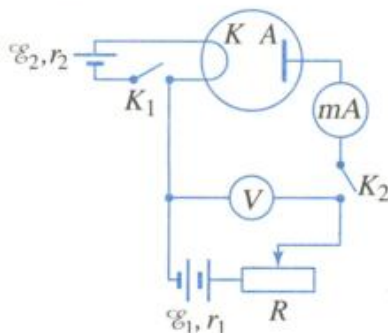


Chân không trong đèn hình tivi có áp suất nhỏ hơn 10^{-4} Pa, còn trong một phích nước đá thì nhỏ hơn 10^{-2} Pa.



Hình 21.1 Sơ đồ thí nghiệm nghiên cứu dòng điện trong chân không.

Nguồn điện \mathcal{E}_2 để đốt nóng catốt K . Nguồn điện \mathcal{E}_1 để tạo hiệu điện thế U giữa hai cực của điốt; nhờ biến trở R có thể thay đổi giá trị của U . Miliampe kế chỉ cường độ dòng điện chạy qua điốt (chạy trong chân không).

Quan sát kim của điện kế G khi:

- Mở K_2 , đóng K_1 ;
- Đóng K_1 và K_2 ;
- Mở K_1 , nối A với cực âm, còn K với cực dương của nguồn điện, sau đó đóng K_1 .

C1 Nếu bạn đầu chưa nối điện cực K với nguồn \mathcal{E}_1 , thì khi đóng K_1 , số chỉ của G bằng bao nhiêu?

C2 Theo dự đoán của em, ở nhiệt độ bình thường, có thể có các electron tự do bứt ra khỏi mặt kim loại không? Tại sao?

1. Dòng điện trong chân không

Chân không lí tưởng là một môi trường trong đó không có một phân tử khí nào. Trong thực tế, khi ta làm giảm áp suất chất khí trong ống đến mức (khoảng dưới 0,0001 mmHg) để phân tử khí (hạt) có thể chuyển động tự do từ thành nọ đến thành kia của ống mà không va chạm với các phân tử (hạt) khác thì ta nói trong ống là *chân không*.

a) Thí nghiệm về dòng điện trong chân không

Sơ đồ thí nghiệm được trình bày ở Hình 21.1.

Dụng cụ thí nghiệm là bóng đèn thủy tinh đã hút chân không (áp suất khoảng 10^{-6} mmHg) trong đó có hai cực; anốt A là một bản kim loại, còn catốt K là dây vonfam. Dụng cụ này được gọi là *điốt chân không* (hay điốt điện tử).

b) Bản chất dòng điện trong chân không

Khi catốt K bị đốt nóng, các electron tự do trong kim loại nhận được năng lượng cần thiết để có thể bứt ra khỏi mặt catốt (hiện tượng này gọi là *sự phát xạ nhiệt electron*). Do đó, trong ống chân không có các electron tự do chuyển động hỗn loạn.

Khi mắc anốt vào cực dương, còn catốt vào cực âm của nguồn điện, thì do tác dụng của lực điện trường, các electron dịch chuyển từ catốt sang anốt, tạo ra dòng điện.

Dòng điện trong điốt chân không là dòng dịch chuyển có hướng của các electron bứt ra từ catốt bị nung nóng dưới tác dụng của điện trường.

Nếu mắc anốt vào cực âm của nguồn điện còn catốt vào cực dương, thì lực điện trường có tác dụng đẩy electron trở lại catốt, do đó trong mạch không

có dòng điện. Vì vậy *dòng điện chạy trong điôt chân không chỉ theo một chiều từ anôt đến catôt.*

2. Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chân không vào hiệu điện thế

a) Khảo sát chi tiết sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chân không vào hiệu điện thế U đặt giữa anôt và catôt, người ta thu được đặc tuyến vôn-ampe có dạng như trên Hình 21.2. Từ Hình 21.2 ta nhận thấy :

- Đặc tuyến vôn-ampe không phải là đường thẳng. Như vậy *dòng điện trong chân không không tuân theo định luật Ôm.*

- Khi $U < U_b$: U tăng thì I tăng.

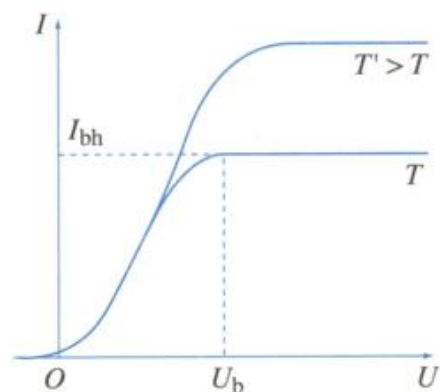
- Khi $U \geq U_b$ thì U tăng I không tăng và có giá trị $I = I_{bh}$: cường độ dòng điện qua ống đạt giá trị lớn nhất gọi là *cường độ dòng điện bão hoà* (Hình 21.2). Nhiệt độ catôt càng cao ($T' > T$), thì cường độ dòng điện bão hoà I_{bh} càng lớn.

b) Vì điôt chân không có tính dẫn điện theo một chiều (chỉ cho dòng điện chạy qua nó từ anôt đến catôt) nên nó được dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng một chiều (*chỉnh lưu dòng điện xoay chiều*). Trong các sơ đồ điện, điôt chân không được vẽ như trên Hình 21.3.

