

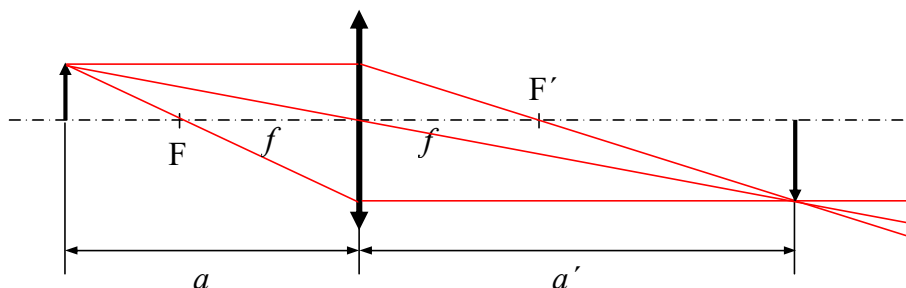
Cílem úlohy je změřit ohniskovou délku spojně soustavy dvěma metodami – názornou přímou metodou a přesnější Besselovou metodou.

Měření ohniskové délky čočky a zrcadla přímou metodou

Spojná čočka vytvoří na stínítku ostrý obraz, pokud vzájemná poloha předmětu, čočky a obrazu vyhovuje tzv. zobrazovací rovnici

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f},$$

kde a , a' jsou předmětová a obrazová vzdálenost a f je ohnisková délka čočky, viz obrázek níže. Stejná zobrazovací rovnice platí i pro kulové zrcadlo.



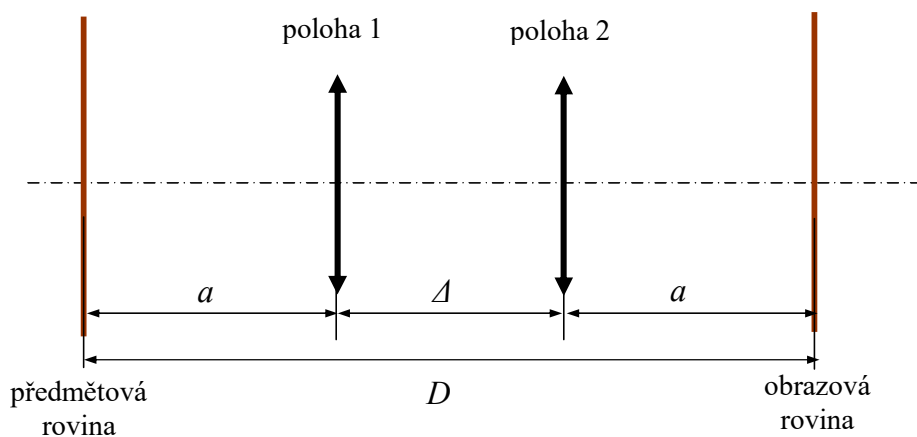
Postup

- 1) Na optické lavici jsou umístěny LED zdroj bílého světla, čočka a stínítko. Výstup ze zdroje světla je překryt clonou v podobě šipky. Šipka je pro nás zobrazovaný předmět. Povšimneme si měřítka na optické lavici a zkontrolujeme, zda ukazatel na měřítko odpovídá poloze předmětu/čočky/stínítka.
- 2) Nastavíme polohu čočky tak, aby se na stínítku vytvořil ostrý obraz předmětu. Změříme předmětovou a obrazovou vzdálenost a vypočítáme ohniskovou délku.
- 3) Měření opakujeme alespoň pětkrát pro různé vzdálenosti předmětu a stínítka¹. Hodnoty zapisujeme do tabulky. Vypočítáme střední hodnotu a nejistotu ohniskové délky.
- 4) Obdobně budeme postupovat i při měření ohniskové délky dutého zrcadla. Zde je však obraz na stejné straně od zrcadla jako předmět. S výhodou můžeme obraz zaostřit zpátky do roviny předmětu. Zrcadlo pak bude od předmětu a zdroje vzdáleno přesně $2f$.

Měření ohniskové délky čočky Besselovou metodou

Měření ohniskové délky čočky přímou metodou má hlavní nevýhodu v tom, že reálná čočka není tenká, a tak není jasné, od kterého místa na čočce máme odměřovat jednotlivé vzdálenosti. Tento problém řeší tzv. Besselova metoda. Vychází ze skutečnosti, že pro danou neměnnou polohu předmětu a stínítka existují dvě pozice čočky, při které čočka vytvoří na stínítku ostrý obraz.

¹ Ze zobrazovací rovnice lze odvodit, že nejkratší možná vzdálenost mezi předmětem a obrazem je rovna čtyřnásobku ohniskové délky čočky. Pokud se nedaří předmět zobrazit, je stínítko pravděpodobně příliš blízko předmětu.



Z obrázku a zobrazovací rovnice evidentně platí

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a + \Delta} = \frac{1}{f}, \quad D = 2a + \Delta.$$

Z pravé rovnice vyjádříme a a dosadíme do levé. Dostaneme

$$\frac{2}{D - \Delta} + \frac{2}{D + \Delta} = \frac{1}{f},$$

a odtud vyloučíme hledanou ohniskovou délku

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

Pro učení ohniskové délky čočky nyní nemusíme odměřovat nejasně definovanou polohu tlusté čočky, ale měříme jen vzdálenost předmětu a stínítka D a posunutí čočky mezi dvěma význačnými polohami Δ .

Postup

- 1) Pro dané nastavení změříme vzdálenost předmětu a stínítka D . Při měření čočku z lavice odebereme.
- 2) Nalezneme polohu čočky, při které vznikne zvětšený převrácený obraz. Polohu 1 si poznamenejme. Využijeme měřítko na lavici.
- 3) Nyní posuneme čočku blíže ke stínítku, aby se na stínítku opět objevil obraz předmětu. V poloze 2 je obraz zmenšený.
- 4) Určíme posunutí čočky Δ mezi polohou 1 a polohou 2. Vypočítáme ohniskovou délku f .
- 5) Postup opakujeme nejméně pětkrát. Hodnoty zapisujeme do tabulky. Určíme střední hodnotu a nejistotu.
- 6) Výsledek porovnáme s hodnotou změřenou předchozí metodou.