

## **32 LỰC LO-REN-XƠ**

### **I - Mục tiêu**

- Trình bày được phương của lực Lo-ren-xơ, quy tắc xác định chiều của lực Lo-ren-xơ, công thức xác định độ lớn của lực Lo-ren-xơ.
- Trình bày được nguyên tắc lái tia điện tử (electron) bằng từ trường.

## II - Chuẩn bị

### Giáo viên

Bộ thiết bị thí nghiệm về chuyển động của electron trong từ trường.

## III - Những điều cần lưu ý

**1.** Dựa vào thí nghiệm, người ta phát hiện ra có lực từ tác dụng lên dòng điện. Cũng dựa vào thí nghiệm người ta thành lập được công thức xác định độ lớn của lực từ tác dụng lên dòng điện. Đối với lực Lo-ren-xơ ta cũng cần đến thí nghiệm, nhưng ở đây có một khó khăn là mắt thường không thể nhìn thấy được hạt vi mô, càng không thể đo trực tiếp lực Lo-ren-xơ bằng thí nghiệm.

Chính vì vậy mà lực từ tác dụng lên dòng điện được phát hiện ra từ rất sớm, nhưng phải sau một thời gian dài người ta mới tìm ra biểu thức lực từ tác dụng lên một hạt mang điện. Người đầu tiên thành lập biểu thức đó là Lo-ren-xơ, vì vậy lực từ tác dụng lên một hạt mang điện được gọi là lực Lo-ren-xơ.

**2.** Những thí nghiệm chứng minh về sự hiện hữu của lực Lo-ren-xơ được thực hiện bằng cách cho hạt mang điện chuyển động qua buồng bọt đặt trong từ trường. Khi hạt mang điện chuyển động thì nó sẽ để lại một vết là một đường cong trong buồng bọt. Vết trong buồng bọt cho ta biết quỹ đạo chuyển động của hạt. Vết trong buồng bọt bị cong đi có nghĩa là quỹ đạo của hạt bị uốn cong.

Dựa vào chiều cong của quỹ đạo của hạt mà phán đoán ra chiều của lực từ tác dụng lên hạt. Cho hai hạt mang điện trái dấu vào trong buồng bọt với hướng chuyển động ban đầu như nhau thì sẽ thấy hai vết trong buồng cong về hai phía khác nhau. Điều đó chứng tỏ lực từ tác dụng lên hạt mang điện trái dấu nhau có chiều ngược nhau.

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

### 1. Thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm về lực Lo-ren-xơ gồm một bình thuỷ tinh trong đó chứa khí tro và sợi dây đốt (dây nung). Bình được đặt ở bên trong vòng dây Hem-hôn. Khi làm thí nghiệm ta cho dòng điện qua sợi dây đốt để làm phát xạ electron. Đồng thời, cần đặt một hiệu điện thế vào hai điện cực để các electron được phát xạ bởi sợi dây đốt hợp thành chùm tia electron.

Hiện nay trong nhà trường ta thường dùng một thiết bị do Trung Quốc chế tạo. Đối với thiết bị này, khi đặt hiệu điện thế giữa hai điện cực vào khoảng 120 V ta thấy có một vệt sáng thẳng màu xanh bên trong bình thuỷ tinh. Ta còn có thể nhận thấy cả vệt sáng phản xạ khi vệt sáng tới gấp thành bình.

Sau đó, cho dòng điện một chiều chạy qua vòng dây Hem-hôn, ta sẽ nhận thấy vệt sáng thẳng lúc trước bây giờ bị uốn cong. Tuỳ theo chiều dòng điện đi vào vòng dây Hem-hôn mà vệt sáng bị uốn cong theo hai chiều khác nhau. Ta cần điều chỉnh chiều dòng điện sao cho vệt sáng bị uốn cong hướng vào bên trong bình thuỷ tinh. Nếu vệt sáng xanh bị uốn cong này mới là một cung tròn thì ta cần tăng cường độ dòng điện trong vòng dây Hem-hôn, khi cường độ khoảng 1A thì cung tròn sáng trong bình trở thành vòng tròn sáng.

