

Wyznaczanie ogniskowej soczewki skupiającej

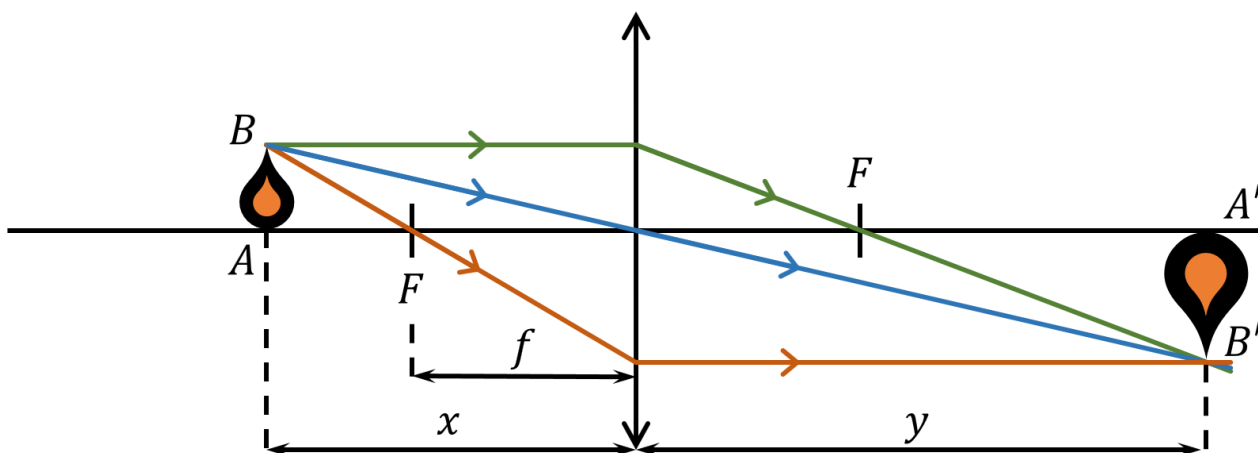
JanekR_Prorok

1. Wstęp

Celem doświadczenia jest wyznaczenie ogniskowej soczewki skupiającej na podstawie pomiaru odległości przedmiotu i otrzymanego obrazu od soczewki.

1.1. Podstawy teoretyczne

Soczewka jest to proste urządzenie optyczne, zwykle szklane. Soczewki szklane, jeśli ich grubość jest większa przy ich osi niż przy brzegach, są soczewkami skupiającymi. Gdy soczewka skupia równoległą wiązkę światła, po przejściu przez nią, promienie spotykają się w jednym punkcie, nazywanym *ogniskiem* i oznaczanym F . Odległość ogniska od środka soczewki nazywamy *ogniskową*.



Rysunek 1. Schemat powstawania obrazu w soczewce skupiającej

Zależność pomiędzy odległością przedmiotu od soczewki, a odległością jego obrazu otrzymanego w tej soczewce opisuje *równanie soczewki*:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad (1)$$

gdzie:

f ogniskowa soczewki,

x odległość przedmiotu od soczewki,

y odległość obrazu od soczewki.

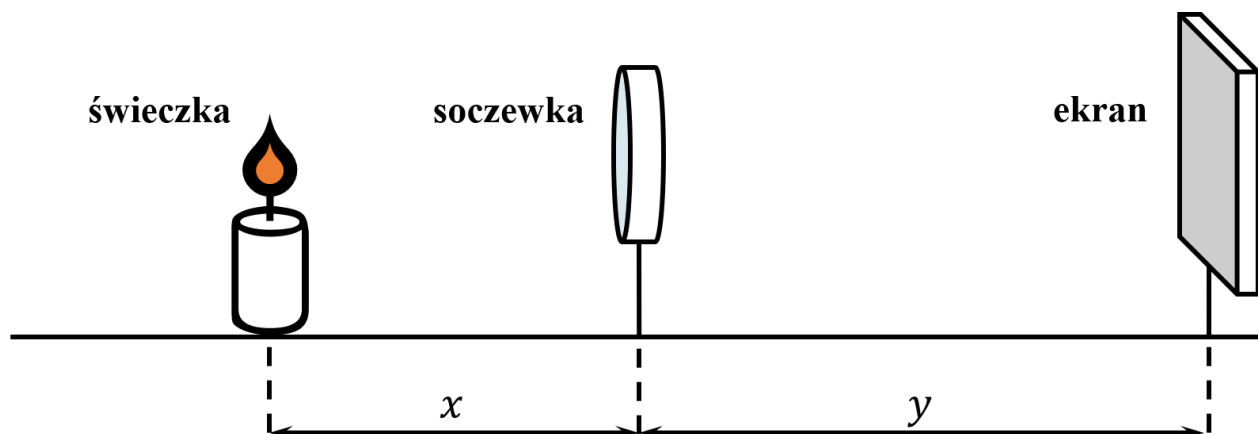
Mierząc odległość przedmiotu od soczewki i odległość obrazu od soczewki można wyznaczyć ogniskową przekształcając powyższy wzór:

$$f = \frac{xy}{x + y} \quad (2)$$

2. Metoda obserwacji zjawiska

2.1. Elementy zestawu doświadczalnego

- zapalona świeczka,
- soczewka skupiająca, o ogniskowej deklarowanej przez producenta $f = +13,6 \text{ cm}$,
- ekran – biała kartka,
- centymetr krawiecki.



Rysunek 2. Schemat zestawu doświadczalnego

2.2. Przebieg doświadczenia

Na płaskiej powierzchni umieszczono, w jednej linii, zapaloną świeczkę oraz soczewkę w pewnej odległości. Następnie dopasowano odległość ekranu od soczewki, aż do uzyskania ostrego obrazu świeczki i zmierzono odległości. Wyniki pomiaru zapisano w tabeli. Powyższe pomiary przeprowadzono dla pięciu różnych odległości.

3. Wyniki pomiarów

Odległość mierzono papierowym centymetrem krawieckim o dokładności pomiaru $\Delta x = 0,5 \text{ cm}$, $\Delta y = 0,5 \text{ cm}$.

Lp.	$x \text{ [cm]}$	$y \text{ [cm]}$
1	20,5	31,0
2	29,0	22,5
3	24,5	26,5
4	17,0	41,0
5	37,0	20,5

Tabela 1. Wyniki pomiarów

4. Opracowanie wyników pomiarów

4.1. Obliczenia

Wartość ogniskowej obliczono korzystając ze wzoru (2).

Przykładowe obliczenie wartości ogniskowej

$$f = \frac{20,5 \text{ cm} \cdot 31,0 \text{ cm}}{20,5 \text{ cm} + 31,0 \text{ cm}} = \frac{635,5 \text{ cm}^2}{51,5 \text{ cm}} \approx 12,34 \text{ cm} \quad (3)$$

Pozostałe wartości obliczonych ogniskowych przedstawiono w tabeli poniżej.

Lp.	$f [cm]$
1	12,34
2	12,67
3	12,73
4	12,02
5	13,19

Tabela 2. Wyniki obliczeń wartości ogniskowej

Średnia arytmetyczna powyższych wyników $Sr_{f_{1-5}} = 12,59 \text{ cm}$

4.2. Analiza niepewności pomiarowej

4.2.1. Źródła niepewności

Na wynik pomiarów mogły mieć wpływ następujące składowe:

- niedoskonałość metody pomiarowej,
- błędy w odczycie wskazań przyrządów,
- dokładność przyrządów pomiarowych,
- zastosowane przybliżenia.

4.2.2. Rachunek niepewności pomiarowej

Do obliczenia niepewności pomiarowej wykorzystano wzór na niepewność maksymalną

$$\Delta f = \frac{f_{max} - f_{min}}{2} = \frac{13,19 \text{ cm} - 12,02 \text{ cm}}{2} = 0,585 \text{ cm} \quad (4)$$

4.3. Wynik końcowy

Wartość ogniskowej soczewki skupiającej obliczona w doświadczeniu

$$f = (12,59 \pm 0,585) \text{ cm} \quad (5)$$

5. Wnioski i podsumowanie

Wykorzystana metoda pozwoliła wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej. Wyniki są zbliżone do wartości deklarowanej przez producenta soczewki. Metoda ta jest w miarę dokładna – niepewność względna jest rzędu 3,125 – 11,728%.

Największy wpływ na dokładność wyników miała przede wszystkim niedoskonałość metody pomiarowej. Ekran nie zawsze był ustawiony idealnie prostopadle do płaszczyzny podstawy zestawu doświadczalnego. Dla dokładniejszych pomiarów należałoby zastosować ławę optyczną.

6. Źródła

- Nowa Era, *Zrozumieć fizykę 3*, Warszawa 2017, s. 289, 298
- Centralna Komisja Egzaminacyjna, *Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, Warszawa 2015, s. 7