Numer pary	Imię i nazwisko	Wydział rok grupa
data	Nazwisko prowadzącego	Uwagi | Zaliczenie

F15. Wyznaczanie długości fali światła lasera metodą siatki dyfrakcyjnej

Zagadnienia

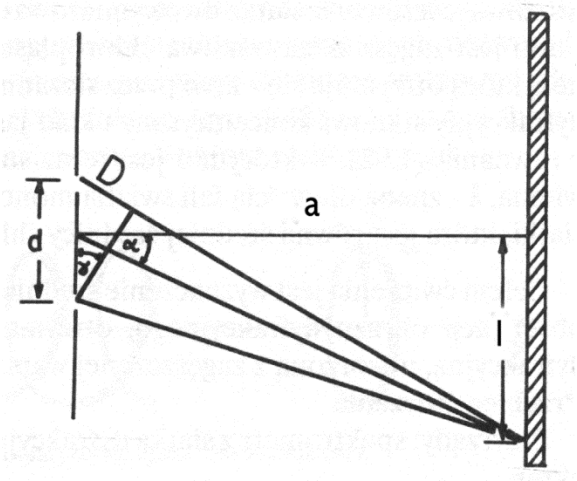
Własności fali elektromagnetycznej. Zasada działania lasera trójpoziomowego. Monochromatyczność i spójność światła laserowego. Zjawisko dyfrakcji i interferencji, różnica dróg optycznych w zjawisku interferencji, wyjaśnić na rysunku. Siatka dyfrakcyjna, stała siatki.

Literatura

Jaroszyk Rozdział 23.9.**; Przestalski -** Rozdział II.4. Fale elektromagnetyczne; Optyka falowa; Rozdział III.1 Emisja spontaniczna i emisja wymuszona; **Bobrowski** Rozdział 5.5; 5.6.

Przyrządy: laser diodowy, siatki dyfrakcyjne, przymiar liniowy, ekran ze skalą.

Przebieg pomiarów i opracowanie wyników:



1. **POD KONTROLĄ PROWADZACEGO** włącz laser diodowy.
2. Umieść na stoliku siatkę dyfrakcyjną **S2**.
3. Sprawdź geometrię układu. W razie potrzeby skoryguj ustawienie poszczególnych elementów.
4. Ustaw położenie ekranu i siatki dyfrakcyjnej tak, aby widoczne były na ekranie prążki interferencyjne I, II, III rzędu oraz plamka centralna.

UWAGA!!! ZACHOWAJ OSTROŻNOŚĆ ! PROMIEŃ LASERA MOŻE USZKODZIĆ SIATKÓWKĘ OKA.

5. Zmierz w centymetrach odległość $\mathbf{a_1}$ między ekranem a siatką dyfrakcyjną. Wynik wpisz do Tabeli 1.
6. Odczytaj odległość **l** pomiędzy prążkiem zerowym (plamka centralna), a prążkiem I rzędu na prawo $\mathbf{l_p}$ i na lewo $\mathbf{l_l}$ od plamki centralnej. Wyniki wpisz do Tabelki 1.
7. Podobne pomiary jak w punkcie 6 przeprowadzić dla prążków II i III-go rzędu.
8. Przesuń siatkę dyfrakcyjną bliżej ekranu i zmierz odległość $\mathbf{a_2}$ siatki od ekranu a następnie odczytaj, jak w punktach 6-7, odległości **l** dla prążka I, II i III-go rzędu.
9. Oblicz średnią wartość odległości $\mathbf{l_{śr}}$ dla wszystkich rzędów prążków interferencyjnych dla każdej z odległości **a** jako:

$$\mathbf{l_{śr} = (l_p + l_l)/2}$$

10. Ze wzoru $\mathbf{tg\ \alpha_{śr} = l_{śr} / a}$ oblicz wartość $\mathbf{tg\ \alpha_{śr}}$ a następnie kąt ugięcia $\alpha_{śr}$ oraz $\mathbf{sin\ \alpha_{śr}}$ promienia laserowego dla wszystkich rzędów prążków interferencyjnych.

