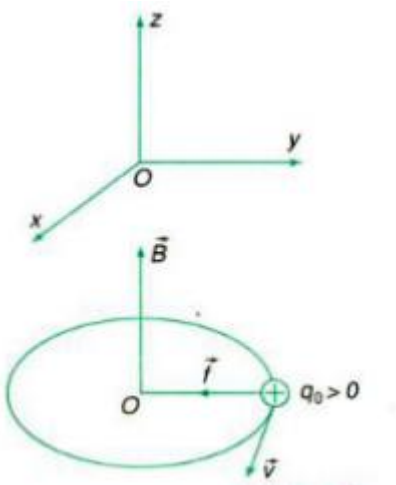


25. Công thức tính bán kính quỹ đạo của electron

1. Định nghĩa

- Chuyển động của hạt điện tích là chuyển động phẳng trong mặt phẳng vuông góc với từ trường.
- Trong mặt phẳng đó lực Lorenxơ \vec{f} luôn vuông góc với vận tốc \vec{v} , nghĩa là đóng vai trò lực hướng tâm.
- Quỹ đạo của một hạt điện tích trong một từ trường đều, với điều kiện vận tốc ban đầu vuông góc với từ trường, là một đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với từ trường.



2. Công thức – đơn vị đo

Một hạt điện tích q_0 , khối lượng m , chuyển động trong từ trường với vận tốc v có phương vuông góc với từ trường thì lực Lorenxơ đóng vai trò lực hướng tâm:

$$f = \frac{mv^2}{R} = |q_0|vB$$

Khi đó quỹ đạo của hạt là đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với từ trường, có bán kính:

$$R = \frac{mv}{|q_0|B}$$

Trong đó:

- + f là độ lớn lực Lorenxơ, có đơn vị Niu tơn (N);
- + q_0 là điện tích, có đơn vị Cu lông (C);
- + v là vận tốc của hạt điện tích, có đơn vị m/s;

+ m là khối lượng hạt điện tích, có đơn vị kilogam (kg);

+ R là bán kính quỹ đạo, có đơn vị mét (m).

3. Mở rộng

Khi biết bán kính quỹ đạo của hạt, có thể suy ra vận tốc của hạt:

$$R = \frac{mv}{|q_0| B} \Rightarrow v = \frac{R \cdot |q_0| \cdot B}{m}$$

Khi biết bán kính quỹ đạo của hạt, có thể suy ra độ lớn cảm ứng từ:

$$R = \frac{mv}{|q_0| B} \Rightarrow B = \frac{mv}{R \cdot |q_0|}$$

Khi biết bán kính quỹ đạo và vận tốc, ta có thể tính được chu kì chuyển động của hạt (vì hạt chuyển động tròn đều)

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

Trong đó:

+ T là chu kì chuyển động, có đơn vị giây (s);

+ v là vận tốc của hạt điện tích, có đơn vị m/s;

+ R là bán kính quỹ đạo, có đơn vị mét (m).

Công suất tức thời của lực Lorentz luôn bằng 0 vì lực \vec{f} luôn vuông góc với vận tốc \vec{v} :

$$\mathcal{P} = \vec{f} \cdot \vec{v}$$

4. Ví dụ minh họa

Bài 1 : Hạt prôtôn chuyển động theo quỹ đạo tròn bán kính 5m dưới tác dụng của một từ trường đều $B = 10^{-2}$ T. Hãy xác định :

a) Tốc độ của prôtôn

b) Chu kì chuyển động của prôtôn

Bài giải :

a) Tốc độ của prôtôn

$$\text{Ta có } R = \frac{mv}{|q_0|B} \Rightarrow v = \frac{|q_p| \cdot B \cdot R}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-2} \cdot 5}{1,672 \cdot 10^{-27}} = 4,784 \cdot 10^6 \text{ (m/s)}.$$

b) Chu kì chuyển động của prôtôn:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 5}{4,784 \cdot 10^6} = 6,6 \cdot 10^{-6} \text{ (s)}$$

Bài 2: Bắn vuông góc một proton có điện tích $+1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ vào một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,5 \text{ T}$. Biết proton có vận tốc $v = 5000 \text{ m/s}$ và khối lượng $1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Hãy tính độ bán kính quỹ đạo của proton.

Bài giải:

Bán kính quỹ đạo của hạt proton là

$$R = \frac{mv}{|q_0|B} = \frac{1,672 \cdot 10^{-27} \cdot 5000}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,5} = 10,45 \cdot 10^{-5} \text{ (m)}$$

Bài 3:

Bắn hạt điện tích $q = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ chuyển động với vận tốc 500 m/s dọc theo một đường thẳng song song với một dây dẫn thẳng dài vô hạn, cách dây dẫn này một khoảng 100 mm . Trong dây dẫn có dòng điện cường độ $2,0 \text{ A}$ chạy theo chiều chuyển động của hạt điện tích. Xác định hướng và độ lớn của lực từ tác dụng lên hạt điện tích.

Bài giải:

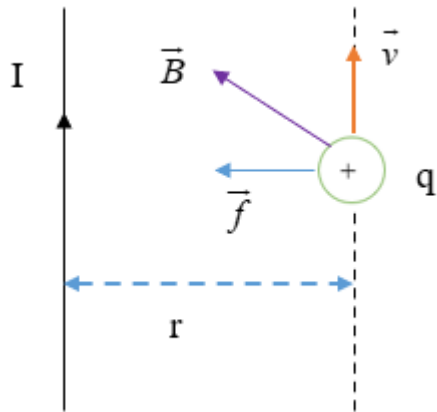
Giả sử tại thời điểm t ngay sau khi bắn, hạt ở vị trí M cách dây dẫn một khoảng $r = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$.

Cảm ứng từ \vec{B} do dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng gây ra trên đường thẳng hạt điện tích chuyển động có phương vuông góc với mặt phẳng chứa dây dẫn và đường thẳng điện tích chuyển động, có độ lớn:

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{2}{0,1} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ (T)}$$

Lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt có phương vuông góc với \vec{v} và \vec{B} và có độ lớn:

$$f = |q| \cdot v \cdot B = 10^{-6} \cdot 500 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ (N)}$$



Lưu ý: Mặc dù lực Lorentz trên hình có phương của r (khoảng cách từ dây dẫn đến điện tích), nhưng chuyển động của hạt điện tích còn phụ thuộc vào khối lượng của hạt, nên không được nhầm lẫn rằng hạt chuyển động tròn quanh dây dẫn. Mặt khác, từ trường quanh dây dẫn thẳng không phải là từ trường đều, nên khi hạt điện tích di chuyển sang vị trí khác (M') thì phương, chiều, độ lớn của lực \vec{f} thay đổi.