

OPTYKA

Cel zadania:

Obserwacja wybranych zjawisk optyki falowej i geometrycznej. Pomiary natężenia promieniowania ultrafioletowego

Zagadnienia do przygotowania:

1. Dyfrakcja i interferencja. Siatka dyfrakcyjna. Zasada Huygensa.
2. Polaryzacja. Prawo Mallusa.
3. Spektroskopia, widmo światła
4. Prawo załamania i odbicia światła
5. Równanie soczewkowe. Powiększenie liniowe.
6. Aberracja sferyczna
7. Zdolność rozdzielcza mikroskopu
8. Widmo elektromagnetyczne

I. Obserwacja wybranych zjawisk optyki falowej

Materiały:

- tablica magnetyczna, ekran
- ramki ze szczelinami o szerokości 0,1 mm i 0,2 mm.
- dwie ramki z podwójnymi szczelinami (pierwsza ramka: szerokość szczelin 0,03 mm, odległość między środkami szczelin 0,06 mm; druga ramka: szerokość szczelin 0,05 mm, odległość między środkami szczelin 0,1 mm).
- siatka dyfrakcyjna z 600 szczelinami/mm
- dwa polaryzatory liniowe
- źródła światła laserowego o różnej długości fali
- dalmierz i linijka

Wykonanie zadania:

1. Dyfrakcja (ugięcie) wiązki światła spójnego na szczelinie.

- a. Szczelinę oświetlamy prostopadle wiązką światła spójnego czerwonego wskaźnika laserowego, w odległości ok. 3 m od ekranu. Co obserwujemy na ekranie?
- b. Zaobserwuj różnice w obrazach dyfrakcyjnych (szerokość prążków dyfrakcyjnych i odległości między nimi) w zależności od szerokości szczeliny.
- c. Zanotuj obserwację i wnioski.

2. Doświadczenie Younga - interferencja dwóch wiązek światła spójnego

- a. Układ dwóch szczelin oświetlamy prostopadle wiązką światła spójnego czerwonego wskaźnika laserowego w odległości ok. 3 m od ekranu. Co obserwujemy? Czy obraz różni się od obrazu uzyskanego na pojedynczej szczelinie?
- b. Zaobserwuj na ekranie różnice w obrazach interferencyjnych uzyskanych po przejściu wiązki światła spójnego przez szczeliny w ramce pierwszej i w ramce drugiej (różniące się odległością między szczelinami).

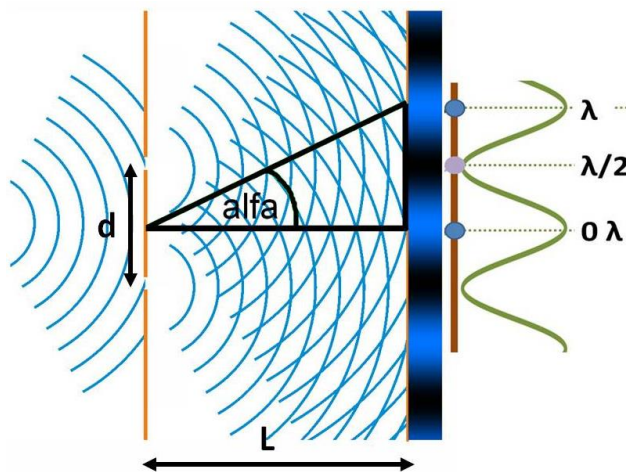
- c. Jaka jest zależność odległości między prążkami interferencyjnymi od odległości między szczelinami. Zanotuj i wyjaśnij obserwację. Odnieś się do sytuacji oglądania preparatu (jako układu wielu szczelin) przez mikroskop.

3. Obserwacja dyfrakcji na siatce dyfrakcyjnej

- a. Siatkę dyfrakcyjną oświetlamy wiązką światła spójnego czerwonego wskaźnika laserowego w odległości ok. 30 cm od ekranu. Co obserwujemy? Czy obraz różni się od obrazu uzyskanego na pojedynczej i podwójnej szczelinie? Zanotuj i wyjaśnij efekt.
- b. Oświetl siatkę światłem o różnych kolorach (długościach fali). Czy uzyskany obraz zależy od długości fali światła padającego na siatkę?
- d. Spróbuj użyć siatki do rozłożenia światła na składowe. Która z nich ugina się najbardziej? Jeśli nie jesteś w stanie tego zaobserwować, wyciągnij wnioski na podstawie wcześniejszych obserwacji.

