

CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

Chương 4: TỪ TRƯỜNG

Loại 1: TÍNH CẢM ỨNG TỪ

Bài 1(19): Hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt song song với nhau trong không khí, cách nhau một khoảng $d = 10\text{cm}$ mang hai dòng điện cùng chiều có cùng cường độ $2,4\text{ A}$. Tính cảm ứng từ tại điểm M cách 2 dây các khoảng tương ứng là $r_1 = 8\text{cm}$, $r_2 = 6\text{cm}$.

HD: Theo quy tắc bàn tay trái, ta xác định được 2 vec tơ cảm ứng từ vuông góc với nhau.

Bài 2(82): Hai dây dẫn thẳng dài vô hạn D_1, D_2 đặt song song trong không khí cách nhau $d = 10\text{cm}$, có dòng điện cùng chiều $I_1 = I_2 = I = 2,4\text{A}$ đi qua.

Tính cảm ứng từ tại:

- Điểm M cách D_1 và D_2 là $R = 5\text{cm}$.
- Điểm N cách D_1 là 20cm , cách D_2 là 10cm .
- Điểm P cách D_1 là 8cm , cách D_2 là 6cm .

HD: Dựa vào các khoảng cách ta xác định được: điểm M nằm trong mặt phẳng hai dây, hai vec tơ cảm ứng từ ngược chiều cùng độ lớn. Điểm N cũng nằm trong mặt phẳng 2 dây, hai vec tơ cảm ứng từ tại đó cùng chiều. Còn tại P, hai vec tơ cảm ứng từ vuông góc với nhau.

Bài 3(31): Hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt song song trong không khí cách nhau một khoảng $d = 6\text{cm}$, có các dòng điện $I_1 = 1\text{A}$, $I_2 = 2\text{A}$ đi qua, I_1 và I_2 ngược chiều nhau. Xác định vị trí những điểm có cảm ứng từ tổng hợp bằng không.

HD: Hai vec tơ cảm ứng từ gây bởi hai dòng điện phải cùng phương ngược chiều cùng độ lớn. Từ quy tắc bàn tay trái ta suy ra các điểm cần tìm phải nằm trong mặt phẳng của hai dây, tức là nằm trên đường thẳng song song với hai dây và ở phía ngoài của dòng điện nhỏ hơn.

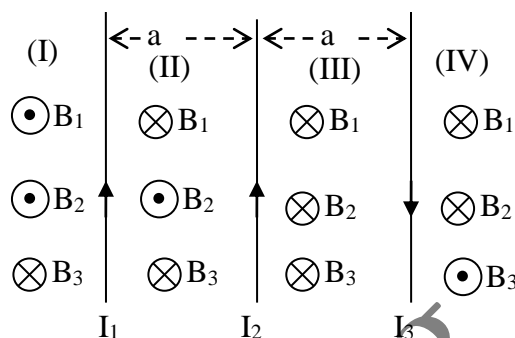
Bài 4(32): Cuộn dây tròn phẳng bán kính $R = 5\text{cm}$ (gồm $N = 100$ vòng dây quấn nối tiếp cách điện với nhau) đặt trong không khí có dòng điện I qua mỗi vòng dây. Biết từ trường ở tâm vòng dây là $B = 5 \cdot 10^{-4}\text{T}$. Tìm I .

HD: Áp dụng công thức: $B = 2\pi \cdot 10^{-7} N \frac{I}{R}$.

Bài 5(89): Ba dây dẫn thẳng song song dài vô hạn cùng nằm trong mặt phẳng P, hai dây liên tiếp cách nhau đoạn $a = 6\text{cm}$, cường độ dòng $I_1 = I_2 = I$, $I_3 = 2I$. Dây I_3 nằm ngoài I_1, I_2 và dòng I_3 ngược chiều I_1, I_2 . Tìm vị trí các điểm nằm trong mặt phẳng P có cảm ứng từ tổng hợp bằng không?

CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

HD: Ba dây dẫn chia mặt phẳng P thành 4 miền (xem hình vẽ). Ở miền III cảm ứng từ không thể bằng không vì các véc tơ cùng chiều. Ở miền IV gần dòng I_3 , do $I_1 = I_2 = I_3/2$ nên tổng hợp: $B_1 + B_2 < B_3$. Cũng vì lý do tương tự thì ở miền I lại có $B_1 + B_2 > B_3$. Như vậy chỉ có ở miền II có thể có điểm có $B = 0$. Giả sử điểm đó cách dây mang dòng I_1 là x thì: $B_1 + B_3 = B_2$ hay:



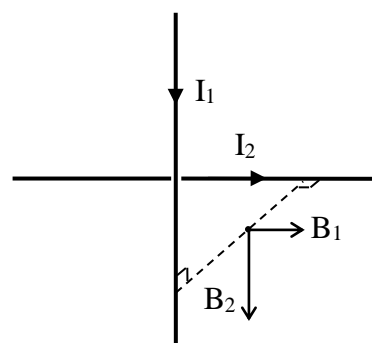
$$2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{x} + 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{2a-x} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{2I}{a-x}$$

Có thể không lập luận được thì cần viết nhưng phương trình tương tự như trên rồi loại trừ các trường hợp không có nghiệm phù hợp.

Bài 6(33): Một ống dây thẳng (xôlênôit) chiều dài $l = 20\text{cm}$, đường kính $d = 2\text{cm}$. Một dây dẫn có vỏ bọc cách điện dài $L = 300\text{m}$ được quấn đều theo chiều dài ống. Ống dây không có lõi và đặt trong không khí. Cường độ dòng điện đi qua dây dẫn là $0,5\text{A}$. Tìm cảm ứng từ trong ống dây.

HD: Mỗi vòng dây có chiều dài πd , nên số vòng dây quấn trên ống là $N = L/(\pi d)$.

Bài 7(35): Hai dòng điện thẳng dài vô hạn mang các dòng điện có cường độ $I_1 = 10\text{A}$ và $I_2 = 30\text{A}$ đặt vuông góc với nhau trong không khí. Khoảng cách ngắn nhất giữa chúng là 4cm . Tính cảm ứng từ tại điểm M cách mỗi dòng điện 2cm .

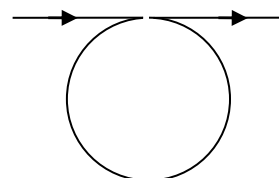


HD: Hai véc tơ cảm ứng từ tại M vuông góc với nhau (xem hình)

Bài 8(67): Một cuộn dây điện phẳng tròn có 10 vòng dây, bán kính mỗi vòng là 5cm , đặt trong không khí và trong một từ trường đều bên ngoài có cảm ứng từ $B_0 = 2\pi \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$, có các đường sức từ hợp với mặt phẳng cuộn dây một góc 30° . Trong cuộn dây có dòng điện $0,5\text{A}$ chạy qua. Xác định vectơ cảm ứng từ tổng hợp tại tâm của cuộn dây?

HD: Hai véc tơ cảm ứng từ có cùng độ lớn, góc giữa hai véc tơ là 60° .

Bài 9(85): Một dây dẫn rất dài căng thẳng, ở giữa dây được uốn thành vòng tròn bán kính $R = 6 \text{ (cm)}$, tại chỗ chéo nhau dây dẫn được cách điện. Dòng điện chạy trên dây có cường độ 4 (A) . Tính cảm ứng từ tại tâm vòng tròn do dòng điện gây ra?



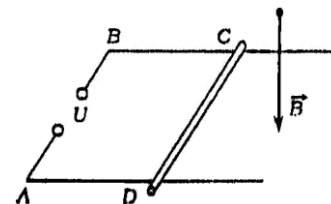
CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

HD: Từ trường tại tâm là tổng hợp của hai véc tơ cảm ứng từ gây bởi dòng điện thẳng và dòng điện tròn. Theo quy tắc nắm tay phải ta thấy chúng có cùng phương chiều.

Loại 2: TÍNH LỰC TỪ

Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn nằm trong trường đều

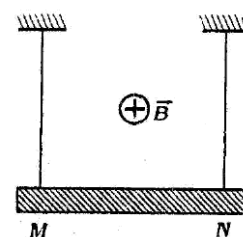
Bài 10(36): Thanh kim loại CD dài $l = 20\text{cm}$ khối lượng $m = 100\text{g}$ đặt vuông góc với hai thanh ray song song nằm ngang và nối với nguồn điện như hình vẽ. Hệ thống được đặt trong từ trường đều \vec{B} hướng thẳng đứng từ trên xuống; $B = 0,2\text{T}$; hệ số ma sát giữa CD và ray $\mu = 0,1$. Bỏ qua điện trở các thanh ray, điện trở tại nơi tiếp xúc và dòng điện cảm ứng trong mạch. Biết thanh CD trượt sang trái với gia tốc $a = 3\text{m/s}^2$. Xác định chiều và độ lớn dòng điện I qua CD.



