

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Zdeněk Chalupský

Datum vytvoření: 9. 9. 2012

Číslo DUM: VY_32_INOVACE_11_FY_C

Ročník: I.

Fyzika

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Fyzika

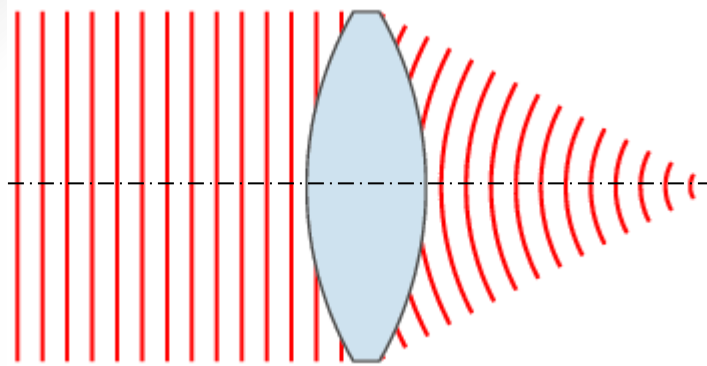
Tematický okruh: Optika

Téma: Čočky

Metodický list/anotace:

- *Základní rozdíl mezi spojkou a rozptylkou, názvosloví podle tvaru čoček.*
- *Konstrukce základního tvaru spojky a rozptylky s úkolem konstrukce dalších tvarů pomocí programu [GeoGebra](#) nebo klasického rýsování*
- *Klasifikace vad čoček a obecně jejich odstraňování, využití ve fotografii.*

Čočky



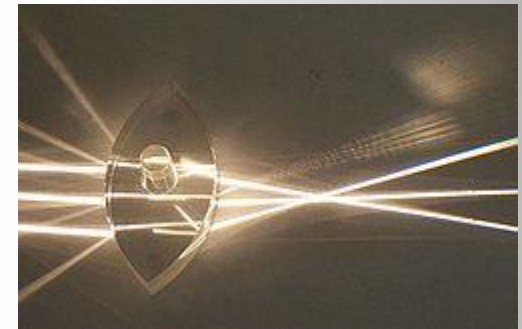
Obr. 1

- ▶ Základní vlastnosti čoček
- ▶ Spojka a rozptylka
- ▶ Provedení čoček
- ▶ Konstrukce spojky a rozptylky
- ▶ Konstrukce základních druhů čoček
- ▶ Vady čoček
- ▶ Odstranění barevné vady

Základní vlastnosti čoček

Optická čočka je nejjednodušší optická soustava dvou centrovaných ploch, kulových, nebo jedné kulové a jedné rovinné plochy (sklo, plast, organická hmota u oka). Slouží: k „zachycení“ obrazu, jeho promítání nebo korekci (u očních vad)

Paprsek, dopadající na libovolné místo povrchu čočky se uvnitř čočky láme podle Snellova zákona a podle stejného zákona se lomí na protilehlém povrchu. Kromě toho se malá část světla odráží zpět.



Obr. 3

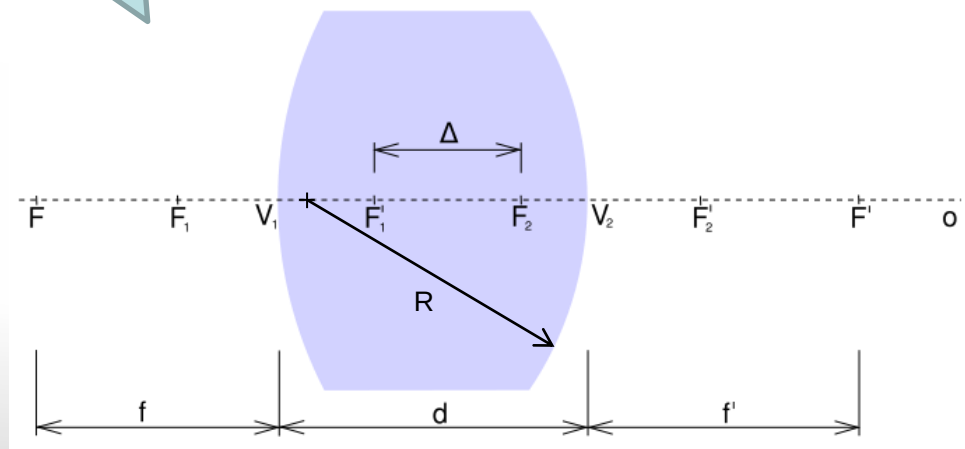
F, F', F_1', F_1
předmětové a obrazové
ohniska lámavých ploch

Tenká a tlustá čočka

V praxi je obvykle tloušťka čočky d mnohem menší než poloměry křivosti jednotlivých lámavých ploch R_1 a R_2 , tzn. $d \ll R_1$ a $d \ll R_2$.

Taková čočka se označuje jako tenká.

V opačném případě se mluví o tlusté čočce.



