

KATEDRA FIZYKI

***WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI
I TECHNOLOGII MATERIAŁÓW
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA***



***PRACOWNIA
ELEKTRONICZNA***



ĆWICZENIE NR EL-4

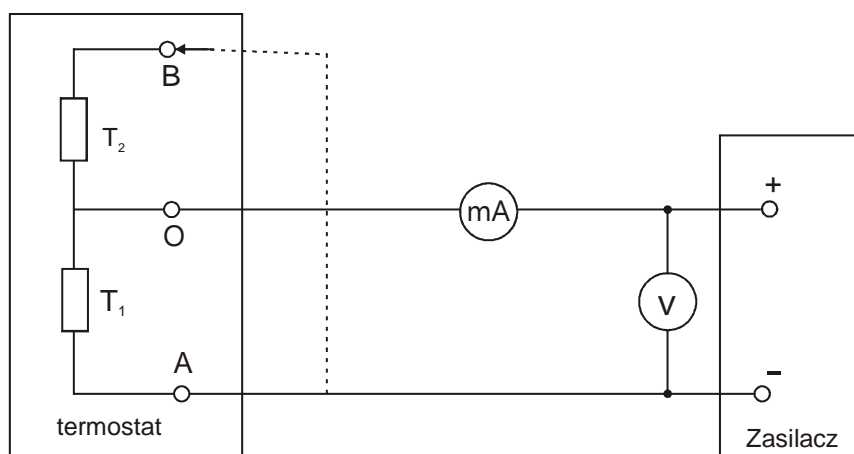
***POMIAR SZEROKOŚCI
PRZERWY
ENERGETYCZNEJ
W PÓŁPRZEWODNIKACH***

I. Zagadnienia

1. Równania Schrödingera dla atomu wodoru, liczby kwantowe, zakaz Pauliego.
2. Poziomy energetyczne swobodnych atomów, tworzenie się pasm energetycznych w ciałach stałych.
3. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory w teorii pasmowej.
4. Elementarne wiadomości dotyczące statystyki Maxwella-Boltzmann i Fermiego-Diraca.
5. Zależność oporu półprzewodników od temperatury.
6. Zasada pomiaru szerokości przerwy energetycznej.
7. Metoda regresji liniowej.



II. Wykonanie ćwiczenia

Połączyć obwód według schematu:



T_1, T_2 – badane termistory

Termistor T_1

1. Na płycie czołowej zasilacza wcisnąć klawisz 8 V, wybrać zakres woltomierza 10 V, zakres amperomierza 3 mA oraz zaciski A i O na płycie termostatu.
2. Włączyć zasilacz przez wciśnięcie czerwonego klawisza na płycie czołowej zasilacza.
3. Nastawić termometr kontaktowy w termostacie na temperaturę 90°C.
4. Ustawić pokrętko regulacji grzania w pozycji 5.
5. Przełącznik pracy termostatu ustawić w pozycji 
6. Odczytywać temperaturę oleju (i jednocześnie termistora T_1) od 25°C do 90°C co 5°C i jednocześnie wartość natężenia prądu.
7. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli 1.
8. Po osiągnięciu temperatury oleju 90°C wyłączyć zasilacz, przełącznik termostatu ustawić w pozycji  i nastawić termometr kontaktowy na temperaturę 20°C.

Termistor T₂

1. Wcisnąć klawisz 2 V na płycie czołowej zasilacza, wybrać zakres woltomierza 2,5 V, zakres miliamperomierza 75 mA oraz zaciski na płycie termostatu oznaczone literami B i O.
2. Włączyć zasilacz.
3. Odkręcić kran z wodą w celu schłodzenia oleju i jednocześnie termistora T₂.
4. Odczytywać temperaturę od 90°C do 25°C co 5°C i jednocześnie wartość natężenia prądu.
5. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli 2.
6. Po osiągnięciu temperatury oleju 25°C zakręcić kran z wodą, wyłączyć zasilacz i termostat.

III. Tabele pomiarowe

Tabela 1

T [K]	I [A]	U [V]	R _T [Ω]	lnR _T	α _T [1/K]	E _g [eV]	R _∞ [Ω]
298							
303							
...							
...							
...							
...							
363							

Tabela 2

T [K]	I [A]	U [V]	R _T [Ω]	lnR _T	α _T [1/K]	E _g [eV]	R _∞ [Ω]
363							
358							
...							
...							
...							
...							
298							

IV. Opracowanie wyników

1. Na podstawie danych z tabeli 1 i 2 sporządzić wykresy zależności $R_T = f(T)$ dla obydwu termistorów.
2. Wykorzystując komputer wyposażony w program „Regresja” obliczyć współczynniki a i b prostej $y=ax + b$ dla obydwu termistorów ($y=\ln R_T$, $b=\ln R_\infty$, $x=1/T$, $a=E_g/2k$, k jest to stała Boltzmanna $k=1,3805 \times 10^{-23}$ J/K, R_∞ jest to opór termistora w temperaturze dążącej do nieskończoności) oraz odchylenia standardowe σ_a i σ_b , a następnie zaokrąglić te wartości zgodnie z normami. (Po

obustronnym zlogarytmowaniu wzoru $R_T = R_\infty e^{\frac{E_g}{2kT}}$ otrzymujemy zależność

$$\ln R_T = \ln R_\infty + \frac{E_g}{2k} \frac{1}{T}.$$

3. Obliczyć szerokość przerwy energetycznej $E_g = 2ka$ i $R_\infty = e^b$.
4. Wykorzystując obliczone współczynniki a i b prostych dla obydwu termistorów narysować wykresy tych prostych oraz nanieść punkty pomiarowe $\ln R_T$.
5. Zgodnie ze wzorem $\alpha = -\frac{E_g}{2kT^2} = -\frac{a}{T^2}$ obliczyć wartości współczynników temperaturowych dla obydwu termistorów i wpisać do tabeli 1 i 2.
6. Sporządzić wykresy zależności $\alpha = f(T)$

V. *Dyskusja błędów*

1. Obliczyć błędy przerwy energetycznej i oporu ze wzorów:

$$\sigma_T = \left| \frac{\partial E_g}{\partial a} \right| \sigma_a, \quad \sigma_{R_\infty} = \left| \frac{\partial R_\infty}{\partial b} \right| \sigma_b$$

2. Wyniki zapisać w postaci $E_g = (\text{wartość wyznaczona} \pm \text{błąd}) \text{ eV}$
 $R_\infty = (\text{wartość wyznaczona} \pm \text{błąd}) \Omega$
3. Obliczyć błędy mierników z klasy dokładności i zakresów pomiarowych.
4. Dla kilku wybranych punktów każdego wykresu zaznaczyć je graficznie.

VI. *Literatura*

1. H. Szydłowski – Pracownia fizyczna
2. T. Dryński – Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki
3. D. Halliday, R. Resnick – Fizyka t. 2