

# 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.
  - Odciągamy delikatnie szalkę w dół o 1 cm, po czym puszcza ją swobodnie. Mierzmy stoperem czas trwania 20-stu pełnych drgań.
  - Przeprowadzamy analogiczne pomiary dla kolejnych amplitud od 2 cm do 10 cm (co 1 cm). Przy **jednej** wybranej wartości amplitudy (np. 5 cm) wykonać pomiary 5 razy.
- UWAGA!!! Prawidłowy odczyt wydłużenia jest wtedy, gdy poziomy wskaźnik sprężyny pokrywa się ze swoim odbiciem w lusterku (umieszczonym na statywie obok metrówki).

#### Zadanie 2. Wyznaczanie współczynnika sprężystości k

- Na szalkę kładziemy kolejno odważniki o masach od 10 g do 60 g (co 10 g), notując wydłużenia sprężyny w stanie równowagi (nieruchomej) dla każdego obciążenia.
  - Pomiar powtarzamy zmniejszając obciążenie sprężyny zaczynając od największej masy (60 g) do najmniejszej (10 g).
- UWAGA!!! Prawidłowy odczyt wydłużenia jest wtedy, gdy poziomy wskaźnik sprężyny pokrywa się ze swoim odbiciem w lusterku (umieszczonym na statywie obok metrówki).

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

- Na szalce kładziemy odważnik o masie 10 g.
- Mierzmy stoperem czas trwania 10-ciu pełnych drgań dla amplitudy równej 5 cm.
- Analogiczne pomiary przeprowadzamy dla kolejnych mas od 20 g do 50 g (co 10 g).
- Kładziemy na szalce odważnik o nieznanej masie  $m_x$  (wskazany przez prowadzącego zajęcia) i mierzymy czas trwania 10-ciu drgań dla amplitudy równej 5 cm.

### 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 ( $T_{\text{sr}} - \Delta T_{\text{max}}$ ,  $T_{\text{sr}} + \Delta T_{\text{max}}$ ). Sformułować wnioski.

### 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  $k$ . Sformułować wnioski.

### Zadanie 3. Wyznaczenie nieznanej 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 18 g.

Z wykresu odczytać wartość nieznanej 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:

$$A = \frac{4\pi^2}{k} \qquad B = \frac{4\pi^2 m_{\text{spr}}}{3k},$$

gdzie  $m_{\text{spr}} = 74$  g.

## 4. LITERATURA

1. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki, T.1, PWN, Warszawa 1984, § 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