CHỦ ĐỀ 5

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐIỆN TRỞ CỦA MỘT DÂY DẪN

H5.1

H5.2

Bạn An hỏi bạn Bình: "Đố bạn, lõi của các đường dây dẫn điện trong gia đình (hình H5.1) làm bằng vật liệu gì?". Bạn Bình trả lời: "Mình biết, lõi của các dây dẫn điện này làm bằng đồng.". An lại hỏi tiếp: "Các kim loại khác như sắt, chì, kẽm cũng là chất dẫn điện và lại rẻ tiền hơn đồng, sao không dùng những vật liệu này để chế tạo lõi dây dẫn điện?".

Bạn Bình hỏi lại bạn An: "Bạn có biết, đường dây truyền tải điện từ các nhà máy điện đến nơi tiêu thụ (hình H5.2) được làm bằng vật liệu gì?". An đáp: "Mình nghĩ chắc cũng là dây đồng.". Bình bảo: " Không phải đâu, các đường dây truyền tải này thường làm bằng nhôm đấy!".

Các em có thể trả lời và giải thích được những câu hỏi, đáp của hai bạn An, Bình?

Các dây dẫn điện luôn được chế tạo để có thể dẫn điện tốt (cản trở dòng điện ít) nên những câu hỏi trên đều liên quan đến điện trở của dây dẫn.

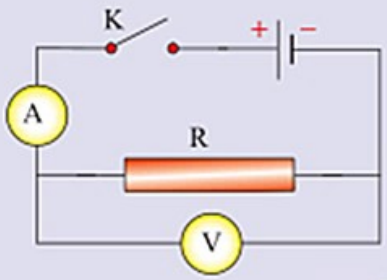
Ta hãy cùng tìm hiểu xem điện trở của một dây dẫn phụ thuộc những yếu tố nào và phụ thuộc vào các yếu tố đó như thế nào. Từ đó, ta có thể trả lời được nhiều câu hỏi về điện trong cuộc sống xung quanh.

Người ta thấy điện trở của một dây dẫn phụ thuộc vào độ dài dây, tiết diện dây và vật liệu làm dây dẫn. Ta hãy tìm hiểu xem điện trở của dây dẫn phụ thuộc vào các yếu tố này như thế nào? Để khảo sát sự phụ thuộc của điện trở dây dẫn vào một yếu tố nào đó, ta cần đo điện trở của các dây dẫn có yếu tố đó khác nhau, các yếu tố còn lại là như nhau.

5.1 SỰ PHỤ THUỘC CỦA ĐIỆN TRỞ DÂY DẪN VÀO ĐỘ DÀI DÂY

• ***Hoạt động 1:*** *Hãy tìm hiểu, tính toán, nhận xét và trả lời câu hỏi vận dụng.*

Người ta mắc mạch điện theo sơ đồ như hình H5.3 để đo điện trở R của một dây dẫn. Lần lượt thay đổi các dây dẫn với độ dài khác nhau nhưng có cùng tiết diện và vật liệu rồi đo điện trở của các dây dẫn này (hình minh hoạ H5.4).



H5.3

H5.4 Dây dẫn dài ngắn khác nhau có điện trở khác nhau

Trong một lần thí nghiệm, người ta ghi nhận được số liệu từ thí nghiệm như bảng 1 sau đây.

Bảng 1

Lần đo	Hiệu điện thế	Cường độ dòng điện	Điện trở dây dẫn
1. Dây dẫn có độ dài l_1	$U_1 = 6$ V	$I_1 = 1{,}2$ A	$R_1 =$ .....
2. Dây dẫn có độ dài $l_2 = 2l_1$	$U_2 = 6$ V	$I_2 = 0{,}6$ A	$R_2 =$ .....
3. Dây dẫn có độ dài $l_3 = 3l_1$	$U_3 = 6$ V	$I_3 = 0{,}4$ A	$R_3 =$ .....

Hãy tính điện trở dây dẫn trong mỗi lần đo và điền kết quả vào bảng 1.

