

17 DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

I - Mục tiêu

– Nhận được các tính chất điện của kim loại. Trình bày được sự phụ thuộc của điện trở suất của kim loại theo nhiệt độ.

– Hiểu được sự có mặt của các electron tự do trong kim loại. Vận dụng thuyết electron tự do trong kim loại để giải thích một cách định tính các tính chất điện của kim loại.

II - Chuẩn bị

Giáo viên

– Vẽ phóng to các Hình 17.1, 17.2, 17.3, 17.4 và Bảng 17.2 SGK.

Học sinh

Ôn lại phần nói về tính dẫn điện của kim loại trong SGK Vật lí 9 và định luật Ôm cho đoạn mạch, định luật Jun – Len-xơ.

III - Những điều cần lưu ý

1. Thí nghiệm đã chứng tỏ rằng hạt tải điện trong kim loại chính là electron tự do. Mật độ electron tự do n_0 (số electron trong một đơn vị thể tích) bằng số nguyên tử trong một đơn vị thể tích của kim loại : $n_0 = 10^{28}/\text{m}^3$.

Để giải thích sự dẫn điện của kim loại, Drút (Drude) và Lo-ren-xơ (Lorentz) đã đề ra thuyết electron về kim loại có nội dung sau :

- Chuyển động của các electron tự do trong kim loại tuân theo các định luật của cơ học cổ điển.
- Tập hợp các electron tự do trong kim loại được coi như một khí electron, giống như khí lí tưởng. Khí electron tuân theo các định luật của khí lí tưởng. Vận tốc trung bình của chuyển động hỗn loạn (chuyển động nhiệt) của electron được tính theo công thức : $\bar{v}_T = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$. Do đó, ở nhiệt độ phòng ($T = 300$ K) thì $\bar{v} \approx 10^5$ m/s.

Dựa vào thuyết electron có thể giải thích nguyên nhân gây ra điện trở, thiết lập định luật Ôm và định luật Jun – Len-xơ đối với kim loại...

2. Có thể so sánh vận tốc của chuyển động nhiệt hỗn loạn \bar{v}_T của electron với vận tốc trung bình v của chuyển động có hướng của electron do tác dụng của điện trường. Thực nghiệm cho biết, vận tốc cực đại trong chuyển động có hướng của electron đối với đồng là $v_{\max} \approx 0,06$ m/s. Ta thấy $v_{\max} \ll \bar{v}_T$.

3. Dựa vào thuyết electron, người ta đã thiết lập được định luật Ôm hoàn toàn phù hợp với kết quả thực nghiệm. Từ đó suy ra biểu thức của điện trở suất của kim loại :

$$\rho = \frac{m\bar{v}_T}{n_0 e^2 \bar{\lambda}} \quad (1)$$

(với e , m tương ứng là điện tích và khối lượng của electron ; $\bar{\lambda}$ là quãng đường tự do trung bình của electron). Từ đó giải thích được sự tăng của ρ (và sự tăng tương ứng của điện trở R của kim loại) khi nhiệt độ tăng.

Cần lưu ý rằng, tuy có tác dụng của điện trường đặt vào kim loại, vận tốc của từng electron vẫn riêng biệt không phải cứ tăng mãi, vì có sự va chạm gắn liền với dao động nhiệt của nút mạng tinh thể. Như vậy, sau một thời gian τ nhất định (có trị số cỡ $2,5 \cdot 10^{-14}$ s), gọi là *thời gian hồi phục*, vận tốc của chuyển động định hướng của các electron vẫn sẽ đạt tới một trị số giới hạn không đổi, tạo nên dòng điện không đổi. Thuyết lượng tử cho ta công thức tương tự với (1) :

$$\rho = \frac{m}{n_0 e^2 \tau}, \text{ với } \tau = \frac{\bar{\lambda}}{v_F}$$

$$\text{trong đó } v_F = \sqrt{\frac{2E_F}{m}}$$

(E_F được gọi là *năng lượng Fécmi*, $E_F \approx 7,0$ eV).

IV - Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. Các tính chất điện của kim loại

GV yêu cầu HS nêu lên các tính chất điện của kim loại, sau đó GV tổng kết và hệ thống lại.

GV yêu cầu HS căn cứ vào đồ thị ở Hình 17.1 để trả lời **C1**.

Trả lời **C1** : Điện trở dây tóc bóng đèn tăng khi hiệu điện thế tăng. Mặt khác, khi hiệu điện thế tăng, độ sáng của đèn tăng, chứng tỏ nhiệt độ dây tóc bóng đèn tăng. Từ đó có thể kết luận : điện trở dây tóc bóng đèn tăng khi nhiệt độ tăng.

Trả lời **C2** : Bảng 1 cho thấy constantan có α rất nhỏ, hầu như không đáng kể. Vì vậy nên dùng constantan.

2. Electron tự do trong kim loại

Dựa vào Hình 17.2 GV giới thiệu HS về sự có mặt của electron tự do trong kim loại.

3. Giải thích tính chất điện của kim loại

GV nhấn mạnh cho HS bản chất dòng điện trong kim loại và giảng giải cho HS hiểu nội dung của SGK.

GV hướng dẫn HS hình dung được là : Trong khi chuyển động có hướng, các electron tự do luôn luôn "bị ngăn cản" do "va chạm" (đúng ra là do "tương tác") với các chỗ mất trật tự của mạng tinh thể, gây ra sự cản trở đối với chuyển động có hướng, tức là đối với dòng điện. Dựa vào sự va chạm này ta có thể giải thích một số hiện tượng nêu ra trong SGK :

- Nguyên nhân gây ra điện trở.
- Sự tỏa nhiệt ở vật dẫn kim loại khi có dòng điện chạy qua.
- Điện trở suất phụ thuộc bản chất kim loại.
- Điện trở vật dẫn kim loại tăng lên khi nhiệt độ tăng lên (GV lưu ý HS nhớ lại kiến thức đã nêu : Nhiệt độ tăng thì độ mất trật tự của mạng tinh thể cũng tăng, làm tăng sự cản trở chuyển động của các electron tự do).

GV cần nhấn mạnh thêm : Điện trở còn được gây ra bởi các sai hỏng tinh thể.

Trả lời **[C3]** : Các kim loại khác nhau có cấu trúc mạng tinh thể khác nhau và mật độ electron tự do khác nhau. Do đó tác dụng "ngăn cản" chuyển động có hướng của các electron tự do trong mỗi kim loại cũng khác nhau.

V - Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 3 SGK.

Bài tập

1. C.
2. C.
3. Dựa vào công thức (17.1) ta có :

$$R_{100} = R_{50} \frac{1 + \alpha \cdot 100}{1 + \alpha \cdot 50} \approx 87 \Omega$$