

ĆWICZENIE *

Temat: Odbicie i załamanie światła

Cel: Wyznaczanie współczynnika załamania światła z pomiarów kąta załamania i kąta granicznego

Literatura:

- H. Szydłowski, "Pracownia fizyczna", PWN
- Sz. Szczęniowski, "Fizyka doświadczalna", cz. IV - Optyka, PWN
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker "Podstawy fizyki", tom I i II, PWN
- R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, "Feynmana wykłady z fizyki", tom 1.1 i 1.2, PWN
- Dowolny Słownik fizyczny
- Dowolne Tablice fizyczne

Zagadnienia:

1. Prawo odbicia światła
2. Prawo załamania światła. Prawo Snella
3. Współczynnik załamania światła.
4. Całkowite wewnętrzne odbicie. Definicja kąta granicznego.

Wykaz przyrządów: tarcza Kolbego, laser, płytka półokrągła.

Zanotować niepewności pomiarowe użytych przyrządów pomiarowych.

UWAGA! Podczas pracy z laserem należy zwrócić uwagę, aby wiązka lasera nie wpadła bezpośrednio do oka - grozi to jego uszkodzeniem. Zwracać również uwagę na pozostałe osoby znajdujące się w sali laboratoryjnej podczas wykonywania doświadczenia.

PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Pomiary:

1. Przygotuj do pracy układ pomiarowy według instrukcji znajdującej się w zestawie laboratoryjnym.
2. Ustaw laser na pojedynczą wiązkę. Promień lasera powinien trafić w punkt na powierzchni płytki, w którym przecina ją narysowana na tarczy kątomierza prostopadła do niej linia prosta.
3. Dla światła laserowego padającego od strony powietrza wykonać pomiar kąta odbicia α' i kąta załamania β w zależności od kąta padania α . Kąt padania α zmieniać o około 5° obracając tarczę. Wyniki zanotować w Tabeli 1.
4. Pomiar powtarzamy kierując promień lasera padającego od strony płytki dla kątów większych i mniejszych od kąta granicznego. Wynik zapisujemy w Tabeli 2.
5. Znaleźć kąt graniczny wykonując kilka pomiarów.

Tabela 1./Tabela 2.

| L.p. | kąt padania α [°] | kąt odbicia α' [°] | kąt załamania β [°] |
|------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| ... | | | |

Obliczenia:

- Dla przypadku światła padającego z powietrza:
 - wykonać wspólny wykres kąta odbicia α' oraz kąta załamania β w funkcji kąta padania α ,
 - wykonać wykres $f(\sin\alpha) = \sin\beta$ (wynikiem powinna być linia prosta)
 - opisaną wyżej linię prostą poprowadzić graficznie do osi x i wyznaczyć współczynnik nachylenia metodą graficzną (tangens kąta między linią prostą a osią OX). Współczynnik nachylenia można również wyznaczyć za pomocą punktów pomiarowych, należy wtedy skorzystać ze wszystkich punktów i wyciągnąć wartość średnią nachylenia prostej. Współczynnik nachylenia jest równy współczynnikowi załamania n .
- Dla przypadku światła padającego z płytki do powietrza:
 - wykonać analogiczne wykresy i obliczenia.
- Na podstawie zmierzonej wartości kąta granicznego obliczyć współczynnik załamania.
- Na podstawie otrzymanych trzech wartości współczynnika załamania obliczyć wartość średnią oraz niepewność pomiarową.

Rachunek błędów:

Błąd współczynnika załamania Δn wyznaczyć osobno dla każdego punktu wybraną metodą obliczania niepewności pomiarowych.

ĆWICZENIE **

Temat: Badanie własności soczewki.

Cel: Wyznaczenie ogniskowej soczewki.

Literatura:

- H. Szydłowski, "Pracownia fizyczna", PWN
- Sz. Szczęniowski, "Fizyka doświadczalna", cz. IV - Optyka, PWN
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker "Podstawy fizyki", tom I i II, PWN
- R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, "Feynmana wykłady z fizyki", tom 1.1 i 1.2, PWN
- Dowolny Słownik fizyczny
- Dowolne Tablice fizyczne

Zagadnienia:

1. Rodzaje soczewek. Definicja ogniska i ogniskowej, zależność ogniskowej od promienia krzywizny soczewki.
2. Zdolność skupiająca soczewki. Definicja dioptrii.
3. Równanie soczewki.
4. Metoda Bessela dla soczewki cienkiej.

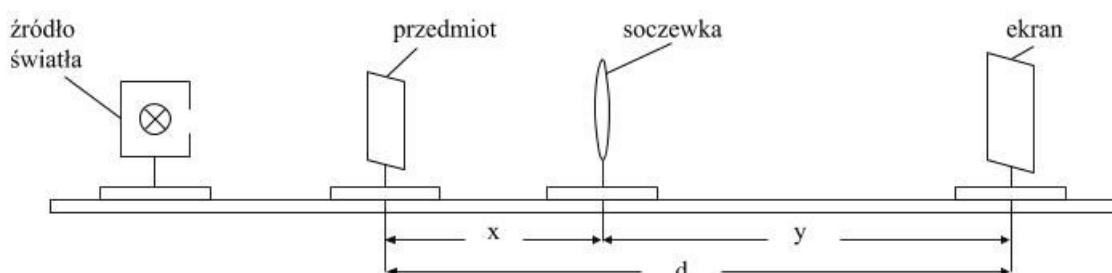
Wykaz przyrządów: ława optyczna, źródło światła, soczewka, ekran, przymiar liniowy.

Zanotować niepewności pomiarowe użytych przyrządów pomiarowych.

PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Pomiary:

1. Schemat układu pomiarowego:



2. Układ pomiarowy zestawić zgodnie ze schematem.
3. Dla ustalonej odległości przedmiotu od soczewki x ustawić ekran tak, aby powstał na nim ostry obraz przedmiotu. Zmierzyć odległość przedmiotu od soczewki x oraz ekranu od soczewki y .
4. Pomiary powtórzyć dla 5-ciu różnych odległości przedmiotu od soczewki. Wyniki zapisać w Tabeli 1.

5. Ogniskową soczewki obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

Tabela 1.

| Lp. | x [m] | y [m] | f [m] |
|-----|---------|---------|---------|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| ... | | | |

6. Pomiar powtórzyć stosując metodę Bessela. Zestawić układ pomiarowy z soczewką o wcześniej oszacowanej ogniskowej f tak, żeby odległość przedmiotu od ekranu d była większa niż $4f$. Zmierzyć odległość d i zapisać w Tabeli 2.
7. Zmieniać położenie soczewki na ławie optycznej tak, żeby uzyskać na ekranie powiększony obraz przedmiotu. Zmierzyć odległość soczewki od przedmiotu x_1 .
8. Zmieniając ponownie położenie soczewki na ławie optycznej uzyskać na ekranie ostry pomniejszony obraz przedmiotu. Zmierzyć odległość soczewki od przedmiotu x_2 . Pomiar powtórzyć dla 5-ciu różnych odległości przedmiotu od ekranu d . Wyniki zapisać w Tabeli 2.
9. Ogniskową soczewki obliczyć korzystając ze wzoru:

$$f = \frac{d^2 - l^2}{4d}$$

Tabela 2.

| Lp. | d [m] | x_1 [m] | x_2 [m] | $l = x_1 - x_2$ [m] | f [m] |
|-----|---------|-----------|-----------|---------------------|---------|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| ... | | | | | |

Rachunek błędów:

Błąd ogniskowej soczewki Δf wyznaczyć dowolną metodą.

ĆWICZENIE 34

Temat: Badanie załamania światła i grubości pozornej

Cel: Wyznaczenie współczynnika załamania światła dla szkła metodą pomiaru grubości pozornej.

Literatura:

- H. Szydłowski, "Pracownia fizyczna", PWN
- Sz. Szeczeniowski, "Fizyka doświadczalna", cz. IV - Optyka, PWN
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker "Podstawy fizyki", tom I i II, PWN
- R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, "Feynmana wykłady z fizyki", tom 1.1 i 1.2, PWN
- Dowolny Słownik fizyczny
- Dowolne Tablice fizyczne

Zagadnienia:

1. Optyka geometryczna. Prawo odbicia i załamania światła.
2. Obraz rzeczywisty i pozorny.
3. Współczynnik załamania światła.
4. Przyrządy optyczne, budowa mikroskopu.

Wykaz przyrządów: mikroskop, śruba mikrometryczna, zestaw płytek szklanych.

Zanotować niepewności pomiarowe użytych przyrządów pomiarowych.

PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Pomiary:

1. Wybrać płytki do przeprowadzenia pomiarów i określić ich materiał.
2. Za pomocą śruby mikrometrycznej zmierzyć grubość d płytek przeznaczonych do badania. Pomiaru dokonać w co najmniej trzech miejscach. Uśrednione wartości pomiarów zapisać w Tabeli 1.
3. Położyć płytkę na stoliku mikroskopu, znaleźć ostry obraz jednej z rys. Odczytać wskazanie śruby mikrometrycznej mikroskopu.
4. Ustawić mikroskop na ostre widzenie drugiej z rys (nie obracając płytki) i odczytać wartość śruby mikrometrycznej mikroskopu.
5. Różnica wskazań śruby mikrometrycznej mikroskopu jest równa grubości pozornej h płytki. Wyznaczyć grubość pozorną h płytki za pomocą wykonanych pomiarów. Wartości zapisać w Tabeli 1.

Tabela 1.

| L.p. | płytki nr ... | | płytki nr ... | | płytki nr ... | |
|------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| | d [mm] | h [mm] | d [mm] | h [mm] | d [mm] | h [mm] |
| 1. | | | | | | |
| ... | | | | | | |

Obliczenia:

Obliczyć współczynnik załamania n za pomocą poniższego wzoru dla każdej płytki.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{d}{h}$$

Porównać wyniki współczynnika załamania z wartościami tablicowymi dla danego materiału określonego w pierwszym kroku.

Rachunek błędów:

Obliczyć błędy współczynnika załamania Δn dla każdej płytki metodą pochodnej logarytmicznej.

ĆWICZENIE 46

Temat: Dyfrakcja światła laserowego

Cel: Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej.

Literatura:

- H. Szydłowski, "Pracownia fizyczna", PWN
- Sz. Szeceniowski, "Fizyka doświadczalna", cz. IV - Optyka, PWN
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker "Podstawy fizyki", tom I i II, PWN
- R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, "Feynmana wykłady z fizyki", tom 1.1 i 1.2, PWN
- Dowolny Słownik fizyczny
- Dowolne Tablice fizyczne

Zagadnienia:

1. Światło jako fala elektromagnetyczna.
2. Dyfrakcja i interferencja światła. Doświadczenie Younga.
3. Własności i powstawanie światła laserowego.
4. Siatka dyfrakcyjna.

Wykaz przyrządów: laser, siatka dyfrakcyjna, ekran, przymiar liniowy.

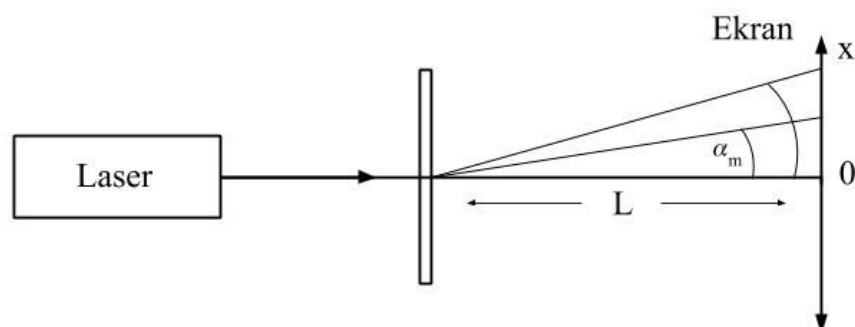
Zanotować niepewności pomiarowe użytych przyrządów pomiarowych.

