

15 DRGANIA MASY ZAWIESZONEJ NA SPRĘŻYNIE

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- siły sprężyste, prawo Hooke'a i jego zakres stosowalności;
- równanie ruchu ciężarka zawieszonego na nieważkiej sprężynie – wyprowadzenie i interpretacja;
- izochronizm drgań.

2. POMIARY

Zadanie 1. Sprawdzenie izochronizmu drgań

Na szalce kładziemy odważnik o masie 50 g i odciągamy delikatnie szalkę w dół o 1 cm, po czym puszcza ją swobodnie. Mierzmy stoperem czas trwania 20-stu pełnych drgań. Następnie (nie zmieniając obciążenia) przeprowadzamy analogiczne pomiary dla kolejnych amplitud od 2 cm do 10 cm (co 1 cm).

Przy jednej wybranej wartości amplitudy (np. 5 cm) powtórzyć pomiary 5-ciokrotnie.

Zadanie 2. Wyznaczanie współczynnika sprężystości k

Na szalkę kładziemy kolejno odważniki o masach od 10 g do 100 g (co 10 g), notując wydłużenia sprężyny w stanie równowagi (nieruchomej) dla każdego obciążenia.

Następnie powtarzamy pomiar zmniejszając obciążenie sprężyny zaczynając od największej masy (100 g) do najmniejszej (10 g).

Zadanie 3. Zależność okresu drgań T od masy m obciążającej sprężynę

Na szalce kładziemy odważnik o masie 40 g i mierzymy stoperem czas trwania 10-ciu pełnych drgań sprężyny dla amplitud od 2 cm do 10 cm (co 2 cm). Analogiczne pomiary przeprowadzamy dla mas od 50 g do 100 g (co 10 g).

Na zakończenie kładziemy na szalce odważnik o nieznanej masie m_x (wskazany przez prowadzącego zajęcia) i mierzymy czas jego drgań na sprężynie dla takiego samego zakresu amplitud co wskazane odważniki.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW

Zadanie 1. Izochronizm drgań - czy okres drgań T zależy od amplitudy?

Na podstawie uzyskanych czasów należy wyznaczyć okresy drgań sprężyny dla każdej amplitudy.

Dla amplitudy, dla której przeprowadzono 5 pomiarów, należy obliczyć średnią wartość okresu drgań oraz znaleźć maksymalne odchylenie od średniej $\Delta T_{\max} = \max(T_{\max} - T_{\text{sr}}, T_{\text{sr}} - T_{\min})$.

Następnie sprawdzić, czy wyniki pomiarów dla innych amplitud mieszczą się w tak wyznaczonym przedziale niepewności pomiarowej ($T_{\text{sr}} - \Delta T_{\max}$, $T_{\text{sr}} + \Delta T_{\max}$).

Zadanie 2. Zakres stosowalności prawa Hooke'a

Na podstawie wyników obliczyć średnie wartości wydłużeń sprężyny x_i pod wpływem określonych obciążeń zgodnie ze wzorem:

$$x_i = \frac{x_{i1} + x_{i2}}{2},$$

gdzie x_{i1} -wydłużenie szalki z masą m_i przy obciążeniu rosnącym, a x_{i2} – wydłużenie przy obciążeniu malejącym.

Następnie należy sporządzić wykres zależności wydłużenia sprężyny x od ciężaru F odważników znajdujących się na szalce (zależności $x = f(F)$).

Sprawdzić czy w całym zakresie zastosowanych obciążeń spełnione jest prawo Hooke'a.

Wyznaczyć współczynnik kierunkowy prostej przedstawionej na wykresie oraz stałą sprężystości k (i jej niepewność- na podstawie prawa przenoszenia niepewności, wzór nr 15 Instrukcji ONP).

Zadanie 3. Wyznaczenie nieznannej masy m_x

Na podstawie zebranych wyników należy wyznaczyć okresy drgań sprężyny obciążonej różnymi masami i następnie sporządzić wykres zależność kwadratu okresu drgań układu od masy m obciążającej sprężynę ($T^2 = f(m)$). Masa ta jest równa sumie masy odpowiedniego ciężarka i masy szalki. Masa szalki wynosi 17,9 g.

Z wykresu odczytać wartość nieznannej masy m_x , wartość współczynnika kierunkowego prostej, który jest równy stałej A , oraz wartość T^2 przy zerowej masie obciążającej ($m = 0$), która jest równa stałej B .

Porównać otrzymane wartości A i B z obliczonymi na podstawie wzorów:

$$A = \frac{4\pi^2}{k}$$

$$B = \frac{4\pi^2 m_s}{3k}$$

4. LITERATURA

1. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki, T.1, PWN, Warszawa § IV.5.1
2. H. Szydłowski –Pracownia fizyczna , PWN, Warszawa 1999, § 7.4
3. I.W. Sawielew –Kurs fizyki T.1,PWN, Warszawa 1989 § 50