

## I – MỤC TIÊU

1. Nêu được bản chất của dòng điện trong chân không.
2. Nêu được bản chất và những ứng dụng của tia catôt.

## II – CHUẨN BỊ

### Giáo viên

1. Tìm hiểu lại các kiến thức về khí thực, quãng đường tự do trung bình của phân tử, quan hệ giữa áp suất với mật độ phân tử và quãng đường tự do trung bình, ...
2. Chuẩn bị các hình vẽ trong SGK trên giấy khổ to để dễ trình bày cho HS.
3. Sưu tầm đèn hình cũ để làm giáo cụ trực quan.

### Học sinh

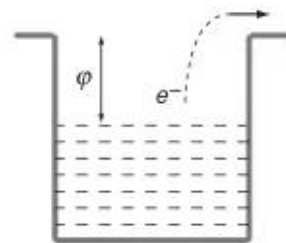
Ôn lại khái niệm dòng điện, là dòng chuyển dời có hướng của các hạt tải điện.

## III – THÔNG TIN BỔ SUNG

### 1. Hiện tượng phát xạ nhiệt electron

Để đưa electron vào chân không, người ta thường dùng hiện tượng phát xạ nhiệt electron :

Trong vật rắn (kim loại), các electron tự do chuyển động trong một giếng (hố) thế năng. Muốn thoát ra ngoài, electron phải có động năng lớn hơn độ sâu năng lượng  $\varphi$  của giếng thế năng, mà ta gọi là công thoát electron (Hình 16.1). Giá trị của  $\varphi$  vào khoảng vài electronvôn (eV). Mặc dù các electron có động năng không đều nhau, nhưng ở nhiệt độ thường hầu như không có electron nào có năng lượng đủ lớn để vượt qua rào thế năng và bay vào chân không.



Hình 16.1

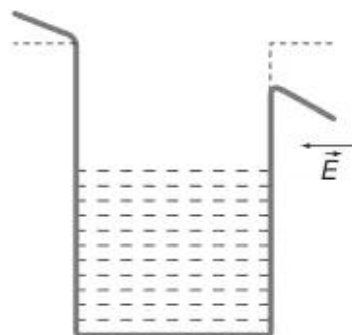
Khi nhiệt độ  $T$  đủ cao thì tình hình đổi khác : Một số đáng kể electron có thể có động năng lớn hơn công thoát electron  $\varphi$ , nên có thể bay vào chân không tạo ra hiện tượng phát xạ nhiệt electron. Số electron phát ra trong đơn vị thời gian từ mặt kim loại tạo ra dòng điện gọi là dòng phát xạ nhiệt electron. Mỗi đơn vị diện tích bề mặt có cường độ dòng điện tương ứng là  $I$  :

$$I = \frac{4\pi emk^2 T^2}{h^3} e^{-\varphi/kT} = A_0 T^2 e^{-\varphi/kT}$$

trong đó  $e$  là điện tích nguyên tố,  $m$  là khối lượng electron,  $k$  là hằng số Bôn-xơ-man,  $h$  là hằng số Plăng. Nếu  $I$  tính bằng ampe, thì  $A_0$  tính bằng  $120 \text{ A/K}^2$ . Trong công thức của dòng phát xạ nhiệt electron, số hạng tăng nhanh theo nhiệt độ không phải là  $T^2$  mà là  $e^{-\varphi/kT}$ , nên dòng phát xạ nhiệt electron bị chi phối bởi công thoát electron của kim loại, và tăng rất nhanh theo nhiệt độ.

Khi catôt được nung nóng đỏ, hiện tượng phát xạ nhiệt electron làm cho catôt tích điện dương và hút electron trở lại. Nếu bên cạnh catôt có một anôt ở điện áp dương so với catôt, các electron sẽ bị hút về anôt sinh ra dòng điện trong chân không. Cho điện áp ở anôt tăng từ nhỏ đến lớn, dòng điện tăng dần. Đến khi số electron phát xạ nhiệt từ catôt trong một giây bằng số electron đến anôt trong một giây thì dòng điện đạt giá trị bão hoà. Trong thực tế khi tiếp tục tăng điện áp anôt, điện trường do anôt tạo ra có thể làm giảm độ cao của hồ thế năng (Hình 16.2). Dòng phát xạ electron tăng khiến ta không thấy đoạn bão hoà của dòng điện đã nói ở trên.

Để tăng dòng phát xạ nhiệt electron mà không cần nung catôt lên nhiệt độ quá cao, người ta thường phủ lên bề mặt catôt một lớp kim loại có công thoát electron thấp (thường là kim loại kiềm hoặc kiềm thổ) hoặc một lớp ôxit kim loại kiềm thổ. Các catôt của đèn ống hoặc của súng electron đều thuộc loại này.



Hình 16.2

## 2. Kính hiển vi điện tử

Kính hiển vi điện tử là một ứng dụng quan trọng của tia catôt. Có hai loại kính hiển vi điện tử là *kính hiển vi điện tử truyền qua* và *kính hiển vi điện tử quét*. Ta chỉ nói chi tiết về kính hiển vi điện tử truyền qua.

