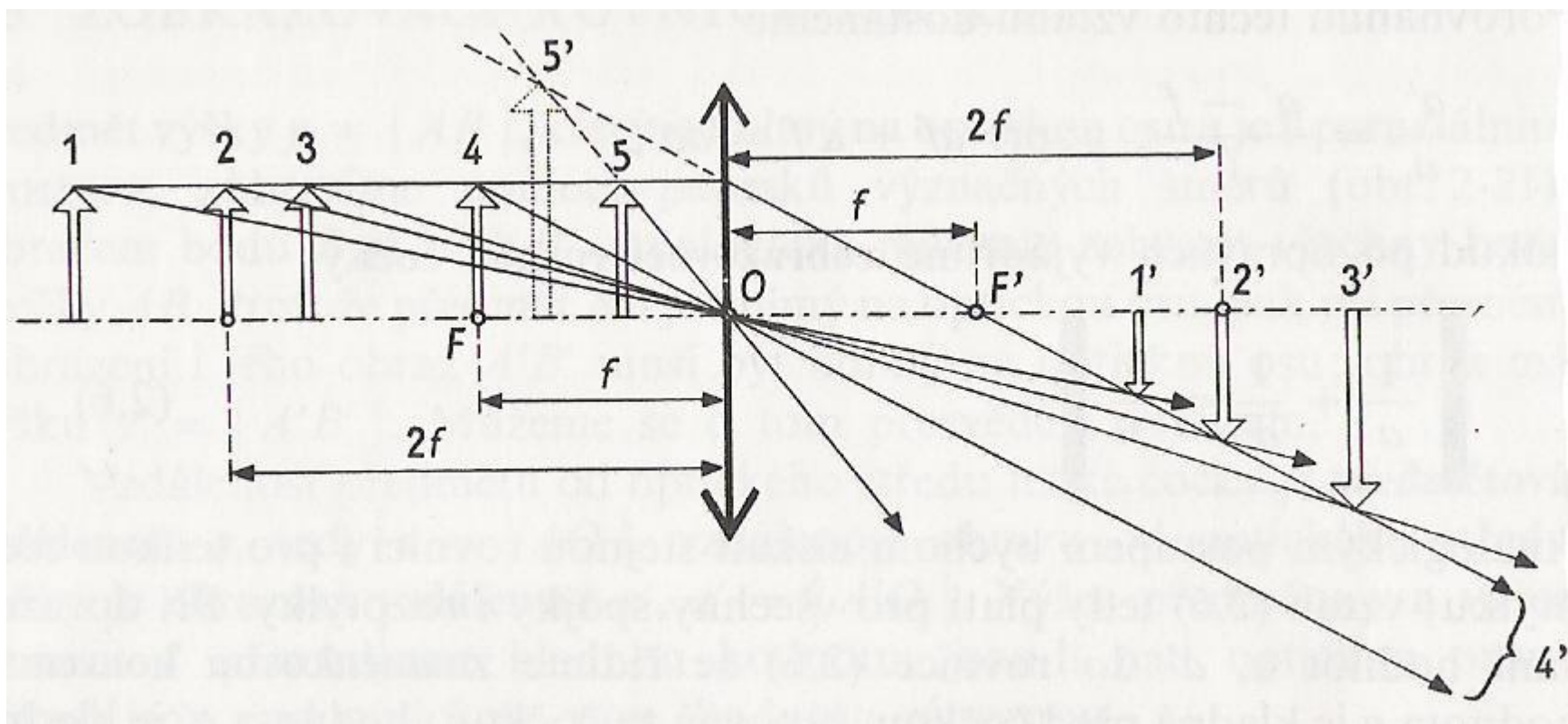


Zobrazení bodového předmětu tenkou spojkou :

- Při optickém zobrazení používáme pro konstrukci obrazu 3 význačné paprsky :
- Paprsek procházející optickým středem čočky se neláme
- Paprsek dopadající rovnoběžně s optickou osou na čočku se láme do ohniska  $F'$
- Paprsek procházející bodem  $F$  se láme rovnoběžně s optickou osou

