

Ćwiczenie E4

BADANIE ZALEŻNOŚCI TEMPERATUROWEJ OPORU
ELEKTRYCZNEGO METALU

1. Cel ćwiczenia

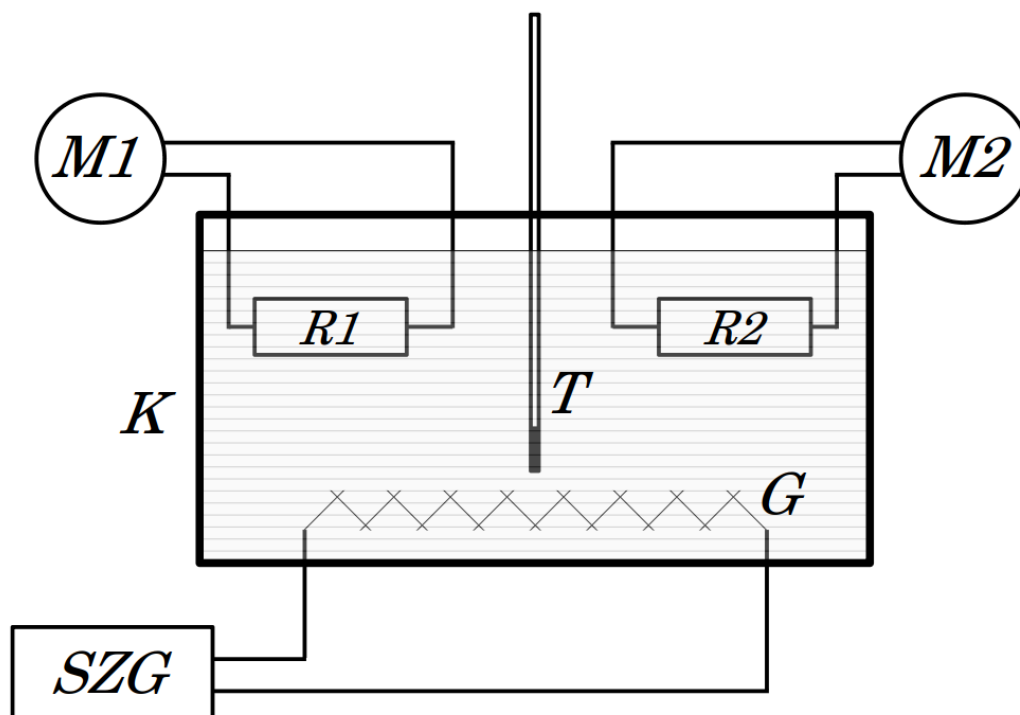
Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych pojęć związanych z przepływem prądu elektrycznego oraz wyznaczenie eksperymentalnie temperaturowego współczynnika oporu elektrycznego metalu.

2. Zagadnienia do przygotowania

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

- wielkości charakteryzujące zdolność substancji do przewodzenia prądu elektrycznego,
- zastosowanie badanego zjawiska w regulatorach temperatury (np. czujnik Pt-100),
- mikroskopowy model przewodnictwa metali: teoria gazu elektronowego, teoria pasmowa.

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



Rysunek 1: Schemat układu pomiarowego: miernik oporu (multimetr) (M_1 , M_2), termometr (T), komora pomiarowa z wodą (K), grzejnik (G), opornik metalowy (R_1 , R_2), sterownik zasilania grzejnika (SZG)

Wzrost oporu metalu wraz ze wzrostem temperatury tłumaczy się rozpraszaniem elektronów na drgających w ruchu cieplnym jonach sieci krystalicznej, co przyczynia się do zmniejszenia ruchliwości nośników prądu. W niezbyt dużym zakresie temperatur (do 100°C) opór metali wzrasta liniowo ze wzrostem temperatury (Rys. 2). Można to wyrazić wzorem:

$$R = R_0(1 + \alpha T), \quad (1)$$

gdzie: R_0 – opór danego przewodnika w temperaturze 0°C, R – opór w temperaturze T [°C], α – temperaturowy współczynnik oporu.

Przekształcając równanie (1) otrzymujemy wzór na współczynnik α :

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 T} \quad (2)$$

Ze wzoru (2) obliczamy współczynnik α jeżeli znamy R_0 i wartość oporu w dowolnej, innej temperaturze.

