

# Laboratorium Podstaw Fizyki

Numer ćwiczenia: 84

**Temat ćwiczenia:** Wyznaczanie długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej  
**Nazwisko i imię prowadzącego kurs:** mgr Paulina Kamyczek

Wykonawca:	
Imię i nazwisko, nr indeksu, wydział	Tymon Tobolski 181037 Jacek Wieczorek 181043 Wydział Elektroniki
Termin zajęć: dzień tygodnia, godzina	24.11.2010 środa 9.15-11.00
Numer grupy ćwiczeniowej	5
Data oddania sprawozdania:	
<b>Ocena końcowa</b>	

Zatwierdzam wyniki pomiarów.

Data i podpis prowadzącego zajęcia: .....

**Adnotacje dotyczące wymaganych poprawek oraz daty otrzymania poprawionego sprawozdania**

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej, a następnie wyznaczenie długości fal światła przepuszczonego przez filtry interferencyjne.

## 2. Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej

Na ławie optycznej w odległości  $l$  od ekranu została umieszczona siatka dyfrakcyjna, a za ekranem oświetlacz z filtrem interferencyjnym. Wykonane zostały pomiary odległości  $x_m$  pozornych obrazów od szczeliny. Pomiary zostały wykonane dla filtrów: Hg Mon 436, IF 525, IF 600 oraz dla odległości  $l$ : 25cm, 35cm, 40cm.

Niepewności pomiarowe:

$$\begin{aligned}\Delta l &= 1mm \\ \Delta x_m &= 1mm\end{aligned}$$

Wykorzystane wzory:

$$\begin{aligned}\sin \theta_m &= \frac{x_m}{\sqrt{l^2 + x_m^2}} \\ \Delta \sin \theta &= \frac{l * x_m}{l^2 + x_m^2} \Delta l + \frac{l^2}{l^2 + x_m^2} \Delta x_m \\ d &= \frac{m\lambda}{\sin \theta_m} \\ \Delta d &= \frac{\Delta \sin \theta_m}{\sin^2 \theta_m}\end{aligned}$$

Przykładowe obliczenia (filtr Hg Mon 436,  $l = 250mm$ ,  $m = 1$ ):

$$\begin{aligned}\lambda &= 436nm \\ m &= 1 \\ \Delta x_{1L} &= \Delta x_{1P} = 1mm \\ l &= 250mm \\ \Delta l &= 1mm \\ x_{1L} &= 28mm \\ x_{1P} &= 29mm \\ x_1 &= \frac{28 + 29}{2} = 28.5mm \\ \Delta x_1 &= \frac{\Delta x_{1L} + \Delta x_{1P}}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1mm \\ x_1 &\approx 28.5 \pm 1mm \\ \sin \theta_1 &= \frac{x_1}{\sqrt{l^2 + x_1^2}} = \frac{28.5}{\sqrt{250^2 + 28.5^2}} = 0.011399259 \\ \Delta \sin \theta_1 &= \frac{l * x_1}{l^2 + x_1^2} \Delta l + \frac{l^2}{l^2 + x_1^2} \Delta x_1 = \frac{250 * 28.5}{250^2 + 28.5^2} * 1 + \frac{250^2}{250^2 + 28.5^2} * 1mm = 0.004370525\end{aligned}$$

$$\sin \theta_1 \approx 0.0114 \pm 0.0044$$

$$\overline{\sin \theta_1} = 0.01180$$

$$\Delta \overline{\sin \theta_1} = 0.00035$$

$$d = \frac{1 * \lambda}{\overline{\sin \theta_1}} = \frac{1 * 436 * 10^{-3}}{0.01180} = 36.43716006$$

$$\Delta d = \frac{\Delta \sin \theta_m}{\overline{\sin \theta_m}^2} = \frac{0.00035}{0.01180^2} = 1.676755202 \mu m$$

$$d \approx 36.4 \pm 1.7 \mu m$$

Wyniki pomiarów oraz obliczeń przedstawione są w tabeli 1 na stronie 3.

$f\acute{il}tr$	$\lambda$	$m$	$l$	$x_{mL}$	$x_{mP}$	$x_m$	$\sin \Theta_m$	$\Delta \sin \theta_m$	$\overline{\sin \Theta_m}$	$\Delta \overline{\sin \Theta_m}$	$d$	$\Delta d$	$\overline{d}$	$\Delta \overline{d}$
	$nm$		$mm$	$mm$	$mm$	$mm$					$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$
Hg Mon	436	1	250	28	29	28.5	0.0114	0.0044						
			350	39	45	42	0.012	0.0032	0.01180	0.00035	36.4	1.7		
			400	48	52	50	0.012	0.003						
		2	250	75	60	67.5	0.027	0.005						
			350	83	84	83.5	0.0239	0.0033	0.0253	0.0016	34.3	2.2		
			400	104	100	102	0.025	0.003						
IF	525	1	250	37	34	35.5	0.0142	0.0045						
			350	49	49	49	0.014	0.0032	0.01440	0.00053	36.8	0.9		
			400	59	58	58.5	0.015	0.003						
		2	250	69	69	69	0.028	0.005						
			350	104	103	103.5	0.0296	0.0033	0.02887	0.00081	36.4	1.5		
			400	119	117	118	0.029	0.003						
IF	600	1	250	49	48	48.5	0.0194	0.0046						
			350	58	56	57	0.0163	0.0032	0.017	0.002	34.6	3.6		
			400	66	65	65.5	0.016	0.003						
		2	250	80	79	79.5	0.032	0.005						
			350	118	115	116.5	0.0333	0.0033	0.0331	0.0011	36.5	1.1		
			400	136	133	134.5	0.034	0.003						

Tabela 1. Wyniki pomiarów dla filtrów o znanej długości fali

### 3. Wyznaczanie długości fali światła przepuszczonego przez filtry optyczne

W tym ćwiczeniu ponownie dokonano pomiary odległości  $x_m$ , tym razem dla nieznanymi filtrów A i B. Na podstawie wyników pomiarów oraz stałej siatki dyfrakcyjnej  $d$  zostały obliczone długości fal świetlnych przechodzących przez każdy z filtrów.

