

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM III

Úloha č.: XX

Název: Stavba Michelsonova interferometru a ověření jeho funkce

Vypracovala: **stud. sk.** 73..... **dne:** 10/2004.....

Odevzdal dne: **vráceno:**

Odevzdal dne: **vráceno:**

Odevzdal dne:

Posuzoval: **dne** **výsledek klasifikace**

Připomínky:

I. Pracovní úkol

- I. Změřte divergenci laserového svazku.
- II. Z optické stavebnice sestavte Michelsonův interferometr. K rozšíření svazku sestavte Galileův teleskop. Ze známých ohniskových délek použitých čoček spočítejte, kolikrát bude laserový svazek rozšířen a porovnejte s naměřenou hodnotou.
- III. Pozorujte interferenční proužky při změně polohy zrcadla Z3, vysvětlete pozorovaný efekt. Do jednoho z interferujících svazků vložte některé z přiložených skel. Popište a vysvětlete změny v interferujícím obrazci.

II. Teoretická část

A. Divergence svazku

Nejprve změříme divergenci laserového svazku a porovnáme ji s minimální dosažitelnou divergencí d_m . Odečteme průměr svazku na stínítku (na milimetrovém papíře) ve dvou vzdálenostech. Divergenci vypočítáme podle vzorce:

$$d = \frac{D_2 - D_1}{l_2 - l_1} \quad (1)$$

D_2 průměr svazku ve vzdálenosti l_2

D_1 průměr svazku ve vzdálenosti l_1

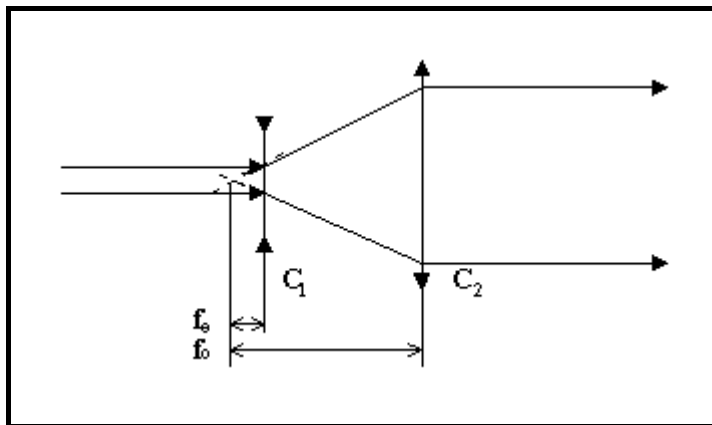
Minimální dosažitelná divergence d_m je dána ohybem světla a lze ji odhadnout vztahem:

$$d_m \sim \frac{2\lambda}{D_1} \quad (2)$$

λ vlnová délka generovaného světla

B. Galileův teleskop

Svazek rozšíříme pomocí Galileova teleskopu. Galileův teleskop je tvořen dvěma čočkami, rozptylkou a spojkou tak, že obrazové ohnisko rozptylky splývá s předmětovým ohniskem spojky, viz obr. 1.



obr. 1

Zvětšení Galileova teleskopu je dáno vztahem:

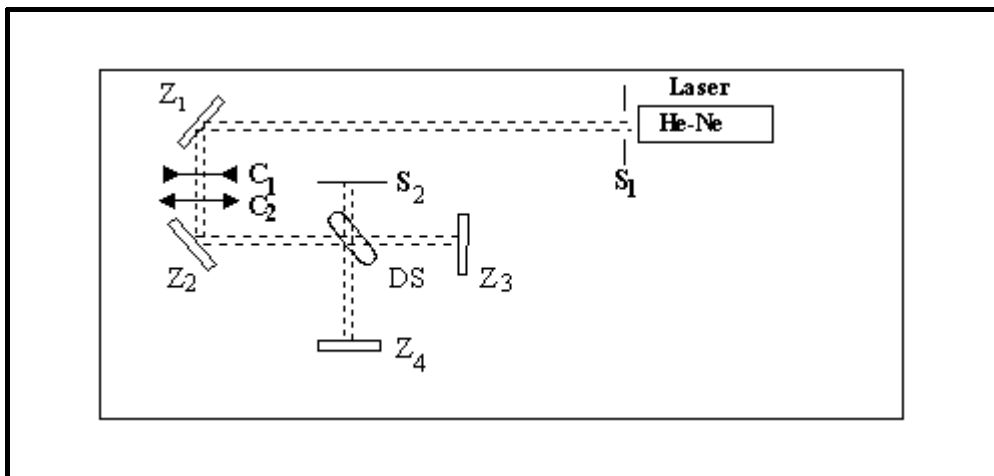
$$Z = \frac{-f_2}{f_1} \quad (3)$$

f_1 ohnisková vzdálenost rozptylky

f_2 ohnisková vzdálenost spojky

C. Michelsonův interferometr

Michelsonův interferometr sestavíme podle obr. 2, kde Z_1 až Z_4 jsou zrcadla, DS je polopropustné zrcadlo, S_1 , S_2 jsou stínítka. Na stínítku pozorujeme interferenční obrazce.



obr. 2

III. Výsledky měření

tab. 1 – vzdálenost stínítka od laseru

| | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| l_1 [cm] | 8,0 | 8,1 | 8,2 | 8,0 | 8,1 | 7,9 | 8,0 | 7,9 | 8,0 | 8,1 |
| l_2 [cm] | 242,5 | 242,6 | 242,7 | 242,4 | 242,5 | 242,6 | 242,6 | 242,7 | 242,6 | 242,5 |

A. Divergence svazku

$$l_1 = (8,0 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_2 = (242,6 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$D_1 = (1,0 \pm 0,5) \text{ mm}$$

$$D_2 = (6,0 \pm 0,5) \text{ mm}$$

$$d = (2 \pm 1) \cdot 10^{-3}$$

B. Minimální divergence

$$\lambda = 632,8 \text{ nm}$$

$$d_m = (1,3 \pm 0,6) \cdot 10^{-3}$$

C. Teoretická hodnota zvětšení

$$f_1 = -25 \text{ mm}$$

$$f_2 = 200 \text{ mm}$$

$$Z = 8$$

D. Naměřené zvětšení

$$D_3 = (12,0 \pm 0,5) \text{ mm}$$

$$Z = (12 \pm 6)$$

IV. Diskuse

A. Měření divergence

Při měření divergence jsme dostali velké chyby. Největší chybu vnáší měření průměru svazku. Určení okraje svazku je velmi nepřesné, což je dáno rozdílnou schopností lidského oka vnímat jas. Svazek jsme měřili na milimetrovém papíře a průměr svazku nebyl o mnoho větší, což přináší velkou relativní chybu. Chyba měření vzdálenosti je proti předešlým chybám zanedbatelná.

Námi naměřená divergence a minimální divergence nám vyšly v rámci chyb stejné.

B. Měření zvětšení

Zjištěné zvětšení se nám v rámci chyb shoduje. Chyby měření jako v předešlém případě.

C. Michelsnův interferometr

Po sestavení Michelsnova interferometru jsme pozorovali interferenční proužky, proužky stejné tloušťky. Pozorování těchto proužků nám umožnilo to, že zrcadla nebyla na sebe přesně kolmá, což způsobuje stejný efekt jako klínová vrstva. Při natáčení zrcátek se měnil sklon a tloušťka proužků.

Po vložení sklíčka do jednoho z ramen se změnila tloušťka i směr proužků, proužky byly poněkud deformované, což ukazuje, že sklíčko nebylo úplně planparalelní a rovinné. Tloušťka proužků se měnila podle šířky sklíčka. Zajímavé bylo také pozorovat změny interferenčních obrazců při zahřívání vzduchu v jednom rameni. Měnila se nám různě šířka proužků, protože zahřívání nebylo rovnoměrné. Ale ukazuje to závislost indexu lomu na teplotě.

V. Závěr

Naměřená hodnota divergence svazku: $d = (2 \pm 1) \cdot 10^{-3}$

Minimální divergence svazku: $d_m = (1,3 \pm 0,6) \cdot 10^{-3}$

Teoretická hodnota zvětšení Galileova teleskopu: $Z = 8$

Naměřené zvětšení Galileova teleskopu: $Z = (12 \pm 6)$

Pomocí Michelsnova interferometru jsme pozorovali interferenční proužky, viz diskuze.

VI. Literatura

Fyzikální praktikum III – Optika : Ivan Pelant, Jiří Fiala, Josef Pospíšil, Jaromír Fährich, Karolinum, 1993