



Wyznaczanie rozmiaru szczeliny metodą dyfrakcji

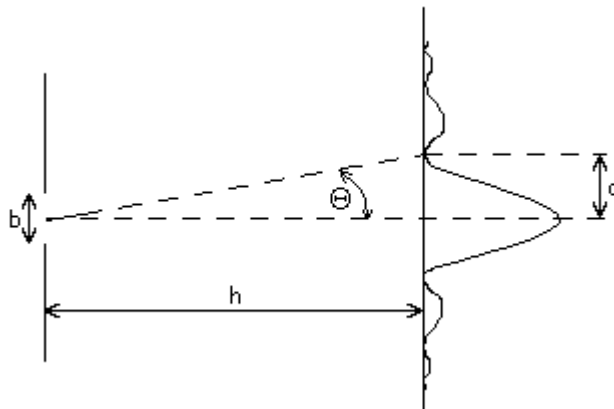
O6

Przyrządy:

Laser półprzewodnikowy o długości fali $\lambda=650$ nm, dwie szczeliny: pojedyncza prosta i kołowa, ekran ze śrubą mikrometryczną.

Przy przejściu fali monochromatycznej o długości λ przez szczelinę o szerokości b (porównywalnej z λ) można zaobserwować zjawisko dyfrakcji w postaci pojawienia się na ekranie jasnych i ciemnych prążków.

Rozkład natężenia światła na ekranie ilustruje rysunek poniżej.



Rysunek 1

Ciemne prążki czyli tzw. minima dyfrakcyjne powstają gdy spełniony jest warunek:

$$b \sin \theta = n \lambda \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots \quad (1)$$

gdzie n nazywamy rzędem minimum dyfrakcyjnego. Wartość $n = 0$ jest wyłączona gdyż odpowiada obserwacji wzdłuż kierunku padania gdzie mamy maksimum oświetlenia ekranu. Gdy $d \ll h$ wzór (1) można zapisać w postaci

$$b \frac{d}{h} \cong n \lambda \quad (2)$$

Stąd szerokość szczeliny, na której miała miejsce dyfrakcja

$$b = \frac{nh}{d} \lambda \quad (3)$$

Gdy dyfrakcja ma miejsce na otworze kołowym o średnicy D , kąt pod którym wystąpi pierwszy ciemny pierścień określa warunek

$$\sin \theta_1 = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (4)$$

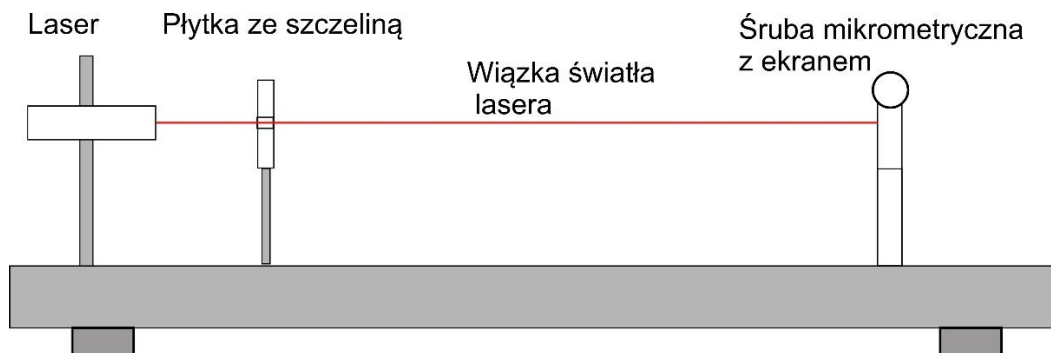
Stąd średnica otworu, na którym nastąpiło ugięcie siatki wynosi

$$D = 1,22 \lambda \frac{h}{d_1} \quad (5)$$

gdzie d_1 jest położeniem pierwszego minimum dyfrakcyjnego.

Kolejność wykonywanych czynności:

1. Zamocować w uchwycie pojedynczą prostą szczelinę, włączyć laser i obserwować na ekranie prążki interferencyjne. Jeśli obraz dyfrakcyjny nie znajdzie się w środku ekranu, należy zmienić położenie szczeliny w uchwycie, położenie lasera lub kręcąc pokrętką śruby mikrometrycznej przesunąć ekran. Gdy prążki interferencyjne są wyraźne a obraz dyfrakcyjny znajdzie się na środku ekranu możemy przystąpić do pomiarów.

