

P1-M2. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego przy pomocy wahadła matematycznego*

Zagadnienia

Sila grawitacji. Przyspieszenie ziemskie, jednostka, zależność wartości od szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza. Wahadło matematyczne. 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 zawieszono wahadło matematyczne. Długość wahadła można zmieniać za pomocą pokrętła. Odczytuje się ją ze skali milimetrowej naniesionej na kolumnę, względem białego paska narysowanego na obciążniku. Czasomierz wykorzystuje złącze optoelektroniczne - fotokomórkę, umieszczoną na wsporniku o regulowanym położeniu. Pomiarowi podlega czas N wahań wahadła w funkcji długości wahadła. Ilość wahań oraz zakres zmian długości wahadła ustala prowadzący.

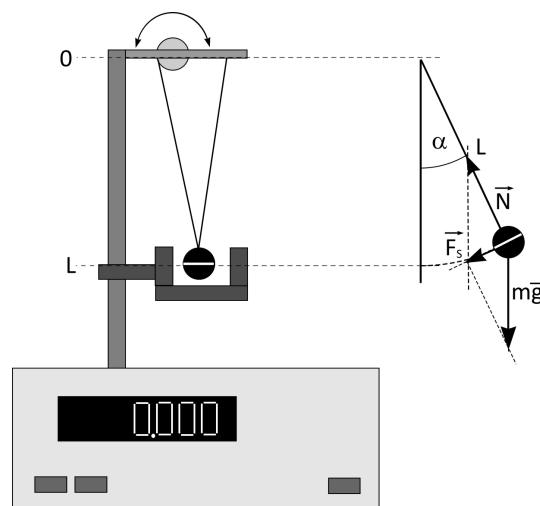


Fig. 1: Schemat układu pomiarowego

2 Pomiary

1. Ustalić początkową długość wahadła.
2. Odchylić kulkę o kąt mniejszy niż 7° od położenia równowagi w płaszczyźnie prostopadłej do wiązki światła fotokomórki.
3. Zmierzyć czas N wahań wahadła.
4. Pomiar powtórzyć pięciokrotnie.
5. Czynności 1 ÷ 4 wykonać dla innych długości wahadła (ilość pomiarów ustala prowadzący).

Lp.	L, cm	t, s				
		1	2	3	4	5
1.						

*Opracowanie: dr inż. Alina Domanowska

3 Opracowanie wyników pomiarów

1. Dla każdej długości wahadła, obliczyć wartości \sqrt{L} oraz średnie wartości mierzonego czasu N wahań.
2. Obliczyć statystyczną niepewność typu $u_a(t_{sr})$, jako odchylenie standardowe wartości średniej, pomnożone przez odpowiedni współczynnik Studenta Fishera.
3. Zakładając jednakową dokładność każdego z pomiarów na poziomie 3 cyfr znaczących, obliczyć niepewność pomiarową $u_b(t)$.
4. Obliczyć niepewności całkowite średnich czasów $u(t_{sr}) = \sqrt{u_a^2(t_{sr}) + u_b^2(t)}$.
5. Dla każdej długości wahadła obliczyć okres jego drgań $T = t_{sr}/N$.
6. Korzystając z prawa propagacji niepewności obliczyć niepewności wyznaczonych okresów drgań.
7. Wyniki wpisać do tabeli:

Lp.	L , m	\sqrt{L} , \sqrt{m}	t_{sr} , s	$u(t_{sr})$, s	T , s	$u(T)$, s
1.						

8. Sporządzić wykres zależności $T(L)$. Nanieść słupki niepewności.
9. Sporządzić wykres zależności $T(\sqrt{L})$. Nanieść słupki niepewności.
10. Metodą regresji liniowej wyznaczyć współczynniki prostej $T(\sqrt{L})$ i ich niepewności standardowe. Zaznaczyć prostą na wykresie. Czy prosta wychodzi poza słupki niepewności?
11. Na podstawie współczynnika nachylenia prostej, wyznaczonego w punkcie 10, i w oparciu o równanie ruchu, wyznaczyć przyspieszenie ziemskie g .
12. W oparciu o prawo przenoszenia niepewności, obliczyć niepewność wyznaczonej wartości g .
13. Obliczyć niepewność rozszerzoną.
14. Przeprowadzić test zgodności otrzymanej wartości z wartością przyspieszenia ziemskiego obliczoną dla szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza dla Gliwic.