

Ćwiczenie OP1

WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI ŚWIETLNEJ I STAŁEJ SIATKI ZA POMOCĄ ZNANEJ SIATKI DYFRAKCYJNEJ

1. Cel ćwiczenia

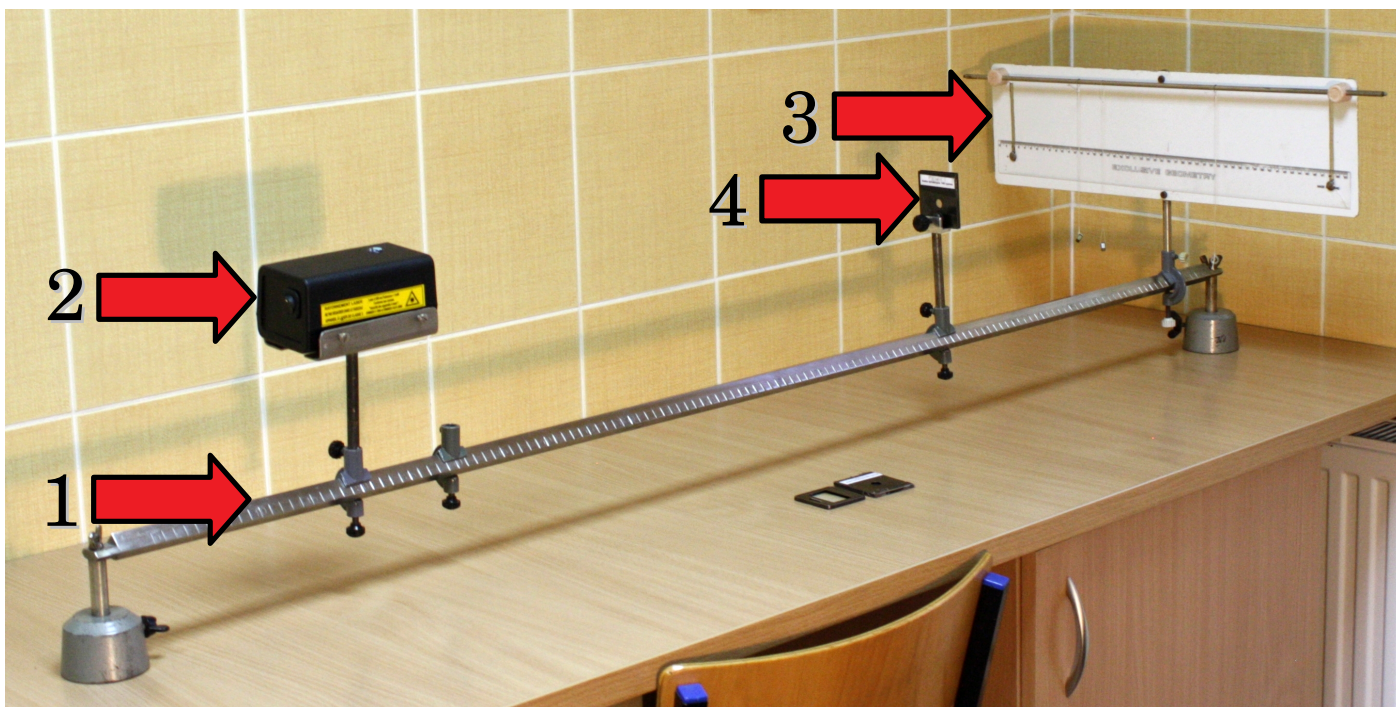
Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych pojęć związanych z interferencją i dyfrakcją światła oraz wyznaczenie eksperymentalnie długości fali światła lasera oraz wyznaczenie stałej badanej siatki dyfrakcyjnej.

2. Zagadnienia do przygotowania

Zagadnienia do opracowania i nauczania się (**przed przystąpieniem** do wykonywania ćwiczenia):

- dyfrakcja i interferencja światła,
- rodzaje siatek dyfrakcyjnych,
- związek między parametrami siatki, długością fali świetlnej i kątem (rzędem) ugięcia,
- opisać i objaśnić doświadczenie Younga.

3. Przyrządy pomiarowe, opis i schemat aparatury, przyjęte oznaczenia



Rysunek 1: Aparatura pomiarowa: ława optyczna (1), laser półprzewodnikowy (2), ekran z przymiarem (3), siatki dyfrakcyjne (4). Ponadto taśma miernicza

Przyjęte oznaczenia:

x_0 – położenie prążka rzędu zerowego,

x_{Ln} – położenie prążka rzędu n występującego z lewej strony prążka rzędu zerowego,
 x_{Pn} – położenie prążka rzędu n występującego z prawej strony prążka rzędu zerowego,
 a_{Ln} – odległość prążka rzędu n występującego z lewej strony od prążka rzędu zerowego,
 a_{Pn} – odległość prążka rzędu n występującego z prawej strony od prążka rzędu zerowego,
 L – odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu,
 n – rząd prążka,
 λ – długość fali świetlnej emitowanej przez laser,
 d – odległość między szczelinami siatki dyfrakcyjnej, tzw. stała siatki.

