

Các dạng bài tập về lực Lo-ren-xơ

A. Phương pháp & Ví dụ

Lực Lorenxơ $f_L \rightarrow$

- + Có điểm đặt trên điện tích.
- + Có phương vuông góc với $v \rightarrow$ và $B \rightarrow$
- + Có chiều: xác định theo quy tắc bàn tay trái “đặt bàn tay trái mở rộng để các véc tơ $B \rightarrow$ hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa là chiều của $v \rightarrow$; khi đó, ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực Lorenxơ nếu hạt mang điện dương; hạt mang điện âm thì lực Lorenxơ có chiều ngược với chiều ngón tay cái”
- + Có độ lớn: $f_L = B \cdot v \cdot |q| \sin \alpha$, với $\alpha = \angle(v \rightarrow, B \rightarrow)$

Một số Lưu ý:

- + Lực hướng tâm:
- + Khi góc $\alpha = 90^\circ$ thì hạt chuyển động tròn đều. Lúc này Lorenxơ đóng vai trò lực hướng tâm nên:
 - + Với chuyển động tròn đều thì ta có:
 - + Khi điện tích chuyển động điện trường $B \rightarrow$ và cường độ điện trường $E \rightarrow$ thì điện tích chịu tác dụng đồng thời hai lực: lực điện $F_e \rightarrow$ và lực từ $F_L \rightarrow$
 - + 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:

Ví dụ 1: Cho điện tích $q < 0$ bay vào trong từ trường $B \rightarrow$ chiều của các vectơ $B \rightarrow$ và $v \rightarrow$ được biểu diễn như hình. Hãy vận dụng quy tắc bàn tay trái xác định chiều của lực Lorenxơ.

Hướng dẫn:

- + Khi vận dụng quy tắc bàn tay trái để xác định chiều của lực Lorenxơ ta cần lưu ý:
 - Khi $q > 0$ thì chiều của lực Lorenxơ là chiều của ngón tay cái.
 - Khi $q < 0$ thì chiều của lực Lorenxơ là chiều ngược lại với chiều của ngón tay cái.
- + Đặt bàn tay trái xòe rộng, sao cho các đường cảm ứng từ $B \rightarrow$ xuyên qua lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa trùng với chiều của vectơ $v \rightarrow$; ngón cái choãi ra 90° , khi đó chiều của lực Lorenxơ ngược chiều với chiều chỉ của ngón cái.
- + Chiều của vectơ lực Lorenxơ $f_L \rightarrow$ hướng từ trên xuống (như hình).

Ví dụ 2: Cho điện tích $q > 0$ bay vào trong từ trường $B \rightarrow$ chiều của các vectơ $B \rightarrow$ và $v \rightarrow$ được biểu diễn như hình. Hãy vận dụng quy tắc bàn tay trái xác định chiều của lực Lorenxơ.

Hướng dẫn:

Đặt bàn tay trái xòe rộng, sao cho các đường cảm ứng từ \vec{B} xuyên qua lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa trùng với chiều của vector \vec{v} → ngón cái choãi ra 90° chính là chiều của lực Lorenxơ.

Ví dụ 3: Một proton bay vào trong từ trường đều theo phương hợp với đường sức từ một góc α . Vận tốc ban đầu của proton $v = 3 \cdot 10^7$ m/s và từ trường có cảm ứng từ $B = 1,5$ T. Biết proton có điện tích $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ (C). Tính độ lớn của lực Lo-ren-xơ trong các trường hợp sau:

- a) $\alpha = 0^\circ$ b) $\alpha = 30^\circ$ c) $\alpha = 90^\circ$

Hướng dẫn:

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

a) Khi $\alpha = 0 \Rightarrow f_L = Bv|q|\sin 0 = 0$

b) Khi $\alpha = 30^\circ \Rightarrow f_L = Bv|q|\sin 30^\circ = 0,5Bv|q|$

Thay số: $f_L = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 10^7 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,6 \cdot 10^{-12}$ (N)

c) Khi $\alpha = 90^\circ \Rightarrow f_L = Bv|q|\sin 90^\circ = Bv|q|$

Thay số: $f_L = 1,5 \cdot 3 \cdot 10^7 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 7,2 \cdot 10^{-12}$ (N)

Ví dụ 4: Một electron được gia tốc bởi hiệu điện thế $U = 2000$ V, sau đó bay vào từ trường đều có cảm ứng từ $B = 10^{-3}$ T theo phương vuông góc với đường sức từ của

từ trường. Biết khối lượng và điện tích của electron là m và e mà . Bỏ qua vận tốc của electron khi mới bắt đầu được gia tốc bởi hiệu điện thế U . Tính:

a) Bán kính quỹ đạo của electron.

b) Chu kì quay của electron.

