

Keď však obrazová ohnisková rovina prvého zariadenia splýva s predmetovou ohniskovou rovinou druhého zariadenia, optický interval sústavy $\Delta = 0$, ohniskové vzdialenosti sústavy ako celku sú nekonečne veľké a Newtonove zobrazovacie rovnice sústavy sú nepoužiteľné. Takýmito tzv. *teleskopickými sústavami* sú ďalekohľady. Poloha obrazu môže sa pri teleskopických sústavách počítať s výhodou podľa rovníc (1) a (2):

$$x'_2 = \frac{-f_2 f'_2}{f_1 f'_1} x_1 \quad (9)$$

$$y'_2 = y' = -\frac{f_2}{f'_1} y_1 = -\frac{f_2}{f'_1} y \quad (10)$$

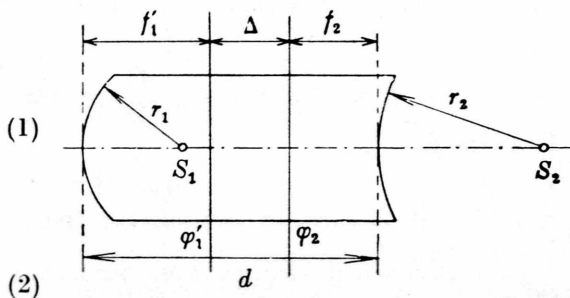
11.8. Hrubá šošovka. Šošovkou sa nazýva homogénne a izotropné priehľadné hmotné prostredie, ohraničené dvoma guľovými plochami alebo guľovou plochou a rovinou. Majme na mysli šošovku ohraničenú dvoma guľovými plochami s polormi r_1 a r_2 , tvaru podľa *obr. 11.11*. Keď absolútny index lomu materiálu šošovky je N a šošovka je obklopená prostredím s abs. indexom lomu N_0 , podľa vzorcov (4) a (3) čl. 11.5 ohniskové vzdialenosti vzťahujúce sa na obidve šošovky ohraničujúce lámavé guľové plochy sú:

$$f_1 = \frac{N_0 r_1}{N - N_0} = \frac{r_1}{n - 1}$$

$$f'_1 = \frac{N r_1}{N - N_0} = \frac{n r_1}{n - 1}$$

$$f_2 = \frac{N r_2}{N_0 - N} = \frac{n r_2}{1 - n}$$

$$f'_2 = \frac{N_0 r_2}{N_0 - N} = \frac{r_2}{1 - n}$$



Obr. 11.11.

kde $n = \frac{N}{N_0}$ je relatívny index lomu prostredia šošovky vzhľadom na jej okolie.

Podľa *obr. 11.11* pre optický interval obidvoch lámavých plôch šošovky platí vzťah $d = f'_1 + \Delta + f_2$, teda $\Delta = d - f'_1 - f_2$. Podľa vzorca (7) čl. 11.7 predmetová ohnisková vzdialenosť šošovky je preto

$$f = -\frac{f_1 f_2}{\Delta} = -\frac{\frac{r_1}{n-1} \cdot \frac{n r_2}{1-n}}{d - \frac{n r_1}{n-1} - \frac{n r_2}{1-n}} =$$

$$\begin{aligned}
 &= -\frac{\frac{nr_1r_2}{(n-1)(1-n)}}{\frac{d(n-1) - nr_1 + nr_2}{n-1}} = -\frac{nr_1r_2}{(1-n) \cdot [d(n-1) + n(r_2 - r_1)]} = \\
 &= \frac{n}{n-1} \cdot \frac{r_1r_2}{d(n-1) + n(r_2 - r_1)} \quad (3)
 \end{aligned}$$

Zo vzorca (11.7.8) vyplýva pre obrazovú ohniskovú vzdialenosť šošovky hodnota f' , rovnajúca sa ohniskovej vzdialenosti predmetovej; $f' = f$. Obrazová ohnisková vzdialenosť šošovky rovná sa však jej ohniskovej vzdialenosti predmetovej, len keď po obidvoch stranách šošovky je to isté prostredie. Ináč ohniskové vzdialenosti f a f' sú rôzne.

Vzdialenosť ohniskovej roviny predmetovej od príslušného vrcholu je $f_1 + e$, ohniskovej roviny obrazovej $f'_2 + e'$. Vzdialenosti kladných hlavných rovín od vrcholov šošovky sú h a h' ,

$$h = f_1 + e - f = f_1 + \frac{f_1 f'_1}{\Delta} + \frac{f_1 f_2}{\Delta} = \frac{f_1}{\Delta} (\Delta + f'_1 + f_2) = \frac{f_1 d}{\Delta}$$

Pretože, podľa vzorca (7) čl. 11.7, $\Delta = -\frac{f_1 f_2}{f}$, je tiež

$$h = \frac{f_1 d}{-f_1 f_2} f = -\frac{fd}{f_2} = -fd \frac{1-n}{nr_2} = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{fd}{r_2} \quad (4)$$

Podobne je

$$h' = \frac{1-n}{n} \cdot \frac{fd}{r_1} \quad (5)$$

Pri šošovkách je však zvykom označovať polomer vypuklej guľovej plochy kladne a polomer dutej guľovej plochy záporne. Pri tomto spôsobe označovania polomerov krivostí guľových plôch šošovky vo všetkých predchádzajúcich vzorcoch namiesto r_2 musíme písať $-r_2$. Ohniskové vzdialenosti šošovky sú potom

$$f = f' = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{r_1 r_2}{n(r_1 + r_2) - d(n-1)} \quad (6)$$

a polohu ohniskových rovín určujú vzorce:

$$h = -\frac{(n-1) \cdot fd}{nr_2} \quad (7)$$

$$h' = -\frac{(n-1) \cdot fd}{nr_1} \quad (8)$$

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 polomermi 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 splývajú 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 Δ , 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 splýva 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.