11. Wiedząc że siatka dyfrakcyjna **S2** ma 300 linii/mm, oblicz stałą siatki jako

    d_1 = 1/300 mm i podaj jej wartość w nanometrach; **d_1 = nm.**

12. Na podstawie wzoru (1) obliczyć długość fali lasera λ dla kolejnych prążków interferencyjnych :

$$\lambda = d_1 \sin \alpha_{śr} / n \qquad (1)$$

n - rząd prążka ; stała siatki d [nm]

13. Oblicz wartość średnią $\lambda_{śr}$ ze wszystkich wartości λ z Tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki pomiarów kąta ugięcia α dla siatki **S2.**

a_1 = [cm]	**l_p [cm]**	**l_l [cm]**	**$l_{śr}$ [cm]**	**tg $\alpha_{śr}$**	**$\alpha_{śr}$=arc tg $\alpha_{śr}$**	**sin $\alpha_{śr}$**	**λ [nm]**
n = 1							
n = 2							
n = 3							
a_2 = [cm]	**l_p [cm]**	**l_l [cm]**	**$l_{śr}$ [cm]**	**tg $\alpha_{śr}$**	**$\alpha_{śr}$=arc tg $\alpha_{śr}$**	**sin $\alpha_{śr}$**	**λ [nm]**
n = 1							
n = 2							
n = 3							

$\lambda_{śr}$ = _____

14. Wstaw do uchwytu siatkę **S1** i przeprowadź pomiary zgodnie z punktami 4 do 6. Wyniki wpisz do Tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki pomiarów kąta ugięcia α dla siatki **S1**.

a_3 = [cm]	**l_p [cm]**	**l_l [cm]**	**$l_{śr}$ [cm]**	**tg $\alpha_{śr}$**	**$\alpha_{śr}$=arc tg $\alpha_{śr}$**	**sin $\alpha_{śr}$**	**d_2 [nm]**
n = 1							

15. Znając z Tabeli 1 długość fali $\lambda_{śr}$, przekształcając wzór (1), oblicz stałą **d_2** dla drugiej siatki dyfrakcyjnej.
16. Między laserem i ekranem umieść ramkę z zamocowanym włosem (użyj własnego). Ustaw ramkę tak, aby włos znajdowała się w wiązce lasera. Przesuń stolik z ramką w kierunku lasera aż do momentu zaobserwowania na ekranie wyraźnych maksimów i minimów dyfrakcyjnych. Odległość włosa od ekranu powinna być możliwie duża. **Uwaga**: Minima i maksima dyfrakcyjne znajdują się bardzo blisko plamki centralnej.
17. Zmierz w centymetrach odległość **a_w** między ekranem a ramką z włosem, następnie odczytaj na ekranie położenia co najmniej trzech minimów dyfrakcyjnych **l_m** po jednej i po drugiej stronie plamki centralnej. Wyniki wpisz do Tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki pomiarów położeń minimów dyfrakcyjnych dla włosa.

a_w = [cm]	Strona lewa			Strona prawa		
	n = 3	n = 2	n = 1	n = 1	n = 2	n = 3
l_m [cm]						
grubość włosa **d [ ]**						

$d_{śr}$ = _____

Informacje wyjaśniające:
Występujący we wzorze (1) kąt ugięcia α, dla wąskich przeszkód (lub szczelin) można powiązać z wielkościami mierzonymi bezpośrednio w doświadczeniu, a więc odległością $\mathbf{a_w}$ ekranu od włosa i odległością $\mathbf{l_m}$ kolejnego minimum dyfrakcyjnego od środka obrazu. Ponieważ dla $\mathbf{a_w} >> \mathbf{l_m}$, kąt α jest mały, to możemy przyjąć, że $\sin\alpha \cong \mathbf{l_m} / \mathbf{a_w}$ stąd wzór (1) przyjmuje postać:

$$\mathbf{d} = \frac{\mathbf{a_w}}{\mathbf{l_m}} \mathbf{n}\, \lambda_{\mathbf{śr}} \qquad (2)$$

18. Dla każdego minimum dyfrakcyjnego oblicz grubość włosa ze wzoru (2), przyjmując długość fali $\lambda_{śr}$ z Tabeli 1, a następnie wyznacz wartość średnią $\mathbf{d}_{śr}$. Uzupełnij jednostki.

<u>Obliczanie błędu pomiarowego i zestawienie wyników</u>.

1. Oblicz błąd pomiaru długości fali światła laserowego $\Delta\lambda_{śr}$, który jest równy trzykrotnej wartości odchylenia standardowego średniej.

   $\Delta\lambda_{śr} = 3 \cdot SD =$

2. Analogicznie oblicz błąd dla średniej grubości włosa $\Delta d_{śr}$:

   $\Delta d_{śr} = 3 \cdot SD =$

3. Dokonaj zaokrąglenia i zestawienia wyników w postaci ($\lambda_{śr} \pm \Delta\lambda_{śr}$) [jedn].

$$\lambda_{śr} = \qquad [\quad\quad]$$

$$d_{śr} = \qquad [\quad\quad]$$

4. Zapisz wnioski wynikające z przeprowadzonych pomiarów.