4. Wyznaczenie długości fali światła lasera za pomocą siatki dyfrakcyjnej.

- a. Ustaw wskaźnik laserowy w odległości kilkudziesięciu centymetrów od siatki dyfrakcyjnej, skierowany na ekran, który znajduje się za siatką w odległości $L=30$ cm od niej.
- b. Włącz wskaźnik laserowy i skieruj jego wiązkę prostopadłe na siatkę dyfrakcyjną. Na ekranie powinny pojawić się prążki dyfrakcyjne: centralny prążek zerowego rzędu oraz symetryczne prążki wyższych rzędów (po obu stronach centralnego) (ryc.1.).
- c. Zmierz odległość x między prążkiem centralnym (0. rzędu) a prążkiem pierwszego rzędu (1. rzędu) po jednej stronie. Możesz również zmierzyć odległość między prążkami pierwszego rzędu po obu stronach i podzielić przez dwa, aby uzyskać dokładniejszy wynik.
- d. Korzystając ze wzoru na warunek dyfrakcji $d \sin \alpha = k \lambda$ określającego zależność odległości między prążkami (poprzez kąt α) od odległości między środkami szczelin (stała siatki, d) i od długości fali (λ), numer prążka ($k=1$ dla prążka 1. rzędu), obliczamy długość fali użytego światła (ryc. 1.).
- e. Wykonaj doświadczenie dla przynajmniej dwóch źródeł światła laserowego o różnych długościach fali. Wynik porównaj z długością fali dla danego koloru lasera.



Ryc. 1. Doświadczenie Younga

5. Polaryzacja światła.

5.1. Obserwacja prawa Malusa

Składamy razem dwa polaryzatory (ryc. 2., pierwszy będzie polaryzował światło, drugi będzie „analizował” czy światło jest spolaryzowane) i obserwujemy natężenie przechodzącego światła w zależności od kąta między płaszczyznami polaryzacji obu polaryzatorów. Zanotuj obserwacje.



Ryc. 2 . Polaryzatory liniowe oprawionych w kartonowe ramki z podziałką kątową.

Prawo Malusa mówi, że natężenie światła przechodzącego przez dwa polaryzatory jest proporcjonalne do $\cos^2 a$, gdzie a oznacza kąt pomiędzy kierunkami polaryzacji polaryzatorów.

5.2. Sprawdzenie czy światło lasera jest spolaryzowane.

Sprawdź które źródła emitują światło spolaryzowane, wyniki obserwacji zanotuj. Światło obserwujemy przez polaryzator obracając polaryzator wokół jego osi. Obracamy polaryzator wokół jego osi i obserwujemy na ekranie natężenie przechodzącej wiązki. Źródła:

- Żarówka
- Wyświetlacz ciekłokrystaliczny (smartfonu lub komputera)
- Bezchmurne niebo
- Chmury
- Światło odbite od szyby samochodu

6. Obserwacja widm za pomocą spektroskopu przyzmatycznego

W spektroskopie przyzmatycznym (ryc. 3) elementem rozszczepiającym światło jest pryzmat *à vision direct* (pryzmat obserwacji na wprost). Następuje w nim rozszczepienie wiązki światła. Obudowa pryzmatu z jednej strony zakończona jest szczeliną, przez którą wpada światło, a z drugiej bokiem pryzmatu, który rzutuje gotowe widmo do obserwacji.



Ryc. 3. Spektroskop przyzmatyczny

Na obudowie spektroskopu znajduje się przesuwany pierścień służący do regulacji ostrości obrazu.

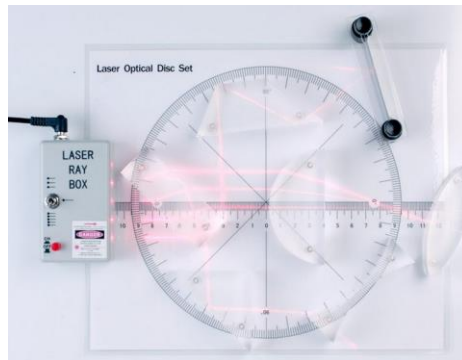
Popatrz na różne źródła światła: „Słońce”, żarówka, świetlówka. Wyniki obserwacji zanotuj. Jaki rodzaj widma obserwujesz?

