



**ĆWICZENIE  
29**

**WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA ROZSZERZALNOŚCI  
TERMICZNEJ ORAZ BADANIE PROCESÓW PRZEKAZYWANIA  
CIEPŁA**

**Instrukcja wykonawcza**

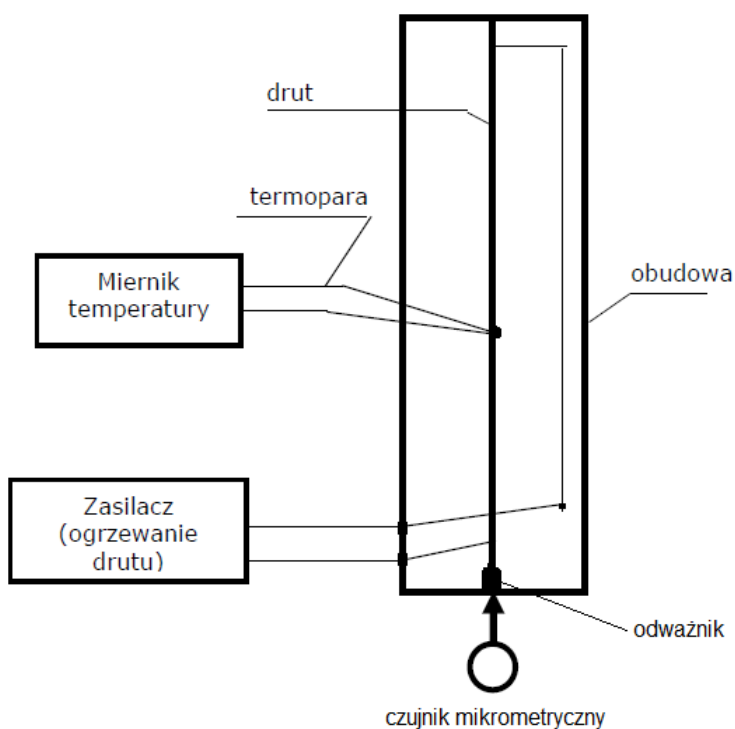
**1. Wykaz przyrządów**

- Czujnik mikrometryczny do pomiaru wydłużenia drutu
- Zasilacz prądu stałego: wydajność prądowa = 5A ,  $U_{wy} = \text{min. } 10V$
- Woltomierz
- Cyfrowy miernik temperatury.

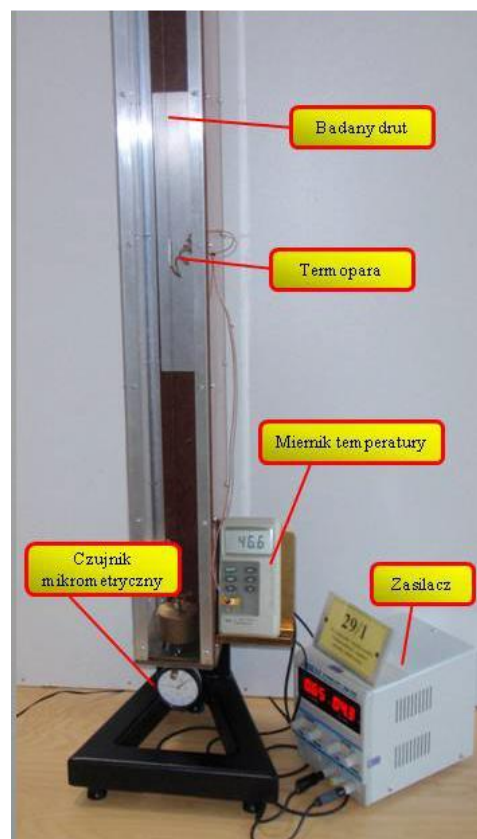
**2. Cel ćwiczenia**

Wyznaczenie współczynnika rozszerzalności liniowej metalu.

**3. Schemat układu pomiarowego**



**Rys. 1.** Układ pomiarowy do wyznaczania współczynnika rozszerzalności liniowej metalu



**Rys.2.** Stanowisko pomiarowe

#### 4. Przygotowanie zestawu pomiarowego do pracy:

4.1. Sprawdzić zgodność elementów układu pomiarowego z powyższą listą.

4.2. Ustawić czujnik mikrometryczny tak, by jego duża wskazówka pokrywała się z cyfrą „0” jego skali na obwodzie. W tym celu należy ostrożnie przekręcić pierścień czujnika.

W trakcie pomiarów nie dotykamy czujnika mikrometrycznego !!!

4.3. Włączyć miernik temperatury i odczytać jego wskazanie – temperaturę początkową (pokojową)  $t_0$ . Przyjąć, że długość początkowa  $L_0$  badanego drutu w temperaturze początkowej  $t_0$  wynosi:

$$L_{01} = (0,885 \pm 0,004)[m]$$

$$L_{05} = (0,880 \pm 0,004)[m]$$

$$L_{02} = (0,915 \pm 0,004)[m]$$

$$L_{06} = (0,875 \pm 0,004)[m]$$

$$L_{03} = (0,905 \pm 0,004)[m]$$

$$L_{07} = (0,875 \pm 0,004)[m]$$

$$L_{04} = (0,875 \pm 0,004)[m]$$

#### 5. Przebieg pomiarów:

5.1 W obecności prowadzącego zajęcia – pokrętko regulacji ograniczenia prądowego ustawić w lewym skrajnym położeniu (co odpowiada wartości  $I = 0$  A), a pokrętko regulacji napięcia ustawić na max. (co odpowiada wartości  $U = 15$  V). Włączyć zasilacz.

