

# TỔNG HỢP KIẾN THỨC VỀ ĐIỆN TRỞ SUẤT VÀ CÔNG THỨC TÍNH ĐIỆN TRỞ

Điện trở là một đại lượng vật lý quan trọng, đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện của một vật dẫn. Hiểu rõ các yếu tố ảnh hưởng đến điện trở và công thức tính toán sẽ giúp chúng ta giải quyết các bài toán thực tế trong mạch điện.

## I. SỰ PHỤ THUỘC CỦA ĐIỆN TRỞ VÀO CÁC YẾU TỐ CỦA DÂY DẪN

### 1. Sự phụ thuộc của điện trở vào chiều dài dây dẫn (l)

- **Phát biểu:** Điện trở của các dây dẫn có cùng tiết diện và được làm từ cùng một loại vật liệu thì tỉ lệ thuận với chiều dài của mỗi dây.
- **Công thức:**  $R_1 / R_2 = l_1 / l_2$
- **Giải thích:** Dây dẫn càng dài thì điện trở càng lớn và ngược lại, dây càng ngắn thì điện trở càng nhỏ. Điều này có thể hình dung giống như một con đường càng dài thì càng có nhiều chướng ngại vật, khiến việc di chuyển khó khăn hơn.
- **Ví dụ minh họa:**
  - **Ví dụ 1:** Một dây dẫn dài 10m có điện trở là 5Ω. Nếu một dây dẫn khác cùng loại, cùng tiết diện nhưng dài 30m thì điện trở là bao nhiêu?  
*Giải:* Áp dụng công thức, ta có  $R_1/R_2 = l_1/l_2 \Rightarrow 5/R_2 = 10/30 \Rightarrow R_2 = (5 * 30) / 10 = 15 \Omega$

$$30) / 10 = 15\Omega.$$

- **Ví dụ 2:** Hai dây đồng có cùng tiết diện. Dây thứ nhất dài 4m có điện trở  $R_1$ , dây thứ hai dài 16m có điện trở  $R_2$ . Tỷ số  $R_1/R_2$  là bao nhiêu?

*Giải:* Vì hai dây cùng vật liệu và tiết diện nên  $R_1/R_2 = l_1/l_2 = 4/16 = 1/4$ .

Vậy  $R_2 = 4R_1$ .

## 2. Sự phụ thuộc của điện trở vào tiết diện dây dẫn (S)

- **Phát biểu:** Điện trở của các dây dẫn có cùng chiều dài và được làm từ cùng một loại vật liệu thì tỷ lệ nghịch với tiết diện của dây.
- **Công thức:**  $R_1 / R_2 = S_2 / S_1$
- **Giải thích:** Dây dẫn có tiết diện càng lớn (dây càng to) thì điện trở càng nhỏ và ngược lại. Có thể tưởng tượng tiết diện dây dẫn giống như độ rộng của con đường. Đường càng rộng thì các phương tiện (hạt mang điện) di chuyển càng dễ dàng, ít va chạm, tức là sự cản trở càng nhỏ.
- **Ví dụ minh họa:**
  - **Ví dụ 1:** Một dây dẫn có tiết diện  $S_1 = 2\text{mm}^2$  và điện trở  $R_1 = 10\Omega$ . Một dây dẫn khác cùng loại, cùng chiều dài nhưng có tiết diện  $S_2 = 4\text{mm}^2$  thì điện trở  $R_2$  là bao nhiêu?  
*Giải:* Áp dụng công thức, ta có  $R_1/R_2 = S_2/S_1 \Rightarrow 10/R_2 = 4/2 \Rightarrow R_2 = (10 * 2) / 4 = 5\Omega$ .
  - **Ví dụ 2:** Hai dây nhôm có cùng chiều dài. Dây thứ nhất có tiết diện  $S_1$ , dây thứ hai có tiết diện  $S_2 = 0.5S_1$ . So sánh điện trở hai dây.

*Giải:* Ta có  $R_1/R_2 = S_2/S_1 = 0.5S_1/S_1 = 0.5$ . Vậy  $R_1 = 0.5R_2$ , hay  $R_2 = 2R_1$ .

Dây có tiết diện nhỏ hơn sẽ có điện trở lớn hơn.

