

EAlIIB	Piotr Morawiecki, Tymoteusz Paszun		Rok II	Grupa 3a	Zespół 6
Temat: Moduł Younga			Numer ćwiczenia: 11		
Data wykonania: 8.11.2017r.	Data oddania: 15.11.2017r.	Zwrot do poprawki:	Data oddania:	Data zaliczenia:	Ocena:

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie modułu Younga metodą statyczną przy pomocy pomiaru wydłużenia drutu obciążonego stałą siłą.

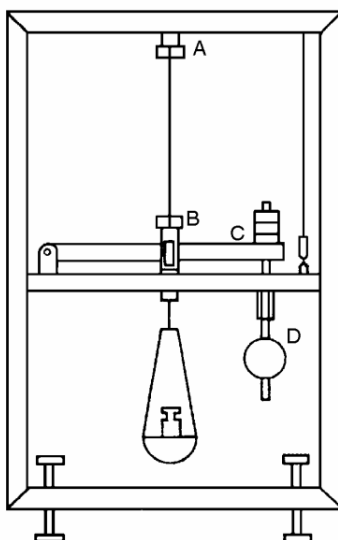
2 Wstęp teoretyczny

$$\Delta l = \frac{Fl}{ES}$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$E = \frac{4l}{\pi d^2 a}$$

3 Opis doświadczenia



Rysunek 1: Przyrząd pomiarowy

4 Wyniki pomiarów

4.1 Drut stalowy

Zmierzona długość drutu: $l = 1065 \text{ mm}$. Średnica drutu: $d = \frac{0,715 \text{ mm} + 0,705 \text{ mm} + 0,71 \text{ mm}}{3} = 0,71 \text{ mm}$.

Tablica 1: Pomiary wydłużenia dla drutu wykonanego ze stali

Masa odważników [kg]	Siła F [N]	Wskazanie czujnika przy dodawaniu obciążenia	Wskazanie czujnika przy odejmowaniu obciążenia	Δl [mm]
0,957	9,38817	0,290	0,38	0,16750
1,968	19,30608	0,780	0,83	0,40250
2,956	28,99836	1,110	1,17	0,57000
3,951	38,75931	1,425	1,48	0,72625
4,918	48,24558	1,780	1,78	0,89000
5,946	58,33026	2,070	2,07	1,03500
6,928	67,96368	2,320	2,38	1,17500
7,961	78,09741	2,630	2,65	1,32000
8,989	88,18209	2,915	2,92	1,45875
9,972	97,82532	3,230		1,61500

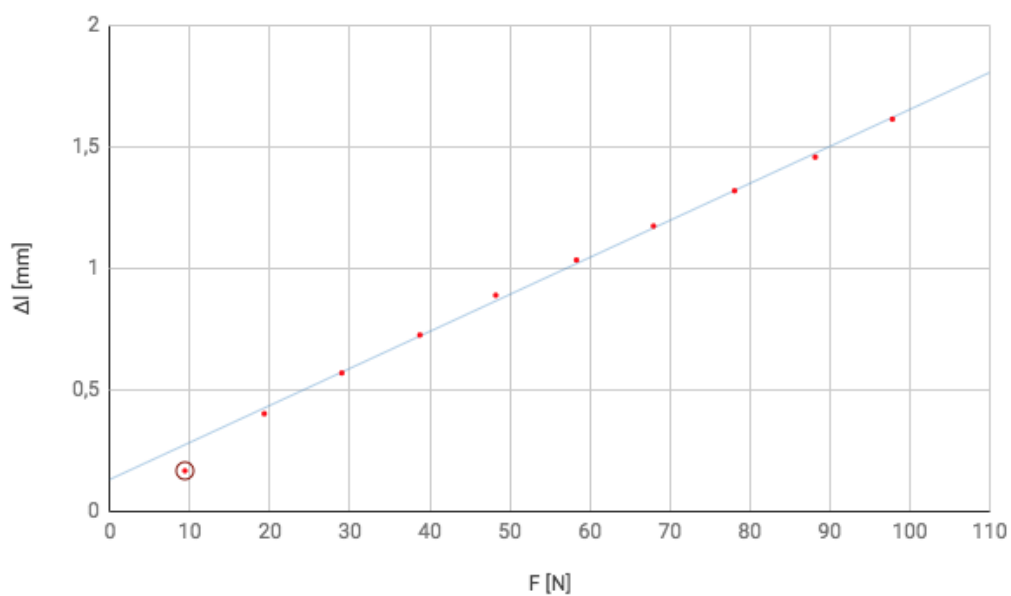
Tablica 2: Pomiary wydłużenia dla drutu wykonanego z mosiądzu

Masa odważników [kg]	Siła F [N]	Wskazanie czujnika przy dodawaniu obciążenia	Wskazanie czujnika przy odejmowaniu obciążenia	Δl [mm]
0,957	9,38817	0,42	0,43	0,2125
1,968	19,30608	0,91	0,92	0,4575
2,956	28,99836	1,31	1,33	0,6600
3,951	38,75931	1,70	1,73	0,8575
4,918	48,24558	2,06	2,08	1,0350
5,946	58,33026	2,44		1,2200

