

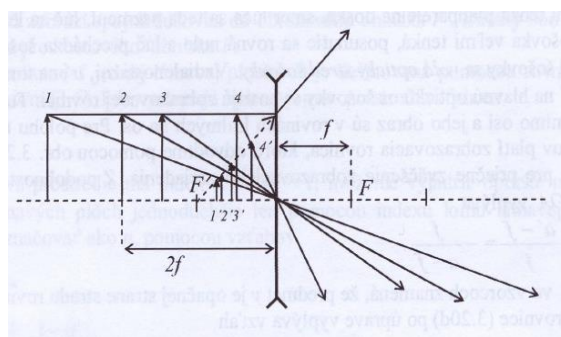
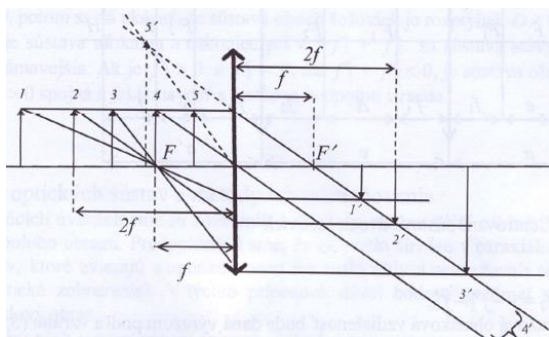
O1. URČENIE OHNISKOVÝCH VZDIALENOSTÍ TENKÝCH ŠOŠOVIEK

Jedným zo základných zariadení pre optické zobrazovanie je tenká šošovka. Hrúbka tenkej šošovky je omnoho menšia ako polomery krivosti plôch, ktoré ju ohraničujú. Na spojnici stredov krivosti (na optickej osi) ležia tri významné body: stred šošovky, predmetové a obrazové ohnisko. Vzdialenosť ohniska od stredu tenkej šošovky sa nazýva predmetová, resp. obrazová ohnisková vzdialenosť. V prípade, že sa šošovka nachádza v homogénnom prostredí s indexom lomu n , sú ohniskové vzdialenosti rovnaké ($f = f'$). Veličina $\varphi = \frac{n}{f}$ sa nazýva optická mohutnosť a vyjadruje lámavú schopnosť šošovky. Jej hlavnou jednotkou je dioptria D , $D = \text{m}^{-1}$.

Vzťah medzi vzdialenosťou predmetu a a obrazu b (obe určujeme od stredu šošovky) je daná zobrazovacou rovnicou tenkej šošovky

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

Grafické riešenie polohy predmetu a obrazu je znázornené na obr. 1.



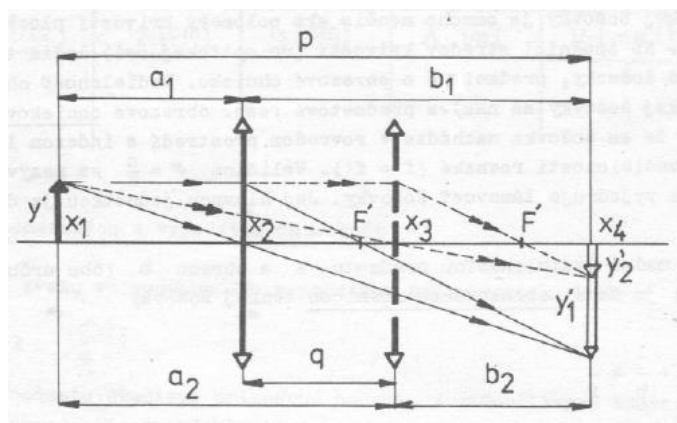
Obr. 1

Z rovnice (1) môžeme určiť ohniskovú vzdialenosť f spojnej šošovky zo známych (nameraných) vzdialeností a , b

$$f = \frac{a \cdot b}{a + b} \quad (2)$$

Meranie vzdialeností a , b však býva zaťažené systematickou chybou, pretože stred šošovky obvykle nie je určený presne a navyše ohniskovú vzdialenosť rozptylky zo vzťahu (2) nemôžeme určiť priamo, lebo rozptylka vytvára zdanlivý obraz.

Presnejšie výsledky pre ohniskovú vzdialenosť tenkej spojky môžeme získať Besselovou metódou. Ak je vzdialenosť predmetu od tienidla väčšia ako $4f$, existujú dve rôzne polohy spojky, pre ktoré sa vytvára ostrý obraz (obr. 2).



Obr.2

Šošovková rovnica je teda splnená pre dvojicu $a_1, b_1 = p - a_1$ a pre $a_2 = p - b_1, b_1$. Tak získavame dve rovnice, z ktorých môžeme ukázať, že

$$a_1 = b_2, \quad a_2 = b_1 \quad (3)$$

Z obr. 2 a zo vzťahov (3) vyplýva, že

$$a_1 + b_1 = p, \quad b_1 - a_1 = q$$

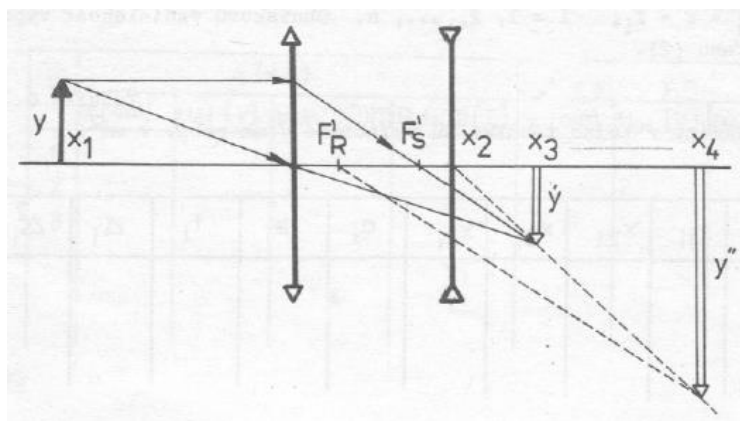
odkiaľ

$$a_1 = \frac{p-q}{2}, \quad b_1 = \frac{p+q}{2}. \quad (4)$$

Zo vzťahov (2) a (4) vychádza pre ohniskovú vzdialenosť spojky

$$f_s = \frac{p^2 - q^2}{4p}. \quad (5)$$

Ohniskovú vzdialenosť rozptylky určíme pomocou spojky na základe tejto úvahy: Spojnou šošovkou vytvoríme na tienidlo obraz y' predmetu y . Pre rozptylku, ktorú vložíme medzi spojku a tienidlo, sa stáva obraz y' "predmetom". Rozptylka zobrazí tento "predmet y' " a vzniká obraz y'' (obr.3) (aby sme získali ostrý obraz, musíme posunúť tienidlo). Ak odmeriame vzdialenosti a, b (podľa znamienkovej konvencie je $a < 0$), môžeme ohniskovú vzdialenosť f určiť z rovnice (2).



Obr.3

Úlohy merania:

1. Určiť ohniskové vzdialenosti a optické mohutnosti spojnej a rozptylovej šošovky metódou opakovaného merania.
2. Určiť neistotu merania typu A a vypočítať absolútnu a relatívnu chybu určenia ohniskovej vzdialenosti.

Postup pri meraní, spracovaní a vyhodnotení

1. Spojná šošovka: Na optickej lavici zvolíme vhodnú vzdialenosť p predmetu a tienidla. Vyhľadáme obe polohy spojky, pri ktorých sa vytvára ostrý obraz. Určíme súradnice predmetu (x_1), prvej polohy spojky (x_2), druhej polohy spojky (x_3) a tienidla (x_4). Meranie opakujeme pri rovnakej vzdialenosti p . Namerané a vypočítané hodnoty zapisujeme do tabuľky, v ktorej

$$p = x_4 - x_1, \quad q_i = x_{3i} - x_{2i}.$$

Ohniskovú vzdialenosť f vypočítame zo vzťahu (5) .

2. Rozptylná šošovka: Na optickej lavici zvolíme polohu predmetu (x_1) a tienidla (x_3). Spojkou vytvoríme ostrý obraz y' predmetu y . Medzi spojku a tienidlo umiestnime rozptylku - poloha x_2 a tienidlom posúvame dovtedy, kým so nevytvorí ostrý obraz y'' - poloha x_4 . Meranie opakujeme pre stálu polohu spojnej šošovky. Namerané a vypočítané hodnoty zapisujeme do tabuľky, v ktorej

$$a_i = x_{2i} - x_{3i}, \quad b_i = x_{4i} - x_{2i}$$

Ohniskovú vzdialenosť f vypočítame zo vzťahu (2) .