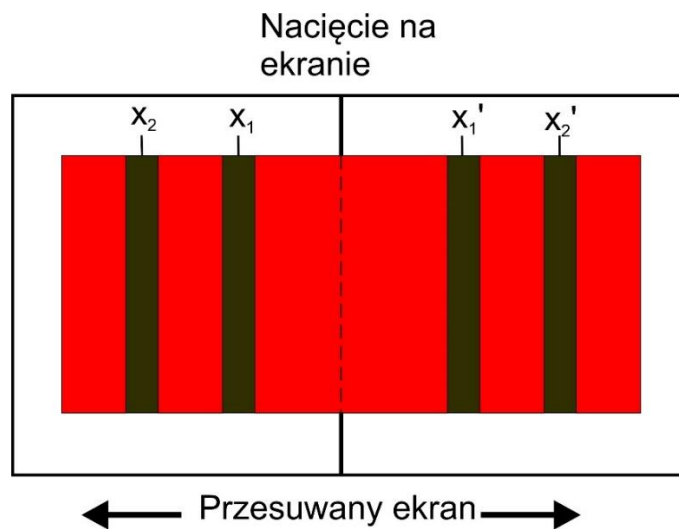


Rysunek 2

2. Śrubą mikrometryczną zmieniamy położenie ekranu i odczytujemy na bębnie śruby te położenia w których pionowe nacięcie na ekranie pokrywa się ze środkiem prążka 1-szego lub 2-go rzędu (środkiem czarnego obszaru). Wyniki zanotować w tabeli pomiarów.

Tabela 1 Pojedyncza szczelina

l.p.	X_1 [m]	X_2 [m]	X_1' [m]	X_2' [m]	\bar{x}_1 [m]	\bar{x}_2 [m]	\bar{x}_1' [m]	\bar{x}_2' [m]



Rysunek 3

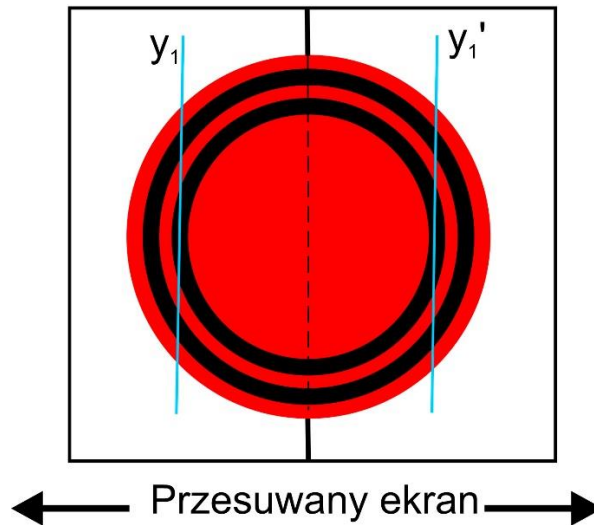
Obraz dyfrakcyjny i położenia x_2 i x_2' ciemnych prążków drugiego rzędu oraz x_1 i x_1' prążków pierwszego rzędu.

3. Punkt 2 powtórzyć trzykrotnie i wyliczyć średnie położenie $\bar{x}_2, \bar{x}_2', \bar{x}_1, \bar{x}_1'$.
4. Zamocować w uchwycie przysłonę z otworem kołowym i zanotować położenia prążków ciemnych pierwszego rzędu. Pomiarów powtórzyć trzykrotnie, a wyniki zanotować w tabeli. Obliczyć wartości średnie \bar{y}_1 i \bar{y}_1' .

Tabela 2 Otwór kołowy

l.p.	y_1 [m]	y_1' [m]	\bar{y}_1 [m]	\bar{y}_1' [m]

Nacięcie na
ekranie



Rysunek 4

Obraz dyfrakcyjny i położenie y_1 i y_1' ciemnych prążków pierwszego rzędu.

5. Zmierzyć odległość h między szczeliną a ekranem.
6. Obliczyć położenie prążka ciemnego 1- ego i 2- go rzędu dla pojedynczej szczeliny

$$d_1 = \frac{\bar{x}_1' - \bar{x}_1}{2}, \quad d_2 = \frac{\bar{x}_2' - \bar{x}_2}{2}$$

7. Wyliczyć szerokość szczeliny ze wzoru (3) wykorzystując wartości położenia prążków zarówno 1- ego jak i 2- go rzędu. Obliczyć wartość średnią \bar{b} .
8. Obliczyć położenie pierwszego minimum dla otworu kołowego

$$d = \frac{\bar{y}_1' - \bar{y}_1}{2}$$

9. Wyznaczyć średnicę otworu kołowego korzystając z wzoru (5).
10. Długości fali lasera półprzewodnikowego to $\lambda=650$ nm
11. Obliczyć niepewności maksymalne Δb i ΔD .

Wymagania:

- interferencja światła (doświadczenie Younga) [3, 8, 13]
- dyfrakcja światła na pojedynczej szczelinie i na otworze kołowym [3, 8, 13]
- budowa i zasada działania lasera