### 3. Sự phụ thuộc của điện trở vào vật liệu làm dây dẫn

- **Kết luận:** Điện trở của dây dẫn phụ thuộc vào vật liệu làm dây dẫn. Các vật liệu khác nhau có khả năng cản trở dòng điện khác nhau.
- **Giải thích:** Để đặc trưng cho sự phụ thuộc này, người ta đưa ra một đại lượng gọi là điện trở suất.

## II. ĐIỆN TRỞ SUẤT VÀ CÔNG THỨC TÍNH ĐIỆN TRỞ

### 1. Điện trở suất ( $\rho$ )

- **Định nghĩa:** Điện trở suất của một vật liệu có trị số bằng điện trở của một đoạn dây dẫn hình trụ được làm bằng vật liệu đó có chiều dài 1m và có tiết diện là  $1\text{m}^2$ .
- **Ký hiệu:**  $\rho$  (đọc là "rô").
- **Đơn vị:**  $\Omega\cdot\text{m}$  (Ôm mét).
- **Ý nghĩa:** Điện trở suất của vật liệu càng nhỏ thì vật liệu đó dẫn điện càng tốt. Ngược lại, điện trở suất càng lớn thì vật liệu đó dẫn điện càng kém. Ví dụ, bạc có điện trở suất rất nhỏ nên là kim loại dẫn điện tốt nhất.

**Bảng điện trở suất của một số chất ở 20°C**

| Vật liệu         | Điện trở suất<br>(Ω.m) | Ghi chú                              |
|------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Bạc              | $1,6 \cdot 10^{-8}$    | Dẫn điện tốt nhất                    |
| Đồng             | $1,7 \cdot 10^{-8}$    | Rất tốt, dùng phổ biến               |
| Nhôm             | $2,8 \cdot 10^{-8}$    | Tốt, nhẹ, dùng làm dây cao thế       |
| Vonfram          | $5,5 \cdot 10^{-8}$    | Dùng làm dây tóc bóng đèn            |
| Sắt              | $12,0 \cdot 10^{-8}$   | Dẫn điện trung bình                  |
| Nicrom (hợp kim) | $1,1 \cdot 10^{-6}$    | Điện trở suất lớn, dùng làm dây nung |

**2. Công thức tính điện trở của dây dẫn**

Từ ba sự phụ thuộc trên, ta có công thức tổng quát để tính điện trở của một dây dẫn hình trụ:

- **Công thức:** $R = \rho * (l / S)$
- **Trong đó:**
  - **R:** là điện trở của dây dẫn, đơn vị là Ôm (Ω).
  - **ρ:** là điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn, đơn vị là Ôm mét (Ω.m).
  - **l:** là chiều dài của dây dẫn, đơn vị là mét (m).
  - **S:** là tiết diện của dây dẫn, đơn vị là mét vuông (m²).

- **Lưu ý quan trọng về đơn vị:** Các đại lượng trong công thức phải đồng nhất đơn vị. Thông thường, tiết diện dây dẫn được cho bằng  $\text{mm}^2$ , ta phải đổi về  $\text{m}^2$ :  **$1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$** .

- **Ví dụ minh họa:**

- **Ví dụ 1:** Tính điện trở của một đoạn dây đồng dài 50m, có tiết diện  $0,5 \text{ mm}^2$ . Biết điện trở suất của đồng là  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ .

*Tóm tắt:*  $l = 50 \text{ m}$ ;  $S = 0,5 \text{ mm}^2 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ ;  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ . Tính  $R$ ?

*Giải:* Áp dụng công thức, ta có  $R = \rho * (l/S) = (1,7 \cdot 10^{-8}) * (50 / 0,5 \cdot 10^{-6}) = 1,7 \Omega$ .

- **Ví dụ 2:** Một dây nung của bếp điện làm bằng nicrom có điện trở  $80 \Omega$ , dài 10m. Tính tiết diện của dây nung này? Biết điện trở suất của nicrom là  $1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ .

*Tóm tắt:*  $R = 80 \Omega$ ;  $l = 10 \text{ m}$ ;  $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ . Tính  $S$ ?