3. Tia catôt

Làm thí nghiệm với điôt chân không có dạng ống thủy tinh dài và trên anôt có một lỗ nhỏ O như trên Hình 21.4, khi đèn hoạt động, ở phía sau lỗ có *dòng các electron do catôt phát ra và bay trong chân không*. Người ta gọi dòng đó là *tia catôt*. Thí nghiệm cho thấy tia catôt có các tính chất sau :

Tia catôt truyền thẳng, nếu không có tác dụng của điện trường hay từ trường. Dùng một lá kim loại mỏng hình chữ thập làm anôt và đặt nó đối diện, song song với catôt thì ở thành trong của ống ta thấy

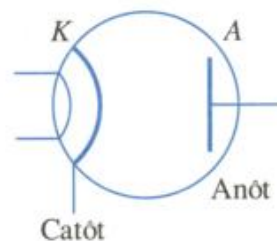


Hình 21.2 Đặc tuyến vôn-ampe của dòng điện trong chân không khi catôt có nhiệt độ T và $T' > T$.

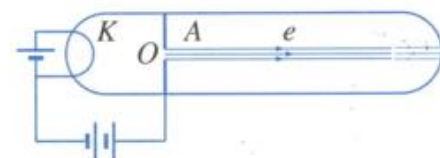
C3 Đồ thị ở Hình 21.2 cho thấy : tuy $U < 0$ nhưng nếu $|U|$ nhỏ thì vẫn có thể có $I \neq 0$. Theo em tại sao lại như vậy ?

C4 Tại sao giá trị của I_{bh} tăng khi nhiệt độ của catôt tăng.

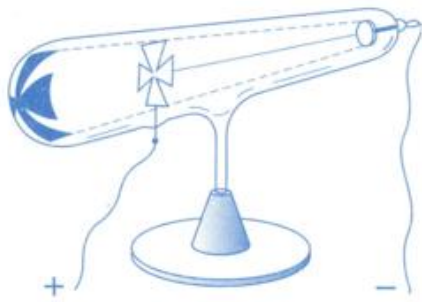
Trong thực tế, để có dòng điện lớn, người ta phủ lên catôt một lớp ôxít của kim loại kiềm thổ như bari, thori, strônti, canxi,... ; khi bị đốt nóng, các ôxít này phát ra nhiều electron hơn các kim loại tinh khiết.



Hình 21.3 Điôt chân không.



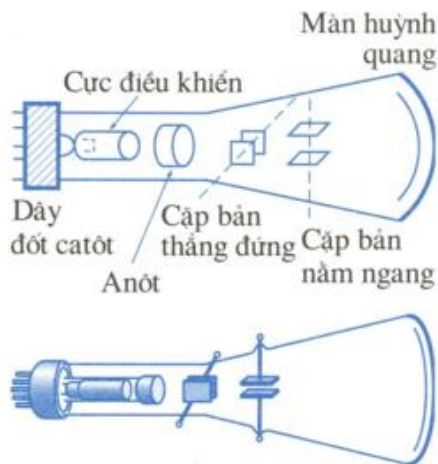
Hình 21.4 Tia catôt.



Hình 21.5 Tia catôt truyền thẳng.

Trong thí nghiệm ở Hình 21.4, ta thấy trên thành ống, đối diện với lỗ O ở anôt có một vùng nhỏ thủy tinh phát ánh sáng màu xanh lục.

Trong thực tế, điôt chân không thường dùng là một ống thủy tinh hoặc kim loại được hút chân không đến áp suất khoảng $10^{-6} - 10^{-7}$ mmHg, có hai điện cực. Catôt là một ống kim loại hình trụ, bên trong ống là dây đốt được dùng để làm nóng catôt (dây đốt được đốt bằng một nguồn điện riêng). Còn anôt thường cũng là một hình trụ bằng kim loại, đồng trục với catôt. Nếu trong điôt điện tử nói trên, ta đặt thêm một điện cực ở gần catôt, thì bằng cách thay đổi điện thế của cực này, ta có thể làm thay đổi dòng electron đi từ catôt sang anôt và do đó, làm thay đổi cường độ dòng điện qua đèn. Hiện tượng này được dùng để tạo ra triôt điện tử (hay đèn điện tử ba cực) và cực thứ ba đó được gọi là *cực lưới*. Trước đây, triôt điện tử được dùng trong các mạch khuếch đại dao động, máy phát dao động điện tử...



