

LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP VỀ LỰC LORENXƠ

1. Tóm tắt lý thuyết

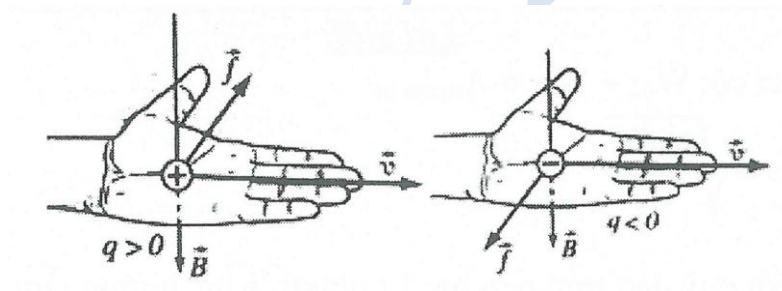
- **Lực lorenxơ** là lực từ do từ trường tác dụng lên 1 hạt mang điện chuyển động trong từ trường.

- **Đặc điểm lực Lorenxơ:**

+) Điểm đặt: trên điện tích

+) Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa $\vec{v}$ và $\vec{B}$.

+) Chiều: quy tắc bàn tay trái: “Đặt bàn tay trái duỗi thẳng sao cho vectơ $\vec{B}$ hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa là chiều của $\vec{v}$ khi $q > 0$ và ngược chiều $\vec{v}$ khi $q < 0$, khi đó chiều của lực lorenxơ là chiều ngón cái choãi ra.”





+) Độ lớn : $f = |q|vB.\sin \alpha$ với $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$.

- Một số lưu ý:

+) Lực hướng tâm: $F_{ht} = ma_{ht} = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R$

+) Chuyển động tròn đều: $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}$

+) Khi $\alpha = 90^\circ$ thì hạt chuyển động tròn đều, lực Lorenxơ đóng vai

trò lực hướng tâm: $f = F_{ht} \Leftrightarrow |qvB| = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B}$

(R là bán kính quỹ đạo tròn của hạt điện tích chuyển động, m)

+) Khi điện tích chuyển động điện trường $\vec{E}$ và cường độ điện trường $\vec{E}$ thì điện tích chịu tác dụng đồng thời hai lực: lực điện $\vec{F}_d$ và lực từ $\vec{F}_t$.

+) Khi điện tích chuyển động thẳng đều thì hợp lực tác dụng lên điện tích bằng không.

+) Khi electron được gia tốc bởi hiệu điện thế U thì nó sẽ có động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = |e|U$

+) Định lý biến thiên động năng: $A_{12} = W_{d2} - W_{d1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

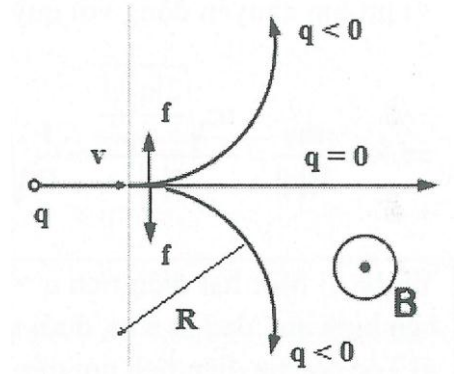
Với v_1, v_2 là vận tốc lúc đầu và vận tốc lúc sau (m/s).

2. Bài tập minh họa

Ví dụ 1: Một electron bay vào trong từ trường đều với vận tốc ban đầu vuông góc với $\vec{B}$. Tính độ lớn của $\vec{f}_1$ nếu $v = 2.10^{-5} m/s$ và $B = 0,2T$. Cho biết electron có độ lớn $e = 1,6.10^{-19} C$.

Lời giải:

$$f_L = Bvq \sin \alpha = 0,2.2.10^{-5}.1,6.10^{-19}.\sin 90^\circ = 6,4.10^{-15} (N) .$$





Ví dụ 2: Một electron có khối lượng $m = 9,1.10^{-31}$ kg, chuyển động với vận tốc ban đầu $v_0 = 10^7$ m/s , trong một từ trường đều $\vec{B}$ sao cho $\vec{v}_0$ vuông góc với các đường sức từ. Quỹ đạo của electron là một đường tròn bán kính $R = 20$ mm. Tìm độ lớn của cảm ứng từ B .