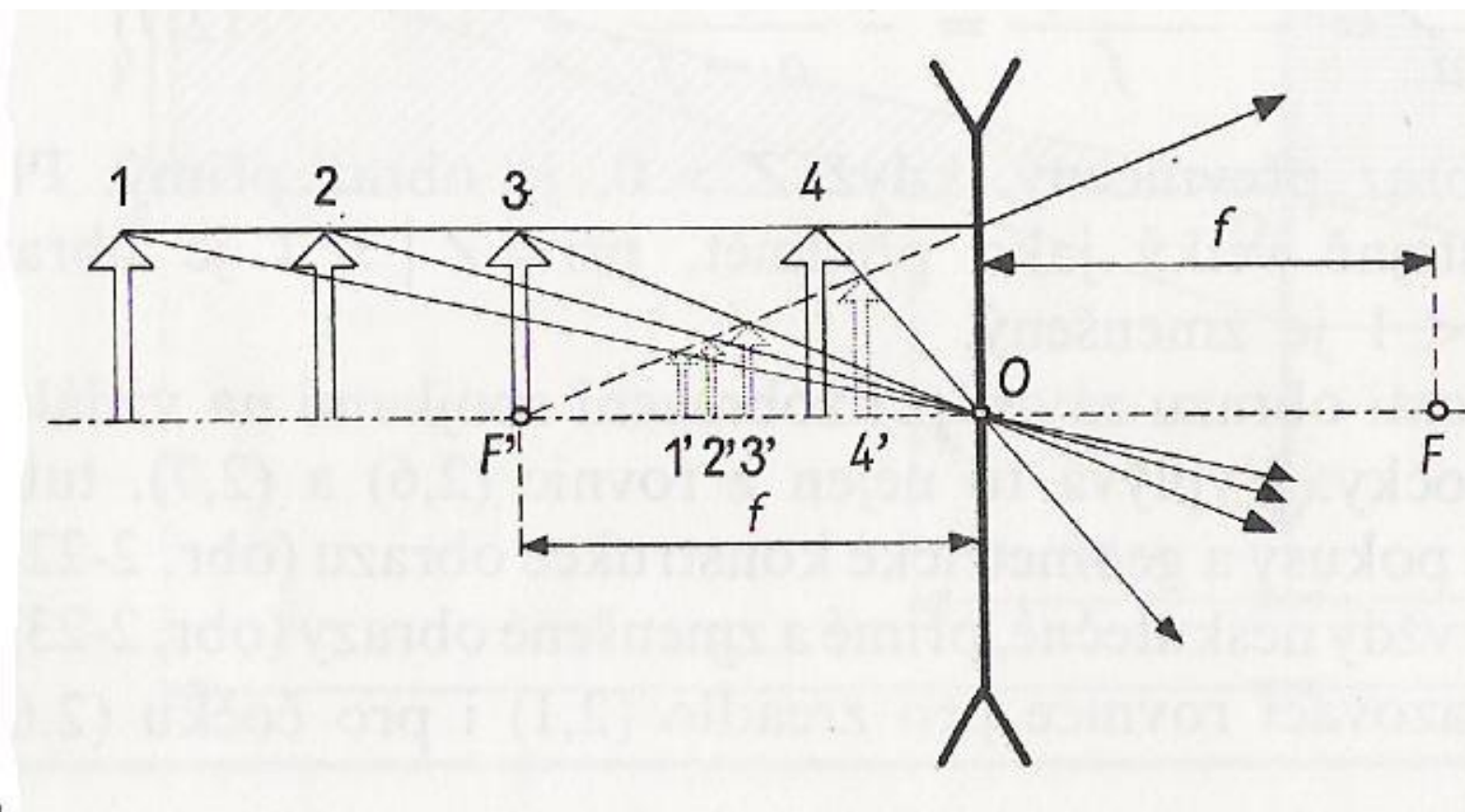


# Zobrazení předmětu spojkou

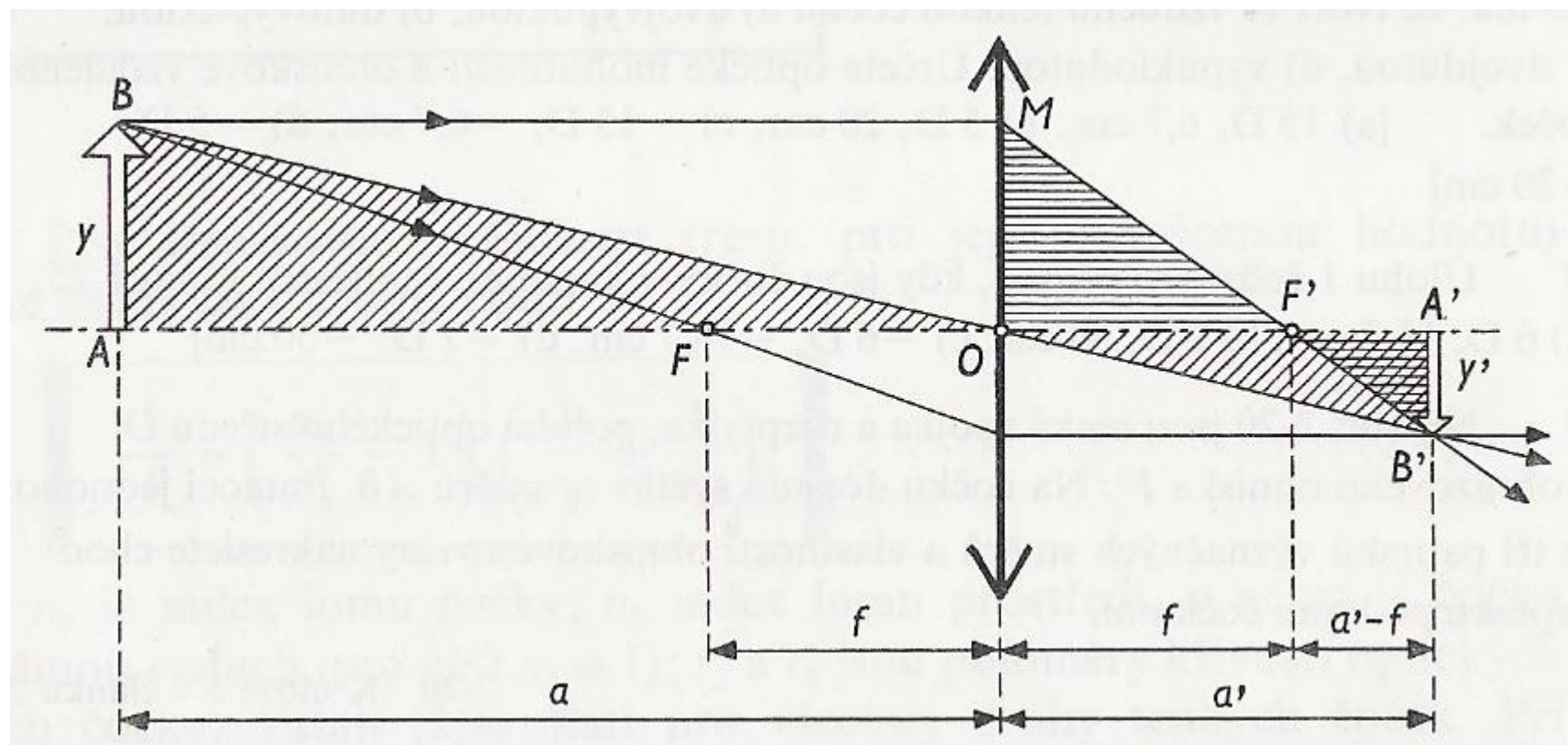




# Zobrazení předmětu rozptylkou



# Zobrazovací rovnice tenké čočky



# Optická mohutnost

$\varphi$  ... optická mohutnost  
 $f$  ... ohnisková vzdálenost  
jednotka :  $\text{m}^{-1} = \text{D}$  (dioptrie)

$$\varphi = \frac{1}{f}$$

$n_2$  ... index lomu čočky  
 $n_1$  ... index lomu prostředí  
 $r_1, r_2$  ... poloměry křivosti optických ploch

$$\frac{1}{f} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

## Zobrazovací rovnice

$a$  ... předmětová vzdálenost  
 $a'$  ... obrazová vzdálenost  
 $f$  ... ohnisková vzdálenost