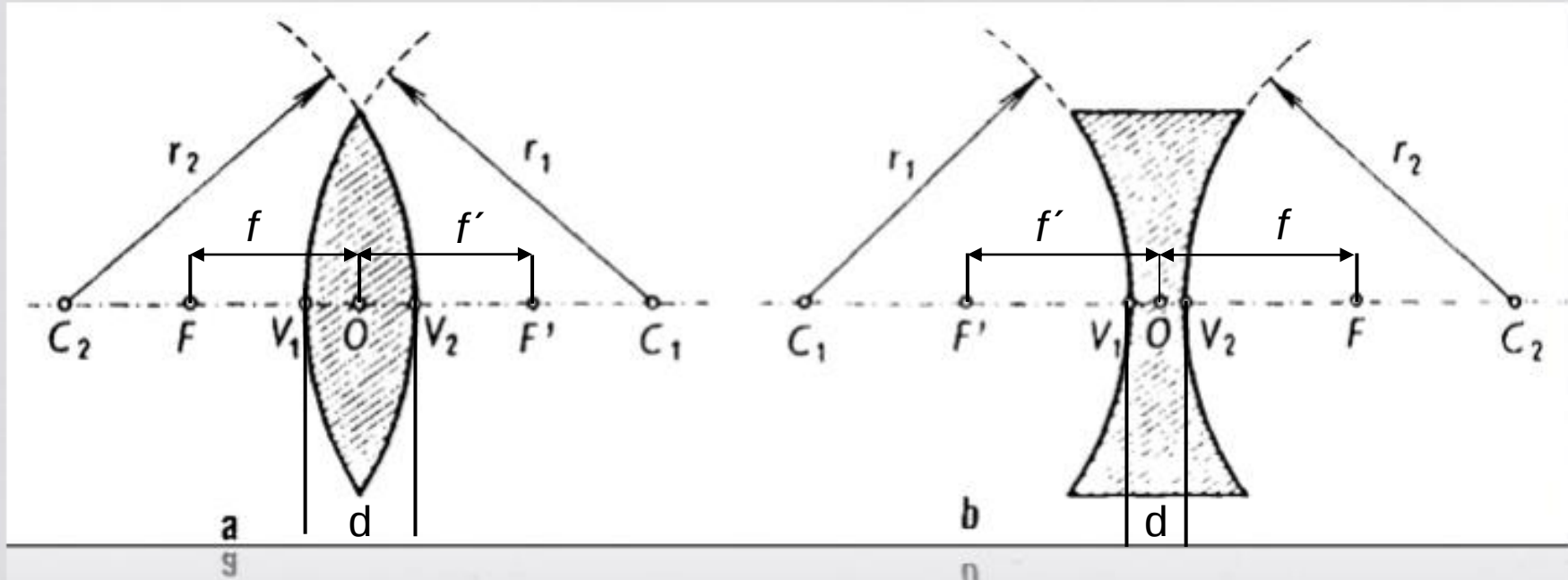
Obr. 9

Čočky

$$\varphi = \frac{1}{f} [D]$$

Převrácená hodnota ohniskové vzdálenosti čočky je její optická mohutnost φ .

Jednotkou φ je m^{-1} = dioptrie **D**.



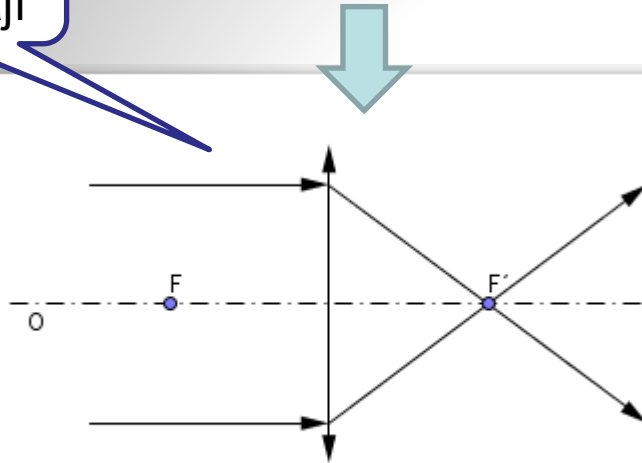
F ... předmětové ohnisko, F' ... obrazové ohnisko, d ... tloušťka čočky
f ... předmětová, f'... obrazová ohnisková vzdálenost – získáme výpočtem

o - optická osa; C₁ a C₂ - středy křivosti optických ploch;
V₁ a V₂ - vrcholy optických ploch; r₁ a r₂ - poloměry křivosti optických ploch; O - optický střed čočky

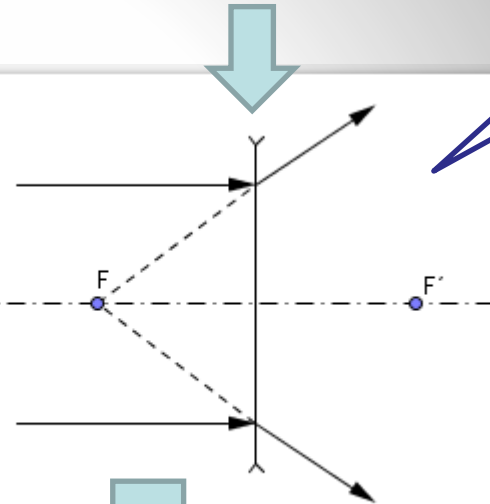
Spojka a rozptylka

Jsou-li vrcholy V_1 a V_2 blízko sebe jedná se o tenkou čočku.
U velmi tenkých čoček platí s dostatečnou přesností $f = r$.

