

Optická mohutnosť šošovky je definovaná ako prevrátená hodnota jej ohniskovej vzdialenosti a vyjadruje sa obyčajne v recipročných metroch, *dioptriách*. Inými slovami: počet dioptrií šošovky je recipročná hodnota ohniskovej vzdialenosti šošovky, vyjadrenej v metroch.

Šošovka je úplne určená polermi krivosti svojich guľových plôch  $r_1$  a  $r_2$ , relatívnym indexom lomu svojho prostredia  $n$  a hrúbkou  $d$ . Zobrazenie šošovkou je na druhej strane úplne určené polohou kladných hlavných rovín a ohniskovou vzdialenosťou. Tieto sú pomocou veličín predošlých dané vzorcom

$$\begin{aligned} D &= \frac{1}{f} = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{n(r_1+r_2) - d(n-1)}{r_1 r_2} = \\ &= (n-1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) - \frac{(n-1)^2}{n} \cdot \frac{d}{r_1 r_2} \end{aligned} \quad (9)$$

a vzorcami (7), (8).

Keď je po obidvoch stranách šošovky to isté optické prostredie, predmetové a obrazové ohniskové vzdialenosti šošovky sú hodnoty rovnaké a uzlové body šošovky splyvajú s jej bodmi hlavnými a naopak.

Keď je hrúbka šošovky vzhľadom na jej polomery krivosti malá, môžeme ju zanedbať. Pre šošovku nekonečne tenkú platí:

$$D = \frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) = (n-1) \varrho \quad (10)$$

kde  $\varrho = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$  je tzv. *vypuklosť šošovky*. Okrem toho  $h = h' = 0$ .

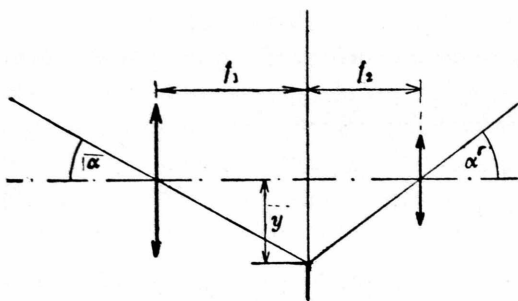
**11.9. Sústava dvoch šošoviek.** Zobrazenie pomocou dvoch centrovaných šošoviek (so spoločnou optickou osou) pri daných vlastnostiach obidvoch šošoviek závisí ešte od ich optického intervalu  $\Delta$ , vzdialenosti predmetovej ohniskovej roviny druhej šošovky od obrazovej ohniskovej roviny prvej šošovky. Keď ohniskové vzdialenosti šošoviek sú  $f_1$  a  $f_2$ , výsledné ohniskové vzdialenosti sú

$$f = f' = -\frac{f_1 f_2}{\Delta} \quad (1)$$

teda i pri nemenných ohniskových vzdialenostiach výsledná sústava môže byť, podľa znamienka optického intervalu, kolektívna i disperzívna.

Prechod medzi obidvoma možnosťami tvorí sústava s nulovým optickým intervalom — sústava *teleskopická* (ďalekohľady), pri ktorej obrazová ohnisková rovina 1. časti sústavy splyva s predmetovou rovinou 2. časti sústavy. Ohnisková vzdialenosť takejto sústavy podľa vzorcov (11.7.7) a (11.7.8) je nekonečná a obidve ohniskové roviny podľa vzorcov (11.7.3) a (11.7.4) sú tiež v nekonečne.

Pri teleskopickkej sústave šošoviek úbežná rovina obrazového priestoru je priradená úbežnej rovine predmetového priestoru; zväzok rovnobežných lúčov do sústavy vstupujúcich vystupuje z nej opäť ako zväzok lúčov rovnobežných. Pretože Newtonove zobrazovacie rovnice sú pri sústave teleskopickkej nepoužiteľné, pri tejto sústave sa poloha predmetu určuje s výhodou jeho



Obr. 11.12.

teleskopickkej opäť úbežná rovina priestoru obrazového. Všeobecne kolineárne priradenie priestorov — obrazového a priestorového — prechádza pri sústave teleskopickkej v afinitu.

