

Wyznaczenie ogniskowej soczewki skupiającej¹ metodą Bessela²

Przemysław Skowroński³

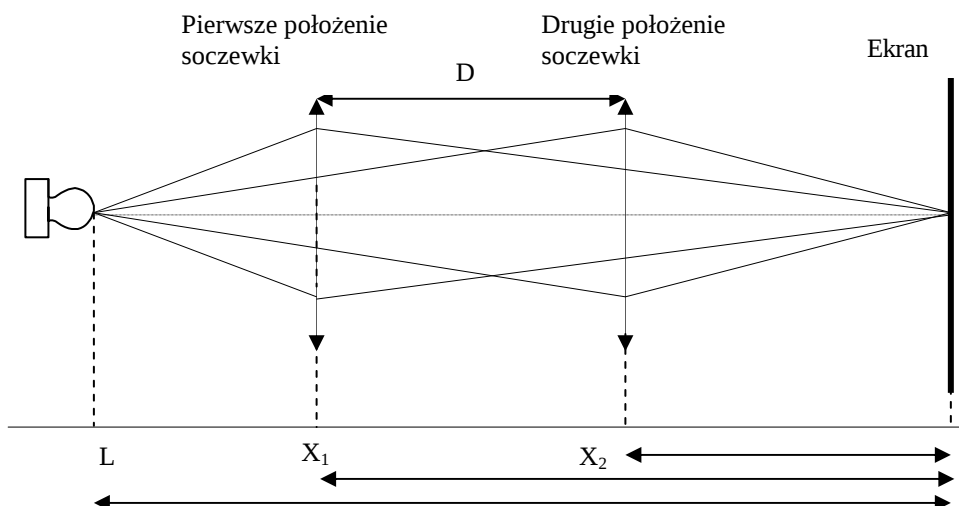
Posłużymy się metodą Bessela, ponieważ parametry potrzebne w niej do wyznaczenia ogniskowej dużo łatwiej uzyskać niż np.: współczynnik załamania światła materiału z jakiego zrobiono soczewki, lub promienia krzywizny soczewki.

Zakładam, że nie są Ci obce następujące zagadnienia:

- a) Budowa soczewki skupiającej.
- b) Pojęcie promienia, biegu promienia.
- c) Warunek spełniany przez soczewki płaskie.

Masz do dyspozycji: Źródło światła z odkrytą matową żarówką, (na żarówce konieczne są jakieś napisy, np. pieczęć producenta z nazwą i mocą), soczewkę skupiającą (o ogniskowej pomiędzy 5, a 20 cm), dwumetrową miarę, stół przysunięty do ściany, która będzie ekranem, ekierka (lub winklel murarski).

Geometria układu wygląda następująco:



Do wyznaczenia ogniskowej soczewki w tej metodzie użyjemy następującej zależności:

$$f = \frac{L^2 - D^2}{4L}$$

gdzie: L-odległość żarówki od ekranu, a D odległością dwóch położen soczewki, w których daje ona ostry obraz na ekranie.

¹ Zadanie doświadczalne, zgodne z *Podstawą programową Fizyka, IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony*, s 165, pkt 13, ppkt 9: Obrazy optyczne otrzymywane za pomocą soczewek www.men.gov.pl

² Patrz komentarz na s. 255.

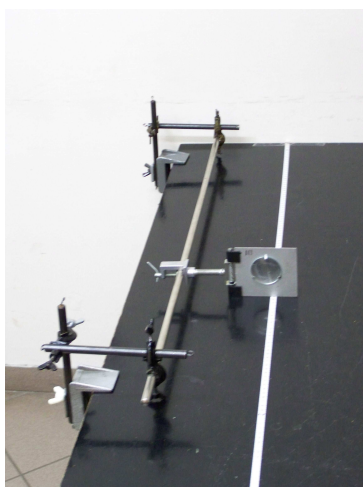
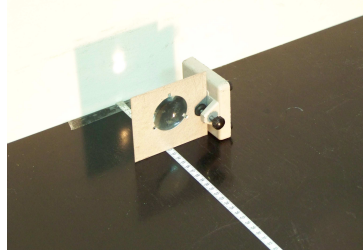
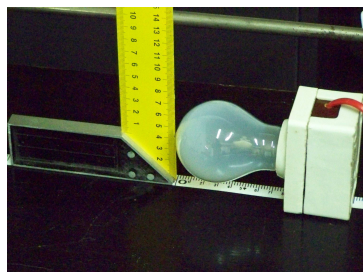
³ Autor jest studentem fizyki nauczycielskiej (II^o) w Uniwersytecie Wrocławskim.

