

I – MỤC TIÊU

1. Phát biểu được cách xác định phương, chiều và viết được công thức tính cảm ứng từ B của :

a) dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài (được coi là dài vô hạn) tại một điểm bất kì ;

b) dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành vòng tròn tại tâm của nó ;

c) dòng điện chạy trong ống dây hình trụ dài tại một điểm bên trong lòng ống dây.

2. Vận dụng được nguyên lí chồng chất từ trường để giải các bài tập đơn giản.

II – CHUẨN BỊ

Giáo viên

Chuẩn bị các thí nghiệm về từ phổ và kim nam châm nhỏ để xác định hướng của cảm ứng từ.

Học sinh

Ôn lại bài 19, 20 ; đặc biệt chú ý đến quan hệ giữa chiều dòng điện và chiều cảm ứng từ (chiều đường sức từ).

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

Định luật Bi-ô – Xa-va – La-pla-xơ (B-X-L)

1. Điện tích điểm q nằm yên tại O gây ra một điện trường xung quanh nó. Cường độ điện trường \vec{E} tại vị trí M ($\overline{OM} = \vec{r}$) được xác định bởi (trong chân không) :

$$\vec{E} = k \frac{q\vec{r}}{r^3}$$

Từ công thức cơ bản này và dựa vào nguyên lí chồng chất điện trường, có thể tính được cường độ điện trường do nhiều điện tích gây ra.

2. Đối với từ trường, khái niệm có vai trò tương tự như điện tích điểm là *nguyên tố dòng điện* (hay *phần tử dòng điện*). Đó là một đoạn dây dẫn có độ dài vô cùng nhỏ dl trong có dòng điện cường độ I . Phần tử dòng điện được biểu diễn bằng một vectơ kí hiệu là $I\vec{dl}$, nằm theo dl , hướng theo chiều dòng điện và có độ lớn $I dl$. Để xác định cảm ứng từ \vec{B} do một dòng điện chạy trong một dây dẫn hình dạng nhất định gây ra, ta chia dây dẫn đó thành những phần tử dòng điện, tính cảm ứng từ $d\vec{B}$ do từng phần tử dòng điện gây ra rồi áp dụng nguyên lí chồng chất từ trường :

$$\vec{B} = \sum d\vec{B} \quad (21.1)$$

Định luật B-X-L cho ta công thức cụ thể của cảm ứng từ $d\vec{B}$ do phần tử dòng điện $I\vec{dl}$ đặt tại O gây ra tại một điểm M ($\overline{OM} = \vec{r}$) :

$$d\vec{B} = k \frac{I[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3} \quad (21.2)$$

Trong hệ đơn vị SI (trong chân không) $k' = 10^{-7}$.

Từ công thức (21.2) có thể phát biểu định luật B-X-L: *Cảm ứng từ $d\vec{B}$ do một phần tử dòng điện $I d\vec{l}$ đặt tại O , gây ra tại một điểm M ($\vec{OM} = \vec{r}$) trong chân không:*

– có phương vuông góc với $I d\vec{l}$ và \vec{r} (nghĩa là với mặt phẳng chứa $I d\vec{l}$ và \vec{r});

– có chiều là chiều thuận đối với chiều quay từ $I d\vec{l}$ sang \vec{r} ;

– có độ lớn:

$$dB = k' \frac{Idl \sin \theta}{r^2} \quad (21.3)$$

trong đó $\theta = (\vec{Idl}, \vec{r})$.

Chiều của $d\vec{B}$ cũng được xác định bằng quy tắc nắm tay phải hoặc quy tắc đinh ốc thuận: Để đinh ốc thuận nằm dọc theo trục vòng tròn, chiều quay của đinh ốc theo chiều dòng điện thì chiều tiến của đinh ốc sẽ là chiều của $d\vec{B}$.