### *Nguyên tắc của kính hiển vi điện tử truyền qua*

Ta đã biết tia catôt bị từ trường làm lệch hướng, cho nên nếu bố trí cuộn dây tạo ra từ trường thích hợp ta có thể làm cho tia catôt phát ra từ điểm A sẽ bị từ

trường này làm hội tụ tại điểm  $A'$ . Không gian có từ trường nói trên là một thấu kính từ hội tụ, và  $A'$  là ảnh của điểm  $A$ . Trên cơ sở thấu kính từ hội tụ, ta có thể tạo ra các hệ thấu kính từ khác nhau. Kính hiển vi điện tử truyền qua là một hệ như vậy. Mẫu vật để quan sát dưới kính hiển vi điện tử truyền qua được làm thành một lát mỏng (chiều dày cỡ micrômét), tia catôt có thể truyền qua lát ấy và tùy theo cấu tạo ở từng điểm mà tia bị hấp thu nhiều ít khác nhau. Vì thế, chùm tia catôt ấy sau khi đi qua các thấu kính từ sẽ cho ảnh thật (bằng tia catôt) của mẫu vật hiện trên mặt phẳng ảnh. Nếu tại đấy để một kính ảnh thì ta chụp được ảnh của mẫu vật (bằng tia catôt), còn nếu để một màn huỳnh quang thì ta nhìn được ảnh của mẫu vật bằng ánh sáng thường. Cách thức tạo ảnh qua thấu kính từ hoàn toàn tương tự như cách tạo ảnh qua một thấu kính hội tụ thông thường, chỉ có tia sáng bây giờ thay bằng tia catôt nên độ phân giải lí tưởng của kính hiển vi điện tử truyền qua cũng bằng  $1,22\lambda$ , trong đó  $\lambda$  là bước sóng tương ứng của tia catôt, tức là bước sóng Đơ Broi của êlectron. Năng lượng của êlectron (trong tia catôt) càng cao, xung lượng của nó càng lớn thì bước sóng Đơ Broi càng nhỏ. Với các kính hiển vi điện tử truyền qua thông thường, năng lượng của êlectron vào khoảng vài chục kilôelectronvôn (keV), thì độ phân giải thực tế vào khoảng  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$  (với kính hiển vi quang học loại tốt, độ phân giải vào khoảng 1  $\mu\text{m}$ ). Với kính hiển vi điện tử truyền qua loại tốt (năng lượng của êlectron khoảng vài megaêlectronvôn (MeV)), người ta có thể nhìn được từng nguyên tử của các kim loại nặng.

*Kính hiển vi điện tử quét* không hoạt động theo nguyên tắc tạo ảnh như kính hiển vi quang học, mà theo nguyên tắc dùng gậy dò đường của người khiếm thị. Người ta tạo ra một chùm tia catôt hội tụ vào một điểm, đường kính của tiết diện rất nhỏ (khoảng phần trăm micrômét) và dùng nó làm cái dò điện tử. Một hệ điện tử làm di chuyển cái dò này đồng bộ với bút điện tử của một đèn hình (như đèn hình của máy thu vô tuyến hoặc của máy tính). Chùm êlectron của cái dò điện tử đập vào mẫu vật phải quan sát và tán xạ ra xung quanh. Tùy theo bản chất của điểm êlectron rơi vào mà số êlectron bay ra nhiều hay ít và có năng lượng lớn hay nhỏ. Người ta thu lấy các êlectron này và dùng nó để điều khiển độ sáng của đèn hình, do đó quan sát được ảnh của vật phải quan sát trên màn hình. Độ phân giải của kính hiển vi điện tử quét không tốt như kính hiển vi điện tử truyền qua, nhưng không cần phải gia công mẫu quan sát một cách đặc biệt, nên ngày nay được sử dụng rất phổ biến.

#### **IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC**

Hầu hết các phần trong bài này đều là các kiến thức thông báo, cho nên cần kiểm tra xem HS có nắm được các kiến thức mới hay không. Nên chú ý đến các nội dung định tính là chính.



Về các ứng dụng thì tuy HS rất quen thuộc với tivi nhưng nguyên lí hoạt động của đèn hình thì đối với các em lại rất khó hình dung. Vì thế, GV nên tìm một đèn hình đã hỏng và cắt ra cho HS quan sát.

### 1. Mục I (Cách tạo ra dòng điện trong chân không).

Chân không ở đây được hiểu là khoảng không gian trong một bình kín mà người ta đã hút các phân tử không khí ra đến mức quãng đường tự do trung bình của các phân tử khí vào cỡ kích thước của bình chứa.

Như vậy, có thể coi là không khí trong bình loãng đến mức các phân tử có thể bay thẳng từ thành bình này đến thành bình kia mà không bị va chạm với các phân tử khác.