Có điều cần chú ý khi tiến hành thí nghiệm là bình thuỷ tinh hình cầu trong thiết bị có thể xoay xung quanh trục thẳng đứng. Khi xoay bình xung quanh trục đó ta thấy vệt sáng trong bình khi là một đường xoáy ốc, khi là một vòng tròn. Vì vậy GV cần xoay bình cho đến vị trí mà ta được vòng tròn sáng.

Mắt ta không thể nhìn thấy electron chuyển động mà cần phải suy đoán. Khi electron chuyển động nó va chạm với các nguyên tử khí ở trong bình. Sự va chạm này làm cho các nguyên tử khí bị ion hoá, do đó gây ra hiện tượng phát quang. GV hướng dẫn cho HS suy luận rằng vệt sáng trong bình cho phép ta đoán ra quỹ đạo chuyển động của electron.

Lúc đầu, chưa cho dòng điện vào vòng dây Hem-hôn thì vệt sáng xanh có dạng thẳng, nghĩa là lúc đầu electron chuyển động theo đường thẳng. Sau khi cho dòng điện vào trong vòng dây Hem-hôn thì electron chuyển động theo đường tròn. Điều đó chứng tỏ lúc này có lực tác dụng lên electron. Khi vòng dây Hem-hôn có dòng điện thì dòng điện đó gây ra từ trường. Vậy lực tác dụng lên electron chỉ có thể là do từ trường gây ra.

GV có thể chứng minh điều suy luận ấy bằng cách lại ngắt dòng điện trong vòng dây Hem-hôn nhưng vẫn có dòng điện qua sợi dây đốt. Khi đó ta lại thấy trong bình thuỷ tinh chỉ có vệt sáng thẳng mà không có vòng tròn sáng.

Thí nghiệm nói trên nhằm đi đến kết luận rằng, khi electron chuyển động trong từ trường thì có lực từ tác dụng lên nó.

Cuối cùng, GV mở rộng kết luận vừa nêu bằng câu thông báo như trong SGK : Nhiều thí nghiệm khác cho biết rằng, từ trường tác dụng lực từ lên bất kì hạt mang điện nào chuyển động trong nó.

## **2. Lực Lo-ren-xơ**

Mục này được mở đầu bằng việc đưa ra định nghĩa lực Lo-ren-xơ, đó là lực từ tác dụng lên các hạt mang điện chuyển động. GV có thể nêu cho HS thấy rằng ở đây ta nói lực tác dụng lên các hạt mang điện chuyển động có hàm ý chỉ những hạt mang điện chuyển động mới có lực từ tác dụng lên chúng, những hạt mang điện trong từ trường nhưng không chuyển động thì lực từ tác dụng lên hạt bằng không.

Nhân đây, GV cũng nên gợi lại để HS phân biệt lực từ nói đến trong bài này và lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện. Lực từ tác dụng lên hạt mang điện chuyển động gọi là lực Lo-ren-xơ ; còn lực từ tác dụng lên một đoạn dòng điện gọi là lực Am-pe.

a) Phương của lực Lo-ren-xơ. Trở lại thí nghiệm nói trên để rút ra nhận xét về phương của lực Lo-ren-xơ tác dụng lên electron. Muốn vậy, GV cần làm cho HS chú ý ba đặc điểm sau : với bộ thiết bị thí nghiệm hiện đang dùng thì vòng dây Hem-hôn nằm trong mặt phẳng thẳng đứng, vì thế các đường sức từ của vòng dây Hem-hôn là các đường thẳng nằm ngang ; quỹ đạo của electron là quỹ đạo phẳng, mặt phẳng quỹ đạo của electron là mặt phẳng thẳng đứng, vậy mặt phẳng quỹ đạo vuông góc với đường sức từ ; và cuối cùng quỹ đạo của electron là đường tròn.

