



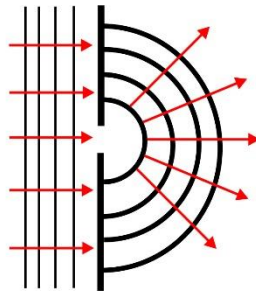
# Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej

03

## Przyrządy:

Ława optyczna, laser półprzewodnikowy  $\lambda=650$  nm , ekran, dwie siatki dyfrakcyjne, kartka papieru A4, pisak.

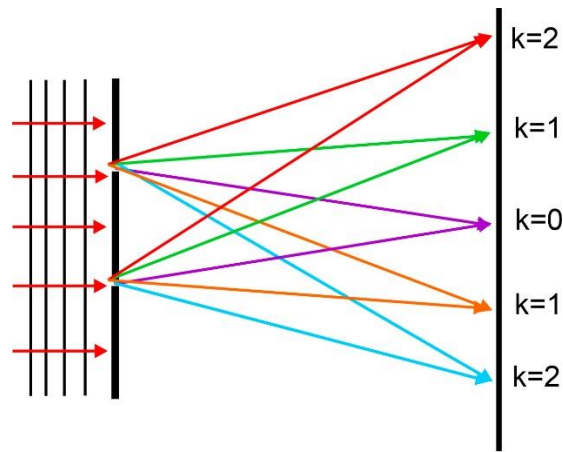
Siatkę dyfrakcyjną stanowi szereg rys na szkle. Przerwy między rysami odgrywają rolę szczelin przepuszczających światło.



Zjawisko dyfrakcji na szczeliny

**Rysunek 1**

Dyfrakcja (ugięcie fali) to zjawisko fizyczne zmiany kierunku rozchodzenia się fali na krawędziach przeszkód oraz w ich pobliżu. Interferencja to zjawisko nakładania się fal prowadzące do zwiększania lub zmniejszania amplitudy fali wypadkowej. Jednym z najprostszych przykładów zjawiska dyfrakcji jest przejście równoległej wiązki światła laserowego przez wąską pojedynczą szczelinę o szerokości  $d$ . Zgodnie z zasadą Huygensa każdy punkt szczeliny, jest nowym źródłem fali. Między źródłami zachodzi interferencja, co powoduje wzmacnianie i osłabianie światła rozchodzącego się w różnych kierunkach. Tak więc na ekranie widoczna będzie seria minimów i maksimów światła laserowego.



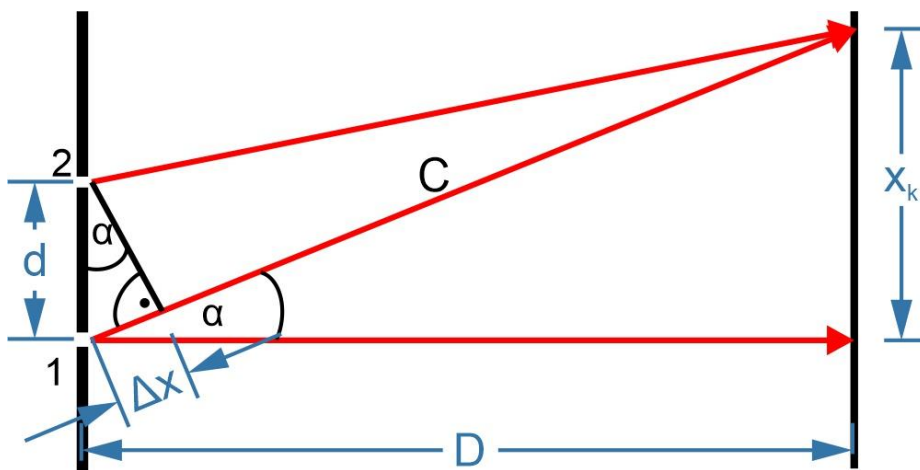
Dyfrakcja i interferencja

**Rysunek 2**

Fala świetlna przechodząc przez siatkę dyfrakcyjną ulega w jej szczelinach ugięciu. W wyniku interferencji ugiętych fal powstają maksima natężenia światła w tych miejscach gdzie zbiegają się fale w jednakowej fazie. Zachodzi to dla takich kątów ugięcia, dla których różnica dróg między promieniami wychodzącymi z dwu sąsiednich szczelin jest całkowitą wielokrotnością długości fali  $k\lambda$ . Powstaje stąd warunek określający położenie kątowne na ekranie maksimum interferencyjnego

$$\sin \alpha = \frac{k\lambda}{d} \quad k = 1, 2, \dots \quad (1)$$

gdzie  $d$  jest stałą siatki dyfrakcyjnej, a  $k$  określa którą parę prążków bierzemy pod uwagę (dla pary najbliższej środkowego punktu będzie to  $k = 1$ ) Znając długość fali użytego promieniowania  $\lambda$  oraz wykorzystując zależności trygonometryczne można otrzymać wzór na stałą siatki dyfrakcyjnej:



Rysunek pomocniczy do wyprowadzenia wzoru na szerokość szczeliny  $d$

**Rysunek 3**

$$\Delta x = k \cdot \lambda$$

gdzie  $\Delta x$  – różnica dróg optycznych promieni (1, 2)

