

BÀI 10. DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

I. CÁC TÍNH CHẤT ĐIỆN CỦA KIM LOẠI

- Kim loại là chất dẫn điện tốt.

Điện trở R của đoạn dây dẫn kim loại phụ thuộc chất liệu và kích thước dây dẫn theo công thức:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

l : chiều dài của dây dẫn kim loại. Đơn vị: m.

S : tiết diện của dây dẫn kim loại. Đơn vị: m^2 .

ρ : điện trở suất của kim loại, thường có giá trị rất nhỏ. Đơn vị: $\Omega \cdot m$.

Bảng 1: Điện trở suất ρ_0 (ở $20^\circ C$) của một số kim loại tiêu biểu:

Kim loại	Bạc ($_{47}Ag$)	Đồng ($_{29}Cu$)	Nhôm ($_{13}Al$)	Sắt ($_{26}Fe$)	Vonfram (Wolfram $_{74}W$)	Constantan (hợp kim của Đồng $_{29}Cu$ và Niken $_{28}Ni$)
ρ_0 ($\Omega \cdot m$)	$1,62 \cdot 10^{-8}$	$1,69 \cdot 10^{-8}$	$2,75 \cdot 10^{-8}$	$9,68 \cdot 10^{-8}$	$5,25 \cdot 10^{-8}$	$5,21 \cdot 10^{-8}$

- Dòng điện trong kim loại tuân theo định luật Ôm (khi nhiệt độ kim loại được giữ không đổi).

Đường đặc tuyến vôn-ampe là một đoạn thẳng, vì R không phụ thuộc hiệu điện thế U giữa hai đầu dây dẫn kim loại:



Hình 1. Đường đặc tuyến vôn-ampe của dây dẫn kim loại (ở nhiệt độ không đổi) có dạng đoạn thẳng

- Dòng điện chạy qua dây dẫn kim loại gây ra tác dụng nhiệt.

Tính chất này của kim loại được ứng dụng trong nhiều thiết bị như hình vẽ bên dưới.



Hình 2. Tác dụng nhiệt của dòng điện khi chạy qua dây dẫn kim loại được ứng dụng trong nhiều thiết bị dân dụng.

- Điện trở suất ρ của kim loại tăng theo nhiệt độ (gần đúng theo hàm bậc nhất):

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t - t_0)] \quad (2)$$

trong đó:

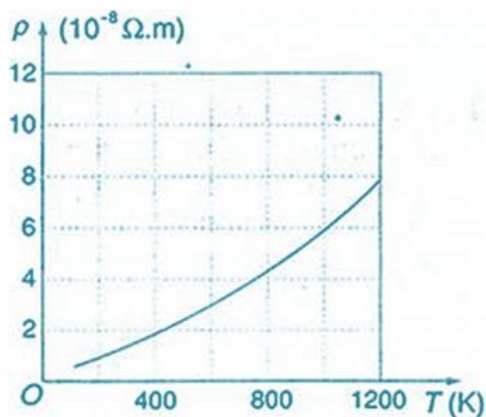
ρ_0 là điện trở suất ở nhiệt độ t_0 ($^{\circ}\text{C}$) (thường lấy là 20°C).

ρ là điện trở suất ở nhiệt độ t ($^{\circ}\text{C}$).

α là hệ số nhiệt điện trở. Đơn vị: $1/\text{độ}$ hay K^{-1} . Thí nghiệm chính xác chứng tỏ rằng hệ số nhiệt điện trở α phụ thuộc vào bản chất kim loại, nhiệt độ, độ sạch (độ tinh khiết của kim loại) và chế độ gia công vật liệu.

Bảng 2: Hệ số nhiệt điện trở α của một số kim loại tiêu biểu:

Kim loại	Bạc ($_{47}\text{Ag}$)	Đồng ($_{29}\text{Cu}$)	Nhôm ($_{13}\text{Al}$)	Sắt ($_{26}\text{Fe}$)	Vonfram (Wolfram $_{74}\text{W}$)	Constantan (hợp kim của Đồng $_{29}\text{Cu}$ và Niken $_{28}\text{Ni}$)
α (K^{-1})	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$0,01 \cdot 10^{-3}$



Hình 3. Sự biến đổi điện trở suất ρ của đồng theo nhiệt độ.

