

Studiul efectului termoelectric

Scopul lucrării:

Este punerea în evidență a efectului termoelectric (Seebeck) și determinarea sensibilității medii a termocuplului.

I. Considerații teoretice

Efectul termoelectric sau efectul Seebeck a fost descoperit de fizicianul Thomas Johann Seebeck în anul 1823 și constă în apariția unei tensiuni electromotoare, într-un circuit format din două metale diferite (1) și (2), puse în contact, adică sudate unul de celălalt la cele două capete, când contactele (sudurile) sunt menținute la temperaturi diferite: $T_A \neq T_B$ (Fig. 1).

Un calcul exact al acestei tensiuni se face în cadrul teoriei fenomenelor de transport.

Tensiunea electromotoare (Seebeck) din circuit se numește *tensiune termoelectrică* și se anulează în momentul egalării temperaturilor celor două suduri: $T_A = T_B$.

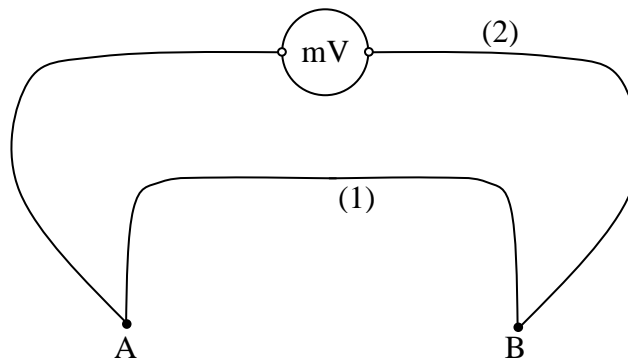


Fig. 1.

Tensiunea electromotoare depinde atât de natura celor două metale (conductoare) puse în contact, cât și de diferența de temperatură dintre cele două suduri.

Efectul termoelectric se explică prin proprietățile contactului metal-metal. Dacă se pun în contact două metale diferite, între ele apare o diferență de potențial de contact, care se datorează tendinței de egalare a potențialelor chimice ale celor două metale. Potențialul chimic este lucrul mecanic necesar pentru ca numărul de electroni ai unui sistem să se schimbe cu unitatea. În Fig. 2 sunt prezentate gropile de potențial ale celor două metale puse în contact la temperatura de 0 K. Se observă că la această temperatură diferența de potențial de contact este:

$$U_C = \frac{L_2 - L_1}{e} \quad (1)$$

unde L_1 și L_2 sunt lucrurile mecanice de extracție pentru cele două metale, iar e este sarcina electronului.

Ținând cont de variația cu temperatura a potențialului chimic, potențialul de contact depinde de temperatură după relația:

$$U_C = \frac{L_2 - L_1}{e} + \frac{k_B \cdot T}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

unde k_B este constanta lui Boltzman, T este temperatura joncțiunii, n_1 și n_2 sunt concentrațiile electronilor liberi în cele două metale.

Valoarea tensiunii de contact depinde de natura metalelor, de puritatea lor și nu este influențată de forma și dimensiunile metalelor aflate în contact.

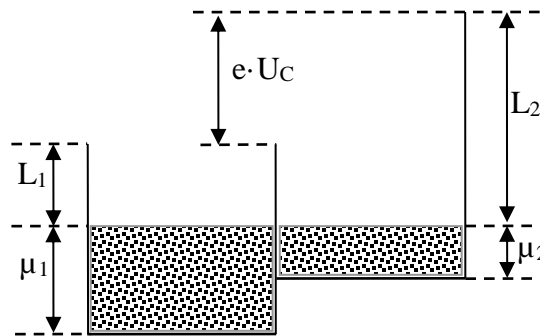


Fig. 2.

Într-un circuit închis cu două joncțiuni A și B (Fig. 1), la fiecare contact apare o diferență de potențial de contact, dată de relația (2). Deoarece cele două tensiuni de contact dirijează electronii în sens contrar una alteia, tensiunea electromotoare din circuit este:

$$E = U_{CA} - U_{CB} \quad (3)$$

Înlocuind în relația (3) potențialele de contact care dirijează electronii în sens contrar, se obține:

$$E = \frac{k_B}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \cdot (T_A - T_B) \quad (4)$$

Expresia:

$$\frac{k_B}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} = S \quad (5)$$

este o constantă pentru două metale date.

