

Wyznaczanie długości fali światłej

Cel ćwiczenia:

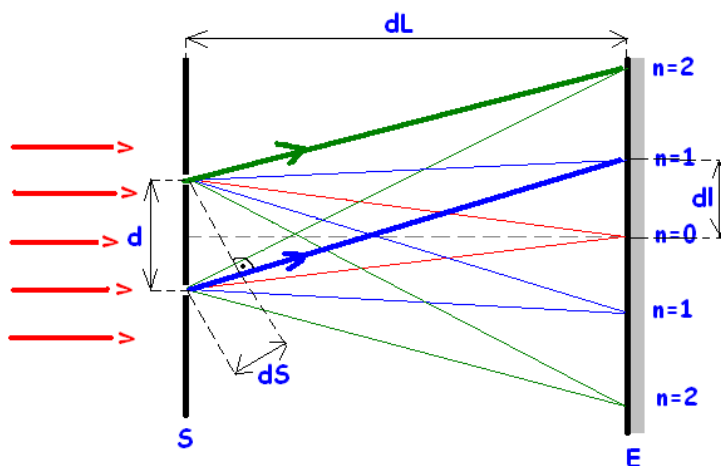
1. Zapoznanie się z zasadą działania siatki dyfrakcyjnej.
2. Pomiar długości fali emitowanej przez laser półprzewodnikowy.

Opis metody pomiarowej:

Fale świetlne wykazują tzw. korpuskularno-falową naturę. Można je traktować jako zbiór cząstek (fotonów) lub też jako falę ze wszystkimi charakterystycznymi dla niej właściwościami (dyfrakcja, interferencja, polaryzacja). W niniejszym doświadczeniu wykorzystywać będziemy zjawisko dyfrakcji i interferencji wiązki światła laserowego podczas przejścia przez siatkę dyfrakcyjną.

Siatką dyfrakcyjną nazywamy układ dużej liczby N równoległych do siebie szczelin, rozmieszczonych w równych odstępach. Odległość d pomiędzy dwiema sąsiednimi szczelinami nazywamy stałą siatki.

Światło z lasera półprzewodnikowego, charakteryzujące się dużą spójnością i monochromatycznością, podczas przejścia przez siatkę dyfrakcyjną ulega zjawisku dyfrakcji i interferencji, wskutek czego na ustawionym za siatką dyfrakcyjną ekranie obserwujemy szereg jasnych punktów (prążków interferencyjnych). Powstają one w tych miejscach, w których wiązki wychodzące z różnych szczelin spotkają się w zgodnej fazie.



Rys. 1. Zjawisko dyfrakcji i interferencji. S – siatka dyfrakcyjna, E – ekran, d – stała siatki, dL – odległość siatki od ekranu, dS – różnica dróg ugiętych na dwóch sąsiednich szczelinach równoległych promieni świetlnych, $n=0,1,2,3\dots$ numeracja prążków interferencyjnych ($n=0$ – prążek główny).

Różnica dróg dS fal wychodzących z sąsiednich szczelin wyrazić można za pomocą wzoru:

$$(1) \quad dS = d \cdot \sin \alpha$$

gdzie α jest kątem ugięcia (zgodnie z rysunkiem 2). Przyjmując, że różnica dróg dS spełnia warunek:

$$(2) \quad dS = n \cdot \lambda, n = 0, 1, 2, \dots$$

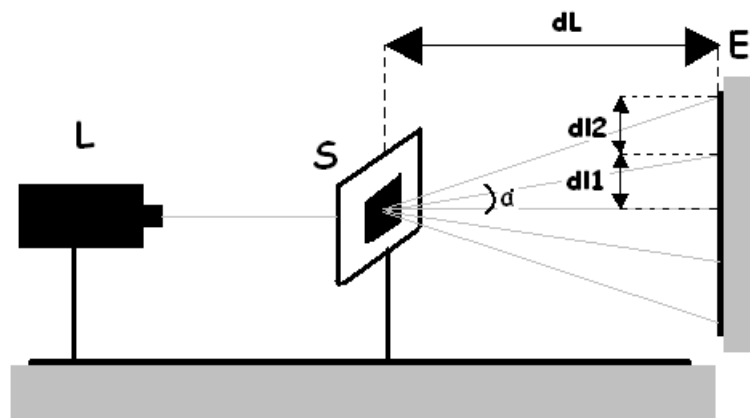
otrzymujemy równanie siatki dyfrakcyjnej:

$$(3) \quad d \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda, n = 0, 1, 2, \dots$$

Opis wykonywanych czynności:

UWAGA: Nie kierować promienia lasera bezpośrednio w stronę oczu!!!

1. Przygotować układ pomiarowy zgodnie z poniższym rysunkiem (sprawdzić czy w zestawie znajdują się dwie siatki dyfrakcyjne 50szcz./mm, 500szcz./mm).



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego. L – laser, S – siatka dyfrakcyjna, E – ekran, dL – odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu, $dI1$, $dI2$ – odległości kolejno pomiędzy zerowym a pierwszym i zerowym a drugim prążkiem interferencyjnym, α – kąt ugięcia.

2. Założyć w odpowiednim uchwycie pierwszą z siatek dyfrakcyjnych, ustawić układ pomiarowy naprzeciw ekranu – zmierzyć odległość dL , odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu.
3. Włączyć źródło promieni świetlnych.
4. Zmierzyć odległość $dI1$ pomiędzy pierwszym i zerowym oraz $dI2$ pomiędzy drugim i zerowym prążkiem interferencyjnym. Czynność powtórzyć dla 5 różnych odległości siatki dyfrakcyjnej od ekranu dL .
5. Czynności z punktu 5 powtórzyć dla drugiej siatki dyfrakcyjnej.
6. Dla każdego z 20 pomiarów z podpunktów 5 i 6 wykorzystując twierdzenie Pitagorasa oraz właściwości funkcji trygonometrycznych obliczyć wartości $\sin \alpha$.

7. Znając ilość szczelin na jednostkę długości (parametry opisane na siatkach) obliczyć stałe siatek dyfrakcyjnych.
8. Uzyskane wartości podstawić do wzoru (3) obliczając długość fali świetlnej.
9. Błąd pomiarowy obliczyć z estymatora na wartość odchylenia standardowego.

Przykładowe pytania:

1. Wielkości fizyczne opisujące fale świetlną.
2. Opisać zjawisko dyfrakcji oraz interferencji.
3. Opisać prawo odbicia i załamania światła.
4. Opisać zasadę działania siatki dyfrakcyjnej.
5. Właściwości fizyczne światła laserowego.