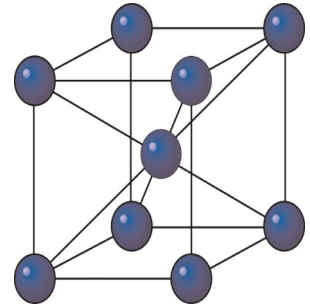


KATEDRA FIZYKI

***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. Uzpełnić ilość wody i lodu w naczyniu.
 2. Zakryć szklaną pokrywką otwór płaszcz grzewczego i umieścić termoparę w środku.
 3. Podłączyć przewody pomiarowe do gniazd INPUT HI i INPUT LO multimetru DM-500.
 4. Włączyć do sieci multimetr cyfrowy. Na płycie czołowej multimetru wcisnąć klawisze: DC V i SHIFT+DIGITS 5.
 5. Włączyć płaszcz grzewczy do sieci. Odczytać temperaturę płaszcz, którą wskazuje termoregulator (wartość PV) oraz odczytać wskazanie woltomierza i wyniki odczytów wpisać do tabeli pomiarów.
 6. UWAGA ! PARAMETRÓW TERMOREGULATORA NIE ZMIENIAMY.
 7. Ustawić pokrętkę regulacji mocy w pozycji 1.
 8. Odczytywać temperaturę płaszcz co 10°C i odpowiadające jej wskazania woltomierza wpisywać do tabeli pomiarów.
 9. Przy temperaturze 120°C pokrętkę regulacji mocy ustawiamy w pozycji 2, przy temperaturze 230°C w pozycji 3, przy temperaturze 340°C w pozycji 4.
 10. Po osiągnięciu temperatury 410°C skręcamy pokrętkę mocy na OFF. Wyłączamy płaszcz grzewczy i miernik DM-500.
11. Jeśli potrzeba schłodzić płaszcz grzewczy: odłożyć szklaną pokrywkę (**uwaga na wysoką temperaturę !**), a na jej miejsce wstawić wentylator 12V. Chłodzić przez minimum 70 minut.

III. Tabela pomiarowa

Lp	t [°C]	ε [mV]

IV. Opracowanie wyników pomiarów

1. Na papierze milimetrowym formatu A4 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_i .

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:

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

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

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

$$0 = a + bt_i \quad (2)$$

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

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

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

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

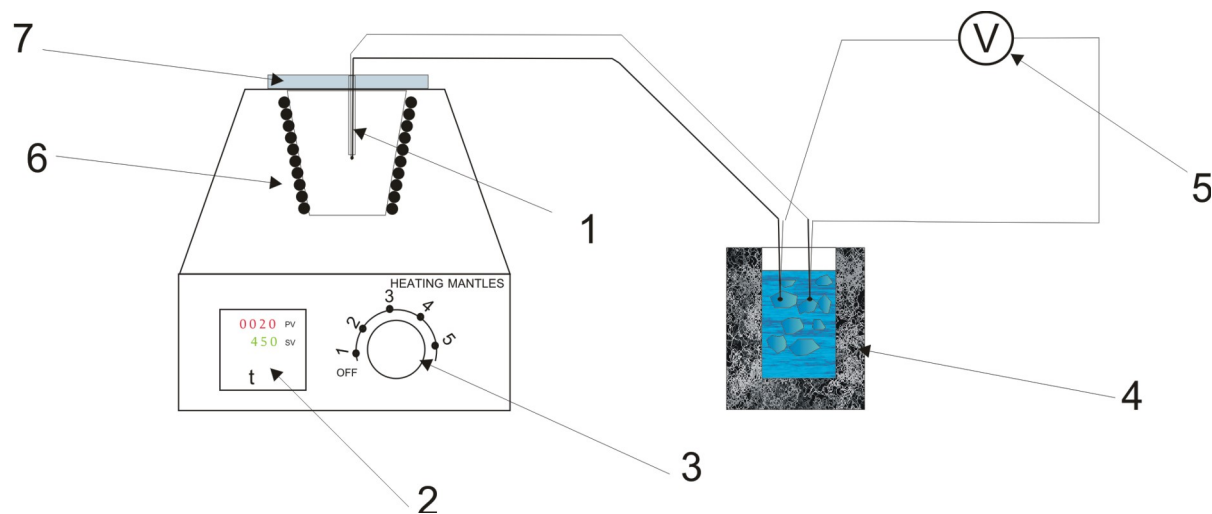
$$|\Delta b| = \left| \frac{\Delta \varepsilon_{\max}}{t_o(t_i - t_o)} \right| + \left| \frac{\varepsilon_{\max} t_i}{[t_o(t_i - t_o)]^2} \right| \cdot |\Delta t|$$

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. Hofmokr - Laboratorium fizyczne.

VI. Schemat pomiarowy



1 – termoelement, 2 – termoregulator, 3 – regulacja mocy płaszcz, 4 – naczynie z mieszaniną wody i lodu, 5 – multimetr cyfrowy DM-500, 6 – płaszcz grzewczy, 7 – szklana pokrywka