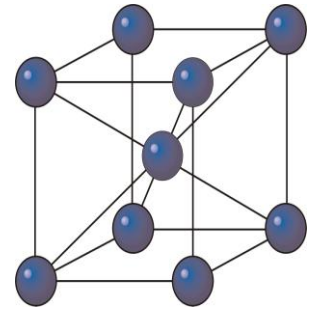


KATEDRA FIZYKI

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



FIZYKI CIAŁA STAŁEGO



ĆWICZENIE NR FCS - 7

***CECHOWANIE TERMOELEMENTU $Fe-Mo$ I
WYZNACZANIE PUNKTU INWERSJI***

I. Zagadnienia do opracowania

1. Przewodnictwo elektryczne.
2. Zjawisko Seebecka.
3. Zjawisko Peltiera.
4. Zjawisko Thomsona.
5. Inwersja termoelektryczna.

II. Przebieg ćwiczenia

1. Zakryć płytą ceramiczną otwór pieca oporowego.
2. Włączyć do sieci woltomierz cyfrowy.
3. Uzupelnic ilość wody i lodu w naczyniu.
4. Na płycie czołowej woltomierza wcisnąć klawisze: V, 100 mV.
5. Włączyć woltomierz.
6. Odczytać początkową temperaturę pieca, którą wskazuje termometr rtęciowy oraz odczytać wskazanie woltomierza i wyniki odczytów wpisać do tabeli pomiarów.
7. Włączyć do sieci autotransformator, sprawdzić czy zasilanie pieca jest podłączone do zacisków A autotransformatora, następnie dźwignię A autotransformatora przesunąć do wartości 35 V zaznaczonej poziomą kreską.
8. Odczytywać temperaturę pieca co 10° C i odpowiadające jej wskazania woltomierza wpisywać do tabeli pomiarów. Pomiar zakończyć przy temperaturze pieca 280° C.
9. Po osiągnięciu temperatury 280° C dźwignię A autotransformatora cofnąć do pozycji zero i wyłączyć go.
10. Wyłączyć woltomierz.
11. Odkręcić kran z wodą i schłodzić piec oporowy przy odsłoniętym otworze pieca.

III. Tabela pomiarowa

Lp	t [°C]	ε [mV]

IV. Opracowanie wyników pomiarów

1. Na papierze milimetrowym formatu A-4 sporządzić wykres zależności $\varepsilon = f(t)$. Otrzymana krzywa nosi w praktyce nazwę, krzywej cechowania termopary. W przypadku innych termopar np. NiCr - Ni, PtRh - Pt wykresem $\varepsilon = f(t)$ jest linia prosta.
2. Na podstawie krzywej cechowania badanej termopary określić:
 - a. przedział stosowności tej termopary jako miernika temperatury. Należy pamiętać, że od każdego miernika żądamy, aby jego wskazania były jednoznaczne w tym przypadku jednej wartości ε musi odpowiadać jedna wartość temperatury t.
 - b. temperaturę punktu neutralnego - t_0 .
 - c. temperaturę punktu inwersji $-t_1$.

Krzywa cechowania badanej termopary ma przebieg paraboliczny i w przybliżeniu można ją opisać równaniem $\varepsilon(t) = a t + b t^2$; w punkcie neutralnym $\varepsilon = \varepsilon_{\max}$, więc można napisać:

$$\varepsilon_{\max} = a t_0 + b t_0^2 \quad (1)$$

natomiast dla punktu inwersji $\varepsilon = 0$, więc możemy napisać:

$$0 = a + b t_1 \quad (2)$$

Ćwiczenie FCS-7: Cechowanie termoelementu (termopary) żelazo-molibden i wyznaczenie punktu inwersji

Rozwiązując układ równań (1) i (2) możemy obliczyć współczynniki a i b, które wyrażają się wzorami:

$$a = \frac{t_i \cdot \varepsilon_{\max}}{t_o(t_i - t_o)} \qquad b = -\frac{\varepsilon_{\max}}{t_o(t_i - t_o)}$$

3. Metodą różniczki zupełnej oszacować dokładność wyznaczenia współczynników a i b:

$$|\Delta a| = \left| \frac{\partial a}{\partial \varepsilon_{\max}} \right| \cdot |\Delta \varepsilon_{\max}| + \left| \frac{\partial a}{\partial t_i} \right| \cdot |\Delta t_i| + \left| \frac{\partial a}{\partial t_o} \right| \cdot |\Delta t_o|$$

$$|\Delta b| = \left| \frac{\partial b}{\partial \varepsilon_{\max}} \right| \cdot |\Delta \varepsilon_{\max}| + \left| \frac{\partial b}{\partial t_i} \right| \cdot |\Delta t_i| + \left| \frac{\partial b}{\partial t_o} \right| \cdot |\Delta t_o|$$

Przyjmując, że $|\Delta t_i| = |\Delta t_o| = |\Delta t|$ i po wykonaniu operacji różniczkowania otrzymujemy

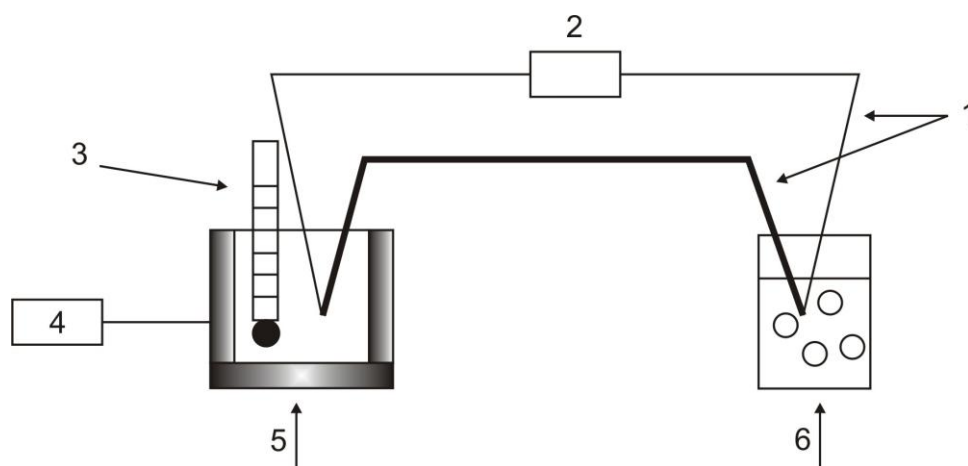
$$|\Delta a| = \left| \frac{t_i}{t_o(t_i - t_o)} \right| \cdot |\Delta \varepsilon_{\max}| + \left| \frac{\varepsilon_{\max}(t_i - t_o)}{[t_o(t_i - t_o)]^2} \cdot (t_i + t_o) \right| \cdot |\Delta t|$$
$$|\Delta b| = \left| \frac{\Delta \varepsilon_{\max}}{t_o(t_i - t_o)} \right| + \left| \frac{\varepsilon_{\max} t_i}{[t_o(t_i - t_o)]^2} \right| \cdot |\Delta t|$$

4. Przeprowadzić krótką analizę rachunku błęd.

V. Literatura

1. T. Rewaj i in. - Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w Politechnice.
2. H Szydłowski - Pracownia fizyczna.
3. A Zawadzki, H. Hofmokl - Laboratorium fizyczne.

VI. Schemat pomiarowy



1 – termoelement, 2 – miliwoltomierz cyfrowy, 3 – termometr rtęciowy, 4 – autotransformator, 5 – piec oporowy, 6 – naczynie z mieszaniną wody i lodu.