

Fyzikální sekce přírodovědecké fakulty
Masarykovy univerzity v Brně

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

F4220 - Výběrové fyzikální praktikum

Zpracoval: Petr Šafařík

Naměřeno: 23. března 2007

Obor: ASTRO **Ročník:** II **Semestr:** III **Testováno:**

Úloha č. 2: **Měření** **ohniskové**

$T = 20,0^{\circ}\text{C}$ **vzdálenosti tlusté čočky**

$p =$

998 hPa

$\varphi = 25,5 \%$

Abstrakt

Měření čočky je druhou úlohou, kterou jsem v F4220 — Výběrové fyzikální praktikum dělal. Opět jsem proměřil stejnou čočku, tentokrát jsem ovšem vzal v potaz fakt, že se jedná o reálnou, tlustou čočku, nikoli o tenkou čočku. Po proměření jsem vše zpracoval scriptem v programu Octave [2], který jsem napsal podle script [1]. Vzhledem k dostatečné časové rezervě jsem proměřil ještě jednu čočku s menší ohniskovou vzdáleností.

1 Zadání

- Určit ohniskovou vzdálenost tlusté čočky pomocí metody dvojitého průchodu a ze zvětšení

2 Teoretické minimum

Pro plné teoretické vysvětlení problémů se podívejte do script [1]

2.1 Metoda dvojího zvětšení

Vzhledem k tomu, že pro normální zobrazovací rovnici (rovnice 1) je třeba znát parametry a a a' , které se u reálné čočky dosti obtížně měří.

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

Zvolíme-li si pevný bod O na čočce, od kterého budeme měřit, tak vzdálenost předmětu od bodu O bude $(a+l)$ a obrazu $a'+\delta-l$, kde $l = OH$ a $\delta = HH'$. Pro dvě měření následně dostaneme rozdíly $\delta_{ij} = a_i - a_j$, která nezávisí na poloze bodu O . Dále získáme také dvě zvětšení β_i a β_j .

Nyní vše dosadíme do vztahu (2) pro ohniskovou vzdálenost tlusté čočky:

$$f' = \frac{\delta_{ij}\beta_i\beta_j}{\beta_i - \beta_j} \quad (2)$$

2.2 Metoda dvojího průchodu

Můžeme spočítat ohnisko na základě myšlenky, že se chod paprsků čočkou nezmění, ať už se paprsky šíří z jednoho do druhého směru nebo ve směru opačném. Pokud si zavedeme označení:

$$XX' = e, \quad XH = a, \quad X'H' = a'$$

a pro dva průchody:

$XO = S_1$ v jednom směru $XO = S_2$ v opačném směru, tak musí platit:

$$e = a + a' + \delta$$

$$S_1 = a + l$$

$$S_2 = a + \delta - l$$

tedy dostáváme:

$$a' - a = e - (S_1 + S_2)$$

Pomocí zobrazovací rovnice (1) a úvah o zvětšení získáme

$$a - a' = \frac{f'(1 - \beta^2)}{\beta}$$

Kombinací všech předešlých vztahů se tedy dostaneme ke konečnému vztahu (3)

$$f' = \frac{\beta[(S_1 + S_2) - e]}{1 - \beta} \quad (3)$$

3 Měření a výsledky

Naměřil jsem celkem 3 soubory dat: `cocka1a.dat`, `cocka1b.dat` a `cocka2.dat` pro dvě různé čočky. Tyto soubory byly načteny do zpracovacího skriptu v programu Octave [2], který jsem napsal. Na jeho výstupu je soubor `vystup.dat`. Tento mi tedy ušetřil mnoho práce oproti ručnímu zpracování. Soubor `vystup.dat` je k nahlédnutí v části (5.1).

Jak jsem již psal výš, tak čočky byly dvě. Podle skriptu v Octave mi vyšly následující ohniskové vzdálenosti:

1. Čočka 1

- Ze zvětšení

$$f' = (18,3 \pm 0,5) \text{ cm}$$

- Metodou dvojitého průchodu

$$f' = (18,6 \pm 0,3) \text{ cm}$$

- Měření v minulém semestru F3240 — Fyzikální praktikum 2, úloha 8:

$$f' = (16,5 \pm 0,2) \text{ cm}$$

2. Čočka 2

- Ze zvětšení

$$f' = (15,6 \pm 0,2) \text{ cm}$$

- Metodou dvojitého průchodu

$$f' = (15,8 \pm 0,4) \text{ cm}$$

Chyby byly odhadnuty ze rozptylu hodnot zvětšení od fitovací přímky, na které by měly ležet a následně přepočteny.

4 Závěr

Přepočítal jsem hodnoty pro ohniskovou vzdálenost pro dvě tlusté čočky, přičemž jednu jsem měřil již minulý semestr v *F3240 — Fyzikální praktikum 2, úloha 8*. Oproti hodnotám spočteným pro tenkou čočku mi vyšlo ohnisková vzdálenost větší a to při obou metodách. U měření jsou hodně velké chyby, které jsou způsobeny i započtením relativně velkého intervalu nepřesností odečítání hodnot s optické lavice. Tomuto dále předcházela skutečnost, že i interval poloh, ve kterých byl obraz ostrý, byl poměrně široký (i několik mm). Proto bylo nutné používat menší a menší clony, které sice snižovaly světelný zisk, ale na druhou stranu zmenšovaly právě tento interval.

5 Poznámky

5.1 Soubor `vystup.dat`

```
GNU Octave, version 2.1.69 (i386-pc-linux-gnu).  
Copyright (C) 2005 John W. Eaton.  
This is free software; see the source code for copying conditions.  
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or  
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type 'warranty'.
```

```
fpredmetovecocky1A = 18.302  
fpredmetovecocky1B = 18.635  
fpredmetovecocky2A = 15.639  
fpredmetovecocky2B = 15.865
```

Reference

- [1] Kolektiv autorů: Výběrové fyzikální praktikum — návody k úlohám; Ústav fyziky kondenzovaných látek, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, 2004
- [2] GNU Octave, version 2.1.72 (i486-pc-linux-gnu)
- [3] <http://physics.muni.cz/~petos>
- [4] <http://physics.muni.cz/~petos/F4220>