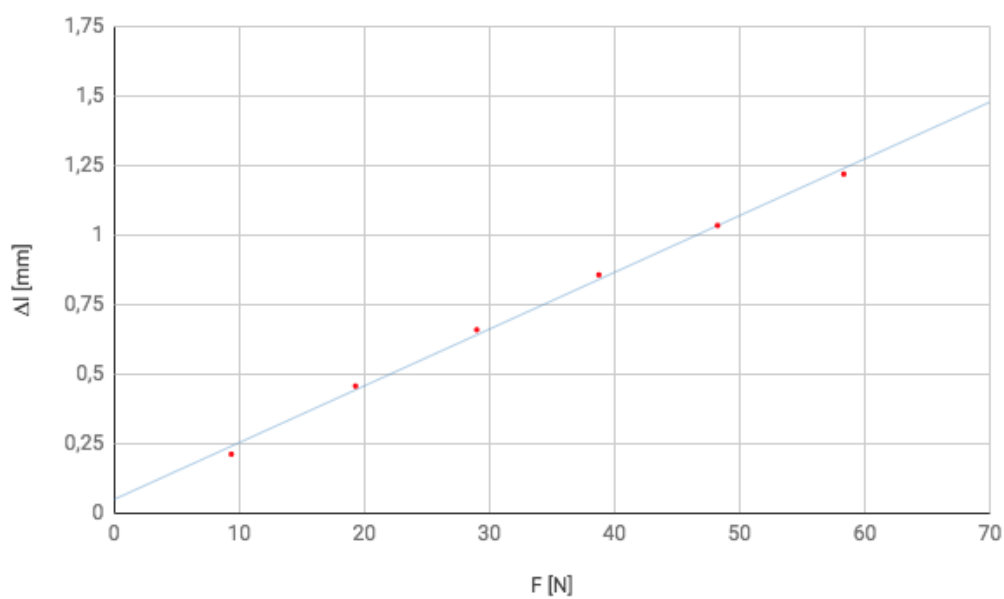
4.2 Drut mosiężny

Zmierzona długość drutu: $l = 1070,5 \text{ mm}$. Średnica drutu: $d = \frac{0,79 \text{ mm} + 0,79 \text{ mm} + 0,795 \text{ mm}}{3} = 0,7917 \text{ mm}$.

5 Wykresy



Rysunek 2: Wykres zależności wydłużenia drutu od przyłożonej siły dla stali



Rysunek 3: Wykres zależności wydłużenia drutu od przyłożonej siły dla mosiądzu

6 Opracowanie wyników

6.1 Analiza błędów

W wynikach pomiarów dla drutu stalowego zauważyliśmy odstawanie pierwszego punktu pomiarowego od prostej wyznaczonej metodą regresji liniowej. W dalszych obliczeniach odrzuciliśmy ten pomiar. Dla drutu wykonanego z mosiądzu nie zauważyliśmy odstawania żadnych punktów pomiarowych.

6.2 Niepewności pomiarów

Niepewność pomiaru długości drutu (typu B) - wynika z zastosowania przymiaru o podziałce o dokładności 1 mm:

$$u(l) = \frac{1 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0,577 \text{ mm}$$

Niepewność pomiaru średnicy drutu (typu B) - wynika z zastosowania śruby mikrometrycznej o dokładności 0,01 mm:

$$u(d) = \frac{0,01 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0,00577 \text{ mm}$$

Niepewność współczynnika kierunkowego $a = 1,523 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{N}}$ dla prostej dopasowanej metodą najmniejszych kwadratów dla pomiarów drutu stalowego:

$$u(a) = 4,275 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{N}}$$

Niepewność współczynnika kierunkowego $a = 2,04 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{N}}$ dla prostej dopasowanej metodą najmniejszych kwadratów dla pomiarów drutu wykonanego z mosiądzu:

$$u(a) = 1,36 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{N}}$$

6.3 Moduł Younga dla drutu stalowego

Wartość modułu Younga:

$$E = \frac{4l}{\pi d^2 a} = 176,61 \text{ GPa}$$

Niepewność złożona wyznaczonej wartości modułu Younga:

$$\frac{u_c(E)}{E} = \sqrt{\left(\frac{u(l)}{l}\right)^2 + \left(-2\frac{u(d)}{d}\right)^2 + \left(-\frac{u(a)}{a}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,577}{1065}\right)^2 + \left(-2\frac{0,00577}{0,71}\right)^2 + \left(-\frac{4,275 \cdot 10^8}{0,00001582471518}\right)^2} = 0,016$$
$$u_c(E) = E \cdot 0,016 = 2,826 \text{ [GPa]}$$

6.4 Moduł Younga dla drutu z mosiądzu

Wartość modułu Younga:

$$E = \frac{4l}{\pi d^2 a} = 106,52 \text{ GPa}$$

Niepewność złożona wyznaczonej wartości modułu Younga:

$$\frac{u_c(E)}{E} = \sqrt{\left(\frac{u(l)}{l}\right)^2 + \left(-2\frac{u(d)}{d}\right)^2 + \left(-\frac{u(a)}{a}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,577}{1065}\right)^2 + \left(-2\frac{0,00577}{0,71}\right)^2 + \left(-\frac{1,36 \cdot 10^7}{0,00002}\right)^2} = 0,0146$$
$$u_c(E) = E \cdot 0,0146 = 1,556 \text{ [GPa]}$$

7 Wnioski