

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

KATEDRA FYZIKY

LABORATORNÍ CVIČENÍ Z FYZIKY

Jméno **Miroslav Tržil**

Datum měření **16.11.2017**

Stud. rok **2017-2018**

Ročník **Druhý**

Datum
odevzdání **30.11.2017**

Stud. skupina **1-102-1021**

Lab. skupina **9**

Klasifikace

Číslo úlohy **7**

Název
úlohy

Fraunhoferuv ohyb světla na šterbině a mřížce

1. Úkol měření

- Pro dvě šířky štěrbin a dvě vlnové délky ověřit platnost vzorce pro Fraunhoferův ohyb světla na štěrbině
- Určit mřížkovou konstantu optické mřížky
- Pomocí mřížkové konstanty zjistit vlnovou délku laserového ukazovátka

2. Použité pomůcky

- Stínítko
- Zelený laser
 - Vlnová délka $\lambda_z = 532 \text{ nm}$
- Červený laser
 - Vlnová délka $\lambda_c = 632,8 \text{ nm}$
- Modrý laser
- Metr na optické lavici
 - Velikost jednoho dílku 1 mm
 - Měřeno I
- Pravítko na stínítku
 - Velikost jednoho dílku 1 mm

3. Postup měření

- Paprsek laseru procházel skrz štěrbinu (nejdříve širší a pak užší), na stínítku vznikaly interferenční obrazce. Měřili jsme vzdálenost minim pro zelený a červený laser.
- Paprsek laseru procházel skrze optickou mřížkou, na stínítku vytvářel interferenční obrazce, měřili jsme vzdálenosti maxim.

4. Použité veličiny a konstanty

- λ vlnová délka [nm]
- l vzdálenost stínítka od optické mřížky (štěrbiny) [cm]
- i index
- y vzdálenost středů minim pro štěrbinu nebo maxim pro mřížku [mm]
- b šířka štěrbin [μm]
- d mřížková konstanta [μm]

5. Naměřené hodnoty štěrbina

	$l = 409 \text{ mm}$		$l = 563 \text{ mm}$	
	štěrbina 0,01 mm	štěrbina 0,10 mm	štěrbina 0,10 mm	štěrbina 0,06 mm
i	$y_i \text{ cervena [mm]}$	$y_i \text{ cervena [mm]}$	$y_i \text{ zelena [mm]}$	$y_i \text{ zelena [mm]}$
1	3,0	2,0	2,9	7,0
2	8,0	3,5	6,5	1,3
3	11,0	5,0	9,9	2,0
4	14,0	7,0	13,5	2,7
5	-	-	16,5	3,3

6. Ohyb světla na štěrbině

- Pro ohyb na štěrbině pro minima platí

$$\sin \varphi_i = \frac{y_i}{\sqrt{y_i^2 + l^2}}$$

$$b \cdot \sin \varphi_i = i \cdot \lambda$$

- Z toho plyne

$$b = \frac{i \cdot \lambda}{\sin \varphi_m} = \frac{i \cdot \lambda \cdot \sqrt{y_i^2 + l^2}}{y_i}$$

- Spočtené hodnoty

	l = 409 mm		l = 563 mm	
	štěrbina 0,01 mm	štěrbina 0,10 mm	štěrbina 0,10 mm	štěrbina 0,6 mm
i	b _i červená [μm]	b _i červená [μm]	b _i zelená [μm]	b _i zelená [μm]
1	86	129	103	428
2	65	148	92	461
3	71	155	91	449
4	74	148	89	444
5	-	-	91	454

- Průměrné hodnoty

- Červený laser a štěrbina 10 μm b = 73,9 μm
- Červený laser a štěrbina 100 μm b = 145,1 μm
- Zelený laser a štěrbina 100 μm b = 93,2 μm
- Zelený laser a štěrbina 600 μm b = 447,1 μm

- Statistická nejistota

$$u(b) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 (b_i - b)^2}{4(4 - 1)}}$$

- Červený laser a štěrbina 10 μm u(b) = 4,55 μm
- Červený laser a štěrbina 100 μm u(b) = 5,52 μm
- Zelený laser a štěrbina 100 μm u(b) = 2,59 μm
- Zelený laser a štěrbina 600 μm u(b) = 5,55 μm

7. Naměřené hodnoty mřížka

I	l = 618 mm		
	y_i červená [mm]	y_i zelená [mm]	y_i modrá [mm]
1	20,0	16,0	12,0
2	33,0	32,0	24,0
3	52,0	48,0	36,0
4	75,0	63,0	48,0

8. Ohyb světla na štěrbině

- Pro ohyb na štěrbině pro maxima platí

$$\sin \varphi_i = \frac{y_i}{\sqrt{y_i^2 + l^2}}$$

$$b \cdot \sin \varphi_i = i \cdot \lambda$$

- Z toho plyne

$$d = \frac{i \cdot \lambda}{\sin \varphi_m} = \frac{i \cdot \lambda \cdot \sqrt{y_i^2 + l^2}}{y_i}$$

- Spočtené hodnoty

I	l = 618 mm	
	d_i červená [μm]	d_i zelená [μm]
1	19,6	24
2	23,7	24
3	22,6	25
4	21,0	25

- Průměrná hodnota mřížkové konstanty: $\bar{d} = 23,2 \mu\text{m}$
- Nejistota měření

$$u(d) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^8 (d_i - \bar{d})^2}{8(8-1)}} = 1,19 \mu\text{m}$$

- Mřížková konstanta $\mathbf{d = (23,2 \pm 1,19) \mu\text{m}}$
- Z mřížkové konstanty lze dopočítat vlnovou délku modrého laseru

$$\lambda = \frac{d \cdot y_i}{i \cdot \sqrt{y_i^2 + l^2}}$$

I	y_i [mm]	λ_i [nm]
1	12,0	449,8
2	24,0	449,5
3	36,0	449,1
4	48,0	448,5

- Průměrná hodnota $\bar{\lambda} = 449,24 \text{ nm}$
- Nejistota měření

$$u(\lambda) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^8 (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{8(8-1)}} = 0,64 \text{ nm}$$

- Vlnová délka modrého laseru: $\lambda = (449,24 \pm 0,64) \text{ nm}$

9. Výsledek

- Šířka štěrbin
 - Červený laser a štěrbina 10 μm **$b = (73,9 \pm 4,55) \mu\text{m}$**
 - Červený laser a štěrbina 100 μm **$b = (145,1 \pm 5,52) \mu\text{m}$**
 - Zelený laser a štěrbina 100 μm **$b = (93,2 \pm 2,59) \mu\text{m}$**
 - Zelený laser a štěrbina 600 μm **$b = (447,1 \pm 5,55) \mu\text{m}$**
- Mřížková konstant **$d = (23,2 \pm 1,19) \mu\text{m}$**
- Vlnová délka modrého laseru: $\lambda = (449,24 \pm 0,64) \text{ nm}$

10. Závěr

- Pro měření na štěrbině nám vyšly rozličné výsledky pro šířku štěrbiny změřenou a nastavenou. Tyto rozdíly mohly vzniknout špatným odečítáním hodnot ze stínítka, protože bylo obtížné nastavit světlo tak, aby byla vidět minima a zároveň pravitko.

11. Použitá Literatura

- <http://herodes.feld.cvut.cz/mereni/downloads/navody/tuht.pdf>
- <http://herodes.feld.cvut.cz/mereni/downloads/manualy/my65.pdf>
- <http://herodes.feld.cvut.cz/mereni/grafy-new/ukaz.php>