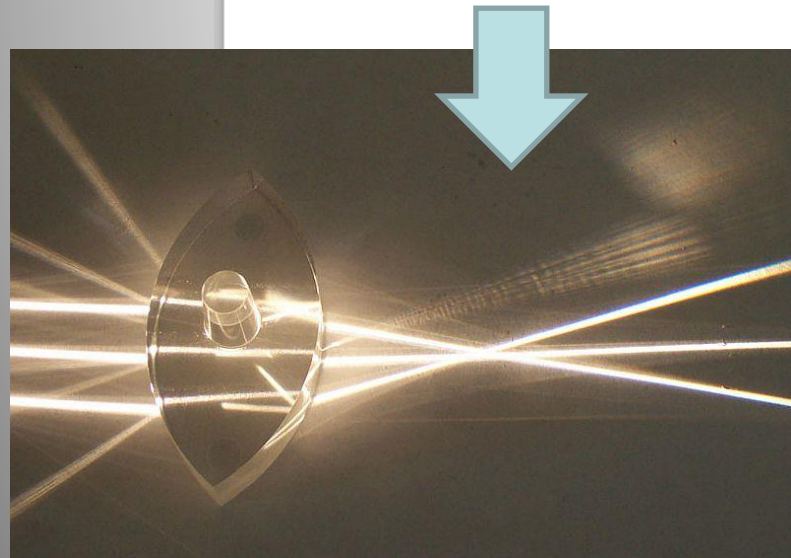
Paprsky
se sbíhají



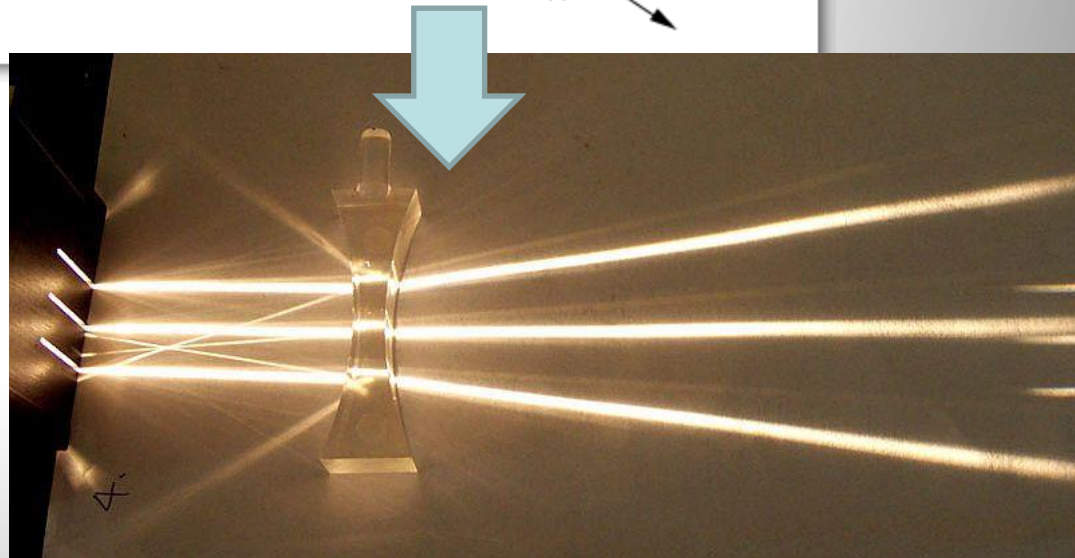
Paprsky se
rozbíhají



Obr. 2



Obr. 3

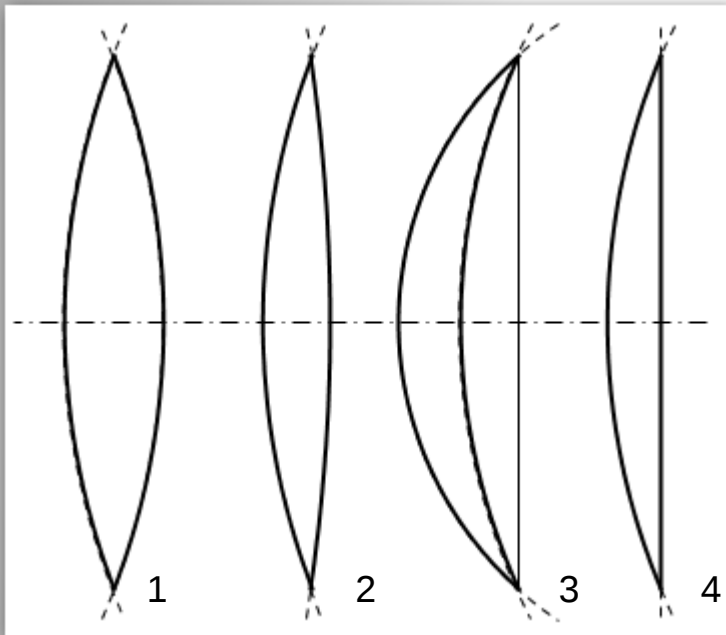


Obr. 4

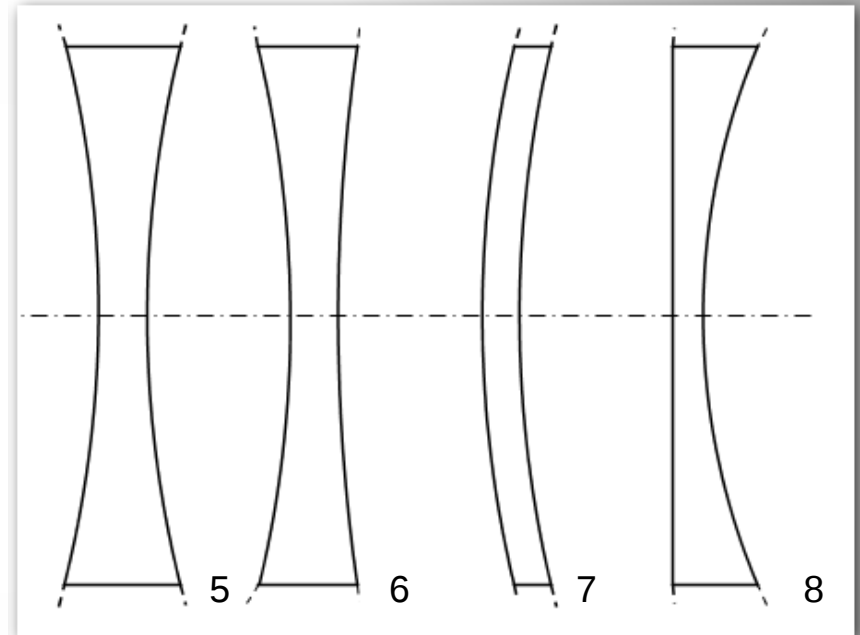
Provedení čoček

spojky – konvexní čočky

rozptylky – konkávní čočky



Obr. 5



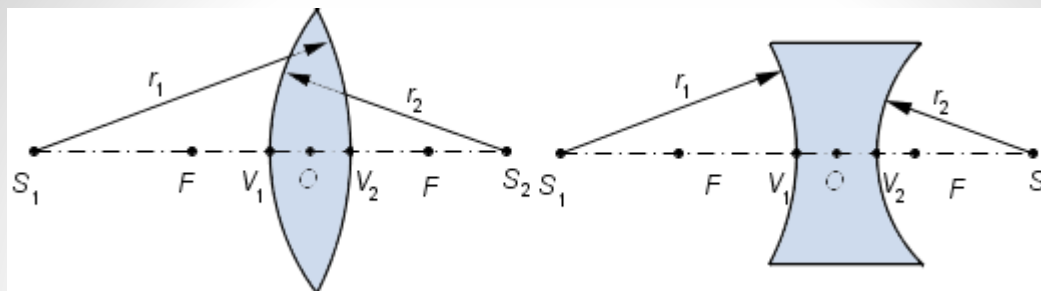
Obr. 6

1, 5 symetrické
2, 6 nesymetrické
3, 7 meniskové
4, 8 planární

1, 2, dvojvypuklá
3 dutovypuklá
4 ploskovypuklá

5, 6 dvojdutá
7 vypuklodutá
8 ploskodutá

Konstrukce spojky a rozptylky



Obr. 7

S ... střed křivosti
F ... předmětové ohnisko
V ... vrchol zrcadla
O ... optický střed čočky
r ... poloměr křivosti

