

## BÀI TẬP CUỐI CHƯƠNG IV

### IV.1. B.

Áp dụng công thức lực từ  $F = BIl \sin \alpha$ . Vì dòng điện  $I$  hướng vuông góc với cảm ứng từ  $\vec{B}$ , nên  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  và  $\sin \alpha = 1$ . Từ đó ta suy ra cảm ứng từ của từ trường đều có độ lớn bằng :

$$B = \frac{F}{Il} = \frac{1,2}{20.100.10^{-2}} = 60.10^{-3} \text{ T}$$

### IV.2. D.

Áp dụng công thức về lực từ :  $F = BIl \sin \alpha$ , ta suy ra góc hợp bởi hướng của dòng điện thẳng và hướng của từ trường :

$$\sin \alpha = \frac{F}{Bil} = \frac{1,5}{0,80.4.0,1,8} = 0,26 \Rightarrow \alpha = 15^\circ$$

### IV.3. B.

Áp dụng công thức về lực từ :  $F = BIl \sin \alpha$ , ta suy ra :

$$F = BIl \sin 60^\circ \approx 0,50.7,5.0,8.10^{-2}.0,87 \approx 2,6 \text{ N}$$

#### IV.4. C.

Áp dụng công thức  $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$ , ta tìm được bán kính của vòng dây dẫn :

$$r = 2,3,14 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10}{2,1 \cdot 10^{-4}} \approx 3,0 \text{ cm}$$

**IV.5.** Áp dụng công thức  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} I$ , ta tìm được cảm ứng từ bên trong ống dây dẫn :

$$B = 4,3,14 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{750}{85 \cdot 10^{-2}} \cdot 5,6 = 6,2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

**IV.6.** Sau khi được gia tốc qua hiệu điện thế  $U$ , hạt điện tích  $q$  sẽ có vận tốc  $\vec{v}$  tính bằng :

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

Quỹ đạo của hạt điện tích  $q$  có vận tốc  $\vec{v}$  bay vào từ trường đều  $\vec{B}$  theo hướng vuông góc với các đường sức từ, là đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với từ trường và có bán kính :

$$R = \frac{mv}{|q|B} = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2mU}{|q|}}$$

Với hạt prôtôn :  $R_1 = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2m_1 U}{|q_1|}}$ ; với hạt  $\alpha$  :  $R_2 = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2m_2 U}{|q_2|}}$ .

So sánh bán kính quỹ đạo của hai hạt điện tích trên, ta tìm được :

$$\frac{R_2}{R_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \cdot \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} = \sqrt{\frac{6,642}{1,672}} \cdot \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{3,2 \cdot 10^{-19}}} \approx 1,41$$

Từ đó suy ra bán kính quỹ đạo của hạt  $\alpha$  :

$$R_2 = 1,41 R_1 = 1,41 \cdot 30 = 42,3 \text{ cm}$$

**IV.7.** Khoảng cách giữa hai dây dẫn thẳng có dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  là đoạn thẳng  $CD = d = 8,0$  cm nằm trong cùng mặt phẳng ngang  $P$  chứa dòng điện  $I_2$ .

Hai vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  lần lượt do  $I_1$  và  $I_2$  gây ra tại trung điểm  $M$  của đoạn  $CD$  có hướng như trên Hình IV.1G :

$\vec{B}_1$  song song với dây dẫn có dòng điện  $I_2$  và cùng chiều với  $I_2$ ,

$\vec{B}_2$  song song với dây dẫn có dòng điện  $I_1$  và cùng chiều với  $I_1$ ,

có độ lớn bằng nhau :  $B_1 = B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{8,0}{4,0 \cdot 10^{-2}} = 4,0 \cdot 10^{-5}$  T.