5.2 Wartość prądu w obwodzie zmieniać co 0,1A lub 0,2A do chwili osiągnięcia temperatury ok. 150 °C.

5.3 Dla zadanej wartości natężenia prądu notować wartości napięcia zasilającego układ pomiarowy.

5.4 Po każdorazowym ogrzaniu drutu odczekać około 5 min., aby ustabilizowała się temperatura. Zanotować uzyskaną temperaturę  $t$  i wskazanie  $\Delta L$  czujnika mikrometrycznego.

5.5 Pomiary przeprowadzać do temperatury drutu nie większej niż **150 °C**.

5.6 Otworzyć przednią ściankę komory pomiarowej i wykonać czynności z pkt. 5.2 do pkt. 5.5, wyniki pomiarów zanotować w oddzielnej tabeli.

#### 6. Opracowanie wyników:

6.1 Sporządzić wykres zależności względnego wydłużenia drutu od przyrostu temperatury  $\Delta T$ , gdzie  $\Delta T = t - t_0$ . Dla wszystkich punktów eksperymentalnych zaznaczyć pola niepewności (prostokąty niepewności).

6.2 Metodą regresji liniowej wyznaczyć, równanie prostej  $y = Ax \pm B$  (gdzie:  $y = \Delta L / L_0$ ,  $x = \Delta T$ ,  $A = \alpha$ , niepewność  $u(A) = u(\alpha)$  otrzymanej z aproksymacji liniowej części wykresu).

6.3 Wyniki pomiarów i obliczeń umieścić w tabelce.

6.4 Znając wartość  $\alpha$  ocenić z jakiego materiału wykonany był badany w doświadczeniu drut.

6.5 Znając wartości natężenia prądu oraz napięcia obliczyć moc  $P$  i jej niepewność  $u_c(P)$ .

6.6 Sporządzić wykres zależności mocy od różnicy temperatur  $P = f(\Delta T)$  dla obydwu przypadków – tj. zamkniętej i otwartej komory pomiarowej. Dla wszystkich punktów eksperymentalnych zaznaczyć pola niepewności (prostokąty niepewności).

6.7 Wyjaśnić dlaczego wykres zależności mocy od temperatury jest nieliniowy, a moc potrzebna do utrzymania zadanej temperatury jest większa w przypadku otwartej komory pomiarowej.

#### 7. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Wartości parametrów wyznaczanych podczas pomiarów:  $L_0$  – początkowa długość drutu,  $t_0$  – temperatura początkowa drutu,  $I$  – natężenie prądu przepływającego przez drut,  $U$  – napięcie zasilania,  $P$  – moc wydzielona w drucie,  $\Delta T$  – przyrost temperatury drutu,  $\Delta L$  – przyrost długości drutu,  $\Delta L / L_0$  – względne wydłużenie drutu,  $\alpha$  – wartość współczynnika rozszerzalności termicznej drutu.

Tabela 1. Tabela wartości wielkości fizycznych związanych z wyznaczaniem współczynnika rozszerzalności termicznej drutu  $\alpha$ .

lp.	$L_0$ [m]	$t_0$ [°C]	$t$ [°C]	$\Delta T$ [°C]	$\Delta L$ $10^{-3}$ [m]	$\frac{\Delta L}{L_0}$	$u_c \left( \frac{\Delta L}{L_0} \right)$	$\alpha$ [1/°C]
1								
2								
3								
⋮								
n								
$\Delta_p X$								
$u(X)$								
$u_c(X)$								

Tabela 2. Tabela wartości wielkości fizycznych potrzebnych do sporządzenia wykresu zależności mocy od różnicy temperatur, tj.  $P(\Delta T)$ .

lp.	$t_0$ [°C]	$I$ [A]	$U$ [V]	$P$ [W]	$t$ [°C]	$\Delta T$ [°C]
1						
2						
3						
⋮						
n						
$\Delta_p X$						
$u(X)$						
$u_c(X)$						

$\Delta_p X$  - niepewność przyrządu pomiarowego, np. niepewność długości drutu, wydłużenia drutu, temperatury itp.

$u(X)$  - niepewność standardowa dla danej wielkości fizycznej  $X$ , np. natężenia prądu  $I$ , napięcia  $U$  itp.

$u_c(X)$  - niepewność złożona dla danej wielkości fizycznej  $X$ , np.  $u_c(\Delta T)$ ,  $u_c(\alpha)$  itp.

Temperaturę mierzono za pomocą miernika typu .....,

Niepewność wyznaczenia temperatury przyjmując  $\pm 1\text{K}$ . Wyjaśnić dlaczego ta niepewność jest znacznie większa niż to wynika z niepewności miernika temperatury.

Napięcie i natężenie prądu wyznaczano za pomocą mierników cyfrowych zamontowanych w zasilaczu typu .....

**08.2017**