

## **Przedmiot: Fizyka**

### **Dział programowy: Optyka.**

### **Temat lekcji: Wyznaczanie ogniskowych soczewek metodą Bessela.**

#### **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 zjawisk<sup>i</sup>.

#### **Cele operacyjne:**

##### **Uczeń:**

1. Zna równanie soczewki.
2. Potrafi wykonać konstrukcję obrazów w soczewkach.
3. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych.
4. Doskonali umiejętność projektowania przebiegu doświadczeń: projektuje przebieg doświadczenia wyznaczającego ogniskową soczewki.
5. Przeprowadza niezbędne pomiary w celu wyznaczenia ogniskowej soczewki.
6. Przeprowadza analizę niepewności pomiarowej.
7. Poznałe 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:**

- ława optyczna
- źródło światła
- przedmiot ( np. oświetlacz ze szczeliną)
- soczewka skupiająca
- zasilacz lub bateria
- ekran ( może być biała kartka)
- mazak suchościeralny

#### **Metody pracy:**

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

## Formy pracy:

- praca zbiorowa

## Przebieg lekcji:

### 1. Sprawdzenie pracy domowej. Przypomnienie:

- równania soczewki,
- definicji ogniska soczewki

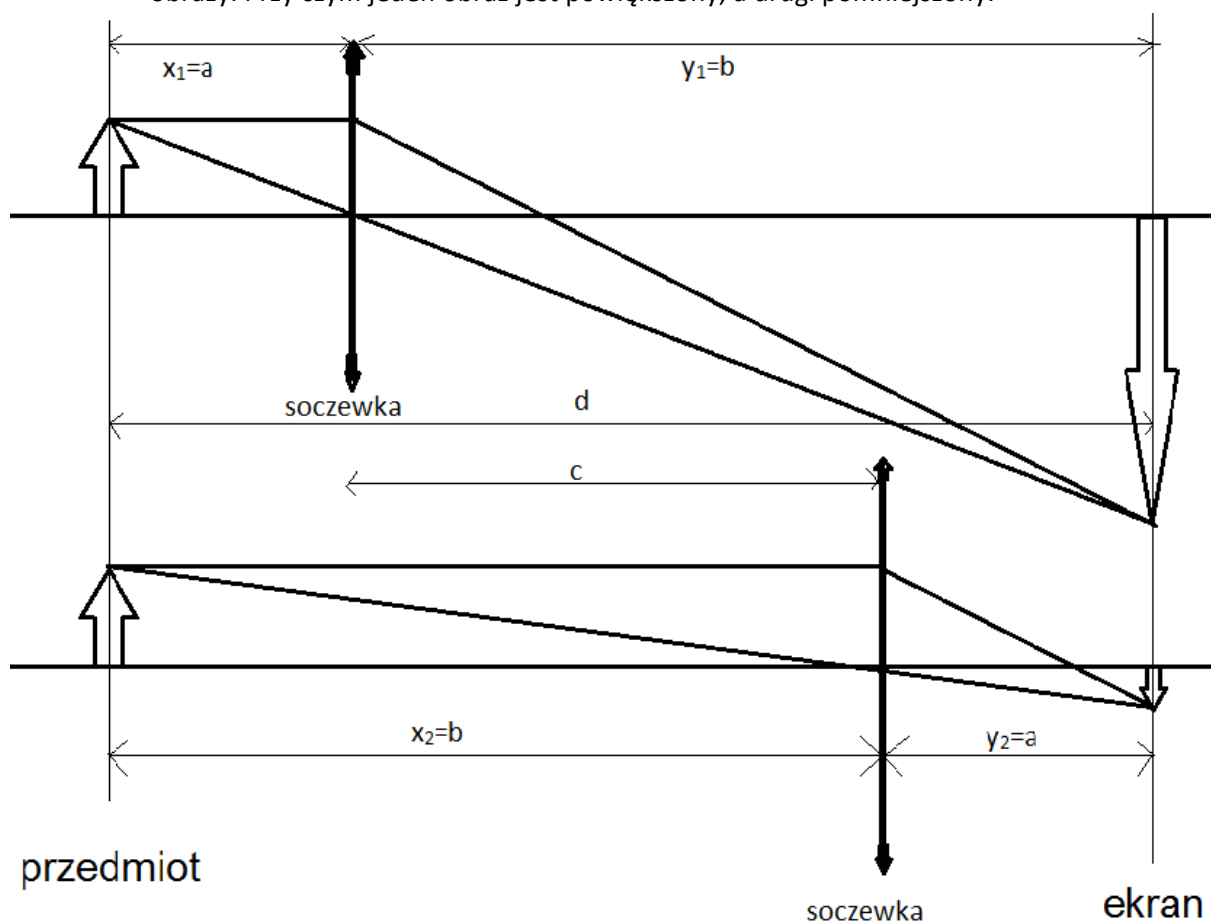
### 2. Podanie tematu i celów lekcji.