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

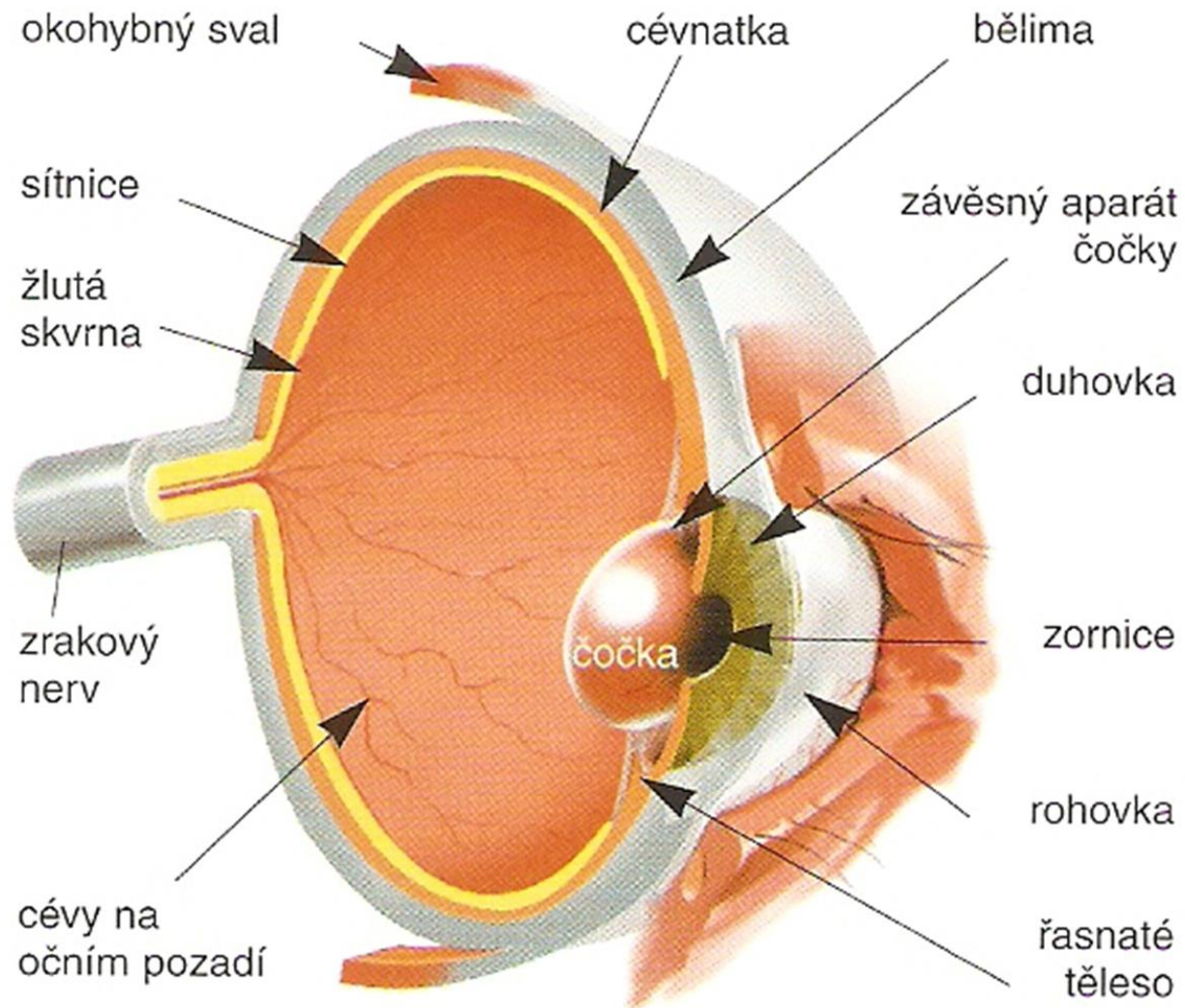
## Znaménková konvence

$r_1, r_2 > 0$  kulové plochy vypuklé  
 $\varphi > 0$  ... spojky  
 $a > 0$  ... před čočkou  
 $a' < 0$  ... před čočkou

$r_1, r_2 < 0$  kulové plochy duté  
 $\varphi < 0$  ... rozptylky  
 $a' > 0$  ... za čočkou  
 $a < 0$  ... za čočkou