$$\varphi = \frac{1}{f} [D]$$

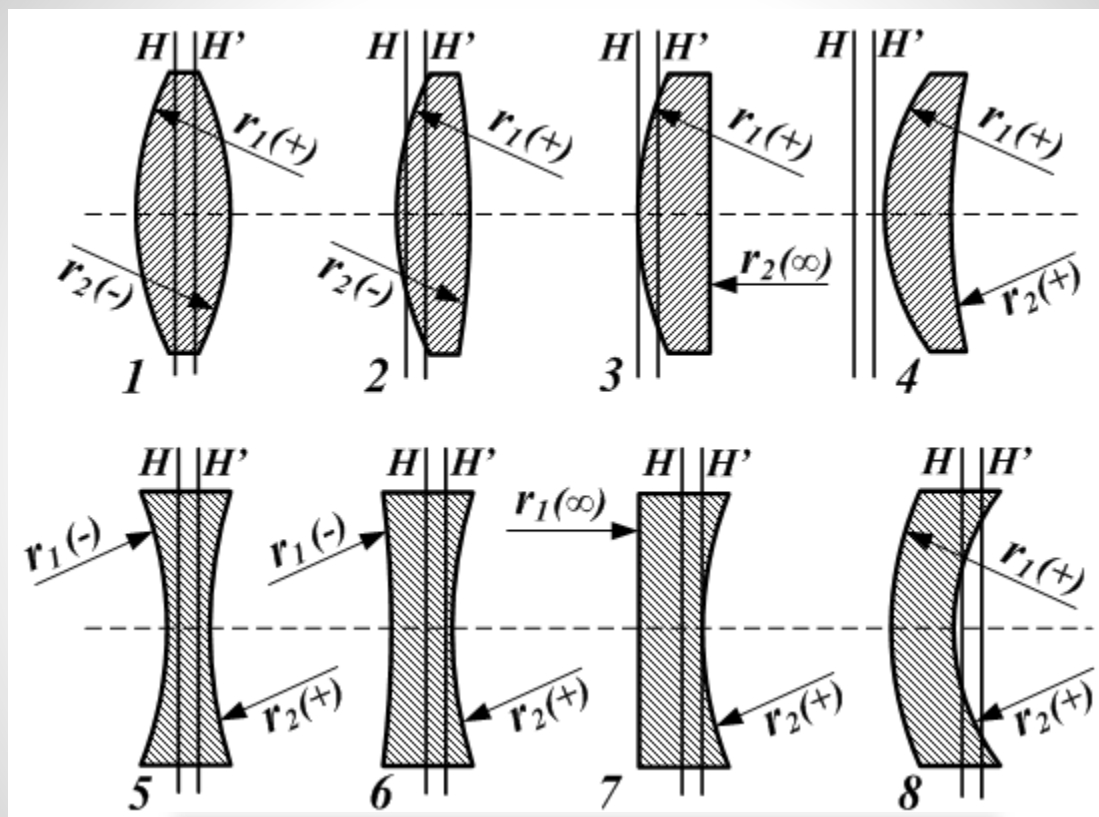
Vzdálenost ohniska **F** od optického středu čočky **O** je ohnisková vzdálenost čočky **f**. Převrácená hodnota ohniskové vzdálenosti čočky je její optická mohutnost φ . Jednotkou optické mohutnosti φ je m^{-1} = dioptrie **D**. Ohniskovou vzdálenost **f** získáme výpočtem. Jsou-li vrcholy **V**₁ a **V**₂ blízko sebe jedná se o tenkou čočku. U velmi tenkých čoček platí s dostatečnou přesností **f** = **r**.

Úkol:

proved'te konstrukci dalších čoček z obrázku na snímku 4 nebo 6.

Ke konstrukci použijte volně dostupný program [GeoGebra](#) nebo konstrukci proved'te ručně.

Konstrukce základních druhů čoček



Obr. 8

Základní druhy čoček:

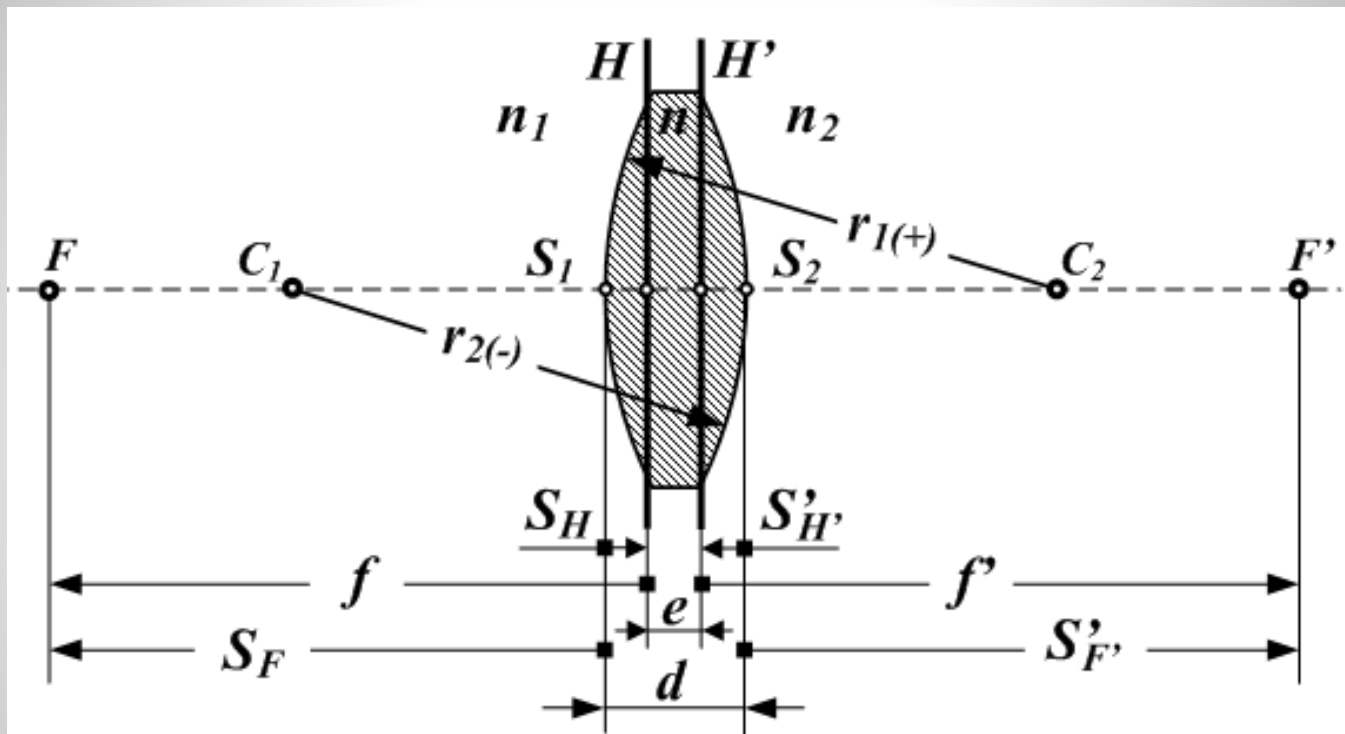
Spojky:

