

1 Przedstaw własności wiązki laserowej i porównaj je z własnościami wiązki uzyskiwanej z naturalnego źródła promieniowania jakim jest np. Słońce

Promieniowanie laserowe ma trzy zasadnicze właściwości:

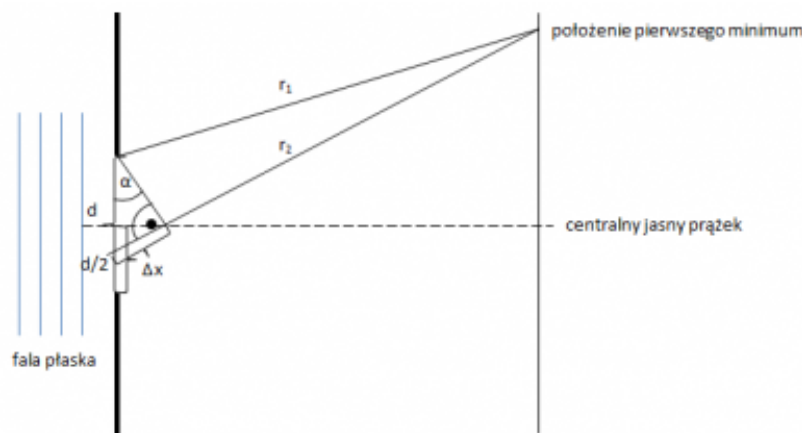
- Monochromatyczność - oznacza to, że promieniowanie składa się wyłącznie z fali o jednej długości, w porównaniu do źródła naturalnego, które składa się z fal różnej długości.
- Duża spójność, a w związku z tym zgodność faz, w przeciwieństwie do światła, które nie musi mieć tej zdolności.
- Równoległość - cecha ta wynika bezpośrednio z mechanizmu powstawania promieniowania laserowego i polega na równoległości promieni tworzących wiązkę, w porównaniu do źródła naturalnego, które nie ma promieni równoległych.

2 Dyfrakcja światła na pojedynczej szczelinie (omówienie obrazu dyfrakcyjnego)

Fala świetlna padając na przeszkodę w postaci wąskiej szczeliny ulega zjawisku dyfrakcji, w wyniku czego na ekranie pojawia się charakterystyczny obraz dyfrakcyjny, składający się z centralnego jasnego prążka oraz mniej intensywnych, ułożonych na przemian jasnych i ciemnych prążków pobocznych.

3 Opisz w jaki sposób można wyznaczyć szerokość nieznanej szczeliny w oparciu o uzyskany obraz dyfrakcyjny dla światła monochromatycznego

Na rysunku poniżej przedstawiono szczelinę o szerokości d , na którą pada płaska fala świetlna o długości λ . Zgodnie z zasadą Huygensa, każdy punkt wewnątrz tej przeszkody jest źródłem nowej fali, która interferuje konstruktywnie bądź destruktywnie z falami wytworzonymi w sąsiednich punktach szczeliny.



Rysunek 1: Zjawisko dyfrakcji na pojedynczej szczelinie

W celu wyznaczenia położenia pierwszego minimum dyfrakcyjnego, narysowano dwa ugięte na szczelinie promienie świetlne r_1 i r_2 . Interferencja destruktywna może mieć miejsce tylko wtedy, gdy różnica dróg optycznych pomiędzy promieniami ($\Delta x = r_2 - r_1$) jest równa połowie długości padającej fali, zatem $d = \lambda$.

4 Wyjaśnij dlaczego w celu wyznaczenia szerokości szczeliny w omawianym ćwiczeniu odległość szczelina - ekran powinna wynosić przynajmniej 70 cm.