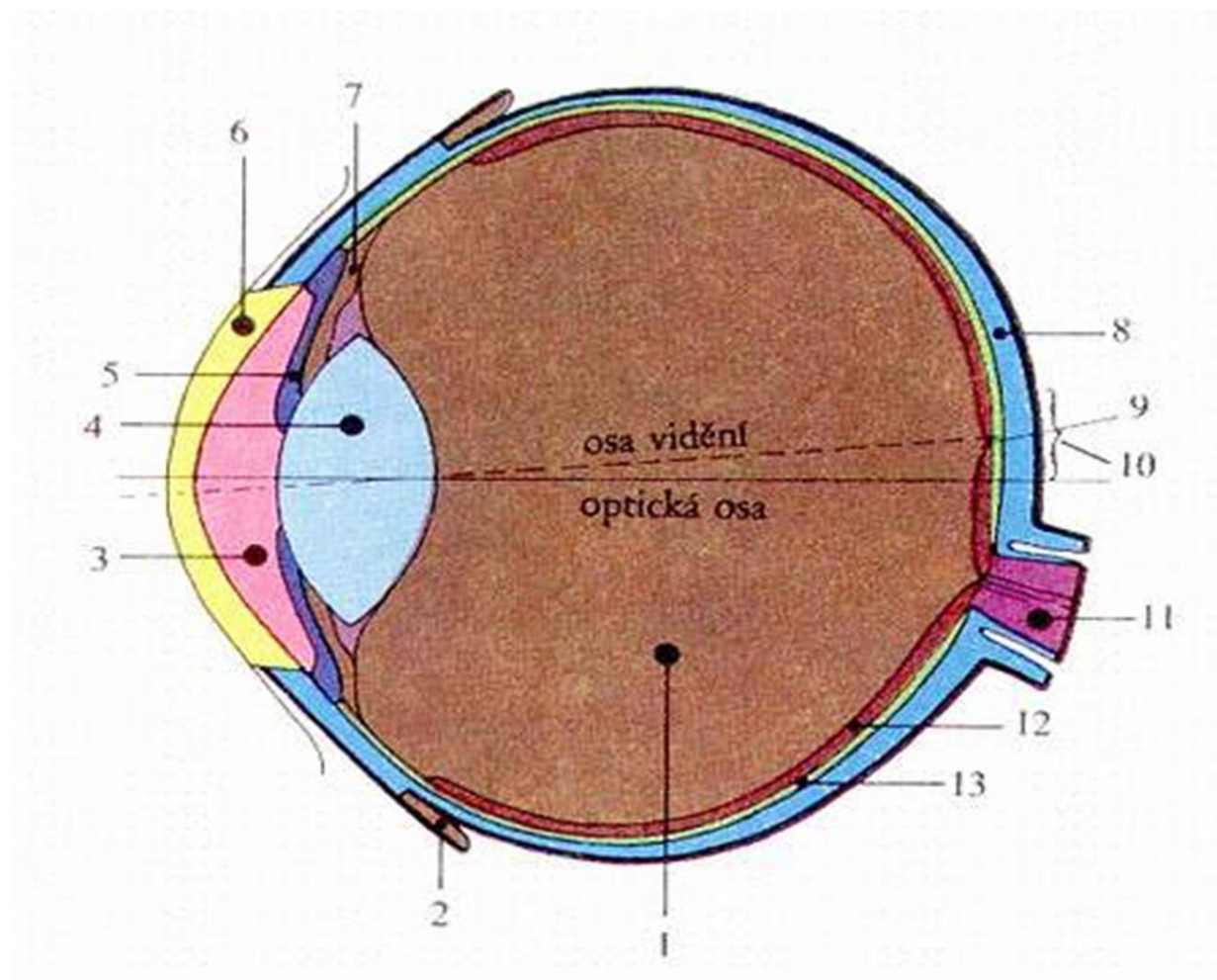
# Oko jako optická soustava

Optická soustava oka vytváří na citlivé sítnici skutečné, zmenšené a převrácené obrazy předmětů. Očním nervem se informace přenášejí do mozku.





Jak lze podle tvaru charakterizovat  
čočku lidského oka?