Tej metody można użyć tylko, wtedy gdy $L > 4f$

Jak widać, to co potrzebujemy zmierzyć, to odległość żarówki od ekranu i dwa położenia soczewki w których daje ona ostry obraz na ekranie.

Montaż układu doświadczalnego:

- Zaczynj od przysunięcia stołu do ściany. Będzie ona spełniała funkcję „ekranu”. Zamocuj miarę tak, aby mierzyć odległość od ściany. Posłuży do pomiaru potrzebnych wielkości, oraz jako oś optyczna. Może być stalowa zwijana, lub z tworzywa sztucznego na dużej szpuli. (stalowa zwijana ma wypukły kształt co utrudnia ustawienie na niej żarówki w oprawce).
- Ustaw żarówkę w odpowiedniej odległości (60-100cm). Musi ona być skierowana napisami (pieczęcią) do ekranu.
- Ustaw soczewkę na osi optycznej między żarówką a ekranem. Zamocuj ją w uchwycie, który pozwoli jej stać swobodnie, w odpowiednim położeniu lub przykręć na torze zaimprovizowanym ze standardowych statywów używanych w pracowni fizycznej.



Pomiary:

- Odległość żarówki od ściany przeniesiemy do poziomego stołu za pomocą ekierki. Pamiętaj, że punkt, do którego mierzymy odległość to nie włókno żarówki, tylko napisy na jej szklanej powierzchni. Zmierz odległość L trzy razy w celu wykluczenia błędu grubego. (np.: przed pomiarem położenia soczewek, w trakcie i po)
- Znajdź dwa położenia soczewki, w których daje ona ostre obrazy i zmierz ich odległość od ekranu. Ponieważ ostrość obrazu jest bardzo subiektywnym kryte-

rium położenia soczewki, proponuję, aby każdy członek grupy, po kolei uczestniczył w pomiarach położenia X_1 i X_2 . Powinno ich być kilka, żeby określić D . Wyniki należy umieścić w tabeli nr 1:

L.p.	L [mm]	X_1 [mm]	X_2 [mm]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Pierwszą rzeczą, o której musisz pamiętać jest to, że nie da się w tej metodzie obniżyć niepewności pojedynczego pomiaru poniżej 2mm (nawet jeżeli wszystkie pomiary wskazują dokładnie taką samą liczbę milimetrów). Powody takiej granicy to m.in. subiektywna ocena ostrości obrazu, oraz wypukły a nie płaski obiekt obrazowany (powierzchnia żarówki).

Obliczenia:

- Oblicz wartości średnie dla takich parametrów jak L , X_1 i X_2 .
- Określ niepewność wyznaczenia wartości średnich: $\Delta L_{\text{śr}}$, $\Delta X_{1\text{śr}}$, $\Delta X_{2\text{śr}}$, jako maksymalne odchylenie pomiaru od wartości średniej ($\Delta X_{1\text{śr}} = \max |X_1 - X_{1\text{śr}}|$).
- Obliczając ΔD ($D = X_{1\text{śr}} - X_{2\text{śr}}$), pamiętaj, że niepewności się dodają.

Znalezione wartości wstaw do tabeli nr 2:

$L_{\text{śr}}$ [mm]	$\Delta L_{\text{śr}}$ [mm]	$X_{1\text{śr}}$ [mm]	$\Delta X_{1\text{śr}}$ [mm]	$X_{2\text{śr}}$ [mm]	$\Delta X_{2\text{śr}}$ [mm]	D [mm]	ΔD [mm]

Niepewność wyznaczenia f , obliczymy korzystając z metody NKP. W tym przypadku przybiera ona postać:

$$\Delta f = \frac{1}{2} \left[\frac{(L + \Delta L)^2 - (D - \Delta D)^2}{4 \cdot (L + \Delta L)} - \frac{(L - \Delta L)^2 - (D + \Delta D)^2}{4 \cdot (L - \Delta L)} \right]$$

Wyznaczona przeze mnie długość ogniskowej wynosi:

Oceń, czy jeżeli środek grubości soczewki nie pokrywa się z metalową obudową, która jest w naszym przypadku punktem pomiaru, to czy należy to uwzględnić przy pomiarach, i w jaki sposób.