Keď lúče vstupujúce do teleskopickkej sústavy zvierajú s jej optickou osou uhol  $\alpha$  a lúče z nej vystupujúce uhol  $\alpha'$ , podľa obr. 11.12 sú splnené vzťahy:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{f_1}, \quad \operatorname{tg} \alpha' = \frac{y}{f_2}$$

Uhlové zväčšenie sústavy teleskopickkej je

$$u = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{f_1}{f_2} \quad (3)$$

Je tým väčšie, čím je väčšia ohnisková vzdialenosť 1. časti sústavy (*objektívu*) a čím je menšia ohnisková vzdialenosť 2. časti (*okuláru*).

Vo všeobecnosti ohnisková vzdialenosť centrovanej sústavy dvoch šošoviek s ohniskovými vzdialenosťami  $f_1$  a  $f_2$  je určená vzorcom (1). Keď sú šošovky dosť tenké, ich ohniskové vzdialenosti môžeme počítat podľa približne platného vzorca (11.8.10). Hlavné kladné body šošoviek kladieme v tom prípade do ich stredov (medzi ich vrcholy), ktoré sú od seba vo všeobecnom prípade v určitej vzdialenosti  $d$ . Optický interval obidvoch šošoviek je potom  $\Delta = d - f_1 - f_2$ . Preto ohniskové vzdialenosti sústavy sú

$$f = f' = -\frac{f_1 f_2}{d - f_1 - f_2} \quad (4)$$

a optická mohutnosť je

$$D = \frac{1}{f} = -\frac{d - f_1 - f_2}{f_1 f_2} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2} \quad (5)$$

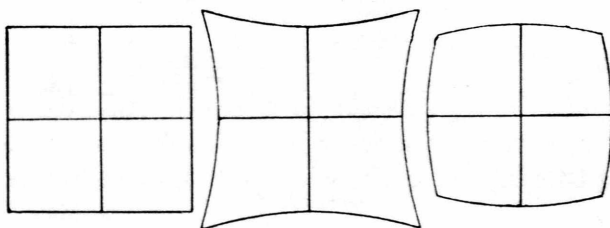
Keď sa dve tenké šošovky dotýkajú ( $d = 0$ ), optická mohutnosť sústavy

$$D = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = D_1 + D_2 \quad (6)$$

rovná sa algebraickému súčtu optických mohutností oboidvoch šošoviek.

**11.10. Zobrazovacie chyby šošoviek.** Pretože poloha ohniskových a hlavných rovín, a teda aj ich vzájomná vzdialenosť, vzdialenosť ohnisková, sú závislé od indexu lomu svetla, ohniskové a hlavné roviny šošoviek pre rôzne farby nesplývajú a pre rôzne farby sa navzájom nerovnajú ani ohniskové vzdialenosti. Pri zobrazovaní mnohofarebným svetlom napríklad bielym, netvorí sa preto jedinou šošovkou bodový obraz ani pri zobrazovaní v Gaussovom nitkovom priestore. Táto chyba šošoviek (pri zrkadlách nie je) volá sa *chromatická*.

Pri zobrazovaní bodov na osi prístroja pomocou širokého zväzku lúčov, ktoré teda vybočujú z Gaussovho nitkového priestoru, vzniká chyba *sférická* (guľová). Pri zobrazovaní bodov ležiacich mimo optickú os vzniká *astigmatizmus*. Keď dĺžkové zväčšenie úsečky na optickú os kolmé je závislé od jej dĺžky, vzniká *skreslenie obrazu* (poduškové alebo sudové obr. 11.13). Keď obraz roviny na optickú os kolmej je zakrivená plocha, vzniká *kľenutie obrazu*. Všetky tieto posledné chyby v značnej miere spolu súvisia.



Obr. 11.13.

**A. Chromatická chyba.** Disperzia skla (alebo inej priehľadnej látky) pre Fraunhoferove čiary  $F$  a  $C$  je daná rozdielom príslušných indexov lomu,  $\mu = N_F - N_C$ . Optická mohutnosť tenkej šošovky je daná vzorcom  $D = \frac{1}{f} = (n - 1) \varrho$ , kde  $\varrho$  je vypuklosť šošovky. Keď dve tenké šošovky priložíme k sebe na dotyk, vznikne kombinácia, ktorá — podľa vzorca