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

- Zestawić elementy aparatury jak na Rys. 1.
- Włączyć laser. **Chroń oczy (swoje i otoczenia) przed światłem laserowym!**
- Korzystając z nitek z zawieszonymi ciężarkami odczytać wielkość x_0 oraz x_{Ln} i x_{Pn} (pierwszy rząd $n = 1$, drugi rząd $n = 2$, trzeci rząd $n = 3$).
- Pomiary powtórzyć dla różnych odległości L , mierząc położenia x_0 oraz x_{Ln} i x_{Pn} dla każdego rzędu prążka.
- Obliczyć $a_{L1} = x_0 - x_{L1}$ oraz $a_{P1} = x_{P1} - x_0$ dla każdego rzędu prążka.
- Obliczyć średnie arytmetyczne obu odległości:

$$\bar{a}_n = \frac{a_{Ln} + a_{Pn}}{2}. \quad (1)$$

- Określić $\sin \varphi$ kąta ugięcia promienia lasera:

$$\sin \varphi_n = \sin \arctg \frac{\bar{a}_n}{L} \quad (2)$$

lub wykorzystując twierdzenia Pitagorasa:

$$\sin \varphi_n = \frac{\bar{a}_n}{\sqrt{(\bar{a}_n)^2 + L^2}}. \quad (3)$$

- W przypadku wyznaczania długości fali laserowej przy znanej wielkości d skorzystać ze wzoru:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi_n}{n} \quad (4)$$

Jeżeli należy wyznaczyć stałą nieznanej siatki dyfrakcyjnej, skorzystać ze wzoru:

$$d = \frac{\lambda n}{\sin \varphi_n} \quad (5)$$

przy znanej wartości λ .

- Obliczone wielkości wpisać do tabeli pomiarów.

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

- Wyznaczanie długości światła fali świetlnej λ za pomocą siatki dyfrakcyjnej o znanej stałej siatki $d = \dots\dots\dots$ mm.
- Wyznaczanie stałej nieznanej siatki dyfrakcyjnej d przy znajomości długości światła laserowego $\lambda = \dots\dots\dots$ nm.
- Wyznaczanie stałych siatki dwuwymiarowej siatki dyfrakcyjnej przy znajomości długości światła laserowego $\lambda = \dots\dots\dots$ nm.

Tablica 1: Wyznaczanie długości fali świetlnej, λ

Lp.	L [mm]	n	Położenie prążka rzędu n , odczyt na skali [mm]			Odległość prążka rzędu n od prążka rzędu zerowego [mm]			λ [nm]
			x_{Ln}	x_0	x_{Pn}	a_{Ln}	a_{Pn}	$\bar{a}_n$	
1		1							
		2							
		3							
2		1							
		2							
		3							
3		1							
		2							
		3							
Średnie									

Tablica 2: Wyznaczanie stałej nieznanej siatki dyfrakcyjnej

Lp.	L [mm]	n	Położenie prążka rzędu n , odczyt na skali [mm]			Odległość prążka rzędu n od prążka rzędu zerowego [mm]			d [mm]
			x_{Ln}	x_0	x_{Pn}	a_{Ln}	a_{Pn}	$\bar{a}_n$	
1		1							
		2							
		3							
2		1							
		2							
		3							
3		1							
		2							
		3							
Średnie									

Tablica 3: Wyznaczanie stałych siatki 2D

	L [mm]	n	Położenie prążka rzędu n , odczyt na skali [mm]			Odległość prążka rzędu n od prążka rzędu zerowego [mm]			d [mm]
			x_{Ln}	x_0	x_{Pn}	a_{Ln}	a_{Pn}	$\bar{a}_n$	
Pionowo		1							
		2							
		3							
Poziomo		1							
		2							
		3							
Średnie						$d_{\text{pion.}} = \dots$ [mm]	$d_{\text{poziom.}} = \dots$ [mm]		

6. Ocena wyników pomiarów

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

Propozycje poprawy dokładności pomiarów.

7. Literatura

- *Podstawy fizyki*, Halliday D., Resnick R., Walker J., dowolne wydanie.
- *Pracownia fizyczna*, Szydłowski H., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Dryński T., dowolne wydanie.