Nhận xét:

Khi $l_2 = 2l_1$ thì $R_2 = ...R_1$.

Khi $l_3 = 3l_1$ thì $R_3 = ...R_1$.

KẾT LUẬN

Khi các dây dẫn có cùng tiết diện và được làm từ cùng một loại vật liệu thì điện trở của dây dẫn tỉ lệ thuận với độ dài của dây.

VẬN DỤNG

Hai dây dẫn điện hình trụ có cùng tiết diện và cùng vật liệu. Dây I là một đoạn dây dẫn thẳng có độ dài $l = 0{,}4$ m, điện trở $R_1 = 2\ \Omega$. Dây II có hình dạng là một cung nửa đường tròn đường kính $d = 0{,}4$ m. Em hãy tìm điện trở R_2 của dây II.

5.2 SỰ PHỤ THUỘC CỦA ĐIỆN TRỞ DÂY DẪN VÀO TIẾT DIỆN DÂY

• *Hoạt động 2: Hãy tìm hiểu, tính toán, nhận xét và trả lời câu hỏi vận dụng.*

H5.5 Dây dẫn to nhỏ khác nhau có điện trở khác nhau

Người ta mắc lại mạch điện theo sơ đồ như hình H5.3. Lần lượt thay đổi các dây dẫn với tiết diện khác nhau nhưng có cùng độ dài và vật liệu rồi đo điện trở của các dây dẫn này (hình minh hoạ H5.5).

Trong một lần thí nghiệm, người ta ghi nhận được số liệu từ thí nghiệm như bảng 2 sau đây.

Bảng 2

Lần đo	Hiệu điện thế	Cường độ dòng điện	Điện trở dây dẫn
1. Dây dẫn có tiết diện S_1	$U_1 = 6$ V	$I_1 = 0,2$ A	$R_1 =$ .....
2. Dây dẫn có tiết diện $S_2 = 2S_1$	$U_2 = 6$ V	$I_2 = 0,4$ A	$R_2 =$ .....
3. Dây dẫn có tiết diện $S_3 = 3S_1$	$U_3 = 6$ V	$I_3 = 0,6$ A	$R_3 =$ .....

Hãy tính điện trở dây dẫn trong mỗi lần đo và điền kết quả vào bảng 2.

Nhận xét:

Khi $S_2 = 2S_1$ thì $R_2 = ...R_1$.

Khi $S_3 = 3S_1$ thì $R_3 = ...R_1$.

KẾT LUẬN

Khi các dây dẫn có cùng độ dài và được làm từ cùng một loại vật liệu thì điện trở của dây dẫn tỉ lệ nghịch với tiết diện của dây.

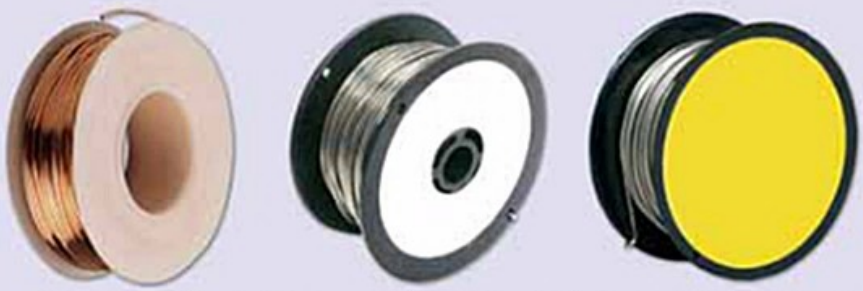
VẬN DỤNG

Hai dây dẫn điện hình trụ có cùng độ dài và cùng vật liệu. Dây I có đường kính tiết diện $d_1 = 0,8$ mm, điện trở $R_1 = 12\ \Omega$. Em hãy tìm điện trở R_2 của dây II biết đường kính tiết diện của dây là $d_2 = 1,6$ mm.