Nội dung chính của mục này là :

- Bản chất dòng điện trong chân không.
- Cơ chế tạo ra các hạt tải điện là sự phát xạ nhiệt electron.

Không cần đi sâu phân tích đặc tuyến vôn – ampe của điôt chân không. Không yêu cầu thực hiện thí nghiệm vẽ ở Hình 16.1 trên lớp, mà chỉ nên cho HS phân tích hoạt động của các bộ phận vẽ trên sơ đồ.

Phương pháp dạy học thích hợp cho mục này là kết hợp việc cho HS đọc SGK với việc phát vấn HS.

### 2. Mục II (Tia catôt).

Tia catôt có cùng bản chất với dòng điện trong điôt chân không. Tuy nhiên, người ta chỉ dùng thuật ngữ "tia catôt" để chỉ dòng electron bị bật ra khỏi catôt và được tăng tốc đến một vận tốc lớn.

Nếu có thí nghiệm về sự phóng điện qua khí kém (từ trường hợp có cột sáng anôt và khoảng tối catôt, qua các trường hợp cột sáng anôt ngắn dần và khoảng tối catôt dài dần cho đến khi nó chiếm toàn bộ khoảng cách từ catôt đến anôt và làm phát quang thành bình đối diện) thì nên thực hiện ngay trên lớp và phân tích cho HS thấy rõ.

Khi làm thí nghiệm với các ống khí kém thì cần chú ý không nên cho máy Rum-cóp phóng tia lửa điện vào thành ống ; vì nó có thể làm thủng những lỗ rất nhỏ trên thành thủy tinh và ống sẽ bị hỏng.

Không cần đi sâu phân tích sự phát sáng của cột sáng anôt và sự thay đổi chiều dài của cột sáng anôt và khoảng tối catôt theo áp suất ở không khí ở trong bình.

Nội dung chính của mục này là bản chất và các tính chất của tia catôt.

Chùm tia catôt được sử dụng trong khoa học và kĩ thuật chủ yếu là chùm electron đã được tăng tốc và được hội tụ bằng súng phóng electron.

Phương pháp dạy học thích hợp cho mục này là phương pháp giảng giải, minh họa.

## V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

**C1.** 20 mA.

**C2.** Vì quãng đường bay tự do của ion dương nhỏ, năng lượng nó nhận trong quãng đường này không đủ để khi nó đập vào catôt có thể làm bật ra electron.

**C3.** Vì khi chân không cao, electron bay từ catôt đến anôt không va chạm với phân tử khí để ion hoá nó thành ion dương và electron. Không có ion dương nên không thể làm catôt phát ra electron, do đó không có quá trình phóng điện tự lực.

**1.** Vì chân không không có hạt tải điện. Cho hạt tải điện vào trong đó, hạt tải điện có thể chuyển động dưới tác dụng của điện trường tạo ra dòng điện.

**2.** Điot chân không gồm có một catôt được đốt nóng bằng dòng điện, và một anôt đặt trong một bóng thủy tinh đã rút chân không. Điot chân không có tính chỉnh lưu.

**3.** Là một chùm electron chuyển động có hướng trong chân không. Khi không có điện từ trường tác dụng tia catôt truyền thẳng, vì ảnh hưởng của trọng lực có thể bỏ qua.

**4.** Vì khi áp suất khá thấp đa số electron có thể bay tự do trong ống phóng điện mà không va chạm với phân tử khí.

**5.** Xem SGK.

**6.** Dùm anôt là một ống rỗng ở điện áp dương để tăng tốc các electron phát ra từ catôt bằng hiện tượng phát xạ nhiệt electron.

**7.** Dùm trong ống catôt, đèn hình, để đốt nóng các vật trong chân không... (sau này sẽ học tia catôt còn dùm để tạo ra tia X, làm kính hiển vi điện tử...).

**8. B.                    9. B.**

**10.** Số electron phát ra từ catôt trong 1 giây là :

$$n_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,625 \cdot 10^{17} \text{ s}^{-1}$$

Số electron phát ra từ 1 đơn vị diện tích catôt trong 1 giây là :

$$n = \frac{n_1}{S} = \frac{0,625 \cdot 10^{17}}{10 \cdot 10^{-6}}$$
$$n = 6,25 \cdot 10^{21} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

**11.** Êlectron di chuyển từ catôt đến anôt ở hiệu điện thế 2 500 V nhận năng lượng bằng :

$$\varepsilon = eU = 1,6.10^{-19}.2\ 500 = 4.10^{-16} \text{ J}$$

Năng lượng ấy chuyển thành động năng của êlectron :

$$\varepsilon = \frac{mv^2}{2}$$

suy ra :

$$v = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2.4.10^{-16}}{9,11.10^{-31}}} \approx 3.10^7 \text{ m/s.}$$

*Chú ý :* Tốc độ  $v$  vào cỡ 1/10 tốc độ của ánh sáng cho nên lẽ ra phải để ý đến hiệu ứng tương đối tính. Ở đây chấp nhận mức chính xác thấp nên bỏ qua hiệu ứng này.