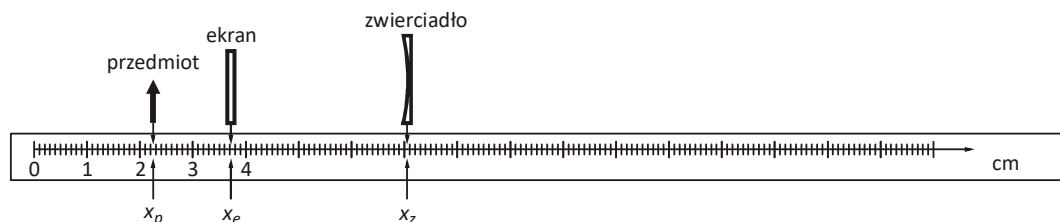


Ćwiczenie nr 2

WYZNACZANIE OGNISKOWEJ ZWIERCIADEŁ SFERYCZNYCH WKŁĘŚLYCH NA PODSTAWIE RELACJI POMIĘDZY POŁOŻENIEM PRZEDMIOTU I OBRAZU

1. Ustawić układ pomiarowy tak, jak pokazuje poniższy rysunek.



2. Ustawić przedmiot możliwie blisko początku ławy. Przysunąć do przedmiotu ekran. Zwierciadło dosunąć do ekranu. Powoli odsuwać zwierciadło, aż do uzyskania ostrego obrazu przedmiotu na ekranie.
3. Odsunąć zwierciadło od przedmiotu (w stosunku do ustalonego w punkcie 2 położenia) o kilka cm, zanotować położenie przedmiotu x_p i zwierciadła x_z . Określić wartości błędów położenia Δx_p , Δx_z . Przesuwając ekran wzdłuż ławy optycznej znaleźć ostry obraz przedmiotu na ekranie i zanotować położenie ekranu x_e oraz błąd odczytu położenia ekranu. Obliczyć odległość przedmiotu $s = x_p - x_z$ od zwierciadła oraz błąd Δs tego pomiaru. Obliczyć odległości obrazu (ekranu) $s' = x_e - x_z$ od zwierciadła i błąd tej wielkości $\Delta s'$.
4. Zbadać udział błędów przypadkowych przy wyznaczaniu położenia ekranu, poprzez kilkakrotne przysuwanie i odsuwanie ekranu do miejsca, w którym powstaje ostry obraz przedmiotu dla ustalonej pozycji przedmiotu i zwierciadła (kilkakrotnie wyznaczyć położenie ekranu x_e).
5. Obliczyć odległości obrazu (ekranu) $s' = x_e - x_z$ od zwierciadła. Obliczyć wartość średnią s' oraz błąd maksymalny wartości średniej. Określić rodzaj błędu pomiaru s' (błąd systematyczny bądź przypadkowy). Przyjąć, że błędy pomiarów wykonanych w punktach 6 i 7 będą miały w każdym przypadku taką samą wartość, jak te oszacowane w punktach 3, 4, i 5.
6. Ponownie ustawić układ jak w punkcie 2. Oddalić zwierciadło o około 2 cm od ustalonego w punkcie 2 położenia wyjściowego, zanotować położenie przedmiotu x_p i zwierciadła x_z . Dla ustalonego położenia przedmiotu i zwierciadła znaleźć położenie ekranu, na którym powstaje ostry obraz przedmiotu. Położenie ekranu wyznaczyć dwukrotnie, raz, gdy ekran przysuwamy do zwierciadła, i drugi raz, gdy odsuwamy go od zwierciadła. Zanotować oba odczyty. Jako wartość x_e przyjąć wartość średnią z otrzymanych wartości.
7. Zachowując niezmiennie położenie przedmiotu odsunąć zwierciadło od przedmiotu i znaleźć nowe położenie ekranu, przy którym uzyskuje się ostry obraz przedmiotu. Czynność tę powtórzyć dwukrotnie tzn. przysuwając ekran do zwierciadła i odsuwając go do zwierciadła. Jako wartość $\bar{x}_e$ przyjąć średnią z otrzymanych wartości. Zanotować położenie zwierciadła x_z oraz wartość $\bar{x}_e$.
8. Powtórzyć czynności opisane w punkcie 7 dla kilku kolejnych, zwiększających się odległości zwierciadła od przedmiotu.
9. Dla wszystkich otrzymanych położenia zwierciadła i ekranu obliczyć wartości s i s' i na ich podstawie obliczyć wartość ogniskowej obrazowej f' badanej soczewki stosując wzór zwierciadła sferycznego:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'}$$

i przekształcając go do postaci:

$$f' = \frac{s \cdot s'}{s + s'}.$$

10. Oszacować błąd $\Delta f'$ wartości ogniskowej zwierciadła dla wybranego pomiaru:

a) stosując wzór:

$$\Delta f' = \frac{s'^2}{(s + s')^2} \cdot \Delta s + \frac{s^2}{(s + s')^2} \cdot \Delta s'.$$

b) obliczyć wartość średnią ogniskowej i błąd maksymalny wartości średniej $(3 \cdot s_{\bar{f}'})$.

ANALIZA WZORU ZWIERCIADŁA SFERYCZNEGO

- Na podstawie zmierzonych wartości s i s' sporządzić wykres $s' = f(s)$. Zaznaczyć błędy pomiaru wartości s i s' .
- Dopasować do danych doświadczalnych funkcję $s' = \frac{f' \cdot s}{s - f'}$ $\left(y = \frac{a \cdot x}{x - a} \right)$ (sugerowany program Graph <http://www.padowan.dk/>) i znaleźć wartość ogniskowej f' (parametru a).
- Na podstawie zmierzonych wartości s i s' obliczyć $V = \frac{1}{s}$ oraz $V' = \frac{1}{s'}$ i oszacować ich błędy. Sporządzić wykres zależności $V' = f(V)$:

$$V' = P - V$$
gdzie P oznacza odwrotność ogniskowej $\frac{1}{f}$.
- Nanieść błędy pomiarów i odczytać z wykresu współrzędną przecięcia otrzymanej linii z osią rzędnych. Oszacować błąd wyznaczenia współrzędnej przecięcia z osią rzędnych.
- Obliczyć wartość ogniskowej zwierciadła i oszacować błąd jej pomiaru.