

## Wyznaczanie ogniskowej soczewki za pomocą ławy optycznej<sup>1</sup>

Dorota Drewniak, Patrycja Siedlecka<sup>2</sup>

### Cele

Uczeń:

- posługując się dostępnymi przyrządami (tj. wymienionymi poniżej), potrafi wykonać pomiary pomocne w wyznaczeniu ogniskowej nieznanej soczewki skupiającej;
- w oparciu o równanie soczewki:  $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$  oblicza ogniskową soczewki;
- doskonali umiejętność: obliczania niepewności pomiarowych, graficznego przedstawiania wyników, interpretowania otrzymanych wyników.

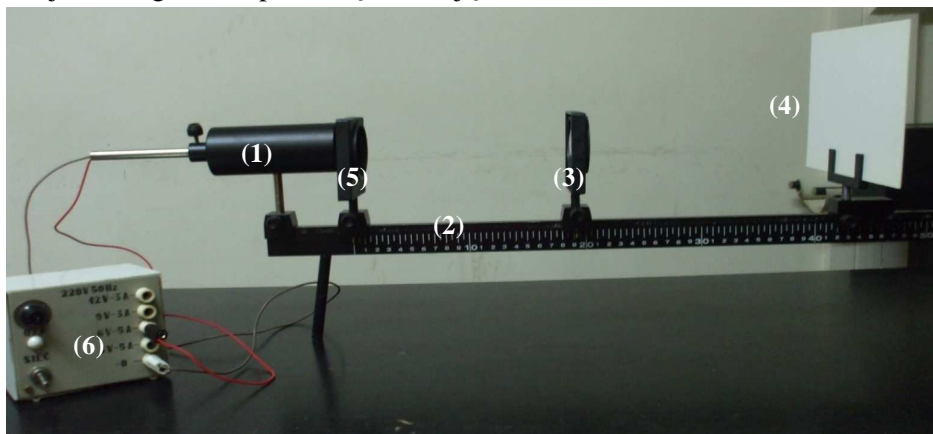
### Materiały i przyrządy:

- (1) oświetlenie,
- (2) ława optyczna,
- (3) soczewka skupiająca o nieznanej ogniskowej,
- (4) ekran,
- (5) przesłona ze szczeliną w kształcie strzałki,
- (6) zasilacz.

Dodatkowo uczeń powinien posiadać: linijkę, papier milimetrowy (dwa arkusze A4), ołówek, długopis.

### Przebieg doświadczenia:

Zmontuj układ zgodnie z poniższą ilustracją.



**UWAGA!** Nie włączaj końcówek oświetlacza do gniazda sieciowego 220 V. Podłącz je do zasilacza. (Oświetlacz składa się z żarówki o mocy 30 W i osłony. Żarówka pobiera prąd 5 A ze źródła prądu o napięciu 6 V).

<sup>1</sup> Por. komentarz metodyczny na s. 257.

<sup>2</sup> Osoby sprawdzające instrukcję: Natalia Kędroń, Andrzej Koźmic.

Autorzy instrukcji oraz osoby sprawdzające instrukcję studiują fizykę nauczycielską (II<sup>0</sup>) w Uniwersytecie Wrocławskim.

Po zmontowaniu układu rozpocznij wykonywanie pomiarów:

- Ustaw przesłonę ze szczeliną na ławie optycznej tuż za oświetlaczem w punkcie 0 cm, natomiast ekran w odległości 100 cm od niego.
- Włącz oświetlenie.
- Między przedmiotem a ekranem dobierz położenie soczewki skupiającej tak, aby na ekranie otrzymać ostry, powiększony obraz.
- Zapisz w tabeli odległość przedmiotu  $x$  oraz obrazu  $y$  od soczewki.
- Zmieniaj odległości soczewki od przedmiotu co 5 cm. Za każdym razem zmieniaj położenie ekranu od soczewki tak, aby otrzymać na nim obraz ostry.
- Wykonaj 10 pomiarów. Wyniki  $x$ ,  $y$  zapisz za każdym razem w tabeli.

Tabela 1

x [cm]										
y [cm]										

### Opracowanie wyników pomiarów

Korzystając z równania soczewkowego  $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$  oblicz ogniskową soczewki

z każdego pojedynczego pomiaru, następnie oblicz średnią ogniskową ze wszystkich pomiarów (patrz: Tabela 2).

Tabela 2

x [cm]	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56
y [cm]	89	26	18	16	15	14	13,5	13	12,5	12
f	9,79	9,90	9,69	9,90	10,11	10,08	10,16	10,14	10,04	9,88

$$\bar{f} = 9,97\text{cm}$$

W zależności od umiejętności uczniów proponujemy obliczenie niepewności  $f$  dwoma sposobami:

- 1) **Metoda najmniej korzystnego przypadku:** spośród wyznaczonych wcześniej ogniskowych  $f$  odszukaj: 1) wartość najmniejszą  $f_{\min}$ , 2) wartość największą  $f_{\max}$  :

- odejmij od wartości średniej  $f$  wartość minimalną  $f_{\min}$  :

$$\bar{f} - f_{\min} = 9,97\text{cm} - 9,69\text{cm} = 0,28\text{cm}$$

- odejmij od wartości maksymalnej  $f_{\max}$  wartość średnią  $f$ :

$$f_{\max} - \bar{f} = 10,16\text{cm} - 9,97\text{cm} = 0,19\text{cm}$$

Jako miarę niepewności przyjmujemy większą z wartości różnic  $\bar{f} - f_{\min}$ ,  $f_{\max} - \bar{f}$ . Jeśli wartości te niewiele się różnią, można przyjąć, że niepewność pomiarowa wynosi:

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

- 2) Oblicz średnią arytmetyczną  $\bar{f}$  i jej niepewność standardową

$$u_c(f) = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2},$$

gdzie  $n$  to liczba pomiarów.

Opracowując tą część uczeń może skorzystać z programu Microsoft Excel. Pamiętaj, aby poprawnie zapisać końcowy wynik:

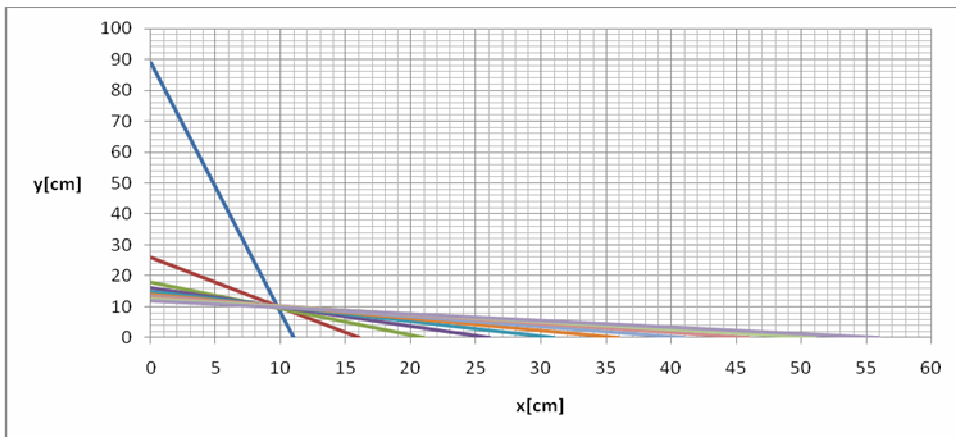
$$f = (9,97 \pm 0,28) \text{ cm}$$

- 3) Uzupełnieniem i sprawdzeniem otrzymanego wyniku może być graficzny sposób wyznaczania  $f$ .

**A.**

- na osi poziomej prostokątnego układu współrzędnych zaznacz wartości  $x$ , a na osi pionowej – wartości  $y$ ,
- połącz liniami prostymi pary odpowiadających sobie punktów,
- odczytaj odległości punktu przecięcia wszystkich prostych od obu osi i oblicz ich średnią arytmetyczną – jej wartość wyznacza nam ogniskową soczewki  $f$ .

Wykres 1



W naszym przypadku:

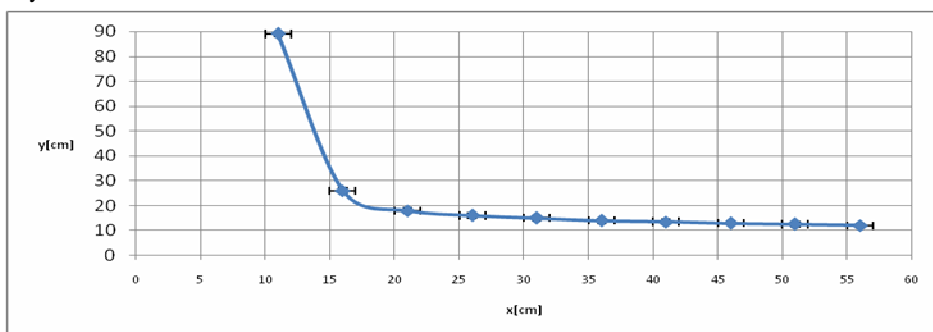
$$\bar{f} = \frac{10\text{cm} + 10\text{cm}}{2} = 10\text{cm}$$

### B.

a) nanieś na wykres punkty pomiarowe ( $x_i, y_i$ ).

Pamiętając, że obraz dla soczewki skupiającej nie powstaje, dla  $x = f$ , możemy odczytać z wykresu wartość, do której dążą argumenty, a nie osiągają, czyli jej asymptotę. Jest ona szukaną ogniskową.

Wykres 2



4) Porównaj otrzymane wyniki pomiaru ogniskowej uzyskane różnymi sposobami.

### Literatura

- [1] P. Walczak, G. Wojewoda, *Fizyka i Astronomia 2, Zakres podstawowy, Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum*, Operon, Gdynia 2007, s. 188, 189.
- [2] M. Fiałkowska, K. Fiałkowski, B. Saganowska, *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, ZamKor, Kraków 2002, s. 268-274.
- [3] [http://www.pracownia.ifd.uni.wroc.pl/html/slide\\_6.html](http://www.pracownia.ifd.uni.wroc.pl/html/slide_6.html), 24.03.2011 r.