Rozpatrzmy przykład zbliżony do rzeczywistego. Rozpatrzmy dyfrakcję czerwonego światła (około 650 nm) na szczelinie o szerokości 0.01 mm, zatem:

$$\sin(\theta_{\min}) = \frac{\lambda}{d} = \frac{650 \times 10^{-9}}{0,01 \times 10^{-3}} = 0,065, \quad \theta_{\min} \approx 3,5^\circ \quad (1)$$

Analizując powyższy wynik widzimy, że kąt θ_{\min} jest mały. A więc aby móc dokładnie zmierzyć odstęp pomiędzy kolejnymi minimami musimy zwiększyć odległość L. Wtedy odstęp między maksimum głównym, a pierwszym minimum wyniesie:

$$l = L \cdot \operatorname{tg}(a) \approx 4,5 \text{ (cm)} \quad (2)$$

Co z kolei już jest wartością porządną.

5 Jakiej szerokości maksimum dyfrakcyjne otrzymamy dla szczeliny o szerokości $d = 0,1 \text{ mm}$, długości fali światła laserowego $\lambda = 600 \text{ nm}$ i odległości ekran - szczelina $L = 90 \text{ cm}$

Ze względu na dyfrakcję na pojedynczej szczelinie zastosujemy następujący wzór:

$$x_{\min} \cong \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda L}{d} \quad (3)$$

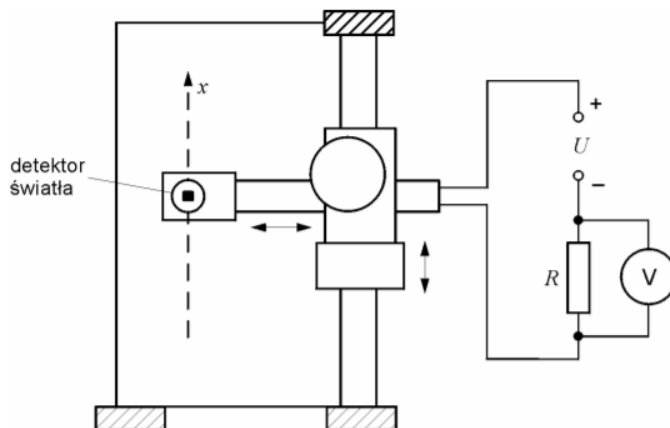
gdzie:

- m - numer kolejnych maksimów bocznych
- λ - długość fali
- L - odległość szczelina - ekran
- d - szerokość szczeliny

Zatem dla powyższych danych jest prawdziwe:

$$x_{\min} \cong \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda L}{d} = \frac{3}{2} \frac{600 \times 10^{-9} \cdot 90 \times 10^{-2}}{0,1 \times 10^{-3}} = 8,1 \text{ (mm)} \quad (4)$$

6 Przedstaw schemat elektryczny układu do pomiaru natężenia światła



Rysunek 2: Schemat elektryczny do pomiaru natężenia światła

Źródłem światła monochromatycznego i spójnego jest laser półprzewodnikowy zasilany napięciem kilku V (wytworzanym przez zasilacz sieciowy). Laser wytwarza wiązkę światła spójnego i monochromatycznego. Rysunek 2 przedstawia schemat układu do pomiaru natężenia światła. Detektorem światła jest fotodioda. Jest to element półprzewodnikowy w objętości którego fotony padającego światła wytwarzają swobodne elektrony. Pod działaniem przyłożonego napięcia U elektrony te płyną do obwodu zewnętrznego jako prąd I proporcjonalny do natężenia padającego światła. Prąd ten z kolei wytwarza na oporniku R napięcie $U = IR$ mierzone woltomierzem cyfrowym.

7 Oszacuj stosunek natężenia światła mierzonego w pierwszym maksimum bocznym $I(x_{\max}^{(1)})$ do natężenia światła w maksimum głównym I_0 .

Dla oszacowania stosunku natężenia światła mierzonego w pierwszym maksimum bocznym do natężenia światła w maksimum głównym zastosujemy następujący wzór:

$$\frac{I(x_{\max})}{I_0} \cong \frac{1}{\pi^2 \left(m + \frac{1}{2}\right)^2}, \quad m = \pm 1, 2, 3... \quad (5)$$

Przyjmując $m = 1$, przekształcimy wzór do:

$$\frac{I(x_{\max}^{(1)})}{I_0} \cong \frac{4}{\pi^2} \quad (6)$$