Hình vẽ bài 10

HD: Theo phương ngang vật chịu tác dụng của lực từ F và lực ma sát F_{ms} . Áp dụng định luật II Niu ton: $a = \frac{F - F_{ms}}{m}$ với $F = BI.l$, còn $F_{ms} = \mu mg$.

Bài 11(37): Một dây dẫn thẳng MN chiều dài l có khối lượng của một đơn vị chiều dài dây là $D = 0,04\text{kg/m}$. Dây được treo bằng hai dây dẫn nhẹ thẳng đứng buộc vào 2 đầu dây và đặt trong từ trường đều có \vec{B} vuông góc với mặt phẳng chứa MN và dây treo, $B = 0,04\text{T}$. Cho dòng điện I qua dây (Hình vẽ)



Hình vẽ bài 11

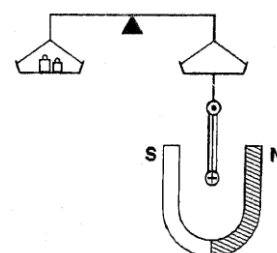
a) Xác định độ lớn và chiều của I để lực căng các dây treo bằng không.

b) Cho $MN = 25\text{cm}$, $I = 16\text{A}$ có chiều từ N đến M. Tính lực căng của mỗi dây.

HD: a) Lực căng dây bằng không tức là lực từ phải cân bằng với trọng lực. Vậy lực từ hướng lên trên. Dùng quy tắc bàn tay trái suy ra chiều dòng điện. Còn độ lớn thì tìm từ phương trình: $P = mg = F_{\text{từ}} = BI.l$. Khối lượng $m = D.l$.

b) Nếu dòng điện có chiều từ N đến M thì lực từ và trọng lực có cùng phương chiều. Lực căng mỗi dây có độ lớn bằng nửa tổng của 2 lực đó.

Bài 12(38): Một khung dây dẫn hình vuông cạnh $a = 10\text{cm}$ có $n = 200$ vòng dây. Khung được treo thẳng đứng dưới một đĩa cân. Cạnh dưới của khung nằm ngang trong từ trường đều của nam châm hình chữ U và vuông góc với đường sức từ (Hình vẽ). Sau khi thiết lập cân bằng cho các đĩa cân, người ta cho dòng điện có



Hình vẽ bài 12

CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

cường độ $I = 0,5A$ qua khung theo chiều như hình vẽ. Biết cảm ứng từ của nam châm $B = 0,002T$. Hỏi phải thêm bớt ở đĩa cân bên kia một khối lượng bao nhiêu để cân thăng bằng?

HD: Đường sức từ đi từ cực N sang cực S. Đoạn dây nằm trong từ trường có dòng điện đi từ ngoài vào trong, theo quy tắc bàn tay trái thì lực từ hướng lên trên. Khối lượng cần thêm/bớt thỏa mãn điều kiện: $\Delta mg = F = n.B.I.a$.

Bài 13(39): Thí nghiệm được thiết lập như bài trên, khung dây gồm $n = 100$ vòng, cạnh $a = 5cm$. Cho dòng điện $I = 5A$ chạy qua khung dây, ở đĩa cân bên kia đặt quả cân khối lượng m để cân thăng bằng. Sau đó người ta quay nam châm 180° để đổi đường sức từ đổi chiều ngược lại thì phải thêm vào đĩa cân bên kia $200g$ cân mới trở lại thăng bằng. Tính cảm ứng từ của nam châm?

HD: Lúc đầu lực từ hướng lên trên cân bằng với trọng lực. Khi quay nam châm 180° thì lực từ đổi chiều cùng chiều trọng lực. Thêm $\Delta m = 0,20 kg$ vào để cân bằng, nghĩa là lực từ bằng trọng lượng của $200 g$: $\Delta mg = F = n.B.I.a$

Bài 14(40): Đoạn dây dẫn AB có chiều dài $L = 20cm$, khối lượng $m = 10g$ được treo nằm ngang trong một từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ thẳng đứng. Hai dây treo thẳng đứng mảnh và nhẹ chiều dài mỗi dây $l = 40cm$. Cho dòng điện $I = 2A$ qua dây AB, AB bị đẩy lệch sang một bên và có vị trí cân bằng khi dây treo lệch góc $\alpha = 30^\circ$ với phương thẳng đứng. Tính độ lớn cảm ứng từ B. Tính vận tốc AB khi trở về vị trí cân bằng nếu I đột ngột bị ngắt. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản của môi trường.

