

Hiện tượng nhiệt điện, Suất điện động nhiệt điện

A. Phương pháp & Ví dụ

Biểu thức suất điện động nhiệt điện: $\zeta = \alpha_T(T_1 - T_2) = \alpha_T(t_1 - t_2)$

Trong đó:

+ α_T là hệ số nhiệt điện động ($\mu\text{V/K}$)

+ T_1 và T_2 lần lượt là nhiệt độ của đầu nóng và đầu lạnh.

Ví dụ 1: Một mối hàn của cặp nhiệt điện có hệ số nhiệt điện động $\alpha_T = 6,5 \mu\text{V/K}$ được đặt trong không khí ở $t_1 = 20^\circ\text{C}$, còn đầu kia được nung nóng ở nhiệt độ t_2 .

a) Tìm suất điện động nhiệt điện khi $t_2 = 200^\circ\text{C}$

b) Để suất điện động nhiệt điện là 2,6 mV thì nhiệt độ t_2 là bao nhiêu?

Hướng dẫn:

a) Suất điện động nhiệt điện khi $t_2 = 200^\circ\text{C}$:

$$E = \alpha_T(T_2 - T_1) = 6,5(200 - 20) = 1170(\mu\text{V}) = 1,17(\text{mV})$$

b) Ta có: $E = \alpha_T(T_2 - T_1) = \alpha_T(t_2 - t_1)$

Ví dụ 2: Một mối hàn của cặp nhiệt điện có hệ số nhiệt điện động $\alpha_T = 65 \mu\text{V/K}$ được đặt trong không khí ở 20°C , còn mối hàn kia được nung nóng đến nhiệt độ 320°C . Tính suất điện động nhiệt điện của cặp nhiệt điện đó.

Hướng dẫn:

$$\text{Đáp án: } E = \alpha_T(T_2 - T_1) = 0,0195 \text{ V.}$$

Ví dụ 3: Một mối hàn của cặp nhiệt điện nhúng vào nước đá đang tan, mối hàn kia được nhúng vào hơi nước sôi. Dùng milivôn kế đo được suất nhiệt điện động của cặp nhiệt điện là 4,25 mV. Tính hệ số nhiệt điện động của cặp nhiệt điện đó.

Hướng dẫn:

$$\text{Đáp án: } E = \alpha_T(T_2 - T_1) \rightarrow \alpha_T = 42,5 \cdot 10^{-6} \text{ V/K.}$$

Ví dụ 4: Nhiệt kế điện thực chất là một cặp nhiệt điện dùng để đo nhiệt độ rất cao hoặc rất thấp mà ta không thể dùng nhiệt kế thông thường để đo được. Dùng nhiệt kế điện có hệ số nhiệt điện động $\alpha_T = 42 \mu\text{V/K}$ để đo nhiệt độ của một lò nung với một mối hàn đặt trong không khí ở 20°C còn mối hàn kia đặt vào lò thì thấy milivôn kế chỉ 50,2 mV. Tính nhiệt độ của lò nung.

Hướng dẫn:

$$\text{Đáp án: } E = \alpha_T(T_2 - T_1) \rightarrow T_2 = 1488 \text{ K} = 1215^\circ\text{C.}$$

B. Bài tập

Bài 1. Một mối hàn của một cặp nhiệt điện có hệ số nhiệt điện động là $32,4 \mu\text{V/K}$ được đặt trong không khí, còn mối hàn kia được nung nóng đến nhiệt độ 330°C thì suất điện động nhiệt điện của cặp nhiệt điện này có giá trị là 10,044 mV.

a) Tính nhiệt độ của đầu mối hàn trong không khí.

b) Để suất nhiệt động nhiệt điện có giá trị 5,184 mV thì phải tăng hay giảm nhiệt độ của mối hàn đang nung một lượng bao nhiêu ?

Lời giải:

$$\text{a) Ta có: } E = \alpha_T(T_2 - T_1) = \alpha_T(t_2 - t_1)$$

$$\text{b) Ta có: } E = \alpha_T(T_2 - T_1) = \alpha_T(t_2 - t_1)$$

+ Vậy phải giảm nhiệt độ mối hàn nung nóng một lượng là: $\Delta t^\circ = 330^\circ - 180^\circ = 150^\circ$

Bài 2. Cặp nhiệt điện Sắt – Constantan có hệ số nhiệt điện động $\alpha_T = 50,4 \mu\text{V/K}$ và điện trở trong $r = 0,5\Omega$. Nối cặp nhiệt điện này với điện kế G có điện trở $R_G = 19,5 \Omega$.

Đặt mỗi hàn thứ nhất vào trong không khí ở nhiệt $t_1 = 27^\circ\text{C}$, nhúng mỗi hàn thứ hai vào trong bếp điện có nhiệt độ 327°C . Cường độ dòng điện chạy qua điện kế G là

Lời giải:

+ Suất nhiệt điện động: $E_T = \alpha_T |T_2 - T_1| = 50,4(327 - 27) = 15120(\mu\text{V}) = 15,12(\text{mV})$

+ Dòng điện qua điện kế:

Bài 3. Hai dây dẫn có hệ số nhiệt điện trở α_1, α_2 ở 0°C có điện trở R_{01}, R_{02} . Tìm hệ số nhiệt điện trở chung của hai dây khi chúng mắc:

a) Nối tiếp.

b) Song song.

Lời giải:

Điện trở 2 dây dẫn ở nhiệt độ t : $R_1 = R_{01}(1 + \alpha_1 t)$; $R_2 = R_{02}(1 + \alpha_2 t)$ (với $\alpha_1 t, \alpha_2 t \ll 1$)

Gọi R_0 là điện trở chung của hai dây dẫn ở 0°C ; α là hệ số nhiệt điện trở chung của hai dây dẫn. Điện trở chung của hai dây dẫn ở nhiệt độ t là: $R = R_0(1 + \alpha t)$ (1)

a) Khi mắc nối tiếp: $R = R_1 + R_2 = R_{01}(1 + \alpha_1 t) + R_{02}(1 + \alpha_2 t)$

$$\Rightarrow R = (R_{01} + R_{02}) + (R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2)t$$

Từ (1) và (2) suy ra:

b) Khi mắc song song:

Với $\alpha_1, \alpha_2 \ll 1$, ta có các công thức gần đúng:

$$\text{nên } (1 + \alpha_1 t)(1 + \alpha_2 t) \approx 1 + (\alpha_1 + \alpha_2)t$$

Từ (1) và (3) suy ra: