

Przedmiot: Fizyka

Dział programowy: Fale elektromagnetyczne i optyka

Temat lekcji: Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej.

Klasa: 3

Scenariusz jest zgodny z podstawą programową.

Cele ogólne:

Celem ogólnym lekcji jest nabycie przez uczniów umiejętności planowania, wykonywania, opisu prostych eksperymentów fizycznych, analizy ich wyników z uwzględnieniem niepewności pomiarowych oraz uświadomienie roli eksperymentu, budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk¹.

Cele operacyjne:

Uczeń:

1. Zna przebieg doświadczenia Younga.
2. Zna wzór na siatkę dyfrakcyjną i przekształca go w celu wyznaczenia stałej siatki dyfrakcyjnej.
3. Doskonali umiejętność projektowania przebiegu doświadczeń: projektuje przebieg doświadczenia wyznaczającego stałą siatki dyfrakcyjnej.
4. Przeprowadza niezbędne pomiary w celu wyznaczenia stałej siatki dyfrakcyjnej.
5. Oblicza wartość stałej siatki dyfrakcyjnej, wykorzystując wyniki pomiarów.
6. Przeprowadza analizę niepewności pomiarowej.

Cele wychowawcze:

1. Kształtuje umiejętność słuchania innych.
2. Rozwija dociekliwość poznawczą i badawczą.
3. W twórczy sposób rozwiązuje problemy.
4. Uczy się poprawnie posługiwać językiem fizyki.
5. Przygotowuje się do publicznych wystąpień.

Wykaz pomocy dydaktycznych:

- siatka dyfrakcyjna;
- wskaźnik laserowy (czerwony, zielony) o znanej długości emitowanego światła;
- ekran ;
- ława optyczna;
- linijka.

Metody pracy:

- elementy wykładu;
- dyskusja;
- obserwacja;
- doświadczenie.

Formy pracy:

- praca w grupach

Przebieg lekcji:

1. Sprawdzenie pracy domowej.
2. Podanie tematu i celów lekcji.
3. Przebieg części głównej lekcji:
 - a) Uczniowie na tablicy zapisują wzór na siatkę dyfrakcyjną:

$$n\lambda = d \sin \alpha$$

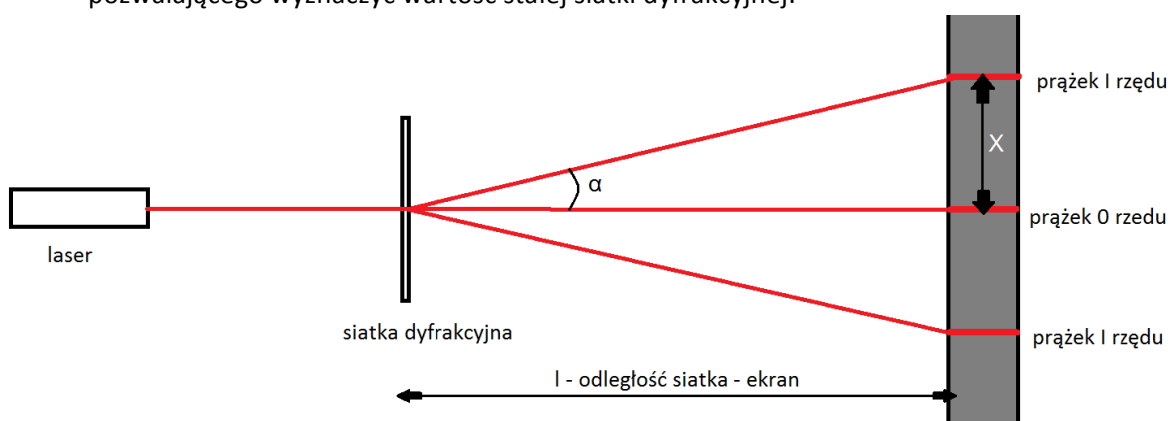
- b) Następnie przekształcają go do postaci:

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

- c) Na podstawie analizy równania :

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

uczniowie metodą burzy mózgów, dochodzą do zaprojektowania przebiegu doświadczenia pozwalającego wyznaczyć wartość stałej siatki dyfrakcyjnej:



- Proponują, w jaki sposób wyznaczyć sinus kąta ugięcia prążka wybranego rzędu:
 - zmierzyć odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu;
 - zmierzyć odległość wybranego prążka n -tego rzędu od prążka 0 rzędu;
 - sinus kąta ugięcia można wyznaczyć ze wzoru:
$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}}$$

gdzie l - oznacza odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu,
 x - odległość wybranego prążka od prążka 0 rzędu
 - podają propozycję instrukcji wykonania doświadczenia i opracowują tabelę do zapisywania wyników;
 - w grupach wykonują pomiary zgodnie z instrukcją doświadczenia;
 - pomiarów dokonują wszyscy uczniowie na zmianę;
 - zapisują wyniki pomiarów w tabeli;
 - obliczają wartość długości fali światła lasera.
- e) Uczniowie przeprowadzają analizę niepewności pomiarowej.
 - f) Uczniowie prezentują wyniki swojej pracy.
4. Podsumowanie lekcji:
 - podkreślenie znaczenia eksperymentów fizycznych;
 - zwrócenie uwagi na krytyczne spojrzenie otrzymywanych wyników;
 - zadanie pracy domowej.

Instrukcja wykonania doświadczenia: wyznaczenie długości światła lasera za pomocą siatki dyfrakcyjnej:

1. Zmontuj na ławie optycznej układ pomiarowy: wskaźnik laserowy, siatkę dyfrakcyjną i ekran (siatka dyfrakcyjna powinna znajdować się pomiędzy wskaźnikiem, a ekranem).
2. Zmierz na ławie optycznej odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu. Wynik pomiaru zapisz w tabeli.
3. Włącz wskaźnik laserowy.
4. Zmierz za pomocą linijki odległość między prążkami tego samego rzędu leżącymi po obydwu stronach 0 prążka. Wynik x_{11} zapisz w tabeli. Obliczając x w ten sposób zmniejszamy 2-krotnie niepewność Δx .

Długość światła laserowego λ	Niepewność $\Delta\lambda$	l – odległość siatka-ekran [cm]	Δl [cm]	x_{11} [cm]	Δx_{11} [cm]	$x = \frac{x_{11}}{2}$ [cm]	$\Delta x = \frac{\Delta x_{11}}{2}$ [cm]
	o ile znamy						

5. Korzystając ze wzorów:

$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}} \text{ oraz } d = \frac{n\lambda}{\sin \alpha} \quad \text{obliczamy stałą siatki}$$

$$d = \frac{n\lambda}{\frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}}}$$

Analiza niepewności pomiarowej.

1. Niepewność pomiaru odległości siatka – ekran:
 $\Delta l = 2 \times$ najmniejsza podziałka na przyrządzie pomiarowym
 Przyjmujemy, że na niepewność ma wpływ określenie początku i końca mierzonego odcinka.
2. Niepewność pomiaru odległości między prążkami:
 $\Delta x_{11} = 2 \times$ najmniejsza podziałka na przyrządzie pomiarowym
 Przyjmujemy, że na niepewność ma wpływ określenie początku i końca mierzonego odcinka.
3. Niepewność pomiaru odległości między prążkiem rzędu 0 i wybranym (np.1):
 $\Delta x = \Delta x_{11} / 2$
 Wybrany przez nas sposób pomiaru pozwala 2-krotnie zmniejszyć niepewność pomiarową
4. Niepewność stałej siatki jest niepewnością pomiaru pośredniego
 Przekształćmy wzór do postaci:

$$\bar{d} = \frac{n \cdot \lambda}{\frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}}} = \frac{n \lambda \cdot \sqrt{l^2 + x^2}}{x} = n \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{l}{x}\right)^2 + 1}$$

Zastosujemy metodę najmniej korzystnego przypadku:

$$d_{\max} = n \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{l + \Delta l}{x - \Delta x}\right)^2 + 1} \quad d_{\min} = n \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{l - \Delta l}{x + \Delta x}\right)^2 + 1}$$

niepewność pomiaru Δd wyliczymy następująco (jest to tzw. niepewność maksymalna):

$$\Delta d = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$$

5. Wskaźniki laserowe przeważnie nie mają podanej niepewności $\Delta\lambda$ długości wysyłanego światła. Jeżeli jednak dysponujemy laserem z opisem tej niepewności punkt 4) realizujemy wg poniższych wzorów:

Zastosujemy **metodę najmniej korzystnego przypadku**:

$$d_{max} = n(\lambda + \Delta\lambda) \cdot \sqrt{\left(\frac{l+\Delta l}{x-\Delta x}\right)^2 + 1} \quad d_{min} = n(\lambda - \Delta\lambda) \cdot \sqrt{\left(\frac{l-\Delta l}{x+\Delta x}\right)^2 + 1}$$

niepewność pomiaru Δd wyliczymy następująco (jest to tzw. niepewność maksymalna):

$$\Delta d = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$$

6. Ostatnim krokiem powinno być omówienie formy zapisu wyniku w postaci $d = \bar{d} \pm \Delta d$

Należy wyjaśnić uczniom, że:

- niepewność określamy z dokładnością do 2(lub 1) cyfr znaczących
- obliczoną długość światła zaokrąglamy do rzędu niepewności

ⁱ Program nauczania „Fizyka jest fascynująca!” Innowacyjny interdyscyplinarny program nauczania fizyki w szkole ponadgimnazjalnej w zakresie rozszerzonym (IV etap edukacyjny). J. Michałowska, A. Szymaniec, S. Wojciechowski