Atunci tensiunea electromotoare din circuit devine:

$$E = S \cdot (T_A - T_B) \quad (6)$$

Relația (6) este valabilă numai pentru intervale limitate de temperatură.

Dacă temperatura joncțiunii B este menținută constantă, tensiunea electromotoare din circuit va depinde numai de temperatura joncțiunii A.

Efectul termoelectric are aplicații la confecționarea termocupleurilor, care sunt dispozitive folosite la măsurarea temperaturilor.

Pentru confecționarea termocupleurilor se folosesc metale pure sau aliaje, fiecare termocuplu având denumirea metalelor din care este confecționat, de exemplu: fier:constantan, cupru:constantan, nichel:crom-nichel, platină:platină-rodium, etc.

II. Metodica experimentală

II.1. Dispozitivul experimental

În Fig. 2 este prezentat dispozitivul experimental care constă dintr-un termocuplu cupru:constantan, sursa de încălzire și un aparat pentru măsurarea tensiunii electromotoare.

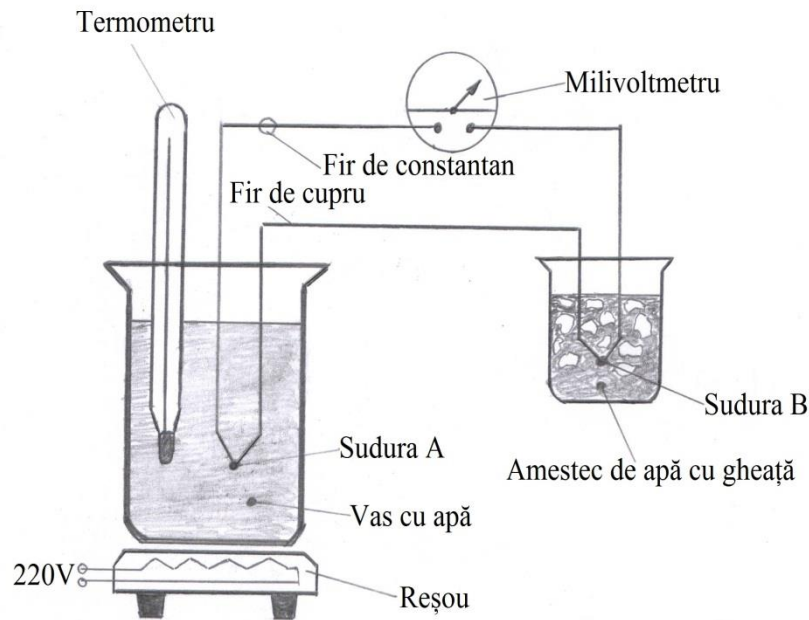


Fig. 2.

Sudura B este menținută la o temperatură constantă de 0 °C într-un pahar conținând un amestec omogen de apă și gheață, iar sudura A este introdusă într-un vas cu apă care va fi încălzită, temperatura măsurându-se cu un termometru.

II.2. Modul de lucru

- i. Se introduce sudura A în vasul cu apă care urmează să fie încălzit, iar sudura B în vasul ce conține amestecul omogen de apă și gheață;
- ii. Se leagă capetele libere ale termocuplului la bornele milivoltmetrului;
- iii. Se conectează reșoul la rețeaua electrică;
- iv. Se măsoară tensiunea electromotoare din 5 în 5 °C până la temperatura de fierbere a apei;
- v. Valorile obținute se trec în tabelul 1.

Tabelul 1.

T_A (°C)	
E (mV)	

II.3. Prelucrarea datelor experimentale

- i. Se reprezintă grafic tensiunea electromotoare în funcție de temperatura sudurii A, $E = f(T_A)$;
- ii. Se calculează coeficientul Seebeck sau coeficientul de temperatură al tensiunii electromotoare ca sensibilitatea medie a termocuplului din pantă a graficului obținut:

$$S = \frac{E_2 - E_1}{T_{A2} - T_{A1}} \left[\frac{\text{mV}}{^\circ\text{C}} \right] \quad (7)$$