

Przedmiot: Fizyka

Dział programowy: Optyka.

Temat lekcji: Wyznaczanie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego.

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 warunki, jakie muszą wystąpić, aby zaszło całkowite wewnętrzne odbicie.
2. Zna definicję kąta granicznego.
3. Zna prawo załamania światła dla całkowitego wewnętrznego odbicia.
4. Doskonali umiejętność projektowania przebiegu doświadczeń: projektuje przebieg doświadczenia pozwalającego wyznaczyć wartość współczynnika światła metodą całkowitego wewnętrznego odbicia.
5. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych.
6. Zna funkcje trygonometryczne i potrafi zastosować je do wyznaczania współczynnika załamania światła.
7. Doskonali umiejętność projektowania przebiegu doświadczeń: projektuje przebieg doświadczenia wyznaczającego wartość współczynnika załamania światła wykorzystując zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.
8. Przeprowadza niezbędne pomiary w celu wyznaczenia współczynnika załamania światła.
9. Oblicza wartość współczynnika załamania światła dla wody oraz oleju, wykorzystując wyniki pomiarów.
10. Przeprowadza analizę niepewności pomiarowej.
11. Poznaje różne metody analizowania 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.
6. Rozwija zainteresowania fizyczne.

Wykaz pomocy dydaktycznych:

- białe naczynie o płaskim, matowym dnie(kubek, filiżanka...)
- papier milimetrowy
- wskaźnik laserowy
- linijka
- ciecz (woda, olej)

Metody pracy:

- dyskusja;
- burza mózgów
- obserwacja;
- doświadczenie.

Formy pracy:

- praca grupowa

Przebieg lekcji:

1. Sprawdzenie pracy domowej. Przypomnienie:

- a) zjawiska załamania światła przy przejściu z ośrodka rzadszego do gęstszego optycznie oraz z gęstszego do rzadszego,
- b) prawa załamania światła,
- c) zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia

2. Podanie tematu i celów lekcji.

3. Przebieg części głównej lekcji:

- a) uczniowie na tablicy zapisują wzór na kąt graniczny:

$$\sin \alpha_{gr} = \frac{1}{n_{cieczy}}$$

przekształcają go do postaci:

$$n_{cieczy} = \frac{1}{\sin \alpha_{gr}}$$

i na podstawie powyższego równania z pomocą nauczyciela, dochodzą do zaprojektowania doświadczenia pozwalającego wyznaczyć współczynnik załamania światła dla cieczy.

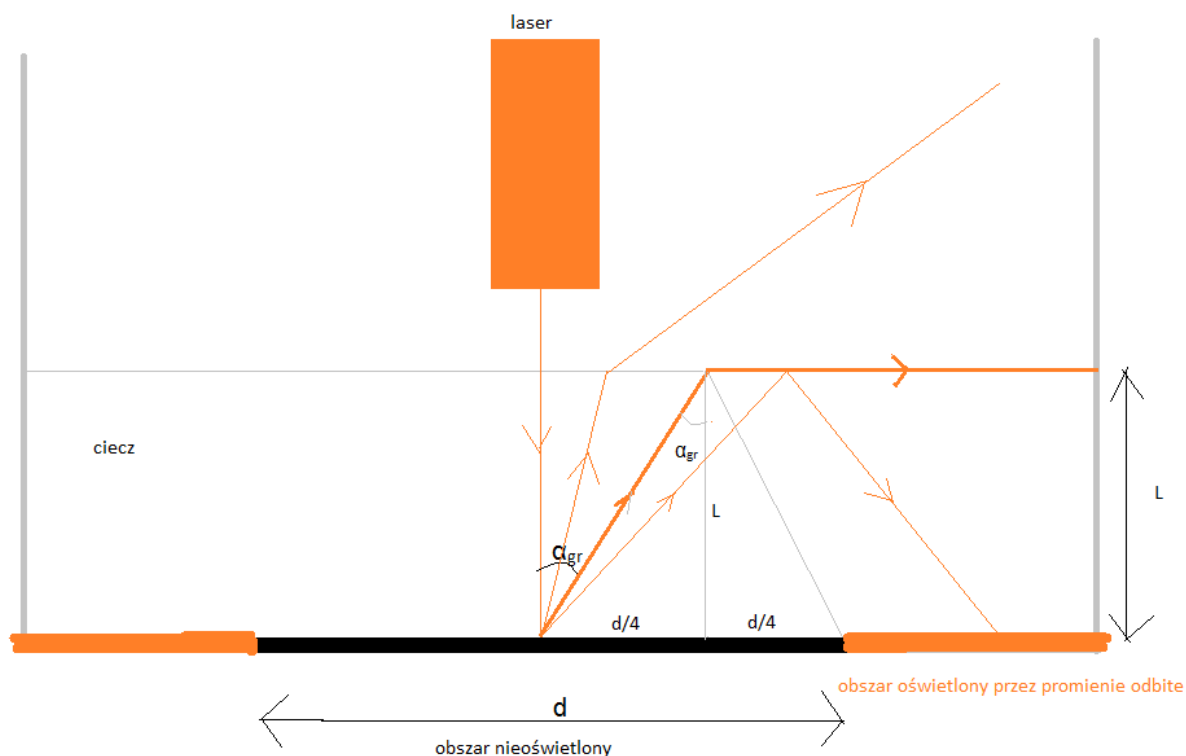
- b) Nauczyciel demonstruje układ doświadczalny. Uczniowie:

- proponują, w jaki sposób wyznaczyć sinus kąta granicznego:
 - do naczynia nalać ciecz o wysokości ok. 1 cm;
 - pionowo do dołu oświetlić wskaźnikiem laserowym dno naczynia,
 - światło lasera odbija się od dna pod różnymi kątami, promienie odbite pod kątem większym od kąta granicznego odbijają się od powierzchni cieczy i tworzą na dnie naczynia obraz koła,
 - przy użyciu papieru milimetrowego zmierzyć średnicę d nieoświetlonego koła,
 - przy użyciu linijki zmierzyć grubość cieczy L,
 - wzór na sinus kąta granicznego przybiera postać:

$$\sin \alpha_{gr} = \frac{\frac{1}{4}d}{\sqrt{L^2 + (\frac{1}{4}d)^2}} = \frac{1}{\sqrt{16\left(\frac{L}{d}\right)^2 + 1}}$$

- wzór na współczynnik załamania cieczy przybiera postać:

$$n_{cieczy} = \sqrt{16\left(\frac{L}{d}\right)^2 + 1}$$



- podają propozycję instrukcji wykonania doświadczenia i opracowują tabelę do zapisywania wyników;
 - w grupach wykonują pomiary zgodnie z instrukcją doświadczenia- część grup wykonuje pomiar dla wody, część dla oleju;
 - pomiarów dokonują wszyscy uczniowie na zmianę;
 - zapisują wyniki pomiarów w tabeli;
 - obliczają wartość współczynnika wody i oleju.
- c) Uczniowie przeprowadzają analizę niepewności pomiarowej.
- d) 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 współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego.

1. Do naczynia nalej ok. 1 cm wody/ oleju.
2. Postaw naczynie na papierze milimetrowym tak, aby można było zaznaczyć na nim średnicę nieoświetlonego koła.
3. Włącz wskaźnik laserowy i skieruj go pionowo w dół.

4. Zaznacz na papierze milimetrowym średnicę nieoświetlonego koła. Zmierz za pomocą linijki średnicę nieoświetlonego koła. Wynik pomiaru zapisz w tabeli.
5. Zmierz linijką grubość warstwy cieczy. Wynik pomiaru zapisz w tabeli.
6. Odczytaj wartość niepewności pomiarowej linijki ΔL . Wartość zapisz w tabeli.

d – średnica nieoświetlonego koła [mm]	L – grubość warstwy cieczy [mm]	ΔL – niepewność pomiarowa linijki [mm]	Δd – niepewność pomiarowa linijki [mm]	n_{cieczy}	Δn_{cieczy}

7. Oblicz wartość współczynnika załamania cieczy korzystając ze wzoru:

$$n_{\text{cieczy}} = \sqrt{16 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + 1}$$

Analiza niepewności pomiarowej.

Pomiary bezpośrednie – określenie niepewności pomiaru L oraz d

Grubość warstwy cieczy mierzymy linijką. Możemy przyjąć niepewność pomiaru równą najmniejszej podziałce na linijce.

$$\Delta L = 1 \text{ mm}$$

Analogicznie pomiar średnicy nieoświetlonego koła papierem milimetrowym lub linijką daje niepewność pomiaru d :

$$\Delta d = 1 \text{ mm}$$

Pomiar pośredni – określenie niepewności współczynnika załamania światła

Do określenia niepewności pomiaru n zastosujemy metodę **najmniej korzystnego przypadku**.

Określimy tym sposobem niepewność maksymalną pomiaru n .

$$\Delta n_{\text{cieczy}} = \frac{\sqrt{16 \left(\frac{L + \Delta L}{d - \Delta d}\right)^2 + 1} - \sqrt{16 \left(\frac{L - \Delta L}{d + \Delta d}\right)^2 + 1}}{2}$$

Literatura:

M. Godlewska, D. Szot- Gawlik, M. Godlewski „Zadania doświadczalne z fizyki. Poziom maturalny”. ZamKor, Kraków 2013, wyd. pierwsze

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