HD: Lực từ hướng theo phương ngang. Khi cân bằng $\tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{BIL}{mg}$.

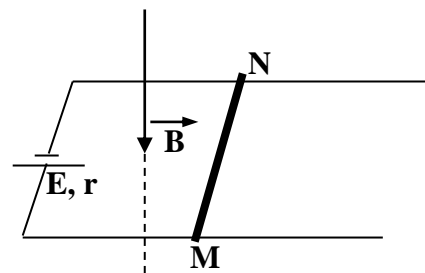
Nếu ngắt dòng I thì từ vị trí cân bằng ban đầu dây AB sẽ chuyển động về vị trí cân bằng mới (là vị trí 2 dây treo thẳng đứng). Theo điều kiện bảo toàn cơ năng: thế năng chuyển hóa thành động năng ta có phương trình: $mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{mv^2}{2}$.

Bài 15(56): Khung dây hình chữ nhật, kích thước $30cm \times 20cm$ trong có dòng điện $I = 5A$. Khung được đặt trong một từ trường đều có phương vuông góc với mặt phẳng chứa khung dây và có độ lớn $B = 0,1 (T)$. Hãy xác định lực từ tổng hợp tác dụng lên khung.

HD: Những đoạn dây song song chịu tác dụng của những lực bằng nhau nhưng ngược chiều, thành thử tổng hợp lực bằng 0.

CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

Bài 16(70): Cho mạch điện như hình vẽ. Hai thanh kim loại cứng AA', CC' song song nằm ngang cách nhau 4cm. Đoạn dây dẫn MN vuông góc với hai thanh cứng, khối lượng $m = 15g$. Hệ số ma sát giữa dây MN và hai thanh kim loại là $\mu = 0,2$. Lấy $g = 10 m/s^2$. Hệ thống được đặt trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ \vec{B} thẳng đứng hướng từ trên xuống. Cường độ dòng điện qua MN là 5A.



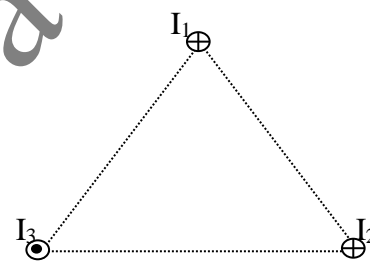
Hình vẽ bài 16

- Xác định chiều lực từ tác dụng lên MN?
- Tính giá trị cảm ứng từ B để MN bắt đầu chuyển động được?

HD: Để dây chuyển động phải có lực từ F bằng lực ma sát: $F = BI l = F_{ms} = \mu mg$.

Lực tác dụng giữa các dây dẫn mang dòng điện

Bài 17(20): Ba dây dẫn thẳng dài đặt song song với nhau, cách đều nhau đi qua ba đỉnh của một tam giác đều cạnh $a = 4cm$ theo phương vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Cho các dòng điện chạy qua có chiều như hình vẽ với các cường độ dòng điện $I_1 = 10A, I_2 = I_3 = 20A$. Tìm lực tổng hợp F tác dụng lên mỗi mét dây dẫn có dòng điện I_1 .



Hình vẽ bài 17

HD: Dùng nguyên lý chồng chất tính cảm ứng từ B gây bởi hai dòng I_2 và I_3 tại điểm đặt dây I_1 rồi áp dụng công thức $F = BI_1 l$.

Bài 18(72): Hai dây dẫn thẳng dài đặt song song, cách nhau 20 cm trong không khí. Dòng điện qua hai dây dẫn có cường độ lần lượt là 4A và 10A.

- Tính lực từ tác dụng lên 1 mét chiều dài của mỗi dây?
- Để lực từ trên tăng lên 1,5 lần thì khoảng cách giữa hai dây phải là bao nhiêu?

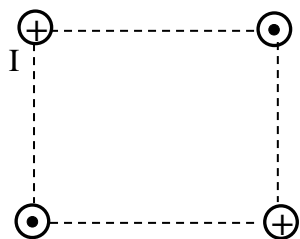
HD: Áp dụng công thức $F = 2.10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} l$.

Bài 19(74): Bốn dây dẫn thẳng dài vô hạn, nằm dọc theo bốn cạnh của một lăng trụ đứng, trong không khí, có tiết diện thẳng là hình vuông cạnh $a = 10cm$. Dòng điện qua các dây dẫn có cường độ bằng nhau $I = 5A$. Tính lực từ tác dụng lên mỗi mét chiều dài của mỗi dây dẫn.

