

P1-M3. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła rewersyjnego*

Zagadnienia

Sila grawitacji. Przyspieszenie ziemskie, jednostka, zależność wartości od szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza. Wahadło fizyczne. Wahadło rewersyjne. Długość zredukowana wahadła rewersyjnego. Odwracalność wahadła rewersyjnego. Zależność okresu drgań od długości wahadła matematycznego.

1 Układ pomiarowy

Układ pomiarowy jest przedstawiony na rysunku 1. W podstawie urządzenia osadzona jest kolumna z poprzeczką, na której z jednej strony zawieszono wahadło matematyczne, a z drugiej - wahadło rewersyjne. Długość wahadła matematycznego można zmieniać za pomocą pokrętła, a jego długość odczytuje się ze skali naniesionej na kolumnę, względem białego paska narysowanego na obciążniku.

Wahadło fizyczne, po drugiej stronie kolumny, składa się z pręta z podziałką centymetrową, na którym umieszczone są dwa obciążniki. Jeden z nich jest nieruchomy, a drugi można przesuwac na pręcie, zmieniając w ten sposób położenie środka masy. Wahadło ma dwie nieruchome osie obrotu, których odległość l można odczytać ze skali naniesionej na kolumnę.

Czasomierz wykorzystuje złącze optoelektroniczne - fotokomórkę, umieszczoną na wsporniku o regulowanym położeniu. Niepewność maksymalna (graniczna) pomiaru czasu wynosi

$$u_{max}(t) = 0,5\% \cdot W + 5 \cdot C, \quad (1)$$

gdzie W oznacza wskazanie czasomierza w sekundach, a C jest cyfrą znaczącą wyświetlacza. Niepewność standardowa typu B pomiaru czasu t wynosi

$$u_B(t) = \frac{u_{max}(t)}{\sqrt{3}} = \frac{0,5\% \cdot W + 5 \cdot C}{\sqrt{3}}. \quad (2)$$

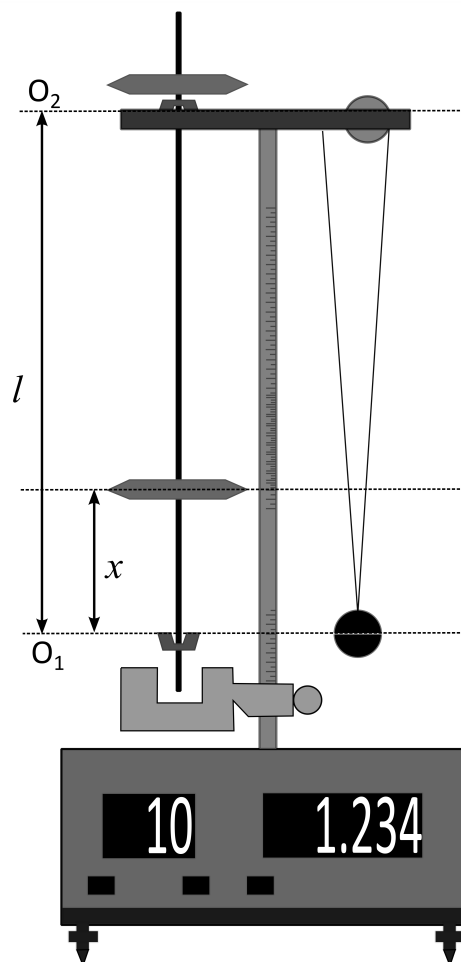


Fig. 1: Wahadło rewersyjne

*Opracowanie: dr inż. Alina Domanowska

2 Pomiary

1. Zmierzyć odległość l między ostrzami wahadła.
2. Zawiesić wahadło na ostrzu O_1 , wprowadzić wahadło w ruch i zmierzyć czas N okresów.
 \Rightarrow Ilość okresów N ustala prowadzący. Kąt wychylenia nie powinien być większy od 20° . Pręt nie może się ocierać o pryzmaty na których jest zawieszony.
3. Zawiesić wahadło na ostrzu O_2 i ponownie zmierzyć czas N okresów.
4. Wykonywać czynności opisane wyżej dla położenia ciężarka, zmienianych co 1 cm, w zakresie długości pręta.

l , cm							
liczba okresów N							
Lp.	x , cm	x , m	t_1 , s	t_2 , s	T_1 , s	T_2 , s	
1.							

5. Sporządzić wykres zależności okresu wahań T od odległości x ciężarka od ostrza 1, dla obydwu sposobów zawieszenia na jednym wykresie.
 \Rightarrow Pamiętać o prawidłowym wyborze skali na osi T - skala nie powinna zaczynać się od zera.
6. Z wykresu określić położenia x_1 i x_2 ciężarka, przy których okresy drgań są jednakowe dla obu zawiesznień.
7. Ciężarek ustawić w położeniu odwracalnym x_1 lub x_2 , określonym z wykresu, i zmierzyć czas 100 okresów dla obu zawiesznień wahadła w wybranym położeniu.
8. Zmierzyć czas 100 okresów dla wahadła matematycznego o długości l .

3 Opracowanie wyników pomiarów

1. Obliczyć okres drgań wahadła rewersyjnego T_R , w położeniu odwracalnym. Obliczyć okres drgań wahadła matematycznego T_M .
2. Wyznaczyć niepewność pomiaru czasu $u(t)$ dla wahadła rewersyjnego w położeniu odwracalnym i dla wahadła matematycznego.
3. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności, wyznaczyć niepewności standardowe okresów drgań $u(T_R)$ i $u(T_M)$.
4. Zapisać okres wraz z niepewnością w prawidłowym formacie, z jednostką.
5. Obliczyć niepewności rozszerzone $U(T_R)$ i $U(T_M)$ i zapisać wynik w odpowiednim formacie, z jednostką. Ocenić zgodność okresów T_R i T_M .
6. Korzystając ze wzoru na okres drgań wahadła matematycznego, obliczyć wartość przyspieszenia ziemskiego g dla okresu drgań wahadła rewersyjnego w położeniu odwracalnym T_R .
7. W oparciu o prawo przenoszenia niepewności, obliczyć niepewność wyznaczonej wartości g .
8. Obliczyć niepewność rozszerzoną.
9. Przeprowadzić test zgodności otrzymanej wartości z wartością przyspieszenia ziemskiego obliczoną dla szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza dla Gliwic.