



## P1-M4. Pomiar modułu Younga metodą rozciągania\*

### Zagadnienia

*Moduł Younga, jednostka. Prawo Hooke.*

### 1 Układ pomiarowy

Wyznacza się moduł Younga stali, z której wykonany jest drut o długości  $l$  i średnicy  $d$ .

### 2 Pomiary

1. Przy pomocy taśmy mierniczej zmierzyć długość drutu  $l$ .
2. Wykorzystując śrubę mikrometryczną 10-krotnie zmierzyć średnicę drutu  $d$  w różnych miejscach, na całej długości drutu.

długość drutu $l$ , m									
średnica drutu $d$ , mm									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. Obciążyć drut ciężarkiem pomocniczym, niewycechowanym.
4. Wyzerować skalę czujnika obracając jego zewnętrznym pierścieniem.
5. Zmierzyć wydłużenie drutu zmieniając obciążenia według tabelki.

masa ciężarków, kg	wydłużenie $\Delta l$ , mm					
	1	2	3	4	5	$\Delta l_{st}$ , mm
0						
0.5						
1.0						
1.5						
2.0						
2.5						
2.0						
1.5						
1.0						
0.5						
0						

6. Jeżeli po zdjęciu obciążenia czujnik wydłużenia będzie wskazywał wartość różniącą się od zera o więcej niż 0.02 mm, należy go wyzerować i pomiary powtórzyć.

---

\*Opracowanie: dr inż. Alina Domanowska

### 3 Opracowanie wyników pomiarów

1. Obliczyć wartość średnią średnicy drutu  $d_{sr}$  oraz niepewność statystyczną  $u_a(d_{sr})$ , jako odchylenie standardowe wartości średniej, pomnożone przez odpowiedni współczynnik Studenta Fishera.
2. Obliczyć niepewność pomiarową  $u_b(d)$ , wynikającą z użytego narzędzia pomiarowego.
3. Obliczyć niepewność całkowitą pomiaru średnicy drutu

$$u(d) = \sqrt{u_a^2(d_{sr}) + u_b^2(d)}.$$

4. Obliczyć wartości średnie wydłużeń  $\Delta l$ .
5. Obliczyć niepewności statystyczne wydłużeń  $u_a(\Delta l_{sr})$ , jako odchylenia standardowe wartości średniej, pomnożone przez odpowiedni współczynnik Studenta Fishera.
6. Obliczyć niepewność pomiarową  $u_b(\Delta l)$ , wynikającą z użytego narzędzia pomiarowego.
7. Obliczyć całkowitą niepewność pomiaru wydłużenia dla każdego obciążenia

$$u(\Delta l) = \sqrt{u_a^2(\Delta l_{sr}) + u_b^2(\Delta l)}.$$

8. Sporządzić wykres zależności wydłużenia drutu od siły naciągającej  $\Delta l = f(F)$ , gdzie  $F = mg$ . Nanieść słupki niepewności  $\Delta l$ .
9. Metodą regresji liniowej obliczyć współczynniki prostej dopasowania zależności liniowej wraz z niepewnościami standardowymi. Zapisać wyniki w prawidłowym formacie, wraz z niepewnościami i jednostkami.
10. Nanieść na wykres prostą regresji. Czy prosta mieści się w zakresie słupków niepewności?
11. Posługując się prawem Hooke'a, udowodnić zależność

$$E = \frac{4l}{\pi a d^2}, \quad \frac{\text{N}}{\text{m}^2},$$

gdzie  $a$  jest współczynnikiem nachylenia prostej regresji.

12. Obliczyć moduł Younga dla stali, z której jest wykonany drut.
13. Korzystając z prawa prpropagacji niepewności obliczyć niepewność  $u(E)$ .
14. Zapisać wynik w odpowiednim formacie wraz z niepewnością i jednostką.
15. Obliczyć niepewność rozszerzoną. Zapisać w poprawnym formacie.
16. Przeprowadzić test zgodności otrzymanej wartości z wartością tabelaryczną dla stali.