

Wyznaczanie długości fali elektromagnetycznej za pomocą siatki dyfrakcyjnej.

Wprowadzenie

Znając odległość między sąsiednimi szczelinami siatki dyfrakcyjnej d , odległość siatki od ekranu L (na którym powstaje obraz dyfrakcyjny) oraz odległość jasnego prążka n -tego rzędu od prążka zerowego l_n , można obliczyć długość fali użytego promieniowania elektromagnetycznego (światła) ze wzoru:

$$\lambda = \frac{l_n \cdot d}{n \cdot \sqrt{L^2 + l_n^2}}$$

UWAGA: odległość między sąsiednimi szczelinami d jest odwrotnością stałej siatki N ($d = 1/N$).

Przebieg ćwiczenia.

1. Ustaw siatkę dyfrakcyjną w odległości L bliskiej jej maksymalnej odległości od ekranu.
2. Oświetl siatkę dyfrakcyjną i dla uzyskanego obrazu odczytaj odległość jasnego prążka rzędu pierwszego l_1 i rzędu drugiego l_2 od jasnego prążka rzędu zerowego (prążka centralnego).
3. Zmniejszając odległość siatki od ekranu o kilka centymetrów, pomiary powtórz dla 16 innych odległości siatki od ekranu L . Wyniki pomiarów zapisz w tabeli.

Opracowanie wyników pomiarów.

1. Oblicz wartość długości użytej fali λ dla każdego z pomiarów.
2. Oblicz średnią wartość mierzonej długości fali i jej odchylenie standardowe (dla każdej z użytych siatek dyfrakcyjnych).
3. Porównaj wynik z długością fali podaną na źródle światła laserowego.
4. Dla wybranej odległości siatki od ekranu, oblicz maksymalną niepewność bezwzględną pomiaru długości fali elektromagnetycznej.

5. Rozwiąż zadanie rachunkowe o numerze odpowiadającym numerowi twojej podgrupy laboratoryjnej.

1. W obrazie interferencyjnym, otrzymanym za pomocą promieniowania o długości fali **600 nm**, prążek **trzeciego rzędu** widoczny jest pod kątem **10 stopni**. Oblicz liczbę szczelin siatki przypadającą na centymetr jej długości.
2. Jasny prążek interferencyjny **rzędu drugiego** widoczny jest pod kątem **15 stopni**. Pod jakim kątem widać będzie prążek rzędu czwartego, jeżeli wykorzystana zostanie ta sama siatka dyfrakcyjna, ale użyta zostanie fala elektromagnetyczna o długości o **10%** mniejszej niż w sytuacji wyjściowej.
3. Odległość między sąsiednimi szczelinami (rysami) dla pewnej siatki dyfrakcyjnej wynosi **0,01 mm**. Jaką maksymalną liczbę jasnych prążków można otrzymać za pomocą tej siatki, jeżeli zostanie użyta fala elektromagnetyczna o długości **0,5 mikrometra**?
4. Siatkę dyfrakcyjną o **400 liniach na 1 milimetr**, oświetlono światłem „białym”. Ile wynosi najwyższy rząd pełnego widma dyfrakcyjnego, które można otrzymać za pomocą tej siatki?
5. Siatka dyfrakcyjna, dla której odległość między sąsiednimi szczelinami wynosi **0,002 mm**, ustawiona została w odległości **1 metra** od ekranu. Oblicz długość fali użytego promieniowania, jeżeli odległość jasnego prążka **rzędu drugiego** od osi symetrii obrazu interferencyjnego wynosiła **50 cm**.

Pojęcia kluczowe

- Dualizm korpuskularno-falowy światła.
- Interferencja światła – warunki wzmocnienia i wygaszenia.
- Siatka dyfrakcyjna i jej zdolność rozdzielcza.
- Interferencja światła na dwóch szczelinach (doświadczenie Younga) i na siatce dyfrakcyjnej.

Tabela.

Wyznaczanie długości fali elektromagnetycznej za pomocą siatki dyfrakcyjnej - pomiary i obliczenia.

Stała siatki dyfrakcyjnej $N = \dots\dots\dots$

Odległość między sąsiednimi szczelinami $d = \frac{1}{N} = \dots\dots\dots$

Numer pomiaru	Odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu		Odległość prążka 1-szego rzędu od prążka rzędu zerowego		Odległość prążka 2-giego rzędu od prążka rzędu zerowego		Obliczona długość fali dla prążka 1-szego rzędu		Obliczona długość fali dla prążka 2-giego rzędu		Średnia długość fali dla prążka 1-szego rzędu		Średnia długość fali dla prążka 2-giego rzędu	
	i	L_i		$l_{1,i}$		$l_{2,i}$		$\lambda_{1,i}$		$\lambda_{2,i}$		$\lambda_{1,śr}$		$\lambda_{2,śr}$
[-]	[cm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[m]	[nm]	[m]	[nm]	[m]	[nm]	[m]	[nm]
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														
8.														
9.														
10.														
11.														
12.														
13.														
14.														
15.														
16.														