

## 15. Công thức tính điện trở suất

### 1. Định nghĩa

Điện trở suất là đại lượng đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện của mỗi chất. Chất có điện trở suất thấp sẽ dễ dàng cho dòng điện truyền qua, ngược lại chất có điện trở suất lớn sẽ có tính cản trở dòng điện lớn. Điện trở suất của các chất khác nhau thì khác nhau. Điện trở suất của kim loại phụ thuộc vào nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng thì điện trở suất tăng.

### 2. Công thức – Đơn vị đo

- Công thức tính điện trở suất  $\rho = \frac{R.S}{l}$

Trong đó:

- +  $\rho$  là điện trở suất, có đơn vị Ôm mét ( $\Omega\text{m}$ );
- +  $R$  là điện trở của đoạn dây dẫn, có đơn vị Ôm ( $\Omega$ );
- +  $S$  là tiết diện của dây dẫn, có đơn vị mét vuông ( $\text{m}^2$ );
- +  $l$  là chiều dài dây dẫn, có đơn vị mét (m).

Điện trở suất của một số kim loại ở  $20^\circ\text{C}$ .

Kim loại	Điện trở suất $\rho$ ( $\Omega\cdot\text{m}$ )
Bạc	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Đồng	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Nhôm	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Vonfram	$5,5 \cdot 10^{-8}$
Sắt	$12,0 \cdot 10^{-8}$

- Khi nhiệt độ tăng, điện trở suất của kim loại tăng. Công thức phụ thuộc của điện trở suất theo nhiệt độ là

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \Delta t) = \rho_0 \cdot [1 + \alpha (t - t_0)]$$

Trong đó:

- +  $\rho$  là điện trở suất ở nhiệt độ  $t$ ;
- +  $\rho_0$  là điện trở suất ở nhiệt độ  $t_0$ ;
- +  $\alpha$  là hệ số nhiệt điện trở, có đơn vị  $\text{K}^{-1}$ ;

+  $t$  và  $t_0$  là nhiệt độ lúc sau và lúc đầu của vật, có đơn vị K hoặc  $^{\circ}\text{C}$ .

Bảng hệ số nhiệt điện trở của một số kim loại

Chất	Điện trở suất $\alpha$ ( $\text{K}^{-1}$ )
Bạc	$4,1.10^{-3}$
Bạch kim	$3,9.10^{-3}$
Đồng	$4,3.10^{-3}$
Nhôm	$4,4.10^{-3}$
Sắt	$6,5.10^{-3}$
Silic	$-70.10^{-3}$
Vonfram	$4,5.10^{-3}$

**Chú ý:** Silic là á kim, không phải kim loại.

### 3. Mở rộng

Điện dẫn suất hay độ dẫn điện riêng là nghịch đảo của điện trở suất. Nó biểu diễn khả năng dẫn điện của một vật liệu. Kí hiệu của điện dẫn suất là  $\sigma$ . liên hệ giữa điện trở suất và điện dẫn suất là:

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

Công thức tính điện trở của một đoạn dây dẫn có tiết diện  $S$ , chiều dài  $l$  là

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Trong đó:

- +  $\rho$  là điện trở suất, có đơn vị Ôm mét ( $\Omega\text{m}$ );
- +  $R$  là điện trở của đoạn dây dẫn, có đơn vị Ôm ( $\Omega$ );
- +  $S$  là tiết diện của dây dẫn, có đơn vị mét vuông ( $\text{m}^2$ );
- +  $l$  là chiều dài dây dẫn, có đơn vị mét (m).

Khi nhiệt độ tăng, điện trở suất của kim loại tăng, nên điện trở của kim loại tăng, ta có thể xác định điện trở của kim loại theo biểu thức:

$$R = R_0.[1+\alpha.(t-t_0)] = R_0.(1+\alpha\Delta t)$$

Trong đó:

- +  $R$  là điện trở ở nhiệt độ  $t$ , có đơn vị Ôm ( $\Omega$ );

- +  $R_0$  là điện trở ở nhiệt độ  $t_0$ , có đơn vị Ôm ( $\Omega$ );
- +  $\alpha$  là hệ số nhiệt điện trở, có đơn vị  $K^{-1}$ ;
- +  $t$  và  $t_0$  là nhiệt độ lúc sau và lúc đầu của vật, có đơn vị K hoặc  $^{\circ}C$ .

#### 4. Ví dụ minh họa

**Bài 1:** Một dây đồng có chiều dài 20000 m có tiết diện tròn, đường kính 5 mm, có điện trở là  $17 \Omega$ . Hãy tính điện trở suất của đồng.

**Bài giải:**

$$\text{Tiết diện của dây dẫn là } S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{2}\right)^2 = 19,625 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Điện trở suất của đồng là

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l} = \frac{17 \cdot 19,625 \cdot 10^{-6}}{20000} = 1,668 \cdot 10^{-8} (\Omega m) \approx 1,7 \cdot 10^{-8} (\Omega m)$$

Đáp án:  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} (\Omega m)$

**Bài 2:** Tính điện trở của một đoạn dây đồng dài 4m có tiết diện tròn, đường kính  $d = 1\text{mm}$ . Biết điện trở suất của đồng là  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega m$ .

**Bài giải:**

$$\text{Tiết diện của dây dẫn là } S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{1 \cdot 10^{-3}}{2}\right)^2 = 0,785 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Áp dụng công thức tính điện trở dây dẫn ta có

$$R = r \cdot \frac{l}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{4}{0,785 \cdot 10^{-6}} = 0,0866 (\Omega)$$

**Đáp án:**  $R = 0,0866 \Omega$ .

**Bài 3:** Khi ở nhiệt độ  $t = 20^{\circ}C$  điện trở suất của dây bạch kim là  $\rho_0 = 10,6 \cdot 10^{-8} \Omega m$ . Khi nhiệt độ là  $t = 1120^{\circ}C$  thì điện trở suất của dây bạch kim là bao nhiêu, biết hệ số nhiệt điện trở của nó là  $\alpha = 3,9 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ .

**Bài giải :**

Điện trở suất của dây bạch kim ở  $1120^{\circ}C$ :

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (t - t_0)] = 10,6 \cdot 10^{-8} [1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (1120 - 20)] = 56,074 \cdot 10^{-8} (\Omega m)$$

Đáp án:  $56,074 \cdot 10^{-8} \Omega m$

**Bài 4:** Một bóng đèn 220V-100W có dây tóc làm bằng vonfram. Khi đèn sáng bình thường thì nhiệt độ của dây tóc là  $t = 2000^{\circ}\text{C}$ . Ở nhiệt độ môi trường  $20^{\circ}\text{C}$  thì điện trở của dây tóc đèn là bao nhiêu? Biết hệ số nhiệt điện trở của vonfram là  $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .

**Bài giải:**

+ Điện trở của bóng đèn khi sáng bình thường (ở  $2000^{\circ}\text{C}$ ):

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ (}\Omega\text{)}$$

+ Điện trở của bóng đèn khi không thắp sáng (ở  $20^{\circ}\text{C}$ ):  $R = R_0 [1 + \alpha(t - t_0)]$

$$\Rightarrow R_0 = \frac{R}{1 + \alpha(t - t_0)} = \frac{484}{1 + 4,5 \cdot 10^{-3}(2000 - 20)} = 48,84 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Đáp án:  $R_0 = 48,84 \text{ (}\Omega\text{)}$