

Nr Ćwiczenia 103	Data wykonania 12.11.2024	Wydział WliT	Semestr 3	Grupa LAB L1
Prowadzący: mgr inż. Taras Zhezhera		Stanisław Fiedler		Ocena:

Sprawozdanie Laboratorium Fizyka dla informatyków

Wyznaczanie współczynnika rozszerzalności liniowej ciał stałych.

Stanisław Fiedler 160250

LAB 2, 12 listopada 2024

Spis treści

1	Wstęp teoretyczny	1
2	Wyniki pomiarów	2
3	Opracowanie wyników	3
3.1	Wykres	3
3.2	Obliczenia	3
3.2.1	Długości początkowe i niepewności	4
3.2.2	Miedź	4
3.2.3	Mosiądz	4
3.2.4	Stal	4
3.3	Wyniki	5
3.4	Wnioski	5

1 Wstęp teoretyczny

Zmianie temperatury ciała towarzyszy na ogół zmiana jego wymiarów linowych, a więc także zmiana jego objętości. Przyrost temperatury dT ciała, którego długość całkowita wynosi l , powoduje przyrost długości dl określony wzorem:

$$dl = \alpha l dT \quad (1)$$

Współczynnik α nazywamy współczynnikiem rozszerzalności liniowej. W zakresie niewielkich zmian temperatury możemy przyjąć, że współczynnik α jest stały, a długość wzrasta wprost proporcjonalnie do temperatury. W tym przypadku odpowiednikiem wzoru (1) jest wzór:

$$l - l_0 = \alpha_{sr} l_0 \Delta T \quad (2)$$

$$\alpha_{sr} = \frac{l - l_0}{l_0 \Delta T} \quad (3)$$

Przyczyna rozszerzalności cieplnej leży w strukturze mikroskopowej ciał. Ciała zbudowane są z atomów tworzących sieć krystaliczną. Dostarczona energia cieplna powoduje drgania atomów wokół położenia równowagi. Amplituda tych drgań rośnie wraz z temperaturą. Wraz ze wzrostem amplitudy drgań rośnie średnia odległość między atomami co obserwujemy jako rozszerzalność cieplna.

2 Wyniki pomiarów

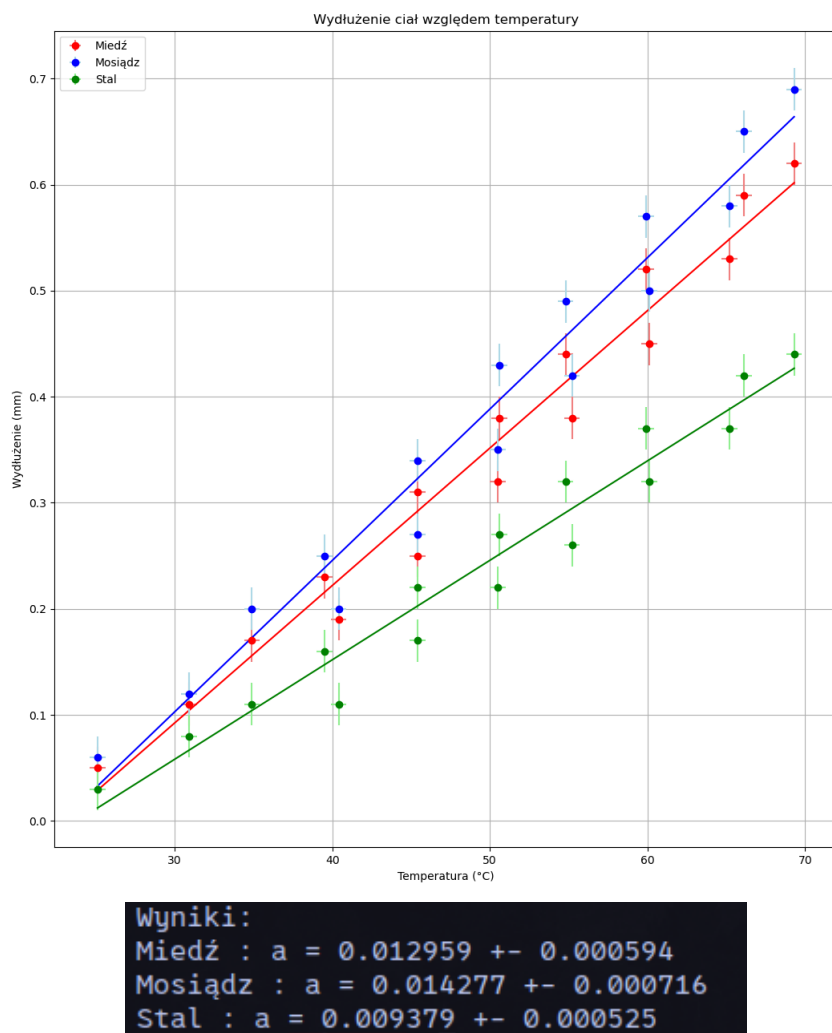
temperatura (°C)	miedź	stal
20,5	772,6 - 1,3	772,5 - 0,9
25,1	+0,05	+0,03
30,9	+0,11	+0,08
34,9	+0,17	+0,11
39,5	+0,23	+0,16
43,4	+0,31	+0,22
50,6	+0,38	+0,27
54,8	+0,44	+0,32
59,9	+0,52	+0,37
66,1	+0,59	+0,42
69,3	+0,62	+0,44
65,2	+0,53	+0,37
60,1	+0,45	+0,32
55,2	+0,38	+0,26
50,5	+0,32	+0,22
45,4	+0,25	+0,17
40,4	+0,19	+0,11