Quỹ đạo của electron nằm trong mặt phẳng vuông góc với đường sức từ chứng tỏ phương của lực Lo-ren-xơ vuông góc với các đường sức từ, quỹ đạo là đường tròn chứng tỏ phương của lực Lo-ren-xơ vuông góc với vectơ vận tốc của electron. Từ đó đi đến kết luận về phương của lực Lo-ren-xơ như trong SGK.

b) Chiều của lực Lo-ren-xơ. Sau thí nghiệm chứng minh về sự hiện hữu của lực từ tác dụng lên electron chuyển động, ta có thể suy đoán rằng lực Lo-ren-xơ là nguyên nhân gây ra lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện. Vì vậy, quy tắc xác định chiều của lực Lo-ren-xơ có thể suy ra từ quy tắc bàn tay trái xác định chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện. Tuy nhiên, có điều cần chú ý là đối với lực Lo-ren-xơ cần phân biệt chiều của lực tác dụng lên hạt mang điện dương và lên hạt mang điện âm như trong SGK.

c) Độ lớn của lực Lo-ren-xơ. Việc suy luận để đi đến công thức xác định độ lớn của lực Lo-ren-xơ được trình bày ở cột phụ trong SGK. Vì vậy, đối với hai công thức (32.1) và (32.2) GV chỉ cần thông báo.

## **3. Ứng dụng của lực Lo-ren-xơ**

SGK chỉ nêu một ứng dụng của lực Lo-ren-xơ đó là sự lái tia điện tử trong ống phóng điện tử bằng từ trường. Chú ý rằng trong bài 21 đã nói về

sự lái tia điện tử trong ống phóng điện tử bằng điện trường. GV nên chỉ ra rằng nguyên tắc lái tia bằng điện trường hay bằng từ trường đều giống nhau. Khi có lực nằm ngang tác dụng lên tia thì tia được lái theo phương ngang, còn lực thẳng đứng lái tia theo phương thẳng đứng. Cái khác nhau giữa hai cách lái tia là ở chỗ cách thứ nhất thì dùng lực điện, còn cách thứ hai thì dùng lực từ. Trong cách thứ nhất người ta dùng hai tụ điện để tạo ra hai điện trường theo hai phương nằm ngang và thẳng đứng, còn trong cách thứ hai thì người ta dùng ống dây để tạo ra hai từ trường theo phương nằm ngang và phương thẳng đứng.

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

### Câu hỏi

1. Lực từ tác dụng lên hạt mang điện chuyển động gọi là lực Lo-ren-xơ.
2. Đối với hạt mang điện dương : Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều chuyển động của hạt, ngón cái choai ra  $90^\circ$  chỉ chiều của lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt.

Đối với hạt mang điện âm : Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều chuyển động của hạt, ngón tay cái choai ra  $90^\circ$  chỉ chiều ngược với chiều của lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt.

3. Biểu thức (32.2) :  $f = |q|vB\sin\alpha$ .
4. Sự lái tia điện tử bằng từ trường, đây là một ứng dụng bắt buộc HS phải biết và trả lời được.

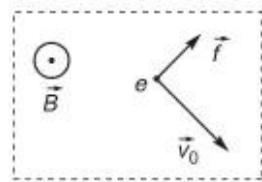
Đối với HS khá, GV có thể gợi ý, hướng dẫn để họ kể thêm : hiệu ứng Hôn (trong mục "Em có biết ?" ở cuối bài này) ; từ trường và máy gia tốc (trong "Bài đọc thêm" ở cuối chương này).

### Bài tập

1. D.
2. C. Hạt chuyển động theo quỹ đạo tròn chứng tỏ lực từ là lực hướng tâm.

3. a) Xem Hình 32.1.

b) Áp dụng công thức (32.1)  $f = |q|vB$ , trong đó đã biết  $v = v_0 = 2 \cdot 10^5$  m/s ;  $B = 0,2$  T ;  $|q| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.



Từ đó tính được độ lớn của lực tác dụng lên electron.

Hình 32.1

c) Tính trọng lượng của electron  $P = mg$ , trong đó  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg ;  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

Lập tỉ số  $\frac{P}{f}$  ta tính được  $\frac{P}{f} = 1,4 \cdot 10^{-15}$ . Ta thấy  $P \ll f$ . Vì vậy, thông thường người ta bỏ qua trọng lượng của hạt mang điện.

4. Áp dụng công thức (32.2)  $f = |q|vB \sin\alpha$ , trong đó đã biết  $\sin\alpha = \sin 30^\circ = 0,5$  ;  $v = v_0 = 3 \cdot 10^7$  m/s ;  $B = 1,5$  T. Từ đó tính được  $f$ .