

Ve všech úlohách je poloha zdroje 5,0cm vzhl. k optické lavici a velikost zdroje světla $y=3,0\text{cm}$

Měření ohniskové vzdálenosti spojky

Pro různé polohy stínítka najdeme polohy spojky, pro které se na stínítku vytvoří ostrý obraz a měříme velikost obrazu na stínítku.

a) přímou metodou

Ohniskovou vzdálenost f získáme ze zobrazovací rovnice jako

$$f = \frac{aa'}{a - a'}$$

kde $a < 0$ je vzdálenost zdroje a spojky, $a' > 0$ je vzdálenost stínítka a spojky.

b) pomocí zvětšení

Zvětšení β je definováno jako

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{a'}{a}$$

kde y je velikost zdroje, y' velikost obrazu na stínítku, a, a' jako v předchozím případě.

Odtud získáme f :

$$f = \frac{a'}{1 - \beta} = \frac{a\beta}{1 - \beta}$$

c) Besselovou metodou

Pro každou polohu stínítka najdeme dvě polohy spojky, pro které vznikne na stínítku ostrý obraz.

Ohniskovou vzdálenost získáme jako

$$f = \frac{d^2 - \Delta^2}{4d}$$

kde d je vzdálenost mezi zdrojem a stínítkem, Δ je vzdálenost obou poloh spojky.

Abychom našli 2 polohy spojky, musí platit $d > 4f$

d) jako tlusté spojky

V tomto případě uvažujeme, že spojka nemá zanedbatelnou tloušťku. Hledáme polohu spojky, jako v případě a), poté spojku otočíme o 180° a opět hledáme polohu spojky, pro kterou se na stínítku vytvoří ostrý obraz. Ohniskovou vzdálenost potom získáme ze vztahu

$$f = \frac{\beta(s_1 + s_2 - d)}{1 - \beta^2}$$

kde d je vzdálenost zdroje a stínítka, s_1 vzdálenost zdroje a spojky v prvním případě, s_2 vzdálenost zdroje a spojky po otočení.

Všechna 4 měření shrneme do tabulky (všechny údaje jsou v cm)

Poloha zdroje	Poloha stínítka	Poloha spojky	2. poloha spojky (c)	Poloha spojky po otočení (d)	Velikost obrazu y'	f (a)	f (b)	f (c)	f (d)
5,0	70,0	36,4	-	37,8	3,1	16,23	16,52	-	12,20*
5,0	75,0	31,0	46,6	33,0	4,8	16,34	16,92	16,63	16,41
5,0	80,0	28,8	54,5	30,4	6,2	16,25	16,70	16,55	16,30
5,0	85,0	27,5	60,5	28,9	7,3	16,17	16,75	16,59	16,61
5,0	90,0	26,8	66,5	28,3	8,3	16,21	16,78	16,61	16,59

Hodnota označená * nebyla započítána do průměru.

U Besselovy metody (c) není pro polohu stínítka 70,0cm splněna podmínka $d > 4f$.

Z vypočtených hodnot f pro různé polohy stínítka získáme pro jednotlivé metody průměrnou hodnotu:

a) $f = (16,24 \pm 0,03) \text{ cm}$

b) $f = (16,73 \pm 0,07) \text{ cm}$

c) $f = (16,60 \pm 0,02) \text{ cm}$

d) $f = (16,48 \pm 0,07) \text{ cm}$

Z hodnot nalezených všemi čtyřmi způsoby je průměrná ohnisková vzdálenost **16,51cm**

Měření ohniskové vzdálenosti rozptylky

Nejprve najdeme vhodné polohy stínítka a spojky tak, aby spojka vytvářela na stínítku ostrý obraz (spojku a stínítko umístíme do poloh z předchozích případů). Obraz na stínítku se nyní stane předmětem pro rozptylku. Tu umístíme do obrazového prostoru spojky (na obrázku napravo od spojky) a pro několik poloh rozptylky hledáme vhodnou polohu stínítka tak, aby na něm vznikl ostrý obraz.

Pro ohniskovou vzdálenost pak platí

$$f = \frac{aa'}{a - a'}$$

kde $a > 0$ je vzdálenost polohy předmětu a rozptylky, $a' > 0$ je vzdálenost stínítka a rozptylky.

<i>Poloha obrazu (stínítka pro spojku) [cm]</i>	<i>Poloha rozptylky [cm]</i>	<i>Poloha stínítka [cm]</i>	<i>Ohnisková vzdálenost f [cm]</i>
70,0	59,0	78,8	24,75
75,0	62,0	84,0	31,78
80,0	68,0	88,1	29,78
85,0	73,5	91,7	31,24
90,0	80,0	93,7	37,03
Průměrná hodnota			30,92 ± 1,97

Měření indexu lomu skla z poloměrů křivosti (spojky a rozptylky)

Pro ohniskovou vzdálenost spojek i rozptylek platí

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

kde n je index lomu materiálu, ze kterého je čočka vyrobena, r_1 a r_2 poloměry křivosti jednotlivých kulových ploch.

Odtud pro index lomu získáme vztah

$$n = \frac{1}{f \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} + 1$$

kde za f dosadíme dříve vypočtenou ohniskovou vzdálenost.

Sfěrometrem změříme výšku h vrchlíku a posuvným měřidlem změříme poloměr z dotekové kružnice sfěrometru, z Pythagorovy věty získáme

$$r = \frac{h^2 + z^2}{2h}$$

pro poloměr r kulové plochy

	<i>spojka</i>	<i>rozptylka</i>
<i>z/mm</i>	17,38	18,58
<i>h₁/mm</i>	0,004	0,505
<i>h₂/mm</i>	1,823	0,504
<i>r₁/mm</i>		342,05
<i>r₂/mm</i>	83,76	342,73

Hodnota $1/r_1$ u spojky se blíží k nule, proto lze tento člen ze vztahu pro index lomu vynechat, dostaneme tak

$$n = \frac{r_2}{f} + 1$$

Po dosazení dostaneme pro spojku **n=1,507**, pro rozptylku **n=1,554**

Tyto indexy lomu odpovídají materiálu, ze kterého byly čočky vyrobeny (sklo, $n=1,5$), což potvrzuje i správnost měření ohniskových vzdáleností.