Lời giải:

Khi electron chuyển động vào từ trường với vận tốc ban đầu vuông góc với cảm ứng từ $\vec{B}$ thì electron sẽ chuyển động tròn đều, do đó lực Lorenxơ là lực hướng tâm nên ta có:

$$m \frac{v^2}{R} = B.v.|q| \Rightarrow B = m \frac{v}{R.|q|} = 2,84.10^{-3} (T) .$$

Ví dụ 3: Một electron có vận tốc ban đầu bằng 0, được gia tốc bằng một hiệu điện thế $U = 500$ V, sau đó bay vào theo phương vuông góc với đường sức từ. Cảm ứng từ của từ trường là $B = 0,2$ T. Bán kính quỹ đạo của electron.

Lời giải:

Theo định lý động năng ta có: $W_{d2} - W_{d1} = A_{ngoại lực}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - 0^2 = |q|U \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|q|U}{m}}$$

Vì proton chuyển động với quỹ đạo tròn nên lực Lorenxơ là lực hướng tâm, nên: $m \frac{v^2}{R} = B.v.|q|$

$$\Rightarrow R = \frac{mv}{B|q|} = \frac{m\sqrt{\frac{2|q|U}{m}}}{B|q|} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2U.m}{|q|}} = 3,77.10^{-3} (m) = 3.88(mm) .$$

Ví dụ 4: Một hạt điện tích $q = 1,6.10^{-18}$ C chuyển động theo quỹ đạo tròn trong từ trường đều với bán kính quỹ đạo là 5 m, dưới tác dụng của từ trường đều $B = 4.10^{-2}$ T , hãy xác định:

- Tốc độ của điện tích nói trên.
- Lực từ tác dụng lên điện tích.
- Chu kì chuyển động của điện tích. Cho biết khối lượng của hạt điện tích $3,28.10^{-26}$ kg.

Lời giải:

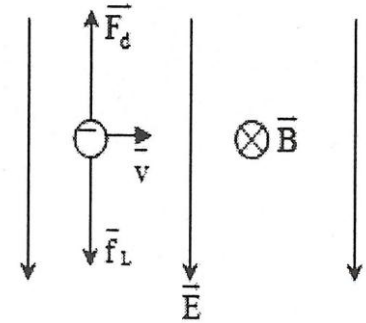


a) Vì electron bay vào từ trường và chuyển động trên quỹ đạo tròn nên lực Lo-ren-xơ là lực hướng tâm:

$$Bvq = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \frac{Bqr}{m} = 9,76 \cdot 10^6 \text{ (m/s)}$$

b) Độ lớn lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt: $f = Bvq = 6,24 \cdot 10^{-13} \text{ (N)}$

c) Chu kì quay của electron: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v} = 3,22 \cdot 10^{-6} \text{ (s)}$.



Ví dụ 5: Một electron có vận tốc $v = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ đi vào trong điện trường đều $\vec{E}$ vuông góc với đường sức điện. Cường độ điện trường là $E = 10^4 \text{ V/m}$. Để cho electron chuyển động thẳng đều trong điện trường, ngoài điện trường còn có từ trường. Hãy xác định vector cảm ứng từ. Biết chiều của các vector $\vec{v}$ và $\vec{E}$ được cho như hình vẽ.

Lời giải:

Trong điện trường electron chịu tác dụng của lực điện: $\vec{F}_d = q\vec{E} = e\vec{E}$

Vì $q_e < 0 \Rightarrow \vec{F}_d$ ngược chiều với $\vec{E}$.

Để electron chuyển động thẳng đều thì hợp lực tác dụng lên nó phải bằng 0.

$\Rightarrow$ Lực từ (lực Lorenxơ) phải cân bằng với lực điện trường

$\Rightarrow$ Lực Lorenxơ phải ngược chiều với lực điện $\vec{F}_d$ (hình vẽ).

Áp dụng quy tắc bàn trái suy ra chiều của cảm ứng từ $\vec{B}$ có chiều từ ngoài vào trong mặt phẳng như hình vẽ (như hình)

Mặt khác: $f_L = F_d \Leftrightarrow Bv|q| = |q|E \Rightarrow B = \frac{E}{v} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ (T)}$.



Ví dụ 6: Một electron bay vào trong từ trường đều. Mặt phẳng quỹ đạo của hạt vuông góc với các đường sức từ. Nếu hạt chuyển động với vận tốc $v_1 = 1,8 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ thì lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt có độ lớn $f_1 = 2,10^{-6} \text{ N}$. Hỏi nếu hạt chuyển động với vận tốc $v_2 = 4,5 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ thì lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt có độ lớn bao nhiêu.

Lời giải:

Độ lớn của lực Lorenxơ: $f_L = Bv|q|\sin \alpha$

Vì hạt chuyển động vuông góc với từ trường nên $\alpha = (\vec{v}, \vec{B}) = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$

Vậy độ lớn của lực Lorenxơ là: $f_L = Bv|q|$

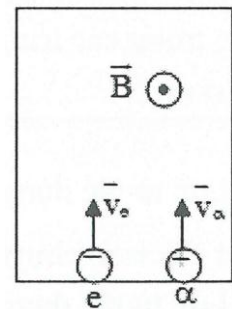
Khi hạt chuyển động với vận tốc v_1 thì: $f_{L1} = Bv_1|q|$ (1)

Khi hạt chuyển động với vận tốc v_2 thì: $f_{L2} = Bv_2|q|$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{f_{L1}}{f_{L2}} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow f_2 = \frac{v_2}{v_1} f_1 = \frac{4,5 \cdot 10^7}{1,8 \cdot 10^6} \cdot 2,10^{-6} = 5,10^{-5} \text{ (N)}$.

Ví dụ 7: Một electron và một hạt anpha sau khi được tăng tốc bởi hiệu điện thế $U = 1000 \text{ V}$, bay vào trong từ trường đều (có cảm ứng từ $B = 2 \text{ T}$) theo phương vuông góc với các đường sức từ như hình vẽ. Hỏi ngay sau khi bay vào trong từ trường các hạt sẽ bay lệch về phía nào. Tính lực lo-ren-xơ tác dụng lên các hạt đó.

Biết: $\begin{cases} e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, q_\alpha = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ m_\alpha = 6,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{cases}$



Lời giải:

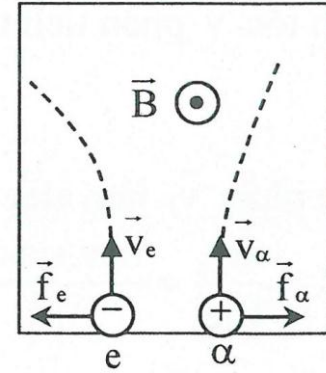
Áp dụng quy tắc bàn tay trái ta xác định được chiều của lực Lorenxơ tác dụng lên các hạt có chiều như hình vẽ. Do đó hạt electron lệch sang bên trái, hạt anpha lệch sang bên phải.

Áp dụng định lí động năng ta tính được tốc độ của electron và của hạt anpha:



$$|e|U = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|e|U}{m}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_e = \sqrt{\frac{2|e|U}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1000}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,9 \cdot 10^7 \text{ (m/s)} \\ v_\alpha = \sqrt{\frac{2|q_\alpha|U}{m_\alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 1000}{6,67 \cdot 10^{-27}}} = 3,1 \cdot 10^5 \text{ (m/s)} \end{cases}$$

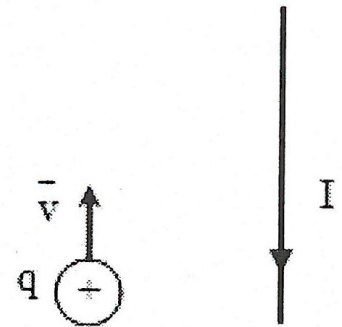


Độ lớn của lực Lorenxơ tác dụng lên các hạt:

$$\begin{cases} f_e = Bv|e| = 2,1 \cdot 9 \cdot 10^7 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 6 \cdot 10^{-12} \text{ (N)} \\ f_\alpha = Bv|q_\alpha| = 2,3 \cdot 1 \cdot 10^5 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} = 1,98 \cdot 10^{-13} \text{ (N)} \end{cases}$$

Ví dụ 8: Hạt mang điện $q > 0$ chuyển động vào từ trường của một dòng điện như hình vẽ, dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài vô hạn, có cường độ $I = 20 \text{ A}$, hạt mang điện chuyển động theo song song với dây dẫn, cách dây dẫn một đoạn là 5 cm .

- Hãy xác định B do dòng điện gây ra tại điểm mà hạt mang điện đi qua.
- Nếu hạt mang điện chuyển động với vận tốc $v = 2000 \text{ m/s}$, lực từ tác dụng lên hạt là $4 \cdot 10^{-5} \text{ N}$. Hãy xác định độ lớn điện tích của hạt.
- Giả sử hạt mang điện có điện tích là $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, và chuyển động với vận tốc 2500 m/s , hãy xác định vector lực từ tác dụng lên hạt mang điện nói trên.



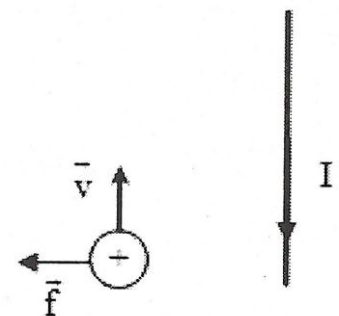
Lời giải:

$$\text{a) } B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$$

b) Khi hạt mang điện bay qua thì sẽ chịu tác dụng của từ trường $\vec{B}$ do dòng điện gây ra tại điểm đó, do đó ta có: $f = Bvq \Rightarrow q = \frac{f}{Bv} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ (C)}$

c) Áp dụng quy tắc nắm bàn tay phải suy ra chiều của cảm ứng từ tại vị trí của điện tích có chiều hướng từ ngoài vào trong.

$$\text{Lực Lo-ren-xơ tác dụng lên điện tích: } f = Bvq = 4 \cdot 10^{-9} \text{ (N)}$$



Ví dụ 9: Một electron bay với vận tốc $\vec{v}$ vào trong từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$ theo phương hợp với đường cảm ứng từ một góc α . Xác định quỹ đạo chuyển động của hạt và đặc điểm của quỹ đạo trong các trường hợp:

a) $\alpha = 0^\circ$.

b) $\alpha = 90^\circ$

c) $\alpha \neq 0^\circ$ và $\alpha \neq 90^\circ$

Lời giải:

a) Lực từ tác dụng lên hạt electron: $f_L = Bv \sin 0 = 0$

Hạt electron chuyển động thẳng đều với vận tốc theo phương của $\vec{B}$

b) Lực từ tác dụng lên hạt electron: $f_L = Bv \sin 90 = Bve$

Áp dụng quy tắc bàn tay trái suy ra chiều của lực từ $\vec{f}_L$ như hình vẽ

Vì $\vec{f} \perp \vec{v}$ nên electron chuyển động tròn đều suy ra f_L là lực hướng tâm nên:

$$f_L = F_M \Leftrightarrow Bv|e| = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{B|e|}$$

c) Vận tốc $\vec{v}$ phân tích thành 2 thành phần: $\begin{cases} \vec{v}_1 \perp \vec{B} \\ \vec{v}_2 // \vec{B} \end{cases}$

thành phần $\vec{v}_1$ làm electron chuyển động tròn đều với bán kính:

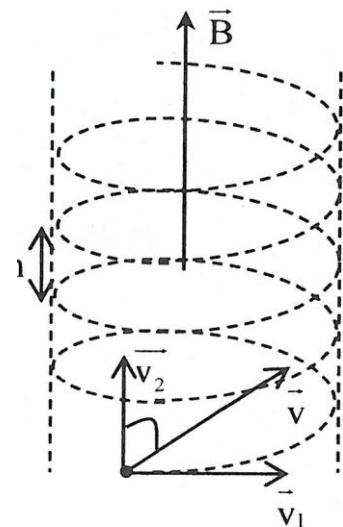
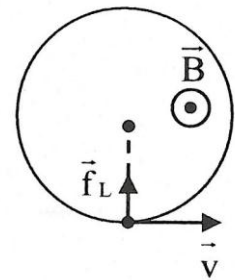
$$R = \frac{mv_1}{B|e|} = \frac{m.v.\sin \alpha}{B|e|}$$

Thời gian đi hết một vòng là: $t = \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2\pi m}{|e|B}$

Thành phần $\vec{v}_2$ làm cho electron chuyển động thẳng đều với vận tốc:

$$v_2 = v \cos \alpha \text{ dọc theo từ trường } \vec{B}$$

Trong thời gian t nó đi được đoạn đường: $h = v_2 t = \frac{2\pi m}{|e|B} . v . \cos \alpha$.





Do tham gia đồng thời hai chuyển động nói trên nên hạt electron chuyển động theo đường xoắn ốc với bước

xoắn ốc: $h = v_2 t = \frac{2\pi m}{|e|B} \cdot v \cdot \cos \alpha$.

www.hoc247.net

HOC247

Vững vàng nền tảng, Khai sáng tương lai

Website **HOC247** cung cấp một môi trường **học trực tuyến** sinh động, nhiều **tiện ích thông minh**, nội dung bài giảng được biên soạn công phu và giảng dạy bởi những **giáo viên nhiều năm kinh nghiệm, giỏi về kiến thức chuyên môn lẫn kỹ năng sư phạm** đến từ các trường Đại học và các trường chuyên danh tiếng.

I. Luyện Thi Online

Học mọi lúc, mọi nơi, mọi thiết bị – Tiết kiệm 90%

- **Luyện thi ĐH, THPT QG:** Đội ngũ **GV Giỏi, Kinh nghiệm** từ các Trường ĐH và THPT danh tiếng xây dựng các khóa **luyện thi THPTQG** các môn: Toán, Ngữ Văn, Tiếng Anh, Vật Lý, Hóa Học và Sinh Học.
- **Luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán:** Ôn thi **HSG lớp 9** và **luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán** các trường PTNK, Chuyên HCM (LHP-TĐN-NTH-GĐ), Chuyên Phan Bội Châu Nghệ An và các trường Chuyên khác cùng TS. Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Trịnh Thanh Đèo và Thầy Nguyễn Đức Tấn.

II. Khoá Học Nâng Cao và HSG

Học Toán Online cùng Chuyên Gia

- **Toán Nâng Cao THCS:** Cung cấp chương trình Toán Nâng Cao, Toán Chuyên dành cho các em HS THCS lớp 6, 7, 8, 9 yêu thích môn Toán phát triển tư duy, nâng cao thành tích học tập ở trường và đạt điểm tốt ở các kỳ thi HSG.
- **Bồi dưỡng HSG Toán:** Bồi dưỡng 5 phân môn **Đại Số, Số Học, Giải Tích, Hình Học** và **Tổ Hợp** dành cho học sinh các khối lớp 10, 11, 12. Đội ngũ Giảng Viên giàu kinh nghiệm: TS. Lê Bá Khánh Trình, TS. Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Lưu Bá Thắng, Thầy Lê Phúc Lữ, Thầy Võ Quốc Bá Cẩn cùng đội HLV đạt thành tích cao HSG Quốc Gia.

III. Kênh học tập miễn phí

*HOC247 NET cộng đồng học tập miễn phí
HOC247 TV kênh Video bài giảng miễn phí*

- **HOC247 NET:** Website học miễn phí các bài học theo **chương trình SGK** từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn học với nội dung bài giảng chi tiết, sửa bài tập SGK, luyện tập trắc nghiệm miễn phí, kho tư liệu tham khảo phong phú và cộng đồng hỏi đáp sôi động nhất.
- **HOC247 TV:** Kênh **Youtube** cung cấp các Video bài giảng, chuyên đề, ôn tập, sửa bài tập, sửa đề thi miễn phí từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn Toán- Lý - Hoá, Sinh- Sử - Địa, Ngữ Văn, Tin Học và Tiếng Anh.