$\Delta t = 0,5^\circ\text{C}$
 $\Delta L = 0,5 \text{ mm}$
 $\Delta(DL) = 0,02 \text{ mm}$

12.11.24

3 Opracowanie wyników

3.1 Wykres



Regresja liniowa oraz jej błąd zostały wyznaczone w python z użyciem biblioteki scipy.

3.2 Obliczenia

W celu wyznaczenia współczynnika rozszerzalności z danych pomiarowych zapiszemy równanie (2) w postaci:

$$\Delta l = \alpha_{sr} l_0 T - \alpha_{sr} l_0 T_0 \quad (4)$$

Równanie to oznacza, że wydłużenie jest liniową funkcją temperatury i że współczynnik nachylenia prostej $a = \alpha_{sr} l_0$. Więc współczynnik rozszerzalności wyznaczymy ze wzoru:

$$\alpha = \frac{a}{l_0} \quad (5)$$

Błąd zostanie obliczony z użyciem metody różniczki logarytmicznej na podstawie niepewności współczynnika nachylenia regresji liniowej oraz niepewności pomiaru długości.

$$\alpha = a^1 \cdot l_0^{-1}$$
$$\Delta \alpha = \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta l_0}{l_0} \right) \alpha$$

3.2.1 Długości początkowe i niepewności

Początkowa długość prętów:

- Miedź 772,6 - 1,3 = 771,3mm
- Mosiądz 771,5 - 0,4 = 771,1 mm
- Stal 772,5 - 0,9 = 771,6 mm

Niepewności pomiarowe:

- $\Delta T = 0,5^\circ C$
- $\Delta l = 0,5mm$
- $\Delta(\Delta l) = 0,02mm$

3.2.2 Miedź

Równanie prostej:

$$a = 0,0129592 \pm 0,0005936$$

$$\begin{aligned}\alpha_{miedz} &= \frac{a}{l_0} & \Delta\alpha &= \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta l_0}{l_0} \right) \alpha \\ \alpha_{miedz} &= \frac{0,0129592}{771,3} \frac{1}{K} & \Delta\alpha &= \left(\frac{0,0005936}{0,0129592} + \frac{0,05}{771,3} \right) 1.6801763 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} \\ \alpha_{miedz} &= 1.6801 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} & \Delta\alpha &= 0,077 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}\end{aligned}$$

3.2.3 Mosiądz

Równanie prostej:

$$a = 0,014277 \pm 0.000716$$

$$\begin{aligned}\alpha_{mosiadz} &= \frac{a}{l_0} & \Delta\alpha &= \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta l_0}{l_0} \right) \alpha \\ \alpha_{mosiadz} &= \frac{0,014277}{771,1} \frac{1}{K} & \Delta\alpha &= \left(\frac{0.000716}{0,014277} + \frac{0,05}{771,1} \right) 1.85151 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} \\ \alpha_{mosiadz} &= 1.85151 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} & \Delta\alpha &= 0.093 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}\end{aligned}$$

3.2.4 Stal

Równanie prostej:

$$a = 0,009379 \pm 0.000525$$

$$\begin{aligned}\alpha_{stal} &= \frac{a}{l_0} & \Delta\alpha &= \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta l_0}{l_0} \right) \alpha \\ \alpha_{stal} &= \frac{0,009379}{771,6} \frac{1}{K} & \Delta\alpha &= \left(\frac{0.000525}{0,009379} + \frac{0,05}{771,6} \right) 1.2155 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} \\ \alpha_{stal} &= 1.2155 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} & \Delta\alpha &= 0.0681 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}\end{aligned}$$

3.3 Wyniki

Miedź

$$\alpha = (1,68 \pm 0,07) \cdot 10^{-5} \quad \frac{1}{K}$$

Mosiądz

$$\alpha = (1,85 \pm 0,09) \cdot 10^{-5} \quad \frac{1}{K}$$

Stal

$$\alpha = (1,22 \pm 0,07) \cdot 10^{-5} \quad \frac{1}{K}$$

3.4 Wnioski

Wartości tablicowe współczynników rozszerzalności linowej, podane za openstax.org , wynoszą dla:

Miedź $1,7 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$

Mosiądz $1,9 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$

Stal $1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$

Jak widać wyznaczone wartości zgadzają się z wartościami tablicowymi, a powstałe różnice mogą wynikać z różnic między proporcjami składników w stopach stali i mosiądzu.