3. Ta áp dụng định luật B-X-L để tính cảm ứng từ của dòng điện trong dây dẫn có hình dạng đơn giản.

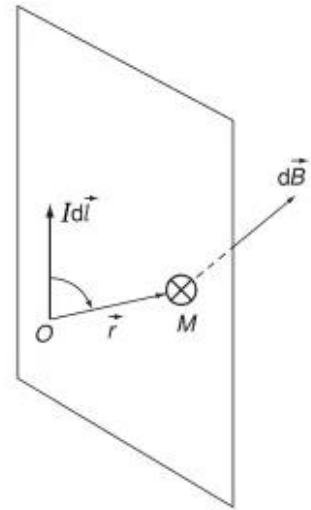
Ví dụ 1: Xác định cảm ứng từ gây bởi dòng điện có cường độ I chạy trong dây dẫn hình tròn (O, R) tại tâm O của nó.

Ta chia dòng điện tròn thành những phần tử dòng điện $I d\vec{l}$ (Hình 21.2). Cảm ứng từ $d\vec{B}$ tại O do $I d\vec{l}$ gây ra, có phương vuông góc với mặt phẳng $I d\vec{l}$ và O , nghĩa là với mặt phẳng chứa dòng điện tròn. Chiều của $d\vec{B}$ theo quy tắc nắm tay phải được xác định như Hình 21.2.

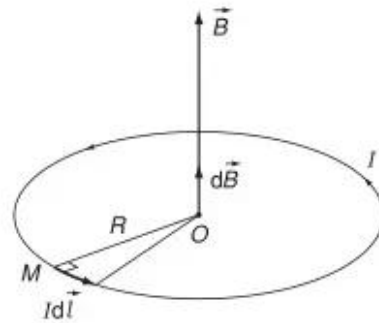
Độ lớn:

$$dB = k' Idl \frac{1}{R^2} \sin(\vec{OM}, I d\vec{l})$$

Chú ý rằng góc giữa \vec{OM} và $I d\vec{l}$ là 90° , ta có: $dB = k' \frac{Idl}{R^2}$



Hình 21.1
Định luật Bi-ô – Xa-va – La-pla-xơ



Hình 21.2
Từ trường của dòng điện tròn

Cảm ứng từ tổng hợp tại O : $\vec{B} = \sum d\vec{B}$

Ta nhận thấy các cảm ứng từ $d\vec{B}$ đều cùng phương, chiều nên :

$$B = \sum dB = \sum \frac{k'(Idl)}{R^2} = k'I \frac{1}{R^2} \sum dl$$

trong đó $\sum dl = l =$ chu vi hình tròn (O, R) $= 2\pi R$.

Cuối cùng ta được : $B = k' \frac{2\pi I}{R}$

Ví dụ 2 : Xác định cảm ứng từ tại điểm M , gây bởi dòng điện có cường độ I chạy trong đoạn dây dẫn PQ (Hình 21.3).

Chia đoạn dây dẫn PQ thành những phần tử dòng điện $Id\vec{l}$. Cảm ứng từ $d\vec{B}$ do $Id\vec{l}$ (gốc tại A) gây ra tại M có phương vuông góc với mặt phẳng chứa $Id\vec{l}$ và M , nghĩa là mặt phẳng MPQ . Chiều của $d\vec{B}$ được xác định bởi quy tắc nắm tay phải (Hình 21.3).

Độ lớn, theo công thức (21.3) :

$$dB = k' \frac{Idl}{AM^2} \sin(\vec{Idl}, \vec{AM})$$

Từ M hạ $MH \perp PQ$ và đặt :

$$MH = r; HA = l; \widehat{HMA} = \alpha.$$

Theo Hình 21.3 :

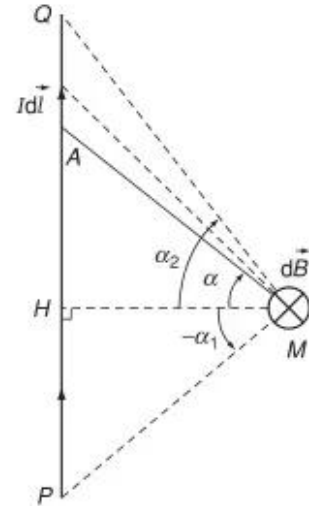
$$AM = \frac{r}{\cos \alpha}; \sin(\vec{Idl}, \vec{AM}) = \cos \alpha \text{ và } l = r \tan \alpha \Rightarrow dl = r \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha}$$