UWAGA: Kieruj spektroskop w stronę nieba, nie bezpośrednio w stronę słońca

II. Obserwacja wybranych zjawisk towarzyszących przechodzeniu światła przez granicę ośrodków przezroczystych

Materiały:

- mata magnetyczna,
- soczewki (dwuwypukła, dwuwklęsła),
- pięciowiązkowy laser.



Ryc. 4. Zestaw do optyki geometrycznej z 5-wiązkowym laserem o 3 ustawieniach

1. Przejście promieni przez soczewkę i zjawisko aberracji sferycznej

Obserwacje prowadzimy w płaszczyźnie poziomej (na blacie ławki)

- a. Włącz laser (tryb 1 wiązki)
- b. Ustaw laser tak, aby wiązka pokrywała się z osią optyczną (wykorzystaj matę magnetyczną)
- c. Ustaw soczewkę wypukłą tak, aby jej dłuższa oś była prostopadła do biegu promienia
- d. Przełącz tryb lasera na 3 wiązki.
- e. Zaznacz ognisko i zmierz ogniskową soczewki
- f. Przełącz tryb lasera na 5 wiązek.
- g. Zanotuj jak zachowują się promienie przechodząc przez soczewkę wypukłą
- h. Zaobserwuj i wyjaśnij zjawisko aberracji sferycznej
- i. Powtórz obserwacje i pomiary dla soczewki wklęsłej
- j. Wyniki zanotuj

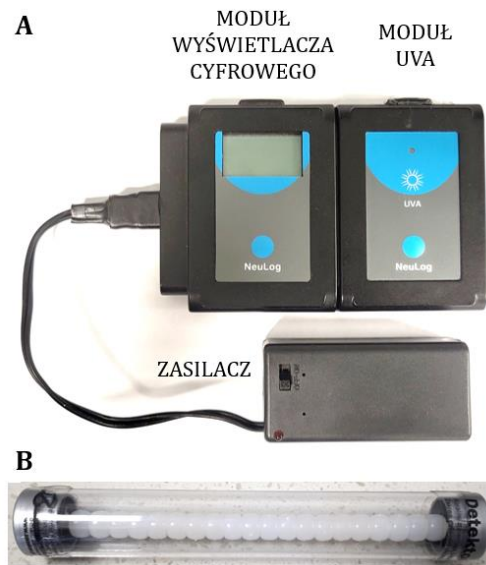
III. Pomiar promieniowania ultrafioletowego (UV)

Materiały:

- Źródła promieniowania UV
- Czujniki i rejestrator promieniowania UV

Wykonanie zadania:

W doświadczeniu wykorzystujemy moduły systemu pomiarowego NeuLog łącząc moduł detektora UVA z modułem cyfrowego wyświetlacza (ryc. 5A).



Ryc. 5. Przyrządy do detekcji i pomiaru promieniowania ultrafioletowego: A- Detektor UVA połączony z modułem wyświetlacza cyfrowego systemu NeuLog, B- detektor promieniowania UV o długości fali z zakresu 300-360 nm.

- a. Wykonaj pomiary wystawiając czujnik w kierunku wybranych źródeł promieniowania UV.
 - Zmierz promieniowanie w pomieszczeniu i pochodzące ze świetlówki.
 - Zmierz promieniowanie dochodzące z nieba (część bezchmurna, część zachmurzona) przez otwarte okno oraz przez szybę.
 - włącz lampę UV i wykonaj pomiar wartości promieniowania w zależności od odległości od elementów świecących. Zależność przedstaw na wykresie.
 - Sprawdź osłabianie promieniowania pochodzącego z lampy UV przez różne materiały (zachowaj stałą odległość między źródłem a detektorem). Wykorzystaj płytę szklaną i z pleksiglasu, jeśli są dostępne również folię aluminiową i szkło okularów przeciwsłonecznych z filtrem UV.
 - Opisz obserwacje i podaj wnioski.

- b. Wykonaj obserwację promieniowania UVA wykorzystując detektor w postaci pojemnika w kształcie rurki o średnicy 2 cm i długości 15 cm z plastikowymi, białymi koralikami (ryc.5B). Porównaj szybkość zmiany barwy koralików lub jej intensywność przy oświetleniu ich UV (np. światłem słonecznym). Zanotuj obserwację i wnioski.