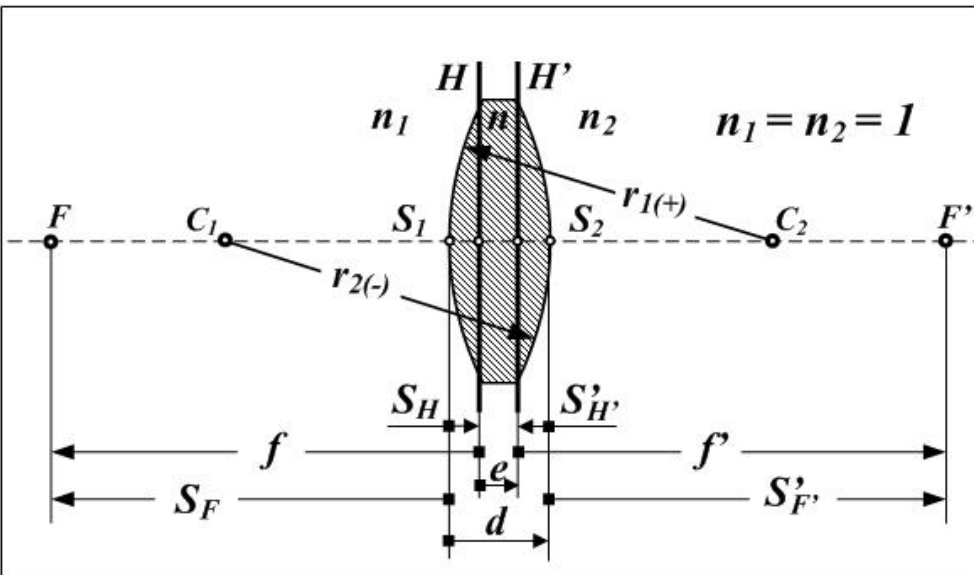
- 1-2 — dvojevypuklá (bikonvexní)
- 3 — ploskovypuklá (plankonvexní)
- 4 — dutovypuklé (konkávkonvexní)

Rozptylky:

- 5-6 — dvojduté (bikonkávni)
- 7 — ploskoduté (plankonkávni)
- 8 — vypukloduté (konvexkonkávni)

Konstrukce tlusté čočky





Equations :

$$(1) f' = \overrightarrow{H'F'} = \frac{n \cdot r_1 \cdot r_2}{n \cdot (n-1) \cdot (r_2 - r_1) + (n-1)^2 \cdot d}$$

$$(2) S_H = \overrightarrow{S_1H} = \frac{r_1 \cdot d}{n \cdot (r_1 - r_2) - (n-1) \cdot d}$$

$$(3) S_{H'} = \overrightarrow{S_2H'} = \frac{r_2 \cdot d}{n \cdot (r_1 - r_2) - (n-1) \cdot d}$$

$$(4) S_F = \overrightarrow{S_1F} = -f' \cdot \left[1 + \frac{d \cdot (n-1)}{n \cdot r_2} \right]$$

$$(5) S_{F'} = \overrightarrow{S_2F'} = f' \cdot \left[1 - \frac{d \cdot (n-1)}{n \cdot r_1} \right]$$

$$(6) e = \overrightarrow{HH'} = \frac{d \cdot (n-1) \cdot (d + r_2 - r_1)}{n \cdot (r_2 - r_1) + (n-1) \cdot d}$$

Example :