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

- (a) Zmontować układ zgodnie ze schematem (Rys. 1).
- (b) Włączyć do komory pomiarowej taką ilość wody, aby przykryła badane oporniki. Pomiar wartości oporu dokonuje się za pomocą mierników M , które należy podłączyć do odpowiednich oporników R (czerwony – Cu, niebieski – Pt, czarny – stop drutu oporowego).
- (c) Po sprawdzeniu układu pomiarowego przez opiekuna dydaktycznego odczytać wartości oporów metali i temperatury kąpeli.
- (d) Włączyć sterownik SZG i stopniowo podwyższać temperaturę próbek do 90°C. Wartości oporów odczytywać co około 3°C. Pomiar wykonywać przy ustabilizowanej temperaturze kąpeli. W tym celu należy mieszać ciecz (wodę) przez około 2 minuty po każdorazowym zakończeniu grzania. Optymalną szybkość grzania uzyskuje się przy następujących ustawieniach czasu grzania:
 - 1 min. – dla temperatur 20°C–40°C,
 - 2 min. – dla temperatur 40°C–70°C,
 - 3 min. – dla temperatur 70°C–90°C.
- (e) Po osiągnięciu temperatury 90°C należy przerwać proces grzania i zdemontować zestaw pomiarowy. **UWAGA! Przy wylewaniu gorącej wody używać rękawic ochronnych!**

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

Zebrać wyniki pomiarów w Tabeli 1.

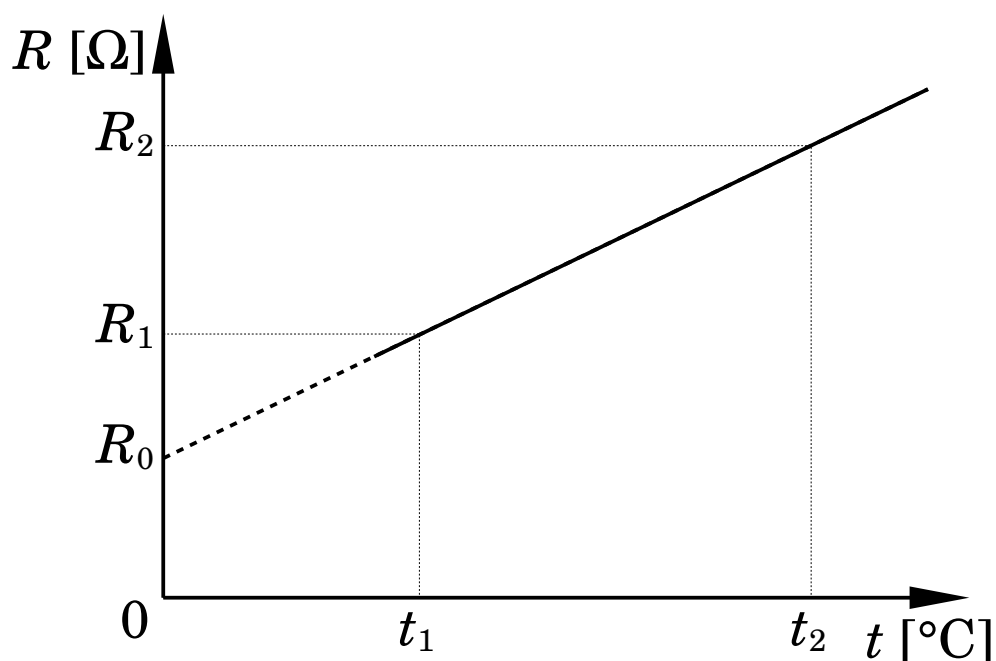
Aby uzyskać średnią wartość α w danym przedziale temperatury, wykonujemy wykres zależności zmierzonej oporności od temperatury (Rys. 2). Wartość R_0 otrzymamy przedłużając wykres do $T_0 = 0^\circ\text{C}$. Do wzoru (2) podstawiamy wartości R i T , odczytane z wykresu.

Wynik podajemy w postaci:

1. Metal:, $R_0 = \dots \text{ [}\Omega\text{]}, \alpha = \dots \text{ [}\dots\text{]},$
2. Metal:, $R_0 = \dots \text{ [}\Omega\text{]}, \alpha = \dots \text{ [}\dots\text{]}.$

Tablica 1: Pomiary oporności R_i w zależności od temperatury t

t [°C]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]



Rysunek 2: Zależność oporności przewodnika od temperatury

6. Ocena wyników pomiarów

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

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.