Niepewności pomiarowe:

$$\Delta l = 1mm$$

$$\Delta x_m = 1mm$$

Wykorzystane wzory:

$$d = 35.8\mu m$$

$$\lambda = \frac{d * \sin \theta_m}{m}$$

$$\Delta \lambda = \frac{d * \Delta \sin \theta_m}{m}$$

Przykładowe obliczenia (filtr A,  $l = 250mm$ ,  $m = 1$ ):

$$d = 35.8\mu m$$

$$m = 1$$

$$\Delta x_{1L} = \Delta x_{1P} = 1mm$$

$$l = 250mm$$

$$\Delta l = 1mm$$

$$x_{1L} = 38mm$$

$$x_{1P} = 36mm$$

$$x_1 = \frac{38 + 36}{2} = 37mm$$

$$\Delta x_1 = \frac{\Delta x_{1L} + \Delta x_{1P}}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1mm$$

$$x_1 \approx 37 \pm 1mm$$

$$\sin \theta_1 = \frac{x_1}{\sqrt{l^2 + x_1^2}} = \frac{37}{\sqrt{250^2 + 37^2}} = 0.014798379$$

$$\Delta \sin \theta_1 = \frac{l * x_1}{l^2 + x_1^2} \Delta l + \frac{l^2}{l^2 + x_1^2} \Delta x_1 = \frac{250 * 37}{250^2 + 37^2} * 1 + \frac{250^2}{250^2 + 37^2} * 1mm = 0.004445153$$

$$\sin \theta_1 \approx 0.0148 \pm 0.0045$$

$$\overline{\sin \theta_1} = 0.01471$$

$$\Delta \overline{\sin \theta_1} = 0.00013$$

$$\lambda = \frac{d * \overline{\sin \theta_m}}{m} = \frac{35.8 * 10^3 * 0.01471}{1} = 526.458773nm$$

$$\Delta \lambda = \frac{d * \Delta \overline{\sin \theta_m}}{m} = \frac{35.8 * 10^3 * 0.00013}{1} = 4.30039008nm$$

$$\lambda \approx 526.5 \pm 4.4nm$$

Wyniki pomiarów oraz obliczeń przedstawione są w tabeli 2 na stronie 5.

<i>filtr</i>	<i>m</i>	<i>l</i>	<i>x<sub>mL</sub></i>	<i>x<sub>mP</sub></i>	<i>x<sub>m</sub></i>	$\sin \Theta_m$	$\Delta \sin \theta_m$	$\overline{\sin \Theta_m}$	$\overline{\Delta \sin \Theta_m}$	$\lambda$	$\Delta \lambda$	$\overline{\lambda}$	$\overline{\Delta \lambda}$
	<i>nm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>					<i>nm</i>	<i>nm</i>	<i>nm</i>	<i>nm</i>
A	1	250	38	36	37	0.0148	0.0045						
		350	51	51	51	0.0146	0.0032	0.01471	0.00013	526.5	4.4		
		400	60	58	59	0.015	0.003					533	10
B	1	250	73	72	72.5	0.029	0.005						
		350	109	105	107	0.0306	0.0033	0.0302	0.0011	540	19		
		400	125	123	124	0.031	0.003						
	1	250	39	42	40.5	0.0162	0.0045						
		350	59	60	59.5	0.0170	0.0033	0.0168	0.0006	602	20		
		400	68	70	69	0.017	0.003					616	21
	2	250	83	84	83.5	0.033	0.005						
		350	124	126	125	0.0357	0.0033	0.0352	0.0017	631	30		
		400	150	143	146.5	0.037	0.003						

Tabela 2. Wyniki pomiarów dla filtrów o nieznanej długości fali

## 4. Wnioski

Przeprowadzone pomiary dla trzech różnych filtrów dały zbliżone wartości stałej siatki dyfrakcyjnej. Głównym czynnikiem, który wpłynął na niedokładność wyniku jest zastosowana metoda pomiarowa. Szerokość prążków była dość znaczna co uniemożliwiało precyzyjne określenie odległości od szczeliny.

Wyniki badania długości fali świetlnej przechodzącej przez nieopisane filtry są zbliżone do rzeczywistych. Obliczone wartości są zbliżone do tych podanych na filtrach użytych w poprzednim punkcie. Podczas pomiarów występował ten sam problem co przy poprzednich filtrach. Dodatkowo ze względu na brak informacji o stałej użytej siatki dyfrakcyjnej została wykorzystana obliczona stała z poprzedniego punktu. (Oba doświadczenia były wykonywane przy użyciu dokładnie tej samej siatki dyfrakcyjnej.)