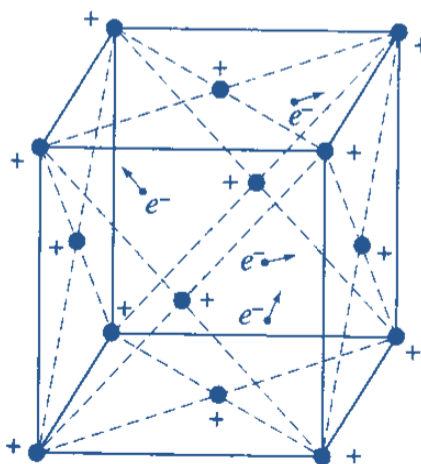
- * Nếu coi l và S của dây dẫn kim loại không thay đổi trong khoảng nhiệt độ từ t_0 đến t thì từ (1) và (2) ta có điện trở R của kim loại tăng theo nhiệt độ (gần đúng theo hàm bậc nhất):

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

II. ÊLECTRON TỰ DO TRONG KIM LOẠI

- Trong kim loại, mật độ êlectron tự do rất lớn

Mật độ êlectron tự do = số êlectron tự do trong một đơn vị thể tích.



Hình 4. Một ô mạng tinh thể của đồng. Các ion dương đồng sắp xếp có trật tự tại các nút mạng tinh thể, còn các electron tự do thì chuyển động hỗn loạn, chiếm toàn bộ thể tích của tinh thể đồng.

- Các kim loại khác nhau có mật độ electron tự do khác nhau.

Mật độ electron tự do có giá trị không đổi đối với mỗi kim loại.

- Khi không có tác dụng của điện trường ngoài, chuyển động hỗn loạn của electron tự do không tạo ra dòng điện trong kim loại.



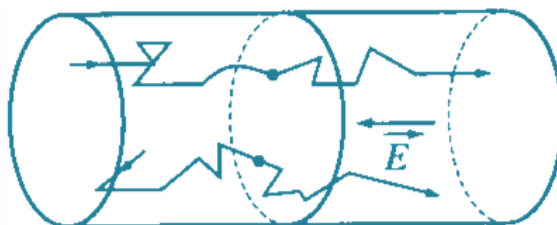
Hình 5. Chuyển động của electron qua tiết diện thẳng của dây kim loại khi không có tác dụng của điện trường.

III. GIẢI THÍCH TÍNH DẪN ĐIỆN CỦA KIM LOẠI

Các tính chất điện của kim loại có thể giải thích được dựa trên sự có mặt của các electron tự do trong kim loại (thuyết electron về tính dẫn điện của kim loại).

1. Bản chất dòng điện trong kim loại

Bình thường các electron chuyển động nhiệt hỗn loạn. Khi có hiệu điện thế đặt vào kim loại thì các electron chuyển động có hướng tạo thành dòng điện trong kim loại.



Hình 6. Chuyển động của electron qua tiết diện thẳng của dây kim loại khi có tác dụng của điện trường.

Định nghĩa: Dòng điện trong kim loại là dòng dịch chuyển có hướng của các electron tự do ngược chiều điện trường.

2. Nguyên nhân gây ra điện trở: là do sự mất trật tự của mạng tinh thể kim loại (do chuyển động nhiệt của các ion, sự méo mạng tinh thể do biến dạng cơ và các nguyên tử lạ lẫn trong mạng tinh thể kim loại tạo ra) đã cản trở chuyển động có hướng của các electron tự do, làm cho chuyển động của electron lệch hướng.

3. Điện trở suất của kim loại tăng theo nhiệt độ: vì khi nhiệt độ tăng, ion dương dao động mạnh hơn sẽ làm độ mất trật tự của mạng tinh thể tăng, làm tăng sự cản trở chuyển động của các electron tự do.

4. Khi chuyển động, các electron “va chạm” với chỗ mất trật tự của mạng tinh thể, đã truyền một phần động năng của nó cho mạng tinh thể làm tăng nội năng của kim loại => dây dẫn kim loại nóng lên khi có dòng điện chạy qua.

=====