$$r_1 = 100 \text{ mm} ; r_2 = -100 \text{ mm} ; d = 10 \text{ mm} ; n = 1.5$$

$$(1) f' = f = \frac{-15000}{-147.5} = 101.694 \text{ mm}$$

$$(2) S_H = \frac{1000}{295} = 3.389 \text{ mm}$$

$$(3) S_{H'} = \frac{-1000}{295} = -3.389 \text{ mm}$$

$$(4) S_F = -101.694 \cdot 0.966 = -98.305 \text{ mm}$$

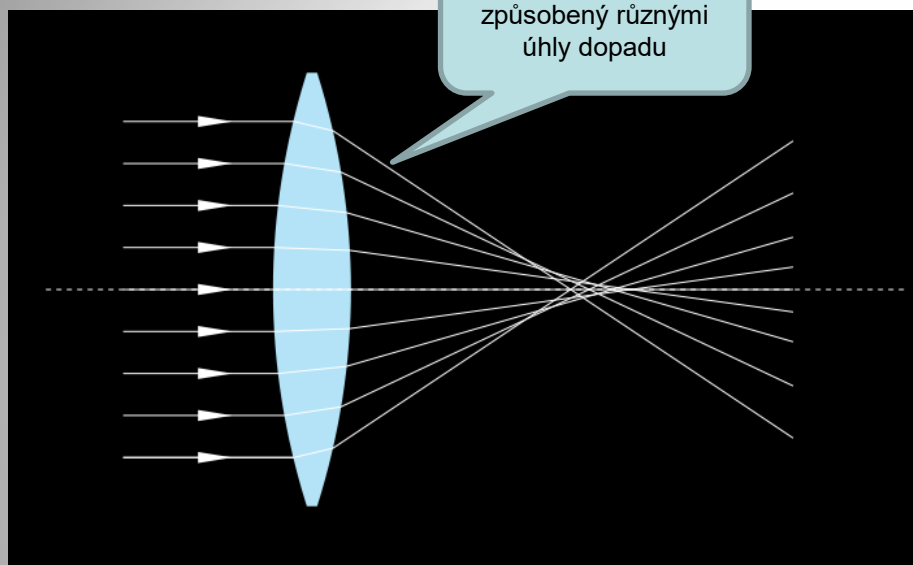
$$(5) S_{F'} = 101.694 \cdot 0.966 = 98.305 \text{ mm}$$

$$(6) e = \frac{-950}{-295} = 3.220 \text{ mm}$$



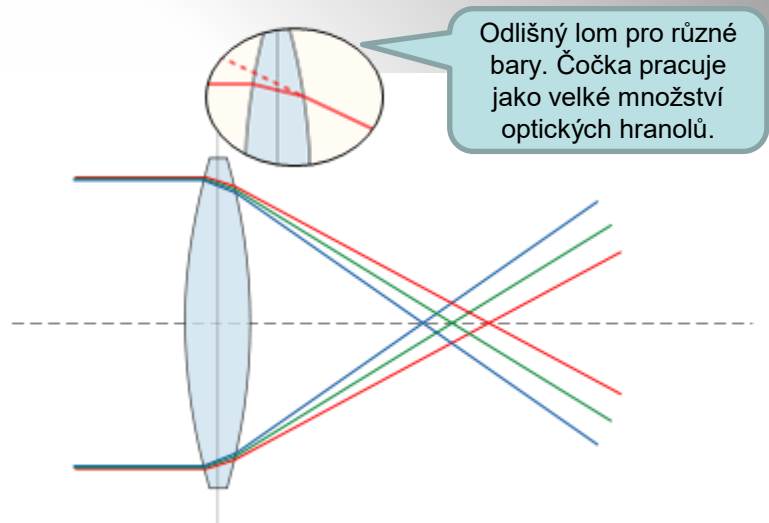
Vady čoček

Otvorová vada



Obr. 10

Barevná vada spojných čoček

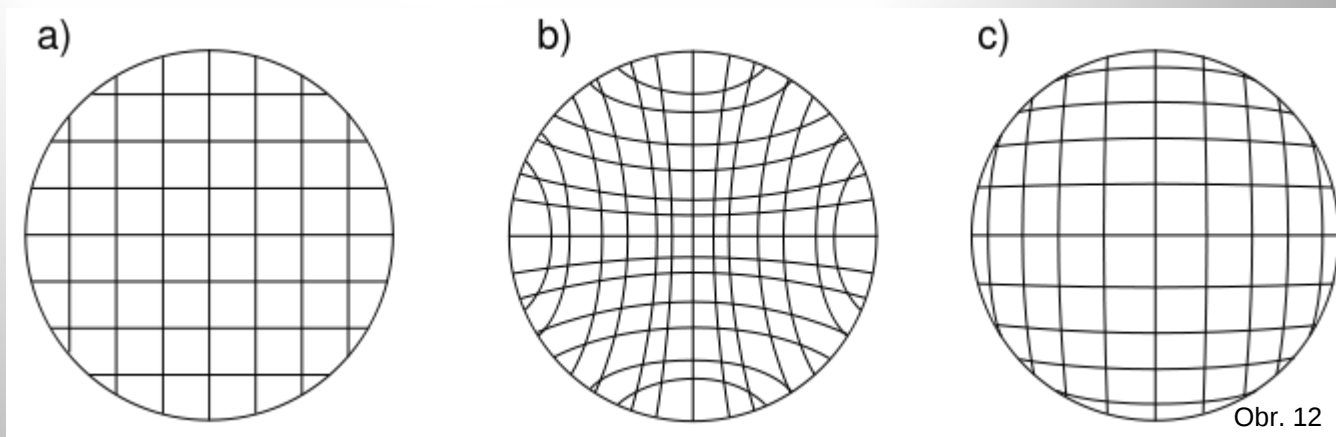


Obr. 11

Zkreslení obrazu

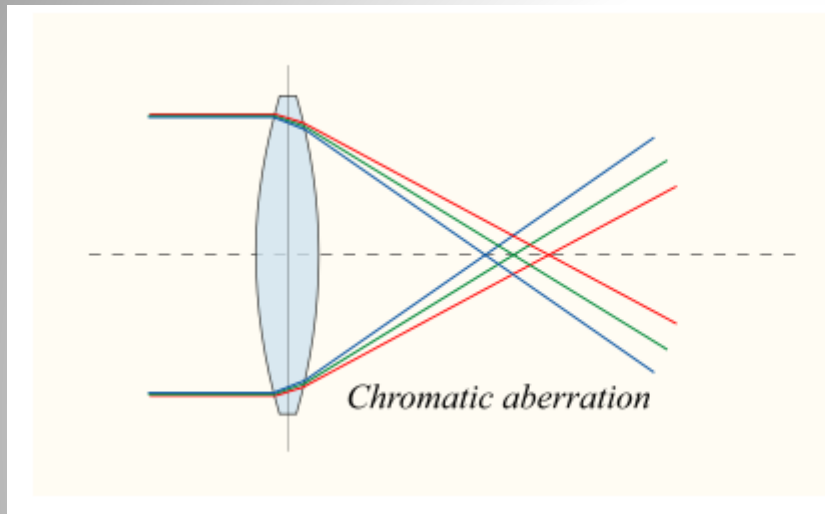
- a) rastr – slouží k určení zkreslení
- b) poduškovité zkreslení
- c) soudkovité zkreslení

Větší zkreslení vykazují levné čočky a objektivy (např. z plastu).

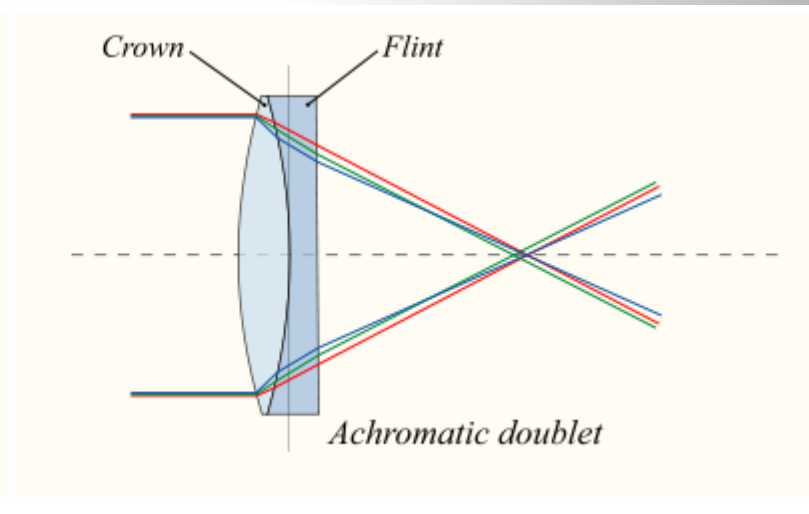


Obr. 12

Odstranění barevné vady



Obr. 13



Obr. 14

Různé materiály čoček mohou být také použity pro minimalizaci barevné vady, jako jsou speciální nátěry nebo čočky vyrobené z krystalů fluoritu.

Chromatickou vadu (a ostatní vady) lze částečně odstranit kombinací spojných a rozptylných čoček, což se nazývá achromatizací optické soustavy.

Kvalitní čočky a objektivy, s minimálním výskytem různých vad, jsou velmi drahé, jejich výroba je náročná.

Citace

Obr. 1 ALEXANDROV, Oleg. *File:Lens and wavefronts.gif* - *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lens_and_wavefronts.gif

Obr. 2, 5, 6 Archiv autora

Obr. 3 FIR0002. *Súbor:Large convex lens.jpg* - *Wikipédia* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Large_convex_lens.jpg

Obr. 4 FIR0002. *Súbor:Concave lens.jpg* - *Wikipédia* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Concave_lens.jpg

Obr. 7. KRÁLOVÁ, Magda. *Techmania* - *Edutorium* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: <http://www.techmania.cz/edutorium/clanky.php?key=717>

Obr. 8. TAMASFLEX. *Soubor:Lens shapes.png* – *Wikipedie* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Lens_shapes.png

Obr. 9. PAJS. *Soubor:Cocka tlusta.svg* – *Wikipedie* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Cocka_tlusta.svg

Obr. 10. PKO. *Soubor:Spherical aberration.svg* – *Wikipedie* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Spherical_aberration.svg

Obr. 11. DRBOB; PITEL. *Soubor:Lens6a.svg* – *Wikipedie* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Lens6a.svg>

Obr. 12. PAJS. *Soubor:Cocka vada zkresleni.svg* – *Wikipedie* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Cocka_vada_zkresleni.svg

Obr. 13. MELLISH, Bob. *File:Chromatic abberation lens diagram.svg* - *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chromatic_abberation_lens_diagram.svg

Obr. 14. DRBOB. *File:Lens6b-en.svg* - *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. [cit. 9.9.2012]. Dostupný na WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lens6b-en.svg>

Literatura

Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012 [cit. 9.9.2012]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page