

Nr pary	Imię i nazwisko studenta	Wydział
		grupa
data	Imię i nazwisko prowadzącego	Zaliczenie

D5. Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej

Celem ćwiczenia jest poznanie zjawiska dyfrakcji i interferencji światła oraz eksperymentalne wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej.

Dyfrakcja światła - to ugięcie światła na szczelinach lub przeszkodach, których rozmiary są porównywalne z długością fali świetlnej. Zjawisko to polega na odchyleniu promieni świetlnych od prostoliniowego biegu, przez co światło rozchodzi się w obszarze większym niż wynika to z rozmiarów szczeliny.

Interferencja światła – to zjawisko wzajemnego nakładania się fal. Można je zaobserwować tylko wówczas, gdy fale dochodzące do danego punktu są **spójne** (koherentne), tzn., gdy różnica faz pomiędzy nimi jest stała w czasie.

W praktyce do otrzymania dwóch spójnych fal stosuje się jedno źródło światła, jak ma to miejsce w **klasycznym doświadczeniu Younga**. W doświadczeniu tym źródłem światła jest światło słoneczne, padające prostopadłe na mały otwór, który staje się - zgodnie z **zasadą Huygensa** - źródłem elementarnych fal kulistych. Fale te, padając dalej na dwa otworki w kolejnym ekranie, generują następne fale kuliste. Te, nakładając się na siebie, dają szereg rozłożonych na przemian jasnych i ciemnych prążków, czyli wzmocnienia i osłabienia natężenia światła (inaczej: maksima i minima interferencyjne).

Warunek na maksimum interferencyjne: fale o jednakowych długościach nakładają się, dając maksymalne wzmocnienie, jeżeli różnica ich **dróg optycznych** (ΔS) jest równa całkowitej wielokrotności długości fali λ , czyli: $\Delta S = n \cdot \lambda$ (1).

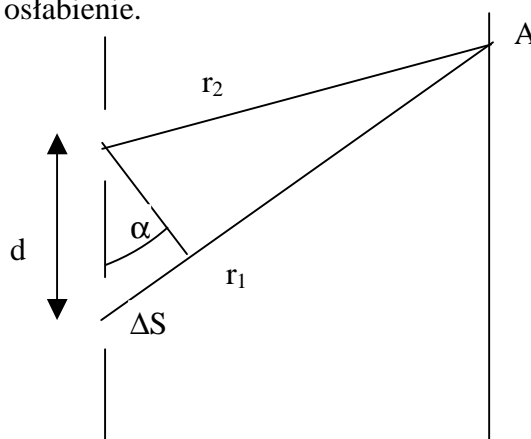
Warunek na minimum interferencyjne: nakładające się fale, wygaszają się całkowicie, jeżeli różnica ich dróg optycznych jest nieparzystą wielokrotnością połówek długości λ , czyli: $\Delta S = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$ (2).

Siatka dyfrakcyjna jest zwielokrotnionym układem dwóch szczelin z doświadczenia Younga. Składa się z bardzo dużej liczby szczelin o jednakowej szerokości. Ich liczba może wynosić od 100 do 2000 na 1 mm. Odległość d między środkami sąsiednich szczelin nazywamy **stałą siatki**.

Kierując prostopadłe na siatkę dyfrakcyjną równoległą wiązkę światła spójnego, o długości porównywalnej ze stałą siatki, obserwujemy zjawisko ugięcia światła. W wyniku interferencji ugiętych wiązek światła następuje ich wzmocnienie lub osłabienie.

Rozważmy dla uproszczenia tylko dwie fale wychodzące z dwóch szczelin siatki (rysunek obok), które, nakładając się, dają maksimum interferencyjne w p.A. Obie fale przebiegły różne drogi optyczne r_1 i r_2 , a różnica tych dróg ($\Delta S = r_1 - r_2$) spełnia warunek (1). Ponieważ, zgodnie z oznaczeniami na rysunku: $\Delta S = d \cdot \sin \alpha$, więc otrzymujemy zależność:

$$d \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda, \quad (3)$$



z której można wyznaczyć **stałą siatki dyfrakcyjnej** d :

$$d = \frac{n \cdot \lambda}{\sin \alpha} \quad (4),$$

jak to robimy w niniejszym ćwiczeniu. W ćwiczeniu, jako źródło światła, stosujemy laser helowo-neonowy, który daje światło o długości $\lambda = 632.8$ nm. **Laser** jest generatorem spójnego, monochromatycznego promieniowania. Zasada jego działania opiera się na zjawisku **wymuszonej emisji** promieniowania przy inwersji obsadzenia (tzw. zjawisko laserowe).

Wykonanie ćwiczenia

Przyrządy: laser helowo-neonowy, siatka dyfrakcyjna, miara metrowa.

1. Umieszczamy na stoliku siatkę dyfrakcyjną i włączamy laser helowo-neonowy.
2. Ustawiamy ekran w takiej odległości od siatki, by obserwować na nim prążki interferencyjne jak najwyższego rzędu.
3. Mierzymy odległość x między: ekranem i siatką dyfrakcyjną, a następnie odległość y_i pomiędzy prążkiem zerowym (plamka centralna), a prążkami I rzędu ugięcia oraz wszystkich, kolejnych prążków wyższego rzędu.

Opracowanie wyników

1. Znając położenia prążków dyfrakcyjnych (y_i) oraz odległość ekranu od siatki (x) możemy znaleźć kąt ugięcia każdego rzędu z zależności trygonometrycznej: $\tan \alpha = y_i/x$.
2. Otrzymane wartości tangensów przeliczamy na sinusy odpowiednich kątów ugięcia ($\sin \alpha$).
3. Na podstawie wzoru (3) obliczamy stałą siatki dyfrakcyjnej d_i dla kolejnych prążków interferencyjnych. Przyjmujemy długość fali światła laserowego $\lambda = 632.8$ nm.
4. Obliczamy wartość średnią znalezionych wartości d_{sr} .
5. Przeprowadzamy rachunek błędu pomiarowego metodą odchylenia standardowego SD, przyjmując, że błąd bezwzględny $\Delta d = 3 \cdot SD$, gdzie:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (d_{sr} - d_i)^2}{N(N-1)}}.$$

Tabela

Rząd ugięcia n	Odległość ekranu od siatki x [cm]	Odległość prążka od środka ekranu y_i [cm]	$\tan \alpha$	$\sin \alpha$	d [nm]
					$d_{sr} =$