



Kapitoly: Úvod ▾

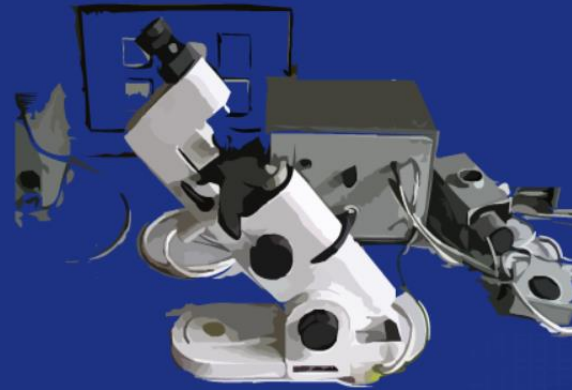
## Parametry čoček

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Cílem úlohy je seznámit se se základními metodami měření hlavních parametrů čoček a obecných optických soustav.

### Teorie úlohy

K úplnému popisu optické soustavy je třeba znát polohy hlavních bodů a ohniskové vzdálenosti. Rozlišujeme ohniskovou vzdálenost předmětovou a obrazovou – obě jsou si v absolutní hodnotě rovny, jsou-li před soustavou a za soustavou prostředí o stejném indexu lomu.



HLASITOST



další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod ▾

## Parametry čoček

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

### 1 - Měření ohniskové vzdálenosti tenkých čoček.

U tenkých čoček můžeme předpokládat, že hlavní a uzlové body splývají a leží v průsečíku optické osy s rovinou středního řezu čočky. K úplnému určení geometrie zobrazení tenkou čočkou tedy stačí udat její ohniskovou vzdálenost. Při všech měřeních předpokládáme práci s paraxiálními paprsky. Pokud by se použití širšího světelného svazku projevilo v rozmazání části obrazu, je nutno svazek omezit vhodnou clonkou.



Na obrázku je soustava pro měření ohniskových vzdáleností čoček.

celá sestava

obraz šipky na stínítku

šipka v roli osvětlovaného předmětu

čočka v držáku

zdroj světla se žárovkou



HLASITOST



◀ předchozí kapitola   další kapitola ▶



## Parametry čoček

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody



HLASITOST

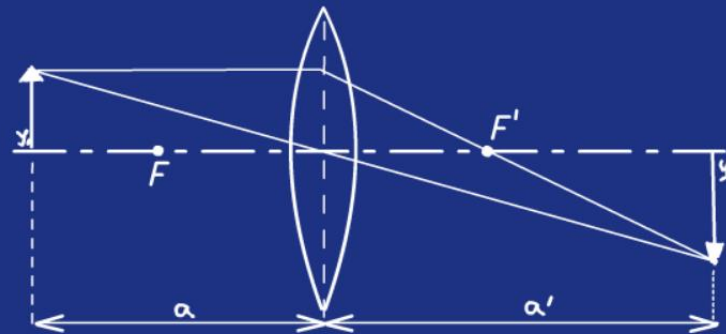
- (a) Stanovení ohniskové vzdálenosti tenké spojky z **polohy přemětu a obrazu**.

Pro zobrazení tenkou čočkou platí zobrazovací rovnice ve tvaru

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

kde  $a$ ,  $a'$  jsou po řadě vzdálenosti předmětu a obrazu od středu čočky,  $f'$  je obrazová ohnisková vzdálenost.

Změříme-li  $a$  i  $a'$ , můžeme ze vztahu určit hledanou ohniskovou vzdálenost.





Kapitoly: Úvod ▾

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

## Parametry čoček

- (b) Určení ohniskové vzdálenosti tenké spojky z **příčného zvětšení**.

Dosazením definičního vztahu pro příčné zvětšení do zobrazovací rovnice tenké čočky dostaneme pro ohniskovou vzdálenost vztah

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

Při měření použijeme jako předmět průhledné milimetrové měřítko, které měřená čočka zobrazuje na stínítko opatřené rovněž milimetrovou stupnicí. Srovnáním údajů obou měřítek určíme zvětšení. Pro zvýšení přesnosti měření je vhodné volit **a'** co největší.