Vectơ cảm ứng từ tổng hợp tại điểm  $M$  :

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

Vì  $\vec{B}_1 \perp \vec{B}_2$ , nên độ lớn của  $\vec{B}$  tính bằng :

$$B = B_1\sqrt{2} = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-5}$$
 T

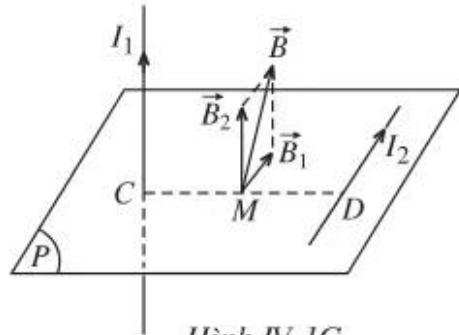
**IV.8.** Dòng điện  $I_1$  gây ra tại điểm  $M$  nằm trên dòng điện  $I_2$ , cách  $I_1$  một khoảng  $a = 5,0$  cm một từ trường có cảm ứng từ  $\vec{B}_1$  hướng vuông góc với mặt phẳng ( $I_1; I_2$ ) (Hình IV.2G) và có độ lớn :

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{a}.$$

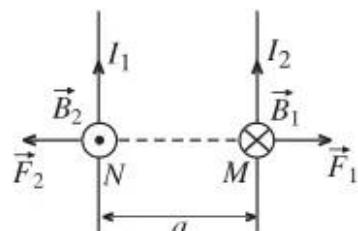
Áp dụng quy tắc bàn tay trái, ta xác định được lực từ  $\vec{F}_1$  do  $\vec{B}_1$  tác dụng lên  $I_2$  là lực đẩy nằm trong mặt phẳng ( $I_1; I_2$ ), hướng vuông góc với  $\vec{B}_1$  và  $I_2$ , có độ lớn :

$$F_1 = B_1 I_2 l = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{a} I_2 l$$

Từ đó suy ra độ lớn của lực từ tác dụng lên một đơn vị dài của dây dẫn có dòng điện  $I_2$  :



Hình IV.1G



Hình IV.2G

$$F_{01} = \frac{F_1}{l} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{a} I_2$$

Thay số, ta được :  $F_{01} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{4,0}{5 \cdot 10^{-2}} \cdot 6,0 = 9,6 \cdot 10^{-5}$  N.

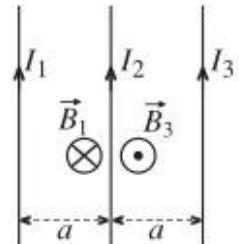
Lập luận tương tự như trên, ta xác định được lực từ  $\vec{F}_2$  do  $\vec{B}_2$  tác dụng lên  $I_1$  cũng là lực đẩy nằm trong mặt phẳng ( $I_1; I_2$ ) hướng vuông góc với  $\vec{B}_2$  và  $I_1$ , có độ lớn  $F_2 = F_1$ , tức là :

$$F_2 = B_2 I_1 l = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{a} I_1 l = F_1$$

Như vậy, lực từ tác dụng lên một đơn vị dài của dây dẫn có dòng điện  $I_1$  cũng có độ lớn :

$$F_{02} = \frac{F_2}{l} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_2}{a} \cdot I_1 = 9,6 \cdot 10^{-5}$$
 T =  $F_{01}$

**IV.9. a)** Áp dụng quy tắc bàn tay phải, ta xác định được các vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_3$  do hai dòng điện  $I_1$  và  $I_3$  gây ra tại mọi điểm trên dây dẫn có dòng điện  $I_2$  nằm giữa  $I_1$  và  $I_3$  đều có phương vuông góc với mặt phẳng chứa ba dòng điện, có chiều ngược nhau (Hình IV.3G) và có cùng độ lớn :



Hình IV.3G

$$B_1 = B_3 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{a}$$

nên vectơ cảm ứng từ tổng hợp tại mọi điểm trên dây dẫn có dòng điện  $I_2$  luôn có giá trị bằng không :