UWAGA! Podczas pracy z laserem należy zwrócić uwagę, aby wiązka lasera nie wpadła bezpośrednio do oka - grozi to jego uszkodzeniem. Zwracać również uwagę na pozostałe osoby znajdujące się w sali laboratoryjnej podczas wykonywania doświadczenia.

PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Pomiary:

1. Schemat układu pomiarowego:



2. Układ pomiarowy zestawiamy zgodnie ze schematem. Światło lasera pada na siatkę dyfrakcyjną i tworzy na ekranie obraz interferencyjny. Zmierzyć odległość L i x . Wyniki zanotować w Tabeli 1.

3. Wyniki powtórzyć dla 10-ciu różnych wartości L . Wyniki zanotować w Tabeli 1.

Tabela 1.

| Rząd widma m | x [m] | L [m] | $\sin \alpha_m$ | a [μm] |
|-------------------|---------|---------|-----------------|-----------------------|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| ... | | | | |

Obliczenia:

Korzystając z zależności:

$$a = \frac{m\lambda}{\sin \alpha_m}$$

gdzie: λ - długość fali światła laserowego, wyznaczyć stałą siatki dyfrakcyjnej a .

Rachunek błędów:

Obliczyć błąd dla stałej siatki dyfrakcyjnej Δa metodą różniczki zupełnej bądź pochodnej logarytmicznej.

ĆWICZENIE 50

Temat: Pomiar stałej siatki dyfrakcyjnej przy pomocy spektrometru.

Cel: Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej.

Literatura:

- H. Szydłowski, "Pracownia fizyczna", PWN
- Sz. Szeczeniowski, "Fizyka doświadczalna", cz. IV - Optyka, PWN
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker "Podstawy fizyki", tom I i II, PWN
- R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, "Feynmana wykłady z fizyki", tom 1.1 i 1.2, PWN
- Dowolny Słownik fizyczny
- Dowolne Tablice fizyczne

Zagadnienia:

1. Dyfrakcja i interferencja światła. Doświadczenie Younga.
2. Światło monochromatyczne, światło białe, spójność fali.
3. Siatka dyfrakcyjna.
4. Spektrometr, jego budowa i zastosowanie.

Wykaz przyrządów: spektrometr, siatka dyfrakcyjna, lampa spektralna.

Zanotować niepewności pomiarowe użytych przyrządów pomiarowych.

PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Pomiary:

1. Lampę spektralną (sodową) podłączyć do prądu. Należy chwilę odczekać aż lampa się nagrzej i zacznie świecić pomarańczowym światłem. W tym czasie podłączyć do prądu spektrometr i sprawdzić czy widoczna jest podziałka kąтова.
2. Badaną siatkę dyfrakcyjną ustawić na stoliku spektrometru prostopadle do biegu promieni.
3. Lunetę spektrometru naprowadzić na zerowy rząd widma ($n = 0$), odczytać wartość kąta α_0 . Dla tego odczytu wartość kąta powinna być równa 0° , jeśli tak nie jest w pomiarach należy uwzględnić to przesunięcie.
4. Naprowadzić lunetę na kolejne obrazy szczeliny (kolejne rzędy widma) i zanotować kąt ugięcia α .
5. Odczytać kąt ugięcia dla obrazów leżących na prawo i lewo od prążka rzędu zerowego. Pomiary powtórzyć pięciokrotnie i zapisać w Tabeli 1.

Tabela 1.

| L.p. | n = 0 | | n = 1 | | n = 2 | | n = 3 | |
|----------------------------|----------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | α_0 [°] | | α_{1i} [°] | α_{1p} [°] | α_{2i} [°] | α_{2p} [°] | α_{3i} [°] | α_{3p} [°] |
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |
| Wartość średnia | | | | | | | | |

Obliczenia:

Obliczyć wartości średnie kąta ugięcia dla prążków poszczególnych rzędów.

Obliczyć stałą siatki dyfrakcyjnej ze wzoru:

$$a = \frac{\lambda n}{\sin \alpha}$$

gdzie: λ - długość fali światła lampy sodowej.

Rachunek błędów:

Obliczyć błąd dla stałej siatki dyfrakcyjnej Δa metodą różniczki zupełnej bądź pochodnej logarytmicznej.