

Pracovní úkol

1. Změřte ohniskovou vzdálenost tenké ploskovypuklé (plankonvexní) čočky jednak Besselovou metodou, jednak metodou dvojího zvětšení.
2. Z následujících možností vyberte jednu:
 - a) Změřte kulovou vadu vyšetřované ploskovypuklé čočky v obou směrech pro dvě vzdálenosti předmětu $a = 30$ cm, $a = 60$ cm. Získané výsledky zpracujte do jednoho grafu a diskutujte velikost kulové vady v jednotlivých případech.
 - b) Změřte ohniskovou vzdálenost tenké ploskovypuklé (plankonvexní) čočky Besselovou metodou s modrým a červeným filtrem. Vyhodnoťte barevnou vadu vyšetřované čočky, použijte i výsledek z úkolu 1.
3. Užitím goniometru určete vzdálenost hlavních rovin čočky měřené v bodě 1 a tlusté ploskovypuklé čočky.
4. Na fokometru změřte optickou mohutnost čočky měřené v bodě 1 a výsledek srovnajte s výsledky měření ohniskové vzdálenosti.
5. Na základě výsledků získaných v bodech 1. a 3. diskutujte, která z uvedených metod měření ohniskové vzdálenosti dle bodu 1. je v uvedeném uspořádání přesnější. Porovnejte relativní chyby měření. Odhadněte systematickou chybu, které se dopouštíme při měření ohniskové vzdálenosti Besselovou metodou.
6. Ze známé tloušťky tlusté ploskovypuklé čočky a změřené vzdálenosti hlavních rovin určete index lomu skla.

Teorie

Besselova metoda

Je metodou měření ohniskové vzdálenosti čočky. Využívá skutečnosti, že pro danou pevnou vzdálenost obrazu a předmětu D existují dvě symetrické polohy čočky, které vytvoří na stínítku ostrý obraz. Ohnisková vzdálenost čočky f lze vypočítat jako:

$$f = \frac{D^2 - \Delta^2}{4D} \quad (1)$$

kde $D = a + a'$, $\Delta = a' - a$ (viz. [1], obr.2,12), kde a je vzdálenost čočky a předmětu, a' je vzdálenost čočky a obrazu.

Metoda dvojího zvětšení

Při této metodě měříme změnu příčného zvětšení při změně vzdálenosti předmětu od čočky. Je-li při vzdálenosti a_1 předmětu od čočky a příčné zvětšení $(Y'/Y)_1$ a při vzdálenosti a_2 je totéž zvětšení $(Y'/Y)_2$, pak pro ohniskovou vzdálenost platí:

$$f = \frac{\left(\frac{Y'}{Y}\right)_1 \cdot \left(\frac{Y'}{Y}\right)_2 |a_1 - a_2|}{\left| \left(\frac{Y'}{Y}\right)_2 - \left(\frac{Y'}{Y}\right)_1 \right|} \quad (2)$$

Obě metody určování ohniskové vzdálenosti čočky můžeme spojit do jednoho měření, neboť při měření Besselovou metodou dostaneme dva různé zvětšené obrazy pro dvě různé vzdálenosti od čočky.

Sférická vada čočky

je jev, kdy u spojně čočky při zobrazení bodu na ose se paprsky svírající s osou malé úhly protínají dále od čočky než paprsky, které svírají s osou úhly větší.

Sférickou vadu také vyjadřuje rozdíl:

$$\Delta a' = a' - a'_p \quad (3)$$

kde a'_p je vzdálenost obrazu od čočky pro paraxiální paprsky a a' je tato vzdálenost pro paprsky ve vzdálenosti s od osy (viz. [1], obr.2,13).

U jednotlivé čočky lze v dobrém přiblížení vyjádřit $\Delta a'$ kvadratickou závislostí:

$$\Delta a' = Ks^2 \quad (4)$$

kde pro spojnou čočku je konstanta $K < 0$.

Kulovou vadu měříme pomocí clonek tvaru mezikrží s vnitřním poloměrem r_2 a vnějším r_1 .

Platí: $s = (r_1 + r_2) / 2$ (5)

Určení hlavních rovin plankonvexní čočky

U plankonvexní čočky jsou uzlové a hlavní body totožné (viz. [1], obr.2,9). Pro takové čočky platí:

$$\delta_{pp} = \frac{n-1}{n}d \quad (6)$$

kde δ_{pp} je vzájemná vzdálenost hlavních rovin čočky, d její tloušťka a n index lomu skla čočky. Uzlové body čočky určíme pomocí goniometru s otočným stolkem (viz. [1], obr.2,10). Čočku osvětlujeme rovnoběžnými světelnými paprsky z kolimátoru, v dalekohledu uvidíme obraz vstupní štěrbinu kolimátoru. Při otáčení stolku s čočkou pozorujeme posun obrazu štěrbinu. Tento posun se zastaví v okamžiku, kdy osa O protne předmětový uzlový bod čočky. Po otočení stolku o 180° se vymění navzájem obrazový a uzlový bod. Pro toto symetrické nastavení goniometru tedy určíme stejným způsobem také předmětový uzlový bod čočky (původně obrazový), δ_{pp} je pak vzdálenost těchto dvou uzlových bodů čočky.

Výsledky měření