

## 245. MĚŘENÍ OHNISKOVÉ VZDÁLENOSTI SPOJNÉ ČOČKY

*Potřeby:* Optická lavice, spojná čočka, světelný zdroj, průsvitná šipka, stínítko, milimetrové měřítko.

Ohniskovou vzdálenost  $f$  spojné čočky lze spočítat ze zobrazovací rovnice pro tenké čočky

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

jestliže změříme předmětovou ( $a$ ) a obrazovou ( $b$ ) vzdálenost. Pak z (1) obdržíme

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

Veličiny  $a$ ,  $b$  se však dají jen obtížně změřit, a proto jejich měření různými způsoby obcházejí. Nejužívanější jsou:

① *Metoda Besselova* (obr. 83a). Mezi pevným předmětem  $Z$  a stínítkem  $S$  lze najít (jsou-li  $Z$  a  $S$  od sebe dostatečně daleko) dvě takové polohy  $C_1$ ,  $C_2$  čočky, že na stínítku vznikne ostrý, jednou zvětšený, podruhé zmenšený obraz předmětu. Je-li  $ZS = m$ ,  $C_1C_2 = n$ , je  $a + b = m$ ,  $a - b = n$ , takže

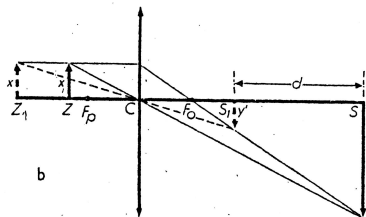
$$a = \frac{m+n}{2},$$

$$b = \frac{m-n}{2}.$$

Po dosazení do (1) vypočteme

$$f = \frac{(m+n)(m-n)}{4m}. \quad (3)$$

② *Metoda Abbeova* (obr. 83b). Při určitých pevných polohách  $Z$  a  $S$  najdeme takovou polohu  $C$  čočky, aby na  $S$  vznikl zvětšený ostrý obraz předmětu. Pak změříme velikost  $x$  předmětu a  $y$  obrazu a určíme zvětšení  $z = \frac{y}{x}$ . Při ne-



83. a) Ohnisková délka čočky metodou Besselovou, b) ohnisková délka čočky metodou Abbeovou

změněné poloze čočky přiblížíme stínítko  $S$  k čočce o délku  $d$  do polohy  $S_1$  a vyhledáme takovou polohu předmětu ( $Z_1$ ), aby opět vznikl ostrý zvětšený obraz, jehož velikost  $y'$  odečteme. Z čočkové rovnice pak obdržíme

$$f = \frac{d}{z - z'}. \quad (4)$$

*Úkol:* Změřte Besselovou a Abbeovou metodou ohniskovou délku spojky a přirovnajte výsledky.

*Postup:* Jako předmětu použijte při obou metodách průsvitné šipky, kterou vyříznete z tenkého tuhého papíru (popř. plechu) a vyříznutou část přelépíte bílým průsvitným papírem. Velikost šipky volte 20 až 30 mm. Šipku pak osvětlíte žárovkou zastíněnou tak, aby její světlo při měření nerušilo.

Při Besselově metodě volte různá  $m$  a určete vždycky příslušná  $n$ . Polohu předmětu, stínítka a čočky odčítejte na 0,1 mm.

Při Abbeově metodě volte různá  $d$ .

*Tabulka pro měření Besselovou metodou:*

Číslo měření	Poloha		$m = ZS$	Poloha		$n = C_1C_2$	$f$
	Z	S		$C_1$	$C_2$		
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

*Tabulka pro měření Abbeovou metodou:*

Číslo měření	Poloha			$y$	$z$	Poloha		$d = SS_1$	$y'$	$z'$	$f$
	Z	S	C			$Z_1$	$S_1$				
	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm

*Otázky:*

1. Ze vztahu (2) lze určit ohniskovou vzdálenost tenké čočky graficky na milimetrovém papíře takto: Na osu  $x$  nanese nejprve předmětovou, na  $y$  obrazovou vzdálenost a body tak vyznačíme. Podruhé nanese na  $x$  obrazovou, na  $y$  předmětovou vzdálenost a opět vzniklé body spojíme. Obě spojnice se protnou v bodě, jehož obě souřadnice jsou stejné a určují svou velikost  $f$ . Odůvodněte, proč.

2. Odvoďte vztah (4).