

Ćwiczenie 2

Drgania harmoniczne sprężyny

Cel ćwiczenia

Wyznaczenie współczynnika sprężystości sprężyny. Sprawdzenie zgodności prawa Hooke'a oraz teorii opisującej wahadło sprężynowe z doświadczeniem.

Wymagane wiadomości teoretyczne

Teoria ruchu harmonicznego prostego i tłumionego. Wzór na okres drgań wahadła sprężynowego z uwzględnieniem masy sprężyny. Własności sprężyste ciał stałych, w szczególności: prawo Hooke'a i jego zakres stosowalności, współczynnik sprężystości, moduł Younga, moduł sztywności. Metoda regresji liniowej. Prawo przenoszenia niepewności.

Wykonanie ćwiczenia

1. **Wstęp** – uruchom symulację i zaobserwuj, jak ciężar zawieszony na końcu wahadła sprężynowego wpływa na częstotliwość drgań. Jaki wpływ ma stała sprężystości na częstotliwość drgań?
2. **Wektory** – zapoznaj się z kierunkami z zwrotami podstawowych wielkości fizycznych, takich jak prędkość, przyspieszenie oraz siły dla ruchu harmonicznego wahadła sprężynowego w różnych warunkach (różne siły grawitacji).
3. **Energia** – jak zmienia się energia kinetyczna i potencjalna w czasie ruchu wahadła? Jaki jest wpływ tłumienia na energię całkowitą?
4. **Wyznaczanie stałej sprężystości metodą statyczną – zakładka Laboratorium**
 - a) Pomiarów możesz wykonać dla różnej wielkości siły grawitacji. W okienku po prawej stronie wybierz planetę, Księżyc lub dowolną wartość pola grawitacyjnego. Zanotuj tę wartość. Wszystkie pomiary wykonaj dla tej samej wartości pola grawitacyjnego.
 - b) Wykonaj pomiary położenia końca sprężyny obciążonej dla przynajmniej czterech różnych mas ciężarków. W tym celu umieść ciężarek na końcu sprężyny i poczekaj, aż wahadło się zatrzyma (możesz zwiększyć tłumienie). Przy pomocy linijki (narzędzie dostępne w dolnym okienku z prawej strony) zmierz położenie końca sprężyny – do końca zwojów, nie dodawaj długości zawieszonoego ciężarka!

Przyspieszenie grawitacyjne $g = \dots\dots\dots$			
	masa ciężarka m [g]	siła F [N]	położenie końca sprężyny x [m]
1.			
2.			
3.			
4.			
...			

- c) Wykonaj wykres zależności wydłużenia sprężyny od przyłożonej siły. Pamiętaj, na jakiej planecie odbywa się eksperyment!
- d) Na podstawie wykresu wyznacz równanie prostej regresji. Mając współczynnik kierunkowy prostej oraz jego niepewność (funkcja REGLINP), oblicz stałą sprężystości oraz jej niepewność.

5. Wyznaczanie stałej sprężystości metodą dynamiczną – zakładka Laboratorium

- a) Pomiary wykonaj dla tej samej wartości stałej sprężystości, co w podpunkcie 4.
- b) Do wykonania ćwiczenia użyj przynajmniej czterech różnych mas ciężarków. Nie muszą być takie same, jak w podpunkcie 4.
- c) Czy wartość tłumienia wpływa na częstotliwość drgań sprężyny?
- d) Dokonaj pomiaru 20 pełnych okresów dla każdej badanej masy. Do tego celu możesz użyć stopera, który znajduje się w małym okienku po prawej stronie.
- e) Wykonaj wykres zależności kwadratu okresu (T^2) od masy zawieszonoego ciężarka.

Przyspieszenie grawitacyjne $g = \dots\dots\dots$			
	masa ciężarka $m[\text{kg}]$	czas 20 okresów $20T[\text{s}]$	kwadrat okresu $T^2 [\text{s}^2]$
1.			
2.			
3.			
4.			
...			

- f) Dopasuj prostą regresji (dwuparametrową). Zinterpretuj parametry dopasowanej prostej i z parametru kierunkowego prostej wyznacz współczynnik sprężystości oraz jego niepewność (korzystając z prawa przenoszenia niepewności).

3. Opracowanie wyników.

- a) Porównać, czy w zakresie niepewności pomiarowych współczynnik sprężystości wahadła sprężynowego wyznaczony dwiema różnymi metodami jest taki sam.
- b) Jeśli nie, to co mogło wpłynąć na rozbieżność wyników?
- c) Sformułować odpowiednie wnioski.

Polecana literatura

- 1. Resnick, Halliday, Walker t.2, rozdz.16
- 2. wykłady.