### 3. Przebieg części głównej lekcji:

- Uczniowie na tablicy zapisują równanie soczewki:

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

- Uczniowie metodą burzy mózgów proponują przebieg doświadczenia. Stwierdzają, że do wyznaczenia ogniskowej soczewki należy zmierzyć odległość przedmiotu i obrazu od soczewki.
- Nauczyciel wraz z wybranymi uczniami buduje układ pomiarowy: na ławie optycznej mocują źródło światła, przedmiot i ekran. Sprawdzają, że dla jednego położenia przedmiotu można znaleźć dwa położenia soczewki, przy których otrzymuje się ostre obrazy. Przy czym jeden obraz jest powiększony, a drugi pomniejszony.



- d) Nauczyciel nakierowuje rozumowanie uczniów i stwierdza, że  $x$  i  $y$  wchodzą do wzoru symetrycznie. Następnie przekształcają równanie soczewki wprowadzając oznaczenia:

$d$  - odległość przedmiotu od ekranu     $c$  - odległość między położeniami soczewki

Na podstawie rysunku uzyskujemy następujące zależności

$$a+b=d$$

$$b - a=c$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

Po wykonaniu przekształceń (redukujemy  $a$ ,  $b$ ) i otrzymują równanie pozwalające wyznaczyć ogniskową soczewki z pomiarów  $d$ ,  $c$ :

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

Zwróćmy uwagę, że wyrażenie

$$c^2 = d(d-4f) \geq 0,$$

które otrzymamy po przekształceniu wzoru na  $f$  nakłada pewne ograniczenia na nasze doświadczenie. Pomiary możemy wykonać dla  $d \geq 4f$  (wtedy  $c^2 > 0$ ).

- e) Analizując otrzymane równania matematyczne, uczniowie metodą burzy mózgów dochodzą do zaprojektowania przebiegu doświadczenia pozwalającego zmierzyć ogniskową soczewki.
- f) Podają propozycję instrukcji wykonania doświadczenia i opracowują tabelę do zapisywania wyników.
- g) Wybierani z klasy uczniowie dokonują pomiarów.
- h) Zapisują wyniki pomiarów w tabeli;
- i) Obliczają wartość ogniskowej soczewki;
- j) Uczniowie przeprowadzają analizę niepewności pomiarowej.
- k) Wybrani 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 ogniskowej soczewki metodą Bessela:

1. Na ławie optycznej umieszczamy źródło światła, przedmiot, soczewkę skupiającą, ekran .
2. Włączamy źródło światła i oświetlamy nim przedmiot.
3. Mierzmy odległość ekranu od przedmiotu  $d$ .
4. Przesuwamy wzdłuż ławy optycznej soczewkę skupiającą i znajdujemy takie położenie soczewki, przy którym na ekranie pojawia się ostry i pomniejszony obraz. Zaznaczamy mazakiem położenie soczewki.
5. Przesuwamy soczewkę i znajdujemy takie położenie soczewki, przy którym na ekranie pojawia się ostry i powiększony obraz. Zaznaczamy mazakiem położenie soczewki. Mierzmy odległość między położeniami soczewki.
6. Czynności z punktów 4 i 5 powtarzamy pięciokrotnie.

Tabela pomiarów:

Nr. pomiaru	odległość między położeniami soczewki c (cm)	Odległość przedmiotu od ekranu d (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
średnia		

7. Obliczamy wartości średnie dla wielkości c, d.

8. Obliczamy ogniskową soczewki

$$f_{sr} = \frac{d_{sr}^2 - c_{sr}^2}{4d_{sr}}$$

## Analiza niepewności pomiarowej.

### Pomiary bezpośrednie:

1. Odległość między położeniami soczewki c wyznaczaliśmy w oparciu o dwa zaznaczone punkty. Możemy więc założyć, że niepewność tego pomiaru wynosi maksymalnie:

**$\Delta c = 2 \cdot \text{najmniejsza podziałka na linijce}$**

2. Analogicznie dla pomiaru d czyli odległości między przedmiotem i ekranem

**$\Delta d = 2 \cdot \text{najmniejsza podziałka na linijce}$**

### Pomiar pośredni

1. Niepewność pomiaru ogniskowej f wyznaczymy metodą najmniej korzystnego przypadku

$$f_{\max} = \frac{(d_{sr} + \Delta d)^2 - (c_{sr} - \Delta c)^2}{4(d_{sr} + \Delta d)} \quad f_{\min} = \frac{(d_{sr} - \Delta d)^2 - (c_{sr} + \Delta c)^2}{4(d_{sr} - \Delta d)}$$

niepewność pomiaru  $\Delta f$  wyliczymy następująco (jest to tzw. niepewność maksymalna):

$$\Delta f = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{2}$$

2. Ostatnim krokiem powinno być omówienie formy zapisu wyniku w postaci  **$f = \bar{f} \pm \Delta f$**
3. Należy wyjaśnić uczniom, że:
  - a. niepewność określamy z dokładnością do 2(lub 1) cyfr znaczących
  - b. obliczoną ogniskową zaokrąglamy do rzędu niepewności ogniskowej

Literatura:

Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki pod redakcją Ireny Lasockiej i Jana Zambrzyckiego,  
Politechnika Białostocka, Białystok 2000r.

<sup>1</sup> 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