

1 Pracovní úkol

1. Pomocí aparatury proměřte ohybové obrazce na mřížce, šterbinách a dvojšterbinách. (Po dohodě s vyučujícím vyberte 2 šterbiny a 2 dvojšterbiny)
2. Okalibrujte mikroskopový okulár, odhadněte chybu kalibrace. Proměřte mřížkovou konstantu použité mřížky a pomocí ohybového obrazce stanovte vlnovou délku laseru, porovnejte s tabelovanou hodnotou. Proměřte mikroskopem geometrické parametry šterbin a dvojšterbin, odhadněte chyby.
3. Pomocí ohybového obrazce dvojšterbin a šterbin a tabelované hodnoty vlnové délky laseru stanovte šířky šterbin i jejich vzdálenosti u dvojšterbin. Porovnejte s hodnotami, které jste naměřili mikroskopem.
4. K referátu přiložte grafické průběhy ohybových obrazců.

2 Teoretický úvod

Při měření předpokládáme Fraunhoferův ohyb (tj. zanedbáváme rozměry šterbin a považujeme je za přímkové zdroje záření). Pro intenzitu světla I při ohybu na mřížce pod úhlem φ platí:

$$I = I_0 \left(\frac{\sin(N \frac{\pi a}{\lambda} \varphi)}{\sin(\frac{\pi a}{\lambda} \varphi)} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sin(\frac{\pi b}{\lambda} \varphi)}{\sin(\frac{\pi b}{\lambda} \varphi)} \right)^2 \quad (1)$$

kde I_0 je intenzita původního záření, N je počet vrypů, a jejich šířka a b jejich vzdálenost. Ostrá maxima intenzity nastávají pro úhly:

$$\varphi_{max} \doteq \sin \varphi = \frac{k\lambda}{a} \quad (2)$$

kde k je celé číslo (řád maxima).

Pro jednoduchou šterbinu ($N = 1$) dostaneme rovnici (1) bez první závorky. Minima intenzity nastanou pro úhly:

$$\varphi_{min} \doteq \sin \varphi = \frac{k\lambda}{b} \quad (3)$$

Pokud do (1) dosadíme $N = 2$, dostaneme rovnici pro intenzitu světla po průchodu dvojšterbinou. V tomto případě kromě minim daných vztahem (3) přistupují ještě další minima daná podmínkou:

$$\varphi = \frac{(2k+1)\lambda}{2a} \quad (4)$$

Veškeré úhly a goniometrické funkce lze získat z geometrie pokusu.

3 Výsledky měření

3.1 geometrie štěrbin a dvojštěrbín, mřížková konstanta

tab.1: Kalibrace mikroskopu

mm	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
dílky stupnice	0,00	0,91	1,54	2,18	2,80	3,42	4,04	4,66	5,27	5,91	6,53

Tedy 1 dílek na stupnici mikroskopu $\sim (0,16 \pm 0,01)\text{mm}$

tab.2: Geometrie štěrbin a dvojštěrbín

	štěrbina A	štěrbina B	dvojštěrbina A	dvojštěrbina B
b (mm)	$0,126 \pm 0,005$	$0,204 \pm 0,005$	$0,116 \pm 0,005$	$0,200 \pm 0,005$
a (mm)			$0,582 \pm 0,008$	$0,578 \pm 0,008$

b (mm) - šířka štěrbin

a (mm) - vzdálenost středů štěrbin (u dvojštěrbín).

Mřížková konstanta určená pomocí mikroskopu: $b_m = (49,4 \pm 0,5)\mu\text{m}$

3.2 ohyb na štěrbinách, dvojštěrbínách a mřížce

vzdálenost zdroje od stínítka: $L = (920 \pm 10)\text{mm}$

vlnová délka laseru (tabelovaná hodnota): $\lambda = 632,8\text{nm}$

tab.3: Vlnová délka laseru

řád maxima	d_{vlevo} (mm)	d_{vpravo} (mm)
11	-130	131
10	-117	119
9	-105	107
8	-93	95
7	-82	83
6	-70	70
5	-59	59
4	-47	47
3	-36	35
2	-24	23
1	-12	11

d (mm) je vzdálenost maxima k-tého řádu od nulového maxima.

vlnová délka laseru (průměrná hodnota): $\lambda = (631,1 \pm 15,0)\text{nm}$

tab.4: Ohyb na štěrbinách a dvojštěrbínách

	štěrbina A	štěrbina B	dvojštěrbina A	dvojštěrbina B
b (mm)	$0,11 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,02$
a (mm)			$0,54 \pm 0,05$	$0,54 \pm 0,05$

4 diskuze

Geometrické parametry štěrbin, dvojštěrbín i mřížky získané pomocí mikroskopu i ohybu se v mezích chyby shodují. Přestože je naměřená vlnová délka laseru zatížena relativně velkou chybou, velmi dobře odpovídá tabelované hodnotě.

Podle našeho názoru je měření geometrických vlastností dvojštěrbín pomocí mikroskopu přesnější než měření pomocí difrakce. Při měření pomocí difrakce vzniká velká chyba při odečítání minim z grafů.

5 Závěr

mikroskop, geometrie štěrbin a dvojštěrbín, mřížková konstanta:

kalibrace mikroskopu: 1 dílek $\sim (0,16 \pm 0,01)\text{mm}$

šířka štěrbin A: $b=(0,126 \pm 0,005)\text{mm}$

šířka štěrbin B: $b=(0,204 \pm 0,005)\text{mm}$

šířka dvojštěrbiny A: $b=(0,116 \pm 0,005)\text{mm}$

šířka dvojštěrbiny B: $b=(0,200 \pm 0,005)\text{mm}$

vzdálenost dvojštěrbín A: $a=(0,582 \pm 0,008)\text{mm}$

vzdálenost dvojštěrbín B: $a=(0,578 \pm 0,008)\text{mm}$

mřížková konstanta mřížky: $b_m = (49,4 \pm 0,5)\mu\text{m}$

ohyb na štěrbinách a dvojštěrbínách, vlnová délka laseru:

vlnová délka laseru: $\lambda = (631,1 \pm 15,0)\text{nm}$

šířka štěrbin A: $b=(0,11 \pm 0,02)\text{mm}$

šířka štěrbin B: $b=(0,18 \pm 0,02)\text{mm}$

šířka dvojštěrbiny A: $b=(0,11 \pm 0,02)\text{mm}$

šířka dvojštěrbiny B: $b=(0,18 \pm 0,02)\text{mm}$

vzdálenost dvojštěrbín A: $a=(0,54 \pm 0,05)\text{mm}$

vzdálenost dvojštěrbín B: $a=(0,54 \pm 0,05)\text{mm}$

6 Literatura

- [1] Fyzikální praktikum III-Optika, UK v Praze, 1993
- [2] Svoboda, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky, Prometheus, Praha 1996