Hình 21.6 Ống phóng điện tử.

có một bóng đen cũng có hình chữ thập như lá kim loại (Hình 21.5).

Tia catôt phát ra vuông góc với mặt catôt. Nếu catôt có dạng mặt cầu lõm thì các tia catôt phát ra sẽ hội tụ tại tâm mặt cầu.

Tia catôt mang năng lượng. Khi đập vào một vật nào đó, nó làm cho vật nóng lên. Trong kĩ thuật hiện đại, tính chất này được ứng dụng vào việc hàn trong chân không hoặc nấu các kim loại rất tinh khiết trong chân không...

Tia catôt có thể đâm xuyên các lá kim loại mỏng (có chiều dày từ 0,003 – 0,03 mm), *có tác dụng lên kính ảnh và có khả năng ion hoá không khí.*

Tia catôt làm phát quang một số chất khi đập vào chúng, như làm thủy tinh phát ánh sáng màu xanh lục, với phát ánh sáng màu da cam.

Tia catôt bị lệch trong điện trường, từ trường.

Tia catôt và nói chung là chùm electron có tốc độ lớn, khi đập vào các vật có nguyên tử lượng lớn (như platin), bị hãm lại và làm phát ra tia Rơn-ghen.

4. Ống phóng điện tử

Một ứng dụng quan trọng của tia catôt là trong *ống phóng điện tử* (còn gọi là *ống catôt*). Đó là bộ phận thiết yếu của máy thu hình, dao động kí điện tử, máy tính điện tử... Ống phóng điện tử là một ống chân không mà mặt trước của nó là màn huỳnh quang, được phủ bằng chất huỳnh quang (như kẽm sunfua ZnS chẳng hạn) phát ra ánh sáng khi bị electron đập vào (Hình 21.6). Trong phần cổ ống (phần hẹp), có nguồn phát electron, gồm dây đốt, catôt, các cực điều khiển và anôt. Người ta đặt giữa anôt và catôt một hiệu điện thế từ vài trăm đến vài nghìn vôn. Trên đường đi đến màn huỳnh quang, chùm electron đi qua hai cặp bản cực làm lệch, giống như hai tụ điện: một cặp bản nằm ngang, một cặp bản thẳng đứng. Khi đặt một hiệu điện thế giữa hai bản nằm ngang, do tác dụng của điện trường, chùm electron bị lệch theo phương thẳng đứng. Còn khi đặt một hiệu điện thế giữa hai bản thẳng đứng, chùm electron bị lệch theo phương ngang. Khi đặt các hiệu điện thế thích hợp vào hai cặp bản đó, ta có thể điều khiển chùm electron đập vào vị trí xác định trên màn huỳnh quang. Các cực được cấu tạo, xếp đặt và có các điện thế sao cho chùm electron,

một mặt được tăng tốc, mặt khác được hội tụ lại để chỉ gây một điểm sáng nhỏ trên màn huỳnh quang. Vì các electron có khối lượng rất bé, quán tính rất nhỏ, cho nên chúng hầu như phản ứng tức thời khi hiệu điện thế giữa các cặp bản thay đổi. Vì vậy, ống phóng điện tử trong các *dao động kí điện tử* được dùng để nghiên cứu những quá trình biến thiên nhanh. Trong các máy thu hình, chùm tia electron trong đèn hình được làm lệch nhờ từ trường.

CÂU HỎI

1. Hãy nêu cách tạo ra dòng điện trong chân không, bản chất dòng điện trong chân không, và đặc điểm về chiều của dòng điện này.
2. Tia catôt là gì ? Nêu các tính chất của tia catôt.
3. Hãy nêu nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của ống phóng điện tử.

BÀI TẬP

1. Chọn phát biểu đúng.
 - A. Dòng điện trong chân không tuân theo định luật Ôm.
 - B. Khi hiệu điện thế đặt vào diôt chân không tăng lên, thì cường độ dòng điện tăng.
 - C. Dòng điện chạy trong diôt chân không chỉ theo một chiều từ anôt đến catôt.
 - D. Quỹ đạo của electron trong tia catôt không phải là một đường thẳng.
2. Chọn đáp số đúng.

Nếu cường độ dòng điện bão hoà trong diôt chân không bằng 1 mA thì trong thời gian 1 s số electron bứt ra khỏi mặt catôt là :

A. $6,15 \cdot 10^{15}$ electron.	B. $6,15 \cdot 10^{18}$ electron.
C. $6,25 \cdot 10^{15}$ electron.	D. $6,25 \cdot 10^{18}$ electron.