

31. Charakterystyka termopary

(2 tygodnie 20 pkt.)

Zagadnienia: napięcie, temperatura, zjawisko termoelektryczne, termopara, charakterystyka termopary.

Literatura: *Szc1*, t.3, 233÷238; *Szy75*, 386÷391, 621; *Szy99* 435÷456, 537.

Celem doświadczenia jest wyznaczenie charakterystyki termopary konstantan-miedź na podstawie trzech charakterystycznych punktów skali temperatury: wrzenia azotu (T_N), topnienia lodu (T_L) i wrzenia wody pod normalnym ciśnieniem (T_w). Wskazania wyskalowanej termopary są następnie porównywane ze wskazaniami termometru.

W zestawie znajduje się termopara umieszczona w długich rurkach szklanych z zatopionymi końcami. Rurki te możemy umieścić w wysokim naczyniu szklanym w którym doprowadzać będziemy wodę do wrzenia lub w termosie z ciekłym azotem. Rurki szklane dlatego są długie, by transport ciepła powodowany przez ścianki rurek nie wprowadzał dużego błędu systematycznego temperatury.

1. Skalowanie termopary

Umieszczamy oba spojenia termopary w wodzie z lodem. Lód musi być drobno potłuczony. Odczytujemy wskazania woltomierza na najmniejszym zakresie. Po dostatecznie długim czasie, gdy będziemy pewni że spojenia termopar osiągnęły temperaturę wody z lodem (0°C), czyli że wskazania woltomierza nie zmieniają się w funkcji czasu, zerujemy woltomierz specjalnym pokrętkiem. Następnie umieszczamy jedno ze spojeń w ciekłym azocie (drugie pozostaje w wodzie z lodem), notujemy wskazania woltomierza w funkcji czasu i po dostatecznie długim czasie wyznaczamy napięcie U_N odpowiadające temperaturze T_N .

Przenosimy spojenie do naczynia z wodą (destylowaną!). Doprowadzamy wodę do wrzenia i podobnie jak poprzednio odczytujemy napięcie w funkcji czasu. Wyznaczamy napięcie U_w odpowiadające temperaturze T_w wrzenia wody destylowanej.

2. Wyznaczenie charakterystyki termopary

Na podstawie otrzymanych napięć U_N i U_w wyznaczamy równanie drugiego stopnia na podstawie którego będziemy mogli przeliczyć napięcie mierzone termoparą na temperaturę. Ponieważ punktem odniesienia jest temperatura topnienia lodu, T_L , równanie będzie miało postać:

$$T = AU^2 + BU + T_L, \quad (31.1)$$

gdzie A i B są stałymi współczynnikami charakteryzującymi termoparę. W celu znalezienia wartości współczynników A i B rozwiązujemy układ równań:

$$T_N = AU_N^2 + BU_N + T_L, \quad (31.2)$$

$$T_w = AU_w^2 + BU_w + T_L, \quad (31.3)$$

w którym A i B są niewiadomymi. Wyznaczamy błędy współczynników A i B .

3. Porównanie wskazań termometru i wyskalowanej termopary

Umieszczamy oba spojenia termopary w wodzie z lodem. Po dostatecznie długim czasie, gdy będziemy pewni że spojenia termopar osiągnęły temperaturę wody z lodem (0°C), czyli że wskazania woltomierza nie zmieniają się w funkcji czasu, zerujemy woltomierz. Następnie umieszczamy jedno ze spojeń w wodzie, którą będziemy mogli podgrzewać. W wodzie tej umieszczamy też termometr laboratoryjny. podgrzewamy naczynie z wodą. Odczytujemy wskazania woltomierza oraz wskazania termometru. Przeliczamy napięcie na temperaturę wykorzystując (31.1). Przedstawiamy na wykresie tak przeliczoną temperaturę oraz wskazania termometru.