

Ćwiczenie M8

WYZNACZANIE MODUŁU YOUNGA METODĄ JEDNOSTRONNEGO ROZCIĄGANIA

1. Cel ćwiczenia

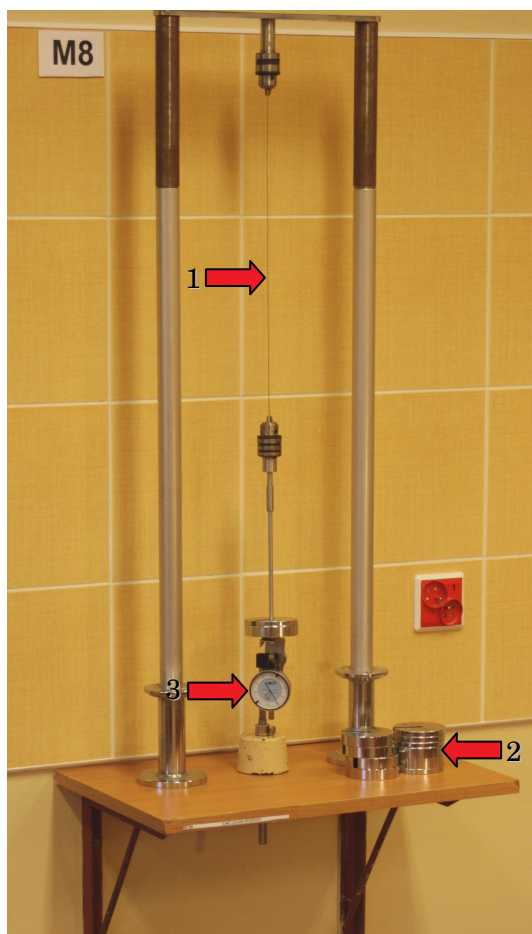
Celem ćwiczenia jest wyznaczenie eksperymentalnie modułu Younga struny.

2. Zagadnienia do przygotowania

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

- odkształcenia sprężyste i niesprężyste.
- prawo Hooke'a i zakres jego stosowalności,
- współczynnik Poissona.

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



Rysunek 1: Stanowisko pomiarowe: drut stalowy (1), obciążniki (2), czujnik mikrometryczny (3). Ponadto: przyrząd do zmierzenia długości drutu, śruba mikrometryczna, waga elektroniczna

Przyjęte oznaczenia:

l_0 – długość drutu od górnego do dolnego punktu zamocowania,

m_i – masy obciążników zakładanych na podstawkę,

F - siła rozciągająca (ciężar: $m \cdot g$),

l_i – odczyt czujnika mikrometrycznego przy nakładaniu lub zdejmowaniu obciążenia,

E – moduł Younga,

Φ – średnica drutu.

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

- (a) Śrubą mikrometryczną dziesięciokrotnie zmierzyć w kilku miejscach średnicę drutu. Obliczyć średnią:

$$\Phi = \text{mm}.$$

- (b) Zmierzyć odległość l_0 mierzoną od górnego do dolnego punktu zamocowania:

$$l_0 = \text{mm}.$$

- (c) Zważyć obciążniki m_i , wyniki zapisać w Tabeli 1.

- (d) „Zerowy” obciążnik umieścić na podstawce.

- (e) Czujnik mikrometryczny umieścić w miejscu pomiarowym tak, aby nie występowało tarcie przy zmianie obciążenia.

- (f) Zanotować wskazanie czujnika mikrometrycznego,

- (g) Kolejno dodawać (I seria) lub zdejmować (II seria) obciążniki m_i i notować wskazanie czujnika.

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

Zebrać wyniki pomiarów w postaci:

Tablica 1: Tabela pomiarów

Lp.	m_i [kg]	F_i [N]	$F = \sum_{i=1}^n F_i$ [N]	Wskazanie czujnika	
				dodawanie l_i [mm]	zdejmowanie l_i [mm]
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					

Wykonać wykres zależności wskazań wydłużenia l_i w funkcji obciążenia F : wykreśl prostą najlepiej dopasowaną do punktów pomiarowych – prawo Hooke’a spełniają punkty znajdujące się na prostoliniowej części wykresu. Znaleźć współczynnik kierunkowy tej prostej ($y = ax + b$):

$$a = \frac{\Delta F}{\Delta l}, \quad a = \dots\dots\dots [\dots] \quad (1)$$

UWAGA! Wydłużenie (skrócenie) drutu Δl jest równe różnicy wskazań czujnika mikrometrycznego przy zmianie obciążenia o ΔF .

Obliczyć moduł Younga na podstawie wzoru:

$$E = \frac{4mgl_0}{\pi\phi^2\Delta l} = \frac{4\Delta Fl_0}{\pi\Phi^2\Delta l} = a \frac{4l_0}{\pi\Phi^2}, \quad (2)$$

wykorzystać współczynnik kierunkowy prostej a wyznaczony z wykresu powyżej.

6. Ocena wyników pomiarów

Podać wartości błędów pomiarowych: l_0 , Δl , Φ , m , F .

Obliczyć błąd względny: $\frac{\Delta E}{E}$.

Wyniki końcowe podać w postaci: $E = E \pm \Delta E$.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych:

w tym celu oprócz podania niepewności pomiarowych sprawdzić (jeżeli nie zrobiono tego wcześniej) poprawność metodyki pomiarów:

- (a) Zmierzyć za pomocą suwmiarki średnicę badanego drutu.
- (b) Umieścić obciążenie wstępne („0”) na drucie, a pozostałe obciążniki położyć na sąsiednim stole; zapisz odczyt czujnika.
- (c) Położyć pozostałe obciążniki na półce stanowiska pomiarowego; zapisać odczyt czujnika.
- (d) Przenieść te obciążniki na poprzeczną belkę mocującą uchwyt górny drutu; zapisać odczyt czujnika.

Propozycje poprawy dokładności pomiarów.

7. Literatura

- *Podstawy fizyki*, Halliday D., Resnick R., Walker J., dowolne wydanie.
- *Pracownia fizyczna*, Szydłowski H., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Dryński T., dowolne wydanie.