

Ćwiczenie M7

WYZNACZANIE GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH ZA POMOCĄ WAGI JOLLY'EGO

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych pojęć i zasad związanych z gęstością i ciężarem właściwym ciał stałych oraz wyznaczenie eksperymentalnie gęstości badanych ciał stałych.

2. Zagadnienia do przygotowania

Zagadnienia do opracowania i nauczania się (**przed przystąpieniem** do wykonywania ćwiczenia):

- prawo Hooke'a – treść, zastosowanie,
- prawo Archimedesesa,
- gęstość bezwzględna ciał,
- inne sposoby wyznaczania gęstości objętości ciał stałych i cieczy.

3. Przyrządy pomiarowe, opis i schemat aparatury, przyjęte oznaczenia



Rysunek 1: Schemat aparatury: sprężyna (1), pojemnik z wodą destylowaną (2), zestaw odważników (3), gumki (4), przymiar (5)

- waga Jolly'ego: sprężyna o zwojach zwartych, guma,
- badane ciała stałe nr 7 i nr 9 – użyć sprężyny, nr 2, nr 3, nr 10 – użyć gumę,
- woda destylowana,
- obciążniki.

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

(a) Sprawdzenie prawa Hooke’a

- Odczytać, według ostatniego zwoju sprężyny, pozycję początkową wagi nieobciążonej – x_0 .
- Wybrać obciążnik o masie m_1 , a następnie zawiesić go na sprężynie i odczytać położenie x_1 .
- Do masy m_1 dołożyć obciążenie m_2 , zważyć oba obciążniki i odczytać położenie x_2 .
- Postępując jak wyżej, określić wydłużenie $x_3 - x_8$ sprężyny.
- Wyniki zapisać w Tabeli 1.

(b) Wyznaczenie gęstości ciał stałych ρ_s

Numery używanych w pomiarze ciał stałych, wytłoczone są na ich powierzchni bocznej.

ciała nr 2, 3, 10 – użyć gumy

ciała nr 7, 9 – użyć sprężyny o dł. 29,5 cm lub 10 cm

- Przygotować minimum trzy różne ciała przeznaczone do badań.
- Odczytać na przymiarze pozycję zerową wagi nieobciążonej – x_0 .
- Zawiesić pierwsze ciało i odczytać położenie x_1 (jw.).
- Umieścić ciało w wodzie destylowanej i odczytać zmianę wskazania x_2 .
- Otrzymane wyniki zapisać w Tabeli 2.
- Powtórzyć pomiary dla wybranych ciał według punktów 4(b)ii–4(b)v.

Uwaga! Odczytu dokonujemy względem ostatniego zwoju sprężyny, za pomocą przyłożonej ekierki, przy braku drgań sprężyny.

(c) Wyznaczenie gęstości badanych ciał stałych na podstawie ich objętości i masy

- Zważyć, z dokładnością do 0,01 g badane w punkcie 4b ciała stałe.
- Za pomocą suwmiarki z dokładnością do 0,02 mm, określić wymiary zważonych ciał stałych.
- Obliczyć gęstość badanych ciał stałych, a uzyskane wartości porównać z tablicowymi.

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

Tablica 1: Sprawdzenie prawa Hooke’a

Obciążenie powodujące wydł. x_i sprężyny F_s [N]	Położenie x_0 ost. zwoju sprężyny bez obciążenia [mm]	Położenie x_0 ost. zwoju sprężyny z obciążeniem [mm]	Wydłużenie sprężyny $\Delta l = x_i - x_0$ [mm]	Stała sprężystości $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right]$	$\bar{k}$ $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right]$

Tablica 2: Wyznaczenie gęstości ciał stałych

Ciało nr	Położenie ostatniego zwoju sprężyny		
	Waga nieobciążona x_0	Ciało w powietrzu x_1	Ciało w wodzie x_2

Na podstawie Tabeli 1 sporządzić wykres zależności Δl od F_s . Dla punktów na wykresie dopasować prostą regresji. Współczynnik nachylenia prostej jest szukaną stałą sprężystości sprężyny k .

$$k = \frac{F_s}{\Delta l}.$$

Wyznaczyć gęstości badanych ciał stałych ρ_s i na podstawie danych literaturowych określić, z jakiego materiału zostały wykonane:

- w powietrzu:

$$Q = kx_1 \quad (1)$$

$$mg = kx_1; m = \rho_s V \quad (2)$$

$$\rho_s V g = kx_1 \quad (3)$$

$$k = \frac{\rho_s V g}{x_1} \quad (4)$$

- ad. 4b – w wodzie:

$$Q - F_w = kx_2 \quad (5)$$

$$\rho_s V g - \rho_w V g = kx_2; m = \rho_w V \quad (6)$$

$$\rho_s = \frac{(x_1 - x_0)\rho_w}{x_1 - x_2} \quad (7)$$

- ad. 4c – na podstawie masy i objętości:

$$\rho_s = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]. \quad (8)$$

6. Ocena wyników pomiarów

Obliczyć metodą różniczki zupełnej błąd bezwzględny i względny dowolnego pomiaru gęstości ciała stałego na podstawie punktu 4c.

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

Propozycje poprawy dokładności pomiarów.

7. Literatura

- *Pracownia fizyczna wspomagana komputerem*, Szydłowski H., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne fizyka*, Wegner W., Akademia Bydgoska 2001.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Dryński T., dowolne wydanie.
- *Podstawy metod opracowania pomiarów*, Bielski A., Ciuryło R., Wydawnictwo UMK, wyd. II, Toruń 2001.