*Giải:* Từ công thức  $R = \rho * (l/S)$ , suy ra  $S = \rho * (l/R) = (1,1 \cdot 10^{-6} * 10) / 80 = 1,375 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$  (hay  $0,1375 \text{ mm}^2$ ).

### III. CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬN DỤNG

#### Dạng 1: Tính toán trực tiếp các đại lượng trong công thức

Đây là dạng bài cơ bản nhất, yêu cầu tính một đại lượng ( $R$ ,  $\rho$ ,  $l$ ,  $S$ ) khi biết các đại lượng còn lại. Cần chú ý đổi đơn vị cho đúng.

- **Bài tập:** Một dây dẫn bằng nhôm dài 4km, có đường kính tiết diện là 2mm. Tính điện trở của dây dẫn này, biết  $\rho_{\text{nhôm}} = 2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ .

*Hướng dẫn giải:*

1. Đổi đơn vị:  $l = 4\text{km} = 4000\text{m}$ ;  $d = 2\text{mm} \Rightarrow$  bán kính  $r = 1\text{mm} = 0,001\text{m}$ .
2. Tính tiết diện:  $S = \pi.r^2 = 3,14 * (0,001)^2 = 3,14.10^{-6} \text{ m}^2$ .
3. Tính điện trở:  $R = \rho * (l/S) = (2,8.10^{-8}) * (4000 / 3,14.10^{-6}) \approx 35,7 \Omega$ .

## **Dạng 2: So sánh điện trở của hai dây dẫn**

Dạng bài này yêu cầu lập tỉ số để so sánh. Ta viết công thức tính điện trở cho từng dây rồi lập tỉ lệ.

- **Bài tập:** So sánh điện trở của một dây đồng dài 100m, tiết diện  $2\text{mm}^2$  với một dây nhôm dài 200m, tiết diện  $4\text{mm}^2$ . Biết  $\rho_{\text{đồng}} = 1,7.10^{-8} \Omega.\text{m}$  và  $\rho_{\text{nhôm}} = 2,8.10^{-8} \Omega.\text{m}$ .

*Hướng dẫn giải:*

1. Điện trở dây đồng:  $R_{\text{đ}} = \rho_{\text{đ}} * (l_{\text{đ}} / S_{\text{đ}})$
2. Điện trở dây nhôm:  $R_{\text{n}} = \rho_{\text{n}} * (l_{\text{n}} / S_{\text{n}})$
3. Lập tỉ số:  $R_{\text{đ}} / R_{\text{n}} = [\rho_{\text{đ}} * (l_{\text{đ}} / S_{\text{đ}})] / [\rho_{\text{n}} * (l_{\text{n}} / S_{\text{n}})]$
4. Thay số (không cần đổi đơn vị của S vì sẽ triệt tiêu khi lập tỉ số):  $R_{\text{đ}} / R_{\text{n}} = [(1,7.10^{-8} * 100) / 2] / [(2,8.10^{-8} * 200) / 4] = (0,85.10^{-6}) / (1,4.10^{-6}) \approx 0,6$ .
5. Kết luận:  $R_{\text{đ}} \approx 0,6 R_{\text{n}}$ . Điện trở dây đồng nhỏ hơn.

### Dạng 3: Bài toán thay đổi cấu trúc dây (gập, kéo dãn)

Khi một dây dẫn bị thay đổi cấu trúc, các đại lượng  $l$  và  $S$  sẽ thay đổi theo, nhưng thể tích  $V = S.l$  của dây là không đổi.

- **Bài tập:** Một dây dẫn đồng chất có điện trở  $R$ . Người ta kéo dãn đều dây dẫn đó ra cho đến khi chiều dài của nó tăng lên gấp 3 lần. Hỏi điện trở mới của dây là bao nhiêu?

*Hướng dẫn giải:*

1. Lúc đầu:  $R = \rho * (l / S)$
2. Lúc sau:  $l' = 3l$ . Vì thể tích không đổi ( $V = S.l = S'.l'$ ), nên  $S' = S * (l / l') = S * (l / 3l) = S/3$ .
3. Điện trở mới:  $R' = \rho * (l' / S') = \rho * (3l / (S/3)) = 9 * [\rho * (l/S)] = 9R$ .
4. Kết luận: Điện trở mới của dây là  $9R$ .