



# DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

Khi bật công tắc đèn, ta thấy đèn sáng ngay lập tức. Chắc là đã có những electron chuyển động từ nguồn điện tới đèn với tốc độ rất lớn. Có phải như vậy không?

**Bảng 17.1**

Điện trở suất và hệ số nhiệt  
điện trở của một số kim loại tiêu biểu

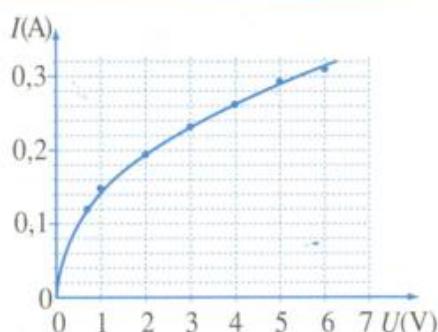
Kim loại	$\rho_0$ ( $\Omega \cdot m$ )	$\alpha$ ( $K^{-1}$ )
Bạc	$1,62 \cdot 10^{-8}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$
Đồng	$1,69 \cdot 10^{-8}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$
Nhôm	$2,75 \cdot 10^{-8}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$
Sắt	$9,68 \cdot 10^{-8}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$
Vonfram	$5,25 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Constantan	$5,21 \cdot 10^{-8}$	$0,01 \cdot 10^{-3}$

**C1** Làm thí nghiệm khảo sát sự phụ thuộc của điện trở dây tóc bóng đèn  $6,2\text{ V} - 0,5\text{ A}$  vào hiệu điện thế đặt vào bóng đèn, ta được kết quả ghi ở Bảng 17.2 và đặc tuyến vôn – ampe trên Hình 17.1. Từ đó, em có thể rút ra các kết luận gì?

**Bảng 17.2**

Kết quả thí nghiệm với bóng đèn  $6,2\text{ V}$

$U$ (V)	0,6	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I$ (A)	0,12	0,15	0,19	0,23	0,26	0,29	0,31



**Hình 17.1** Đặc tuyến vôn-ampe của điện trở dây tóc bóng đèn.

## 1. Các tính chất điện của kim loại

- Kim loại là chất dẫn điện tốt

Độ lớn của điện trở suất  $\rho$  của các kim loại rất nhỏ (điện dẫn suất  $\sigma = \frac{1}{\rho}$  của chúng rất lớn) (xem Bảng 17.1).

- Dòng điện trong kim loại tuân theo định luật Ôm, nếu nhiệt độ kim loại được giữ không đổi (xem Bài 10).

- Dòng điện chạy qua dây dẫn kim loại gây ra tác dụng nhiệt (xem Bài 12).

- Điện trở suất của kim loại tăng theo nhiệt độ.

Thí nghiệm chứng tỏ điện trở suất  $\rho$  của kim loại phụ thuộc nhiệt độ gần đúng theo hàm bậc nhất :

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t - t_0)] \quad (17.1)$$

trong đó  $\rho_0$  là điện trở suất ở  $t_0$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) (thường lấy là  $20^{\circ}\text{C}$ ) ;  $\alpha$  được gọi là *hệ số nhiệt điện trở*, có đơn vị là  $\text{K}^{-1}$ . Trên Bảng 17.1 có ghi giá trị của  $\rho_0$  và  $\alpha$  của một số kim loại tiêu biểu.

Thí nghiệm chính xác chứng tỏ hệ số  $\alpha$  còn phụ thuộc vào nhiệt độ, vào cả độ sạch và chế độ gia công vật liệu.

## 2. Electron tự do trong kim loại

a) Ta đã biết (xem SGK Vật lí 10), các kim loại ở thể rắn có cấu trúc tinh thể. Trong kim loại, các nguyên tử bị mất electron hoá trị trở thành các ion dương, các ion dương sắp xếp *một cách tuần hoàn, trật tự* tạo nên mạng tinh thể kim loại.

b) Các electron hoá trị tách khỏi nguyên tử thì chuyển động hỗn loạn trong mạng tinh thể.

Các electron này được gọi là *electron tự do*; chúng tạo thành *khí electron tự do* choán toàn bộ thể tích của tinh thể kim loại. Trên Hình 17.2 là một ô mạng tinh thể của đồng.

Các kim loại khác nhau có mật độ electron (số electron tự do trong một đơn vị thể tích) khác nhau; mật độ này có giá trị không đổi đối với mỗi kim loại.

Khi không có tác dụng của điện trường ngoài, chuyển động hỗn loạn của các electron tự do không tạo ra dòng điện trong kim loại (Hình 17.3).

### 3. Giải thích tính chất 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*).

#### a) Bản chất dòng điện trong kim loại

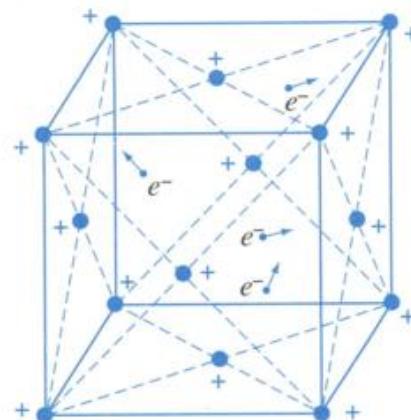
Khi đặt vào hai đầu vật dẫn kim loại một hiệu điện thế, ngoài chuyển động nhiệt hỗn loạn (Hình 17.4), do chịu tác dụng của lực điện trường, các electron tự do chuyển động có hướng, ngược chiều điện trường. Do đó, có sự dịch chuyển có hướng của các hạt tải điện, nghĩa là có dòng điện chạy trong kim loại.

Vậy, **dòng điện trong kim loại là dòng dịch chuyển có hướng của các electron tự do ngược chiều điện trường**.