$k = 0, 1, 2, 3, \dots$

$$\sin \alpha = \frac{\Delta x}{d}, \text{ gdzie } \alpha - \text{ kąt ugięcia}$$

$$\sin \alpha = \frac{x_k}{C}$$

$$C = \sqrt{D^2 + x_k^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{x_k}{\sqrt{D^2 + x_k^2}}$$

$$\frac{\Delta x}{d} = \frac{x_k}{\sqrt{D^2 + x_k^2}}$$

$$\frac{k \cdot \lambda}{d} = \frac{x_k}{\sqrt{D^2 + x_k^2}}$$

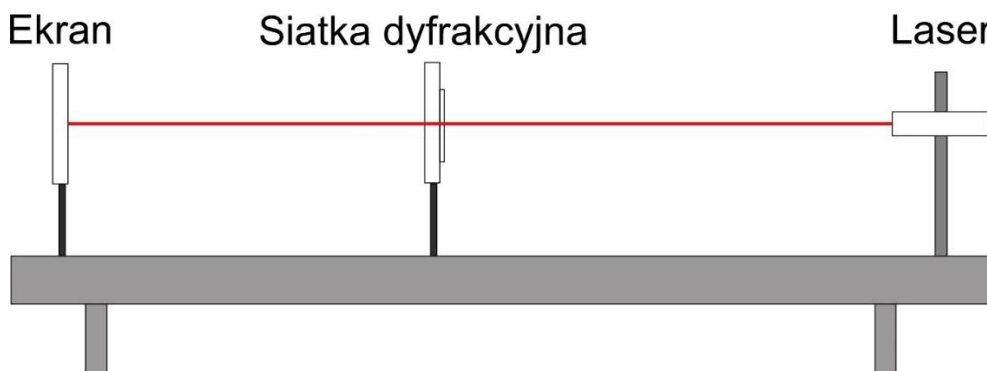
Po powyższych przekształceniach otrzymujemy wzór na stałą siatki dyfrakcyjnej:

$$d = \frac{k \cdot \lambda \sqrt{D^2 + x_k^2}}{x_k} \quad (2)$$

gdzie  $D$  jest odległością ekranu od siatki zaś  $x_k$  jest położeniem prążka  $k$ -tego rzędu w stosunku do prążka rzędu zerowego, czyli centralnego ( $k = 1$ , lub  $2$ , lub  $3$ , itd., zależnie od tego dla której pary prążków liczymy wartość  $d$ ).

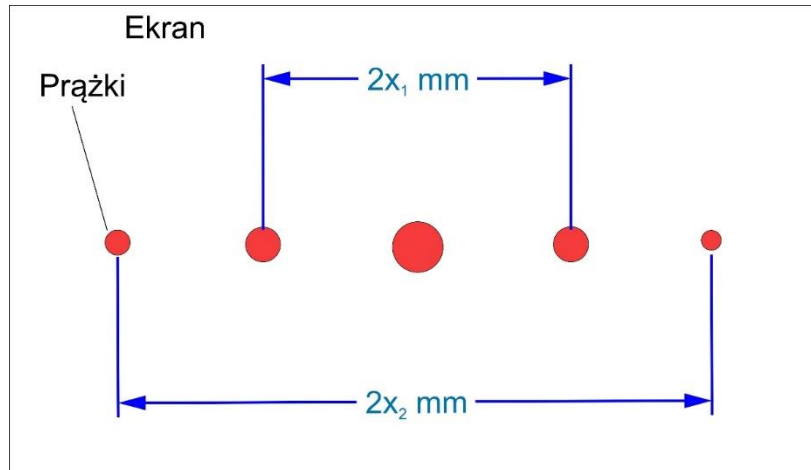
### Kolejność wykonywanych czynności:

1. Umieścić przyrządy na ławie optycznej jak na rysunku.



Rysunek 4

2. Włączyć laser i obserwować obraz na ekranie. Można założyć na ekran kartkę papieru. Zaznaczyć ołówkiem położenia prążków interferencyjnych na ekranie (pierwszej i drugiej pary względem środkowego punktu). Zmierzyć odległości  $2x_1$  i  $2x_2$ . Wartości  $2x_1$  i  $2x_2$  oraz odległość siatki od ekranu i zapisać w tabeli. Pomiary wykonać dla 5- ciu różnych odległości D ekranu od siatki.



Rysunek 5

Tabela 1

l.p.	D	$2x_1$	$2x_2$
	[m]	[m]	[m]

3. Wymienić siatkę dyfrakcyjną na drugą i wykonać pomiary jak w punkcie 2.
4. Obliczyć stałą siatki  $d$  przy pomocy wzoru (2) wykorzystując wartości położenia  $x_1$  i  $x_2$  prążków pierwszego i drugiego rzędu.
4. Długości fali lasera półprzewodnikowego to  $\lambda=650$  nm
5. Obliczyć średnią wartość  $d$  dla każdej siatki oraz odchylenie standardowe średniej arytmetycznej.

Korzystając z rozkładu Studenta – Fishera, obliczyć przedział ufności wartości mierzonej dla poziomu ufności  $\alpha=0,65$  i  $\alpha=0,90$ . Obliczyć liczbę rys na milimetr dla obu siatek.

### Wymagania:

- zjawisko dyfrakcji i interferencji, siatka dyfrakcyjna, wyprowadzenie wzorów (1) i (2) [3, 8, 13]
- budowa i zasada działania lasera półprzewodnikowego [1, 14]