



Politechnika Wrocławska

## Fizyka 3.1 WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI ŚWIETLNEJ ZA POMOCĄ SIATKI DYFRAKCYJNEJ (ćwiczenie 84)

Sprawozdanie z Laboratorium

19 listopada 2023

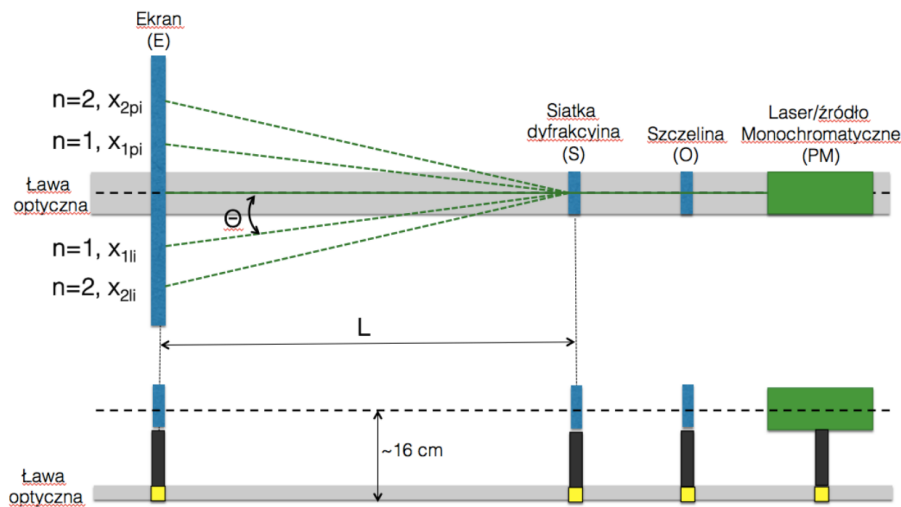
Wydział i kierunek studiów W12N, Automatyka i Robotyka
Termin zajęć każdy wtorek, 15:15 - 16:55
Prowadzący dr Krzysztof Gałkowski
Numer i temat ćwiczenia 84 WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI ŚWIETLNEJ ZA POMOCĄ SIATKI DYFRAKCYJNEJ
Data ćwiczenia, termin oddania sprawozdania 14.11.2023, 21.11.2023
Wykonawca Adam Prystupa

# 1 Wstęp

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie długości fali emisji światła emitowanego przez laser oraz obliczenie nieznanej stałej drugiej siatki dyfrakcyjnej z wykorzystaniem wcześniej wyznaczonej długości.

## 2 Wykaz przyrządów

- Laser emitujący czerwone światło
- Dwie siatki dyfrakcyjne "A" oraz "B"
- Ekran z podziałką milimetrową
- Szczelina



Rys 1: Schemat układu

## 3 Wykorzystane Wzory

### 3.1 Średnia odległość

#### 3.1.1 Wzór

- $\bar{x}_{n,i} = \frac{x_{nli} + x_{npi}}{2}$
- $\bar{x}_{n,i} = \frac{30,00 + 30,00}{2} = 30,00 [mm]$

#### 3.1.2 Niepewność

- $u(\bar{x}_{n,i}) = \frac{\text{dokładność}}{\sqrt{3}}$
- $u(\bar{x}_{n,i}) = \frac{\frac{1}{2} * 1}{\sqrt{3}} = 0,28867 \approx 0,29 [mm]$

### 3.2 Sinus kąta ugięcia

#### 3.2.1 Wzór

- $\sin \theta_{n,i} = \frac{\bar{x}_{n,i}}{\sqrt{\bar{x}_{n,i}^2 + L_i^2}}$
- $\sin \theta_{n,i} = \frac{30,00}{\sqrt{30,00^2 + 300,00^2}} = 0,0995023 \approx 0,09950$

### 3.2.2 Niepewność

- $u_c(\sin\theta_i) = \sqrt{\left(\frac{L_i \bar{x}_i}{(L_i^2 + \bar{x}_i^2)^{3/2}}\right)^2 u^2(L_i) + \left(\frac{L_i^2}{(L_i^2 + \bar{x}_i^2)^{3/2}}\right)^2 u^2(\bar{x}_i)}$
- $u_c(\sin\theta_i) = \sqrt{\left(\frac{300,00 \cdot 30,00^2}{(300,00^2 + 30,00^2)^{3/2}}\right)^2 \cdot 0,29^2 + \left(\frac{300,00^2}{(300,00^2 + 30,00^2)^{3/2}}\right)^2 \cdot 0,29^2} = 0,00095412 \approx 0,00096$

## 3.3 Długość fali emisji światła emitowanego przez laser

### 3.3.1 Wzór

- $\lambda_{n,i} = \frac{d(\sin\theta_{n,i})}{n}$
- $\lambda_{n,i} = \frac{0,02 \cdot 0,9950}{3} = 0,006633[\text{mm}] \approx 663,3[\text{nm}]$

## 3.4 Stała siatki dyfrakcji

### 3.4.1 Wzór

- $d = \frac{n\bar{\lambda}}{\sin\theta}|_{n=1}$
- $d = \frac{1 \cdot 0,6638}{0,3235} = 2,052137 \approx 2,052[\mu\text{m}]$

### 3.4.2 Niepewność

- $u_c(d) = \sqrt{\left(\frac{n}{\sin\theta}\right)^2 u^2(\bar{\lambda}) + \left(\frac{n\bar{\lambda}}{\sin^2\theta}\right)^2 u^2(\sin\theta)|_{n=1}}$
- $u_c(d) = \sqrt{\left(\frac{1}{0,3235}\right)^2 \cdot 0,0055^2 + \left(\frac{1 \cdot 0,6638}{0,3235^2}\right)^2 \cdot 0,0095^2} = 0,06264 \approx 0,063[\mu\text{m}]$

## 4 Wyniki Pomiarów

### 4.1 Wyniki pomiarów dla siatki dyfrakcyjnej A

$L_i$	$u(L_i)$	n	$x_{lni}$	$u(x_{lni})$	$x_{pni}$	$u(x_{pni})$
[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
300,00	0,29	1	10,00	0,29	10,00	0,29
		2	20,00		20,00	
		3	30,00		30,00	
		4	40,00		40,00	
350,00	0,29	1	11,50	0,29	11,50	0,29
		2	23,00		23,00	
		3	34,50		34,50	
400,00	0,29	1	13,50	0,29	13,50	0,29
		2	27,00		27,00	
		3	40,00		40,00	
450,00	0,29	1	15,00	0,29	15,00	0,29
		2	30,00		30,00	
		3	45,00		45,00	
500,00	0,29	1	16,50	0,29	16,50	0,29
		2	33,50		33,50	
		3	50,00		50,00	
Siatka "A" posiada 50 lini/mm						
Stała siatki "A": d[mm]=				0,02		

## 4.2 Obliczenia dla siatki dyfrakcyjnej A

$L_{n,i}$	$u(L_{n,i})$	n	$\overline{x_{n,i}}$	$u(\overline{x_{n,i}})$	$\sin \theta_{n,i}$	$u(\sin \theta_{n,i})$	$\lambda_{n,i}$
[mm]	[mm]		[mm]	[mm]			[nm]
300,00	0,29	1	10,00	0,29	0,03331	0,00097	666,3
300,00	0,29	2	20,00	0,29	0,06652	0,00096	665,2
300,00	0,29	3	30,00	0,29	0,09950	0,00096	663,4
300,00	0,29	4	40,00	0,29	0,13216	0,00095	660,9
350,00	0,29	1	11,50	0,29	0,03284	0,00097	656,8
350,00	0,29	2	23,00	0,29	0,06557	0,00096	655,8
350,00	0,29	3	34,50	0,29	0,09810	0,00095	654
400,00	0,29	1	13,50	0,29	0,03373	0,00097	674,7
400,00	0,29	2	27,00	0,29	0,06735	0,00096	673,5
400,00	0,29	3	40,00	0,29	0,09950	0,00095	663,4
450,00	0,29	1	15,00	0,29	0,03331	0,00096	666,3
450,00	0,29	2	30,00	0,29	0,06652	0,00096	665,2
450,00	0,29	3	45,00	0,29	0,09950	0,00095	663,4
500,00	0,29	1	16,50	0,29	0,03298	0,00096	659,7
500,00	0,29	2	33,50	0,29	0,06685	0,00096	668,6
500,00	0,29	3	50,00	0,29	0,09950	0,00094	663,4
			Wartość średnia $\lambda$ [nm]				663,8
			Odchylenie standardowe $u(\lambda)$ [nm]				5,5

## 4.3 Wyniki pomiarów dla siatki dyfrakcyjnej B

$L_i$	$u(L_i)$	n	$x_{li}$	$u(x_{li})$	$x_{pi}$	$u(x_{pi})$
[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
50,00	0,29	1	18,50	0,29	18,50	0,29
70,00	0,29	2	25,00	0,29	25,00	0,29
90,00	0,29	3	32,00	0,29	32,00	0,29
110,00	0,29	4	39,00	0,29	39,00	0,29
130,00	0,29	5	43,50	0,29	43,50	0,29
150,00	0,29	6	49,50	0,29	49,50	0,29
170,00	0,29	7	57,00	0,29	57,00	0,29
190,00	0,29	8	63,50	0,29	63,50	0,29
210,00	0,29	9	70,00	0,29	70,00	0,29
230,00	0,29	10	77,00	0,29	77,00	0,29
250,00	0,29	11	84,00	0,29	84,00	0,29
270,00	0,29	12	91,00	0,29	91,00	0,29
290,00	0,29	13	98,00	0,29	98,00	0,29
310,00	0,29	14	105,00	0,29	105,00	0,29
330,00	0,29	15	112,00	0,29	112,00	0,29

#### 4.4 Obliczenia dla siatki dyfrakcyjnej B

$\bar{x}_i$	$u(\bar{x}_i)$	$\sin \theta_i$	$u(\sin \theta_i)$
[mm]	[mm]		
18,50	0,29	0,3470	0,0051
25,00	0,29	0,3363	0,0037
32,00	0,29	0,3350	0,0029
39,00	0,29	0,3342	0,0024
43,50	0,29	0,3173	0,0020
49,50	0,29	0,3134	0,0018
57,00	0,29	0,3179	0,0016
63,50	0,29	0,3170	0,0014
70,00	0,29	0,3162	0,0013
77,00	0,29	0,3175	0,0012
84,00	0,29	0,3185	0,0011
91,00	0,29	0,31938	0,00097
98,00	0,29	0,32015	0,00090
105,00	0,29	0,32081	0,00090
112,00	0,29	0,32139	0,00079
Wartość średnia		$\overline{\sin \theta}$	0,3235
Odchylenie standardowe		$u(\overline{\sin \theta})$	0,0095
Stała siatki dyfrakcyjnej $d$ [ $\mu\text{m}$ ]			2,052
		$u_c(d)$ [ $\mu\text{m}$ ]	0,063

## 5 Wnioski

- Obliczona wartość średnia długości fali światła wynosi  $\lambda = 663,8 \pm 5,5[\text{nm}]$ . Wartość znajduje się w przedziale światła czerwonego (od 627nm do 780nm). Zgadza się to z obserwacjami i pozwala stwierdzić ze znacznym prawdopodobieństwem, że pomiary i obliczenia zostały wykonane poprawnie.
- Stała siatki B wynosi  $d = 2,0521 \pm 0,06264\mu\text{m}$ . Stałe siatki dyfrakcyjne są zazwyczaj stałymi całkowitymi o równej wartości. Możemy więc przypuszczać, że nasza siatka posiadała stałą równą  $d = 2\mu\text{m}$ . Przy wzroście wartości stałej siatki dyfrakcyjnej, odległości pomiędzy kolejnymi rzędami dyfrakcyjnymi ulegają zmniejszeniu.

## 6 Źródła

- Instrukcja ze strony LPF - <https://lpf.wppt.pwr.edu.pl/instrukcje/cwn084.pdf>
- Informacje odnośnie długości światła widzialnego - <https://lenalighting.pl/o-nas/baza-wiedzy/941-widmo-promieniowania-widzialnego>