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_3 = \vec{0}$$

Do đó, lực từ tác dụng lên mỗi đơn vị dài trên dây dẫn có dòng điện  $I_2$  cũng luôn có giá trị bằng không :

$$F_0 = \frac{F}{l} = BI_2 = 0$$

**b)** Nếu đổi chiều dòng điện  $I_2$  thì lực từ tác dụng lên  $I_2$  vẫn bằng không.

**IV.10\***. Gọi  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  là các vectơ cảm ứng từ do dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  gây ra trong từ trường của chúng. Trong mặt phẳng chứa hai dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  có bốn góc vuông (Hình IV.4G) : hai góc vuông I và III ứng với  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  cùng phương ngược chiều, hai góc vuông II và IV ứng với  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  cùng phương cùng chiều. Đồng thời, tại một điểm  $M(x, y)$  nằm trong mặt phẳng chứa  $I_1$  và  $I_2$ , các vectơ  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  có độ lớn bằng :

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{y}; B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{x}$$

a) Tại điểm  $M(x, y)$  cách đều hai dây dẫn :  $x = y = r = 4,0\text{cm}$ , ta có :

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2,0}{4,0 \cdot 10^{-2}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{4,0}{4,0 \cdot 10^{-2}} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Khi đó cảm ứng từ tổng hợp tại điểm  $M(x, y)$  có giá trị bằng :

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

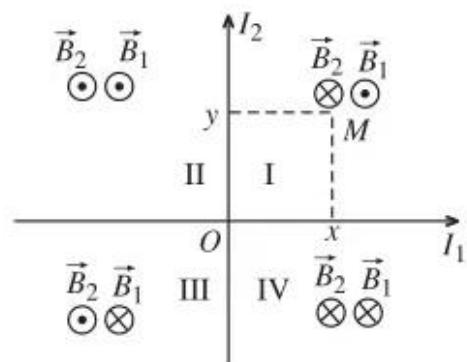
– Nếu điểm  $M(x, y)$  nằm tại các góc vuông I và III, thì :

$$B = B_2 - B_1 = 2,0 \cdot 10^{-5} - 1,0 \cdot 10^{-5} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

– Nếu điểm  $M(x, y)$  nằm tại các góc vuông II và IV, thì :

$$B = B_1 + B_2 = 1,0 \cdot 10^{-5} + 2,0 \cdot 10^{-5} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

b) Quỹ tích của những điểm tại đó cảm ứng từ  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}$  phải nằm trong hai góc vuông I và III ứng với  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  cùng phương ngược chiều, sao cho :



Hình IV.4G

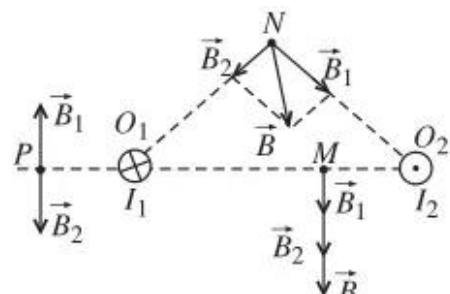
$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{I_1}{y} = \frac{I_2}{x} \Rightarrow y = \frac{2,0}{4,0} \cdot x = \frac{x}{2}$$

Như vậy, quỹ tích phải tìm là đường thẳng  $y = \frac{x}{2}$ , trừ điểm  $O$ .

**IV.11\***. Giả sử hai dòng điện  $I_1, I_2$  chạy qua hai dây dẫn theo hướng vuông góc với mặt phẳng Hình IV.5G tại hai điểm  $O_1, O_2$ .

1. a) Xác định cảm ứng từ tại điểm  $M$ .

Vì  $MO_1 + MO_2 = 60 + 40 = 100$  mm =  $O_1O_2$ , nên điểm  $M$  phải nằm trên đoạn thẳng  $O_1O_2$  và ở phía trong  $O_1O_2$ .



Hình IV.5G

– Cảm ứng từ  $\vec{B}_1$  do dòng điện  $I_1$  gây ra tại  $M$  có phương vuông góc với  $O_1M$  và có độ lớn :

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{6,0}{60 \cdot 10^{-3}} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

– Cảm ứng từ  $\vec{B}_2$  do dòng điện  $I_2$  gây ra tại  $M$  có phương vuông góc với  $O_2M$  và có độ lớn :

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{9,0}{40 \cdot 10^{-3}} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Hai vectơ  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  đều hướng thẳng đứng xuống dưới, nên vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  tại  $M$  cũng hướng thẳng đứng như Hình IV.6G và có độ lớn bằng :

$$B = B_1 + B_2 = 2,0 \cdot 10^{-5} + 4,5 \cdot 10^{-5} = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

b) Xác định cảm ứng từ tại điểm  $N$  :

Vì cạnh  $NO_1 = 60$  mm,  $NO_2 = 80$  mm,  $O_1O_2 = 100$  mm, có độ dài chia theo tỉ lệ  $3 : 4 : 5$ , nên  $NO_1O_2$  là tam giác vuông tại  $N$ , có cạnh huyền  $O_1O_2$ .

– Cảm ứng từ  $\vec{B}_1$  do  $I_1$  gây ra tại  $N$  có phương vuông góc với  $O_1N$  và độ lớn :

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{6,0}{60 \cdot 10^{-3}} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

– Cảm ứng từ  $\vec{B}_2$  do  $I_2$  gây ra tại  $N$  có phương vuông góc với  $O_2N$  và độ lớn :

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{9,0}{80 \cdot 10^{-3}} = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Hai vectơ  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  có phương vuông góc với nhau, nên vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  tại  $N$  nằm trùng với đường chéo của hình chữ nhật có hai cạnh  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  như Hình IV.6G và có độ lớn bằng :

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(2,0 \cdot 10^{-5})^2 + (2,25 \cdot 10^{-5})^2} \approx 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

2. Xác định quỹ tích những điểm  $P$  tại đó cảm ứng từ  $\vec{B} = \vec{0}$  :

Muốn cảm ứng từ tổng hợp tại một điểm  $P$  nào đó trong từ trường gây ra bởi hai dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  có giá trị  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}$  hay  $\vec{B}_1 = -\vec{B}_2$ , thì hai vectơ  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  phải cùng phương, ngược chiều và cùng độ lớn.

Các điều kiện này chỉ được thực hiện khi điểm  $P$  nằm trên đường thẳng  $O_1O_2$  ( $\vec{B}_1$ ,  $\vec{B}_2$  cùng phương) và nằm bên ngoài khoảng  $O_1O_2$  ( $\vec{B}_1$ ,  $\vec{B}_2$  ngược chiều) tại vị trí ứng với các khoảng cách  $PO_1$  và  $PO_2$  sao cho  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  có cùng độ lớn.

Vì  $B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{PO_1}$  và  $B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{PO_2}$ , nên với  $B_1 = B_2$  thì ta có :

$$\frac{I_1}{PO_1} = \frac{I_2}{PO_2} \quad \text{hay} \quad \frac{PO_1}{PO_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

Từ đó suy ra :  $PO_1 = 200 \text{ mm}$ ;  $PO_2 = 300 \text{ mm}$ .

Kết luận : Trong mặt phẳng vuông góc với hai dòng điện  $I_1$  và  $I_2$ , điểm  $P$  nằm trên đường thẳng  $O_1O_2$  với khoảng cách  $PO_1 = 200 \text{ mm}$  và  $PO_2 = 300 \text{ mm}$  là điểm tại đó có cảm ứng từ  $\vec{B} = \vec{0}$ .

Trong không gian, quỹ tích của điểm  $P$  là đường thẳng song song với  $I_1$  và  $I_2$ , cách  $I_1$  một khoảng 200 mm và cách  $I_2$  một khoảng 300 mm.