5.3 SỰ PHỤ THUỘC CỦA ĐIỆN TRỞ DÂY DẪN VÀO VẬT LIỆU LÀM DÂY

• *Hoạt động 3: Hãy tìm hiểu, tính toán, kết luận và trả lời câu hỏi vận dụng.*

Người ta mắc lại mạch điện theo sơ đồ như hình H5.3. Lần lượt thay đổi các dây dẫn có cùng độ dài và tiết diện nhưng khác vật liệu (hình minh hoạ H5.6) rồi đo điện trở của các dây dẫn này.



H5.6 Dây dẫn có thể được chế tạo bởi nhiều loại vật liệu khác nhau

Trong một lần thí nghiệm, người ta ghi nhận được số liệu từ thí nghiệm như bảng 3 sau đây.

Bảng 3

Lần đo	Hiệu điện thế	Cường độ dòng điện	Điện trở dây dẫn
1. Dây dẫn bằng đồng	$U_1 = 12,6$ V	$I_1 = 2,1$ A	$R_1 =$ .....
2. Dây dẫn bằng kẽm	$U_2 = 12,6$ V	$I_2 = 0,6$ A	$R_2 =$ .....
3. Dây dẫn bằng sắt	$U_3 = 12,6$ V	$I_3 = 0,3$ A	$R_3 =$ .....

Hãy tính điện trở dây dẫn trong mỗi lần đo và điền kết quả vào bảng 3, từ đó cho biết điện trở của dây dẫn có phụ thuộc vào vật liệu làm dây dẫn hay không.

KẾT LUẬN

Sự phụ thuộc của điện trở vào vật liệu làm dây dẫn được đặc trưng bằng một đại lượng là điện trở suất của vật liệu (hình minh hoạ H5.7).

Điện trở suất của một vật liệu (hay một chất) là đại lượng đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện của vật liệu đó.

Điện trở suất của một vật liệu có trị số bằng điện trở của một đoạn dây dẫn hình trụ làm bằng vật liệu đó và có độ dài là 1 m, tiết diện 1 m^2.

Điện trở suất được kí hiệu là ρ (đọc là rô).

Đơn vị của điện trở suất là ôm mét, kí hiệu là $\Omega.m$.

Một chất dẫn điện càng tốt (cản trở dòng điện càng ít) khi điện trở suất của chất đó càng nhỏ.

H5.7 Vật liệu khác nhau có điện trở suất khác nhau

Bảng 4 sau cho biết điện trở suất ở nhiệt độ 20°C của một số vật liệu.

Bảng 4

Vật liệu	Điện trở suất ρ (Ω.m)	Vật liệu	Điện trở suất ρ (Ω.m)
Bạc	$1,6.10^{-8}$	Nikêlin	$0,40.10^{-6}$
Đồng	$1,7.10^{-8}$	Manganin	$0,43.10^{-6}$
Vàng	$2,4.10^{-8}$	Constantan	$0,50.10^{-6}$
Nhôm	$2,8.10^{-8}$	Nicrom	$1,10.10^{-6}$
Vonfram	$5,5.10^{-8}$	Cacbon	$3,5.10^{-5}$
Kẽm	$5,9.10^{-8}$	Thuỷ tinh	$10^{10} – 10^{14}$
Sắt	12.10^{-8}	Cao su	10^{13}
Chì	21.10^{-8}	Nhựa	$10^{12} – 10^{16}$

VẬN DỤNG

Căn cứ vào yếu tố giá rẻ và dẫn điện tốt, em hãy giải thích vì sao người ta không dùng vàng, bạc, sắt làm vật liệu để chế tạo các dây dẫn điện trong đời sống.

Điện trở của một dây dẫn được tính theo độ dài, tiết diện và vật liệu làm dây như thế nào?

5.4 CÔNG THỨC TÍNH ĐIỆN TRỞ

● *Hoạt động 4: Hãy trả lời, kết luận và vận dụng kết quả tìm được.*

Một vật dẫn được làm từ vật liệu có điện trở suất ρ. Em hãy cho biết:

- Điện trở vật dẫn có độ dài 1 m, tiết diện 1 m² là R_1 = ...

- Điện trở vật dẫn có độ dài 2 m, tiết diện 1 m² là R_2 = ...

- Điện trở vật dẫn có độ dài 2 m, tiết diện 3 m² là R = ...

Từ những câu trả lời trên, có thể khái quát thành các kết luận sau:

KẾT LUẬN

Điện trở của dây dẫn tỉ lệ thuận với độ dài l của dây, tỉ lệ nghịch với tiết diện S của dây và phụ thuộc vào vật liệu làm dây.

Công thức tính điện trở của dây dẫn: $R = \rho \frac{l}{S}$

Trong đó: ***R là điện trở của dây (Ω), ρ là điện trở suất (Ω.m), l là độ dài của dây (m), S là tiết diện của dây (m²).***

VẬN DỤNG

Sử dụng Bảng 4 và công thức tính điện trở, hãy tính điện trở của một dây nhôm có độ dài 500 m, tiết diện 2 mm².

Dựa vào các yếu tố ảnh hưởng đến điện trở dây dẫn và công thức tính điện trở, ta hãy cùng giải thích và trả lời một số hiện tượng, bài toán sau.

5.5 VẬN DỤNG

● *Hoạt động 5:*

Em hãy giải thích vì sao người ta thường chọn đồng để làm vật liệu chế tạo các dây dẫn điện.

● *Hoạt động 6:*

Một dây đồng có điện trở suất ρ_1, độ dài *l*, tiết diện S_1, điện trở R và khối lượng m_1. Người ta muốn thay dây này bằng một dây nhôm có cùng độ dài *l* và điện trở R nhưng có điện trở suất ρ_2, tiết diện S_2 và khối lượng m_2. Cho biết khối lượng riêng của đồng là $D_1 = 8900$ kg/m³, của nhôm là $D_2 = 2700$ kg/m³; điện trở suất của đồng và của nhôm được nêu trong bảng 4.

a) Dây nhôm phải có tiết diện S_2 bằng bao nhiêu lần so với tiết diện S_1 của dây đồng?

b) Dây nhôm có khối lượng m_2 bằng bao nhiêu lần so với khối lượng m_1 của dây đồng? Từ đó giải thích vì sao với các đường dây tải điện đi xa, người ta thường dùng vật liệu nhôm thay cho đồng để chế tạo dây dẫn điện (hình H5.8).

H5.8 Dây dẫn điện bằng nhôm

H5.12 Nước biển dẫn điện tốt hơn nước uống thông thường khoảng từ 100 đến 10 000 lần