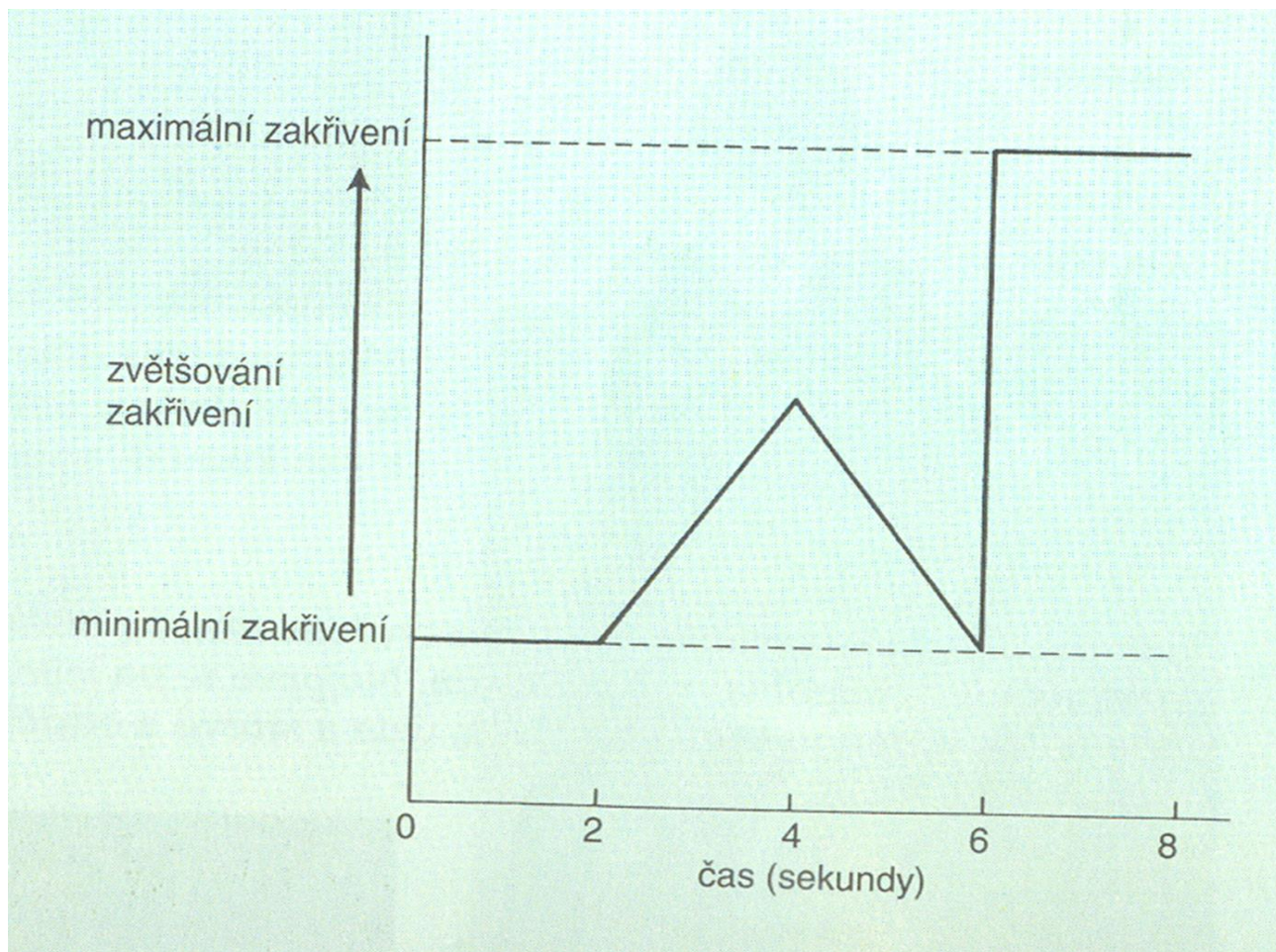


Oční čočka je **dvojvypuklá spojka**, jejíž index lomu se zvětšuje od povrchu k jejímu vnitřku. Její vzdálenost od sítnice je stálá. Zaostřování oka na předměty v různých vzdálenostech, tzv. **akomodace**, funguje tak, že kruhový sval více či méně napíná čočku. Tak se mění její zakřivení a tím i její optická mohutnost.

Akomodační schopnost zdravého oka má určité hranice. Nejbližší bod, který se ostře zobrazí na sítnici (při maximální akomodaci) se nazývá **blízký bod**. Bližší body se zobrazují neostře. Nejvzdálenější bod, který se zobrazí ostře na sítnici nazýváme **daleký bod**. Pro normální oko je daleký bod v nekonečnu, sval je uvolněný a oko bez akomodace.