Độ lớn dB được tính theo biến α :

$$dB = k' \frac{I r \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha}}{\frac{r^2}{\cos^2 \alpha}} \cos \alpha = k' \frac{I}{r} \cos \alpha d\alpha$$

Các cảm ứng từ $d\vec{B}$ đều có cùng phương, chiều nên :

$$B = \int dB = \int_{-\alpha_1}^{\alpha_2} k' \frac{I}{r} \cos \alpha d\alpha$$



Hình 21.3
Từ trường của dòng điện thẳng

trong đó : $-\alpha_1 = (\overrightarrow{MH}, \overrightarrow{MP}); (\alpha_1 = \widehat{PMH})$
 $\alpha_2 = (\overrightarrow{MH}, \overrightarrow{MQ}); (\alpha_2 = \widehat{HMQ})$

Trường hợp dây dẫn PQ rất dài ($l \gg r$) :

$$\sin \alpha_1 \approx \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

$$\sin \alpha_2 \approx \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

Ta được : $B = k' \frac{2I}{r}$

IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

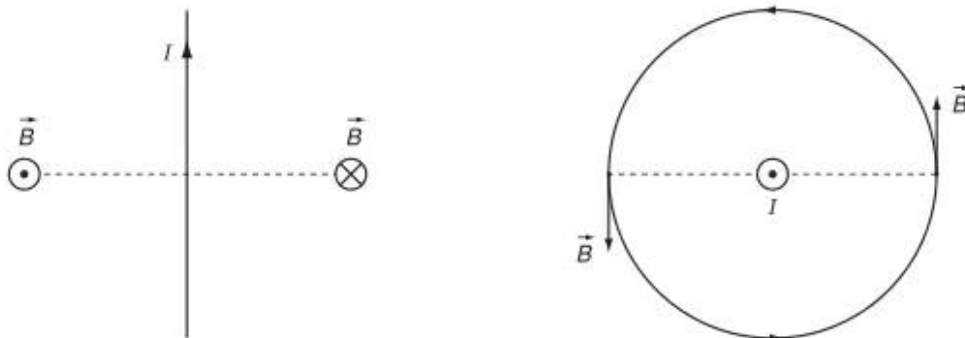
1. Bài này gồm hai phần chính :

a) Thông báo cho HS cách xác định cảm ứng từ của dòng điện chạy trong dây dẫn có hình dạng khác nhau.

b) Phương pháp vận dụng nguyên lí chồng chất từ trường để xác định cảm ứng từ \vec{B} .

2. So với việc xác định cường độ điện trường \vec{E} thì việc xác định cảm ứng từ \vec{B} phức tạp hơn vì phải diễn tả các phân tử trong không gian. Và nhiều khi phải cân nhắc xem nên chọn mặt phẳng hình vẽ chứa dây dẫn có dòng điện hay mặt phẳng hình vẽ vuông góc với dây dẫn ấy.

Ví dụ 1 : Dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài (Hình 21.4) :