Mật độ hạt tải điện (electron tự do) trong kim loại rất lớn, vào cỡ mật độ nguyên tử kim loại ( $10^{28}/m^3$ ), vì thế kim loại dẫn điện tốt.

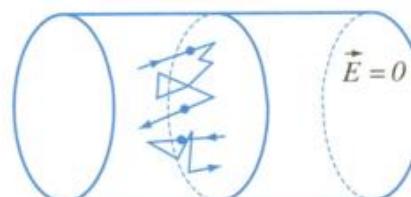
**b) Sự mất trật tự của mạng tinh thể kim loại** (do chuyển động nhiệt của các ion trong mạng tinh thể, sự méo móng tinh thể do biến dạng cơ học và các nguyên tử lật lẩy trong kim loại tạo ra) đã cản trở chuyển động có hướng của các electron tự do, làm cho chuyển động của electron bị lệch hướng. Đó là nguyên nhân

**C2** Muốn làm một dây dẫn có điện trở gần như không thay đổi theo nhiệt độ thì nên dùng vật liệu nào?



Hình 17.2 Một ô mạng tinh thể của đồng.

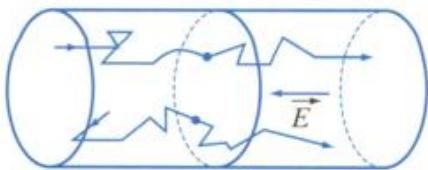
Các hình tròn màu xanh trong hình vẽ là các ion đồng.



Hình 17.3 Chuyển động của electron qua tiết diện thẳng của dây kim loại khi không có tác dụng của điện trường.

Sự phụ thuộc của điện trở vật dẫn kim loại vào nhiệt độ được ứng dụng để chế tạo các nhiệt kế điện trở dùng để đo nhiệt độ. Nhiệt kế điện trở có thể dùng để đo những nhiệt độ rất cao (đến  $1000^\circ\text{C}$ ), hoặc rất thấp (đến  $-200^\circ\text{C}$ ) với độ chính xác cao (có thể đến  $0,0001^\circ\text{C}$ ).

Bộ phận chủ yếu của nhiệt kế điện trở là một sợi dây mảnh bằng platin quấn quanh một lõi cách điện. Điện trở của dây này đã được xác định chính xác ở các nhiệt độ khác nhau. Vì thế, khi đặt dây đó vào khu vực cần đo nhiệt độ, chỉ cần biết điện trở của dây là có thể biết được nhiệt độ. Giá trị của nhiệt độ này được ghi ngay trên dụng cụ đo.



**Hình 17.4** Chuyển động của electron qua tiết diện thẳng của kim loại khi có tác dụng của điện trường.

Phép tính toán đã chứng tỏ tốc độ của chuyển động có hướng của các electron tự do trong kim loại rất nhỏ (nhỏ hơn 0,2 mm/s). Không nên lẫn lộn tốc độ này với tốc độ lan truyền của điện trường tác dụng lên các electron tự do (cỡ 300 000 km/s). Vì tốc độ lan truyền của điện trường rất lớn, nên khi ta đóng mạch điện, thì ngọn đèn điện dù ở rất xa cũng h้า như lập tức phát sáng.

Từ thuyết electron về kim loại, suy ra điện dẫn suất của kim loại tỉ lệ thuận với mật độ electron tự do.

**C3** Giải thích tại sao các kim loại khác nhau có điện trở suất khác nhau.

cơ bản gây ra điện trở của kim loại. Ta nói electron “va chạm” vào các chỗ mất trật tự của mạng tinh thể.

**c)** Nhiệt độ của kim loại càng cao, thì các ion kim loại càng dao động mạnh (biên độ dao động càng lớn). Do đó, độ mất trật tự của mạng tinh thể kim loại càng tăng, càng làm tăng sự cản trở chuyển động của các electron tự do. Vì vậy, khi nhiệt độ tăng thì điện trở suất của kim loại tăng.

**d)** Các electron tự do chuyển động có gia tốc do tác dụng của lực điện trường, và thu được một năng lượng xác định (ngoài năng lượng của chuyển động nhiệt hỗn loạn). Năng lượng của chuyển động có hướng của các electron tự do được truyền một phần (hay hoàn toàn) cho mạng tinh thể kim loại khi “va chạm”, làm tăng nội năng của kim loại. Như vậy, năng lượng của chuyển động có hướng của các electron tự do đã chuyển thành nội năng của kim loại tức là chuyển hóa thành nhiệt. Vì vậy, dây dẫn kim loại nóng lên khi có dòng điện chạy qua.

## ?

### CÂU HỎI

- Điện trở của kim loại phụ thuộc nhiệt độ như thế nào ?
- Vận dụng thuyết electron tự do trong kim loại, hãy giải thích các tính chất điện của kim loại.



### BÀI TẬP

- Câu nào sai ?
  - Hạt tải điện trong kim loại là electron tự do.
  - Dòng điện trong kim loại tuân theo định luật Ôm nếu nhiệt độ trong kim loại được giữ không đổi.
  - Hạt tải điện trong kim loại là ion.
  - Dòng điện chạy qua dây dẫn kim loại gây ra tác dụng nhiệt.
- Câu nào đúng ?
 

Khi nhiệt độ của dây kim loại tăng, điện trở của nó sẽ

  - giảm đi.
  - không thay đổi.
  - tăng lên.
  - ban đầu tăng lên theo nhiệt độ nhưng sau đó lại giảm dần.
- Một sợi dây đồng có điện trở  $74 \Omega$  ở  $50^\circ\text{C}$ . Điện trở của sợi dây đó ở  $100^\circ\text{C}$  là bao nhiêu ?