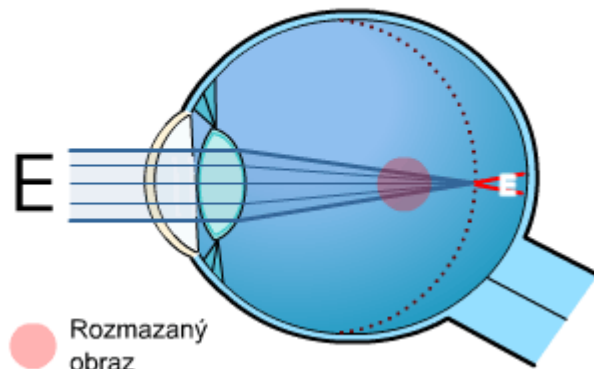
Normální oko vytváří na sítnici ostré obrazy všech předmětů, které jsou mezi blízkým a vzdáleným bodem. Pokud je oko do délky protažené nebo pokud má čočka příliš velkou optickou mohutnost, obraz vzdáleného předmětu se utvoří před sítnicí – oko je **krátkozraké**. Když se vytváří obraz velmi vzdáleného předmětu za sítnicí, oko je **dalekozraké**.

Dokážete podle grafu zjistit, na co zaostřovalo oko, jehož čočku měnila zakřivení tak, jak vyjadřuje graf?

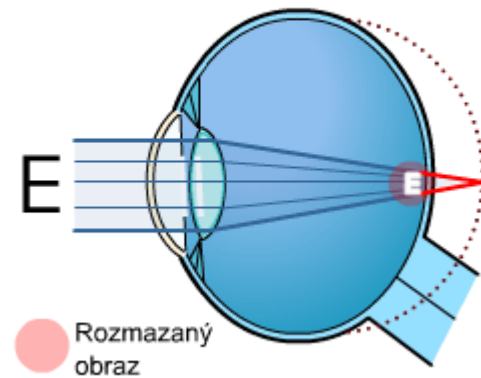


Pokuste se navrhnout, jakým typem čoček lze korigovat krátkozrakost (myopii) či dalekozrakost (hypermetropii).

Krátkozrakost



Dalekozrakost





**Krátkozraké oko** má daleký bod v konečné vzdálenosti od oka a blízký bod posunutý k oku. Aby oko vidělo ostře vzdálené předměty, je potřeba použít brýle s **rozptylkou**.

U oka **dalekozrakého** je obvykle blízký bod ve značné vzdálenosti od oka (50 – 100cm). Potřebnou větší optickou mohutnost dosáhneme použitím **spojky**.

# Zdroje:

- JELÍNEK, Jan, ZICHÁČEK, Vladimír a kol. Biologie pro gymnázia. 4. vydání. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000.
- TROJAN, Stanislav, SCHREIBER, Michal. Atlas biologie člověka. 2. vydání. Praha: Scientia, 2007.
- SILBERNAGL, Stefan, DESPOPOULOS, Agamemnon. Atlas fyziologie člověka. 2. vydání. Praha: Grada Avicenum, 1993.
- NOVOTNÝ, Ivan, HRUŠKA, Michal. Biologie člověka. 3. vydání. Praha: Fortuna, 2003.
- PIŠŮT, Ján a kol. Fyzika pro 4. ročník gymnázií. 2. vydání. Praha: SPN, 1989.
- [http://www.techmania.cz/edutorium/data/fil\\_2418.gif](http://www.techmania.cz/edutorium/data/fil_2418.gif)
- [http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/cocky\\_pojmy.jpg](http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/cocky_pojmy.jpg)
- <http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/spojky.jpg>
- <http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/rozptylky.jpg>
- [http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/cocky\\_pojmy\\_1.jpg](http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/cocky_pojmy_1.jpg)
- [http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/cocky\\_zobrazeni.jpg](http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/cocky_zobrazeni.jpg)
- [http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/zobrazeni\\_spojku.jpg](http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/zobrazeni_spojku.jpg)
- [http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/zobrazeni\\_rozptylkou.jpg](http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/zobrazeni_rozptylkou.jpg)
- <http://fyzika.gbn.cz/phprs/image/fyzika/optika/zvetseni.jpg>
- <http://fyzika.gbn.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2004102401>