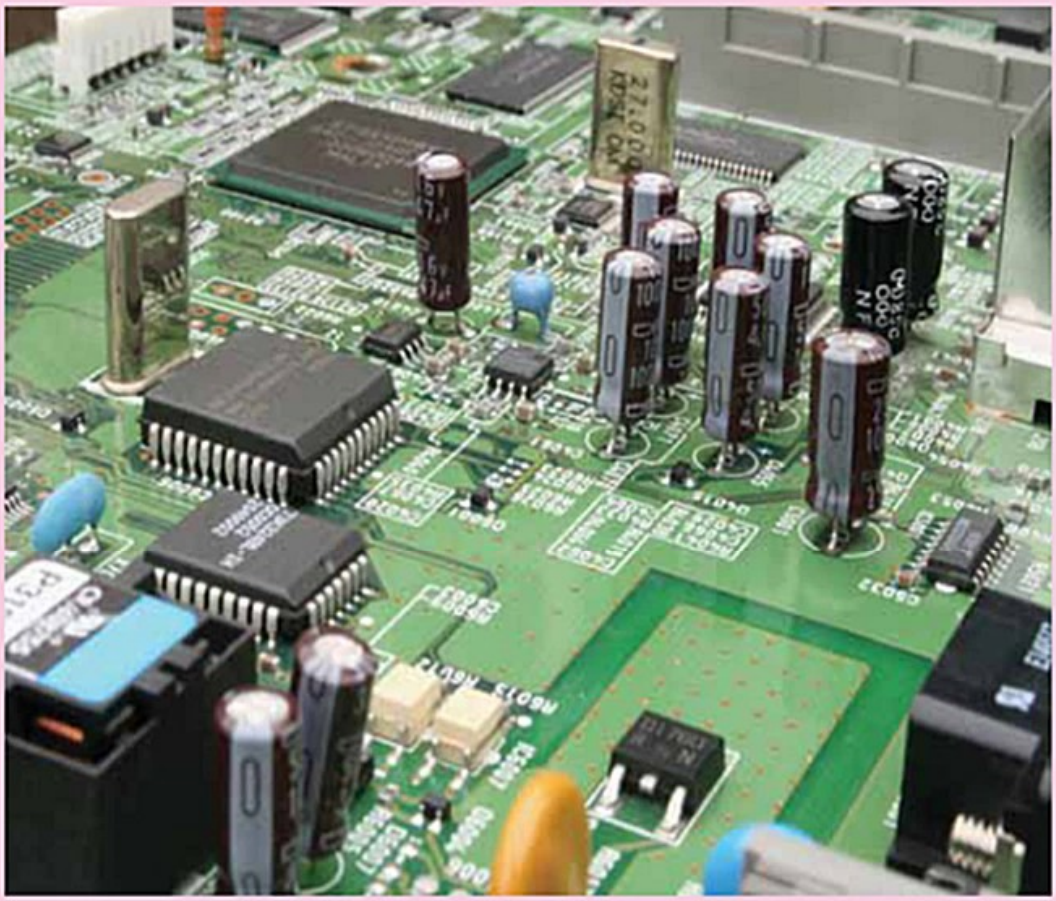
Dây nối trong các mạch điện thường là dây đồng. Trong các bài luyện tập trên, ta thấy khi chiều dài không quá lớn thì điện trở của các dây dẫn bằng đồng là rất nhỏ. Do đó, khi tính toán ta thường bỏ qua điện trở của dây nối trong các mạch điện.

Điện trở suất của các vật liệu có giá trị thay đổi trong một phạm vi rất lớn. Kim loại là vật liệu dẫn điện tốt, có điện trở suất trong khoảng từ 10^{-8} Ω.m đến 10^{-6} Ω.m. Nước biển có điện trở suất khoảng 0,2 Ω.m còn nước uống thông thường có điện trở suất trong khoảng từ 20 Ω.m đến 2000 Ω.m (hình minh hoạ H5.12), gỗ ẩm ướt có điện trở suất khoảng từ 10^3 đến 10^4 Ω.m. Các chất cách điện như thuỷ tinh, cao su, nhựa... có điện trở suất khoảng từ 10^{10} Ω.m đến 10^{20} Ω.m.

Điện trở suất phụ thuộc nhiệt độ nên điện trở của các vật dẫn cũng phụ thuộc nhiệt độ. Người ta thấy khi nhiệt độ tăng thì điện trở suất của kim loại tăng và điện trở của dây dẫn làm bằng kim loại cũng tăng. Tuy nhiên, một số vật liệu như manganin và constantan có điện trở suất thay đổi không đáng kể theo nhiệt độ nên chúng thường được dùng để chế tạo các điện trở mẫu.

Có một nhóm vật liệu được gọi là chất bán dẫn, như gemani, silic... Điện trở suất của chất bán dẫn ở trong khoảng trung gian giữa điện trở suất của kim loại và chất cách điện (khoảng 10^{-6} Ω.m đến 10^{8} Ω.m). Đặc điểm quan trọng của chất bán dẫn trái ngược với kim loại là khi nhiệt độ tăng thì điện trở suất của chất bán dẫn giảm. Ngoài ra, điện trở suất của chất bán dẫn còn phụ thuộc rất lớn vào tạp chất. Chỉ cần một lượng tạp chất nhỏ cũng khiến điện trở suất của chất bán dẫn giảm đi rất nhiều...

Chất bán dẫn là một vật liệu rất quan trọng để chế tạo các linh kiện, thiết bị máy móc điện, điện tử (hình minh hoạ H5.13).



H5.13