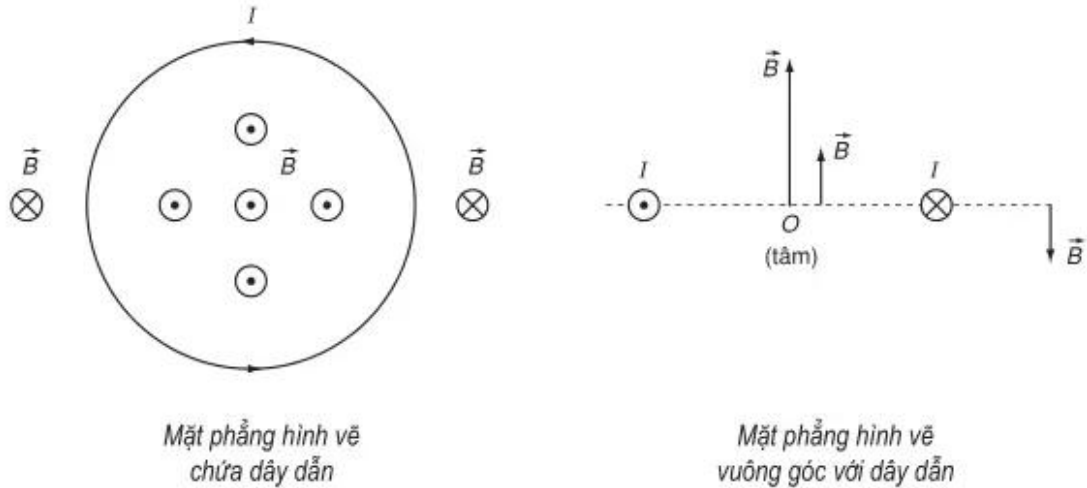


Hình 21.4

Mặt phẳng hình vẽ
chứa dây dẫn

Mặt phẳng hình vẽ
vuông góc với dây dẫn

Ví dụ 2 : Dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành hình tròn (Hình 21.5) :

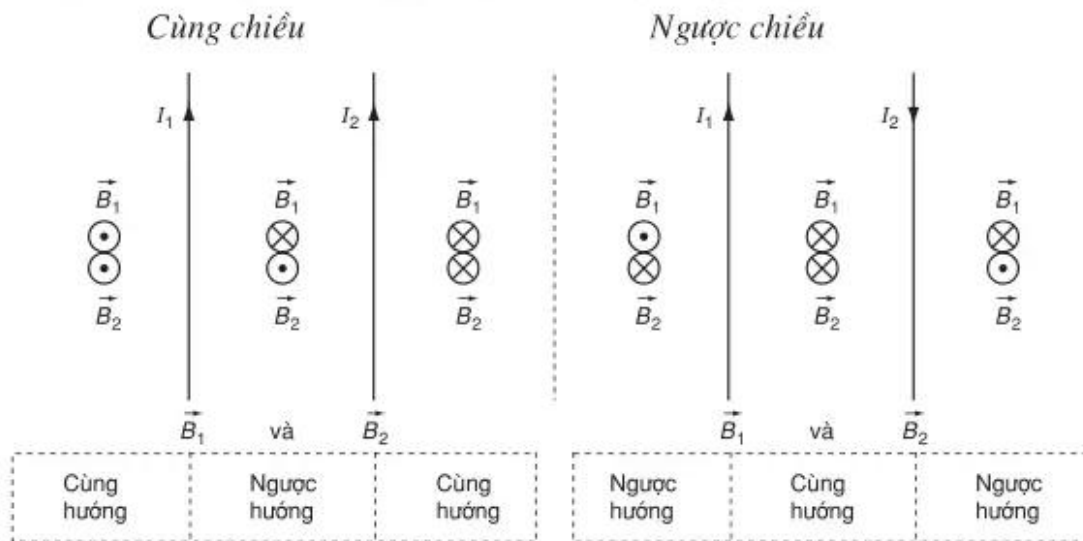


Hình 21.5

• HS thường hay bị nhầm khi xác định chiều của vectơ cảm ứng từ gây bởi hai dòng điện song song cùng chiều hoặc ngược chiều.

Cách giải thích dễ nhất là dùng Hình 21.6.

Hai dòng điện chạy trong hai dây dẫn thẳng song song :



Hình 21.6

V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

C1. Dòng điện chạy từ phải sang trái.

C3. Điểm phải tìm nằm tại trung điểm O_1O_2 .

3. A. 4. C.

5. $5 \cdot \frac{5000}{2} < 2 \cdot \frac{10000}{1,5}$

6. Cảm ứng từ tại O_2 do I_1 gây ra : $B_1 = 10^{-6}$ T.

và do I_2 gây ra : $B_2 = 62,8 \cdot 10^{-7}$ T.

Tùy theo chiều của hai dòng điện : $B = B_2 \pm B_1$.

7. Điểm phải tìm nằm trong mặt phẳng chứa hai dòng điện, trong khoảng giữa hai dòng điện, cách dòng thứ nhất 30 cm và dòng thứ hai 20 cm. Quỹ tích những điểm ấy là đường thẳng song song với hai dòng điện, cách dòng thứ nhất 30 cm và dòng thứ hai 20 cm.