Vztah pro příčné zvětšení:

$$z = \frac{y'}{y}$$

**y'** - velikost obrazu  
**y** - velikost předmětu



HLASITOST



◀ předchozí kapitola   další kapitola ▶



## Parametry čoček

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

### © Stanovení ohniskové vzdálenosti tenké spojky z **Besselovou metodou**

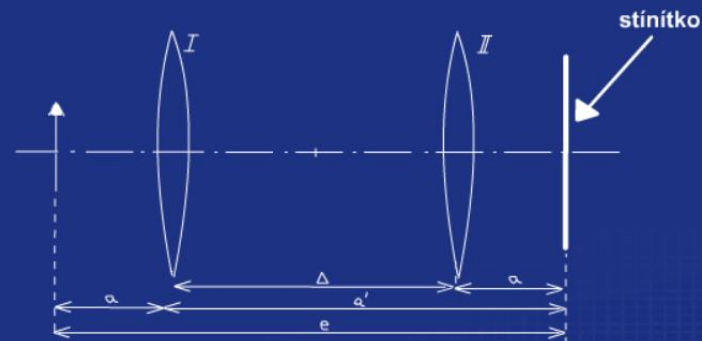
Nejprve zvolíme vzdálenost  $e$  předmětu od stínítka tak, aby platilo  $e > 4f'$  ( $f'$  je odhadnutá ohnisková vzdálenost měřené čočky) a ponecháme ji po celé měření stálou. Hledáme takové dvě polohy spojky (polohy *I*, *II* v obrázku), které dávají na stínítku ostrý obraz předmětu – jednou zmenšený, podruhé zvětšený. Podle obrázku platí:

$$e = a + a' \quad \Delta = a' - a$$

Dosažením do  $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f'}$  dostaneme pro ohniskovou vzdálenost vztah

$$f' = \frac{e^2 + \Delta^2}{4e},$$

přičemž potřebné údaje  $e$  i  $\Delta$  lze měřit velmi přesně.



HLASITOST





## Parametry čoček

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

### (d) Stanovení ohniskové vzdálenosti tenké **tenké rozptylky**

Rozptylka vytváří neskutečný obraz předmětu, proto ji kombinujeme se spojkou o větší optické mohutnosti. Pro ohniskovou vzdálenost kombinované optické soustavy platí vztah:

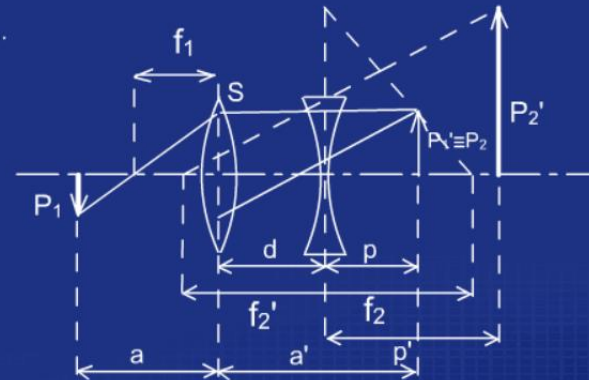
$$f' = \frac{f_1' \cdot f_2'}{f_1' + f_2' - d}, \quad \text{kde } d \text{ je vzdálenost obou čoček.}$$

Měření provádíme v uspořádání podle obrázku. Předmět  $P_1$  spojka zobrazí na předmět  $P_1'$ . Rozptylka je za spojkou ve vzdálenosti  $d < a'$  umístěna tak, že obraz  $P_1'$  vytvořený spojkou leží mezi rozptylkou a jejím předmětovým ohniskem. Obraz  $P_1'$  je pro rozptylku virtuálním předmětem, jehož vzdálenost od rozptylky je  $p = a' - d$ . Rozptylka vytvoří reálný obraz  $P_2'$  tohoto předmětu ve vzdálenosti  $p'$  od rozptylky.

Ze zobrazovací rovnice rozptylky  $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f_2'}$  plyne pro hledanou

$$\text{ohniskovou vzdálenost } f_2' = \frac{(a' - d) p'}{a' - d - p'}$$

Měříme tedy vzdálenosti  $a'$ ,  $p'$  a  $d$ .  
Nejdříve změříme polohu obrazu vytvořeného samotnou spojkou, potom přidáme rozptylku a posuvem rozptylky a matrice hledáme polohu kdy se vytvoří ostrý zvětšený obraz  $P_2'$ .



HLASITOST





Kapitoly: Úvod ▾

## Parametry čoček

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Úkol 1: Stanovte **ohniskovou vzdálenost** tenkých čoček výše uvedenými metodami.

Pomůcky: optická lavice s milimetrovým měřítkem, osvětlovací zdroj, držáky čoček, stínítko, kruhová clona, průhledné mm měřítko, spojky a rozptylky.

Poznámky k úloze:

1. V případě potřeby čistíme optické plochy čistým flanelovým hadříkem.
2. Čočky upínáme do držáků tak, aby nedošlo k jejich poškození.
3. Při každém měření nezapomeneme optickou soustavu vycentrovat, tj. nastavit všechny prvky (předmět, kolimátor, čočky, clonu, ...) do jedné přímky (optické osy), rovnoběžné s optickou osou lavice.
4. Provádíme dostatečný počet měření (10), abychom mohli stanovit chybu měření.
5. Posoudíme přesnost jednotlivých metod.



HLASITOST



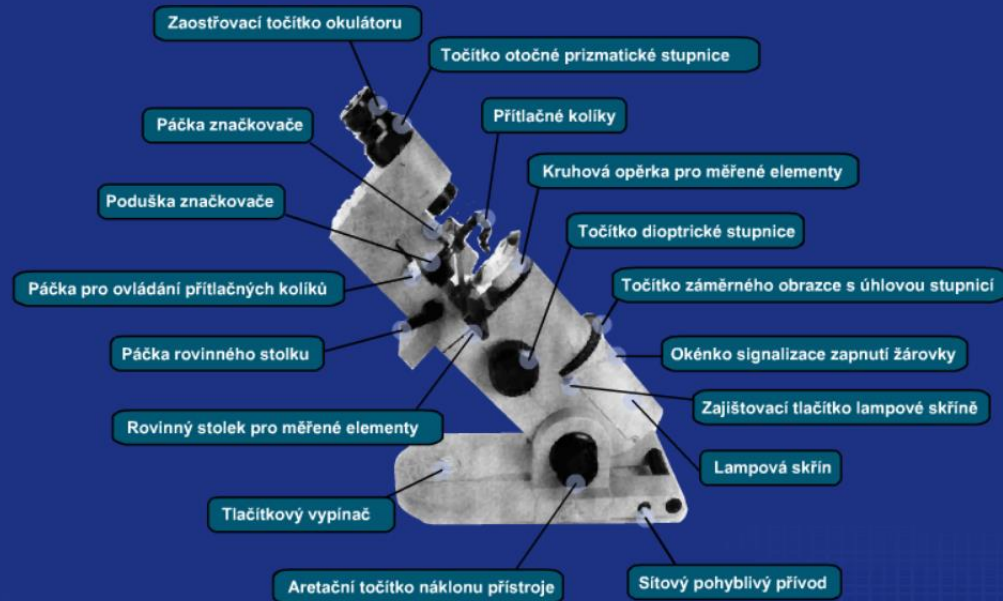
◀ předchozí kapitola   další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod ▾

## Parametry čoček

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Úkol 2: Provedte měření parametrů čoček **dioptrimetrem**.[Popis dioptrimetru](#)[Návod k obsluze](#)[Schovej popisky](#)

HLASITOST

[◀ předchozí kapitola](#)