

19 POMIAR STAŁEJ GRAWITACJI G (WAŻENIE ZIEMI)

Uwaga!

Urządzenie do pomiaru stałej grawitacji jest niezwykle delikatne i wrażliwe na wstrząsy. Bardzo cienka i droga nić metalowa, na której zawieszone jest wahadło, może urwać się przy nieostrożnym postępowaniu. Dlatego zabrania się studentom podejmowania prób regulacji przyrządu (wagi skręceń i kul) a nawet jego dotykania. Koszty ewentualnej naprawy wagi pokryje sprawca uszkodzenia. Nieostrożna manipulacja spowoduje także dodatkowe drgania wahadła, co utrudni i wydłuży czas pomiaru. Dlatego zmiany położenia dużych kul może dokonać tylko prowadzący ćwiczenie.

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- prawo powszechnego ciążenia;
- sposoby wyznaczania stałej grawitacji ze szczególnym uwzględnieniem metody wagi Cavendisha.

2. POMIARY

Laser nie jest przystosowany do pracy ciągłej w związku z tym włączamy go tylko w chwili obserwacji przyciskając w tym czasie przycisk na obudowie zasilacza. Włączenie lasera potwierdza świecenie niebieskiej diody.

1. Przed przystąpieniem do pomiarów należy zaobserwować położenie plamki świetlnej na skali wychyleń. Następnie należy poprosić prowadzącego zajęcia o przesunięcie dużych kul w pierwsze skrajne położenie. Ta operacja musi być dokonana bardzo ostrożnie, gdyż stuknięcie dużą kulą o osłonę szklaną spowoduje dodatkowe drgania plamki i utrudni obserwację ruchu wahadła przez dłuższy czas.

2. Przez ok. 30 minut należy zapisywać (w odstępach 30 sekundowych) kolejne położenia plamki na skali. Czas ten odpowiada czasowi trwania dwu pełnych okresów wahadła.

3. Następnie należy poprosić prowadzącego zajęcia o przesunięcie dużych kul w drugie skrajne położenie i ponownie rejestrować ruch plamki świetlnej, przez taki sam okres czasu.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Sporządzić wykres ruchu wahadła – zależność położenia plamki od czasu trwania pomiaru ($x = f(t)$) – dla obydwu ustawień dużych kul.

2. Na wykresie zaznaczyć kolejne maksima i minima oscylacji (po 3 dla każdego ustawienia kul).

3. Obliczyć położenia środka wahań b_{01} i b_{02} (równoważne położeniu wahadła po zaniku oscylacji), dla pierwszego i drugiego ustawienia dużych mas, korzystając ze wzorów:

$$b_{01} = \frac{\frac{b_1+b_3}{2}+b_2}{2} = \frac{b_1}{4} + \frac{b_2}{2} + \frac{b_3}{4} \rightarrow \text{pierwsze ustawienie;}$$
$$b_{02} = \frac{\frac{b_1+b_3}{2}+b_2}{2} = \frac{b_1}{4} + \frac{b_2}{2} + \frac{b_3}{4} \rightarrow \text{drugie ustawienie.}$$

b_1 , b_2 , i b_3 to wartości kolejnych maksimum i minimum wychylenia zaobserwowane dla każdego ustawienia dużych kul.

4. Różnicę wartości $\Delta b = b_{01} - b_{02}$ należy podstawić do wzoru (11) ze wstępu do ćwiczenia i obliczyć stałą grawitacji G .

Przyjmujemy, że:

- masa M dużej kuli jest równa 1,5 kg;
- odległość małej kulki m od osi obrotu d jest równa 0,05 m;
- odległość r pomiędzy środkami mas M i m w położeniu równowagi wynosi 0,047 m (przy ruchu wahadła odległość ta zmienia się jedynie o ok. 2% i zmiany wartości r można pominąć);
- odległość L zwierciadła od ekranu wynosi 0,86 m.

5. Znając siłę F_c , z jaką Ziemia przyciąga masę 1 kg, znajdującą się na jej powierzchni ($F_c = m \cdot g$, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$) należy oszacować na podstawie wzoru (1) ze wstępu do ćwiczenia masę Ziemi M_z i następnie porównać tę wartość z wartością tablicową ($M_z = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg).

6. Zakładając, że na dokładność wyznaczenia wartości G mają wpływ głównie dokładności wyznaczenia wartości Δb i okresu drgań T , a pozostałe wielkości występujące we wzorze (11) są podane przez producenta z precyzją pozwalającą zaniedbać ich wpływ na wartość stałej grawitacji, wyznaczyć niepewność ΔG zgodnie ze wzorem (18) Instrukcji ONP.

4. LITERATURA

- Wróblewski, J. Zakrzewski, Wstęp do Fizyki, tom II, cz. 1 PWN Warszawa 1989
- H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna, PWN Warszawa 1999.