

Badanie zależności oporu elektrycznego od temperatury

I. Zagadnienia:

1. Metale, półprzewodniki, dielektryki (model pasmowy).
2. Zależność przewodnictwa elektrycznego od temperatury.

II. Literatura:

1. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna.
2. Podręczniki kursowe.

III. Wykonanie ćwiczenia:

1. Połączyć obwód według schematu.
2. Wprawić w ruch silniczek mieszadełka.
3. Pomiary zależności $R = f(t)$ wykonać dla trzech oporów (R_1, R_2, R_3) zanurzonych w oleju transformatorowym. Kolejne opory włącza się za pomocą przełącznika P.
4. Badania $R = f(t)$ przeprowadzić dla temperatur wzrastających od temperatury pokojowej do 100°C i malejących od 100°C do temperatury pokojowej (co 5°C). Dla zapewnienia równomiernych zmian temperatury, należy ustalić napięcie przyłożone do grzejnika $\sim 90\text{ V}$ (odczyt ze skali autotransformatora). Przy obniżaniu temperatury należy zmniejszyć napięcie do około 70 V i następnie powoli zmniejszać aż do zera.

IV. Opracowanie wyników pomiarów

1. W jednym układzie współrzędnych wykreślić krzywe zależności $R = f(t)$. W kilku punktach krzywych wyznaczyć współczynnik $\beta = \frac{\Delta R}{\Delta t}$.

- Dla oporu charakteryzującego się $\beta > 0$, wyznaczyć współczynnik temperaturowy oporu α .

$$\beta > 0 \quad R = R_0 + R_0\alpha t = R_0 + \gamma t \quad \gamma = R_0\alpha \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{\gamma}{R_0}$$

Na podstawie danych do wykresu $R = f(t)$ metodą regresji liniowej (najmniejszych kwadratów) wyznaczyć R_0 i γ a następnie współczynnik α .

- W przypadku opornika charakteryzującego się $\beta < 0$, wyznaczyć energię aktywacji ΔE .

$$\beta < 0 \quad R = A \exp\left(\frac{\Delta E}{2kT}\right) \quad \text{gdzie: } A - \text{stała słabo zależna od temperatury,}$$

$$k - \text{stała Boltzmanna, } k = 8,65 \cdot 10^{-5} \text{ eV/K,}$$

$$T - \text{temperatura w skali Kelvina.}$$

$$\ln R = \ln A + \frac{\Delta E}{2k} \frac{1}{T} = \ln A + \delta \frac{1}{T} \quad \delta = \frac{\Delta E}{2k} \quad \Rightarrow \quad \Delta E = 2k\delta$$

Wykreślić krzywą $\ln R = f\left(\frac{1}{T}\right)$ i na podstawie danych do wykresu, metodą regresji liniowej (najmniejszych kwadratów), wyznaczyć ΔE .

2. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników.

V. Przykład tablicy pomiarów

L.p.	t [°C]	T [K]	R ₁ [Ω]	R ₂ [Ω]	R ₃ [Ω]