Hướng dẫn:

Công của electron khi được gia tốc bởi hiệu điện thế U : $A = qU = |e|U$

Theo định lý biến thiên động năng ta có: $W_{d2} - W_{d1} = A$

Vì bỏ qua vận tốc của electron khi mới bắt đầu được gia tốc bởi hiệu điện thế U nên $W_{d1} = 0$

a) Vì electron bay vào từ trường có $\vec{v} \perp \vec{B}$ nên lực Lo-ren-xơ là lực hướng tâm, nên ta có:

b) Chu kì quay của electron:

Ví dụ 5: Một chùm hạt α có vận tốc ban đầu không đáng kể được tăng tốc bởi hiệu điện thế $U = 10^6$ V. Sau khi tăng tốc, chùm hạt bay vào từ trường đều cảm ứng từ $B = 1,8$ T. Phương bay của chùm hạt vuông góc với đường cảm ứng từ.

a) Tìm vận tốc của hạt α khi nó bắt đầu bay vào từ trường. $m = 6,67 \cdot 10^{-27}$ kg; cho $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ C.

b) Tìm độ lớn lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt.

Hướng dẫn:

a) Công của electron khi được gia tốc bởi hiệu điện thế U : $A = qU$

+ Theo định lý biến thiên động năng ta có: $W_{d2} - W_{d1} = A$

+ Vì bỏ qua vận tốc của electron khi mới bắt đầu được gia tốc bởi hiệu điện thế U nên $W_{d1} = 0$

b) Độ lớn lực Lo-ren-xơ tác dụng lên hạt: $f = Bvq = 5,64 \cdot 10^{-12}$.

B. Bài tập

Bài 1: Cho điện tích $q > 0$ bay vào trong từ trường \vec{B} —chiều của các vector vận tốc \vec{v} —và lực Lorentz \vec{f}_L —được biểu diễn như hình. Hãy vận dụng quy tắc bàn tay trái xác định chiều của cảm ứng từ \vec{B} —

Lời giải:

+ Đặt bàn tay trái xòe rộng, sao cho chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa trùng với chiều của vector \vec{v} —ngón cái choãi ra 90° chỉ theo chiều của lực Lorentz \vec{f}_L —tác dụng lên hạt mang điện tích q . Khi đó chiều hướng vào lòng bàn tay là chiều của vector cảm ứng từ \vec{B} —

+ Chiều của vector \vec{B} —hướng từ ngoài vào trong như hình.

Bài 2: Cho điện tích $q < 0$ bay vào trong từ trường \vec{B} —chiều của các vector cảm ứng từ \vec{B} —và lực Lorentz \vec{f}_L —được biểu diễn như hình. Hãy vận dụng quy tắc bàn tay trái xác định chiều của vector vận tốc \vec{v} —

Lời giải:

+ Đặt bàn tay trái xòe rộng, sao cho các đường cảm ứng từ \vec{B} —xuyên qua lòng bàn tay, ngón cái choãi ra 90° , chiều của lực Lorentz \vec{f}_L —lúc này ngược chiều với chiều của ngón cái. Khi đó vector vận tốc \vec{v} —có chiều từ trong ra ngoài như hình vẽ.

+ Chiều của vector vận tốc \vec{v} —hướng từ trong ra ngoài mặt phẳng hình vẽ (như hình).

Bài 3: Một electron bay vào trong từ trường đều với vận tốc ban đầu vuông góc với \vec{B} —Tính độ lớn của \vec{f}_L —nếu $v = 2 \cdot 10^5$ m/s và $B = 0,2$ T. Cho biết electron có độ lớn $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Lời giải:

Độ lớn của lực Lorentz tác dụng lên hạt:

$$f_L = Bv \sin \alpha = 0,2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \sin 90^\circ = 6,4 \cdot 10^{-15} \text{ (N)}$$

Bài 4: Một electron có khối lượng $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, chuyển động với vận tốc ban đầu $v_0 = 10^7$ m/s, trong một từ trường đều \vec{B} —sao cho 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 Lorentz là lực hướng tâm nên ta có:

Bài 5: Một proton có khối lượng $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg chuyển động theo một quỹ đạo tròn bán kính 7 cm trong một từ trường đều cảm ứng từ $B = 0,01$ T. Xác định vận tốc và chu kì quay của proton.

Lời giải:

Vì proton chuyển động với quỹ đạo tròn nên lực Lorentz là lực hướng tâm, do đó ta có:

+ Vì chuyển động tròn đều nên:

+ Vận tốc chuyển động của proton trên quỹ đạo tròn:

Bài 6: Một electron có vận tốc ban đầu bằng 0, được gia tốc bằng một hiệu điện thế $U = 500 \text{ V}$, sau đó bay vào theo phương vuông góc với đường sức từ. Cảm ứng từ của từ trường là $B = 0,2 \text{ T}$. Bán kính quỹ đạo của electron.

Lời giải:

Theo định lý động năng ta có: $W_{đ2} - W_{đ1} = A_{ngoại lực}$

+ Vì proton chuyển động với quỹ đạo tròn nên lực Lorenxơ là lực hướng tâm, do đó ta có:

Bài 7: Một hạt điện tích $q = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ C}$ 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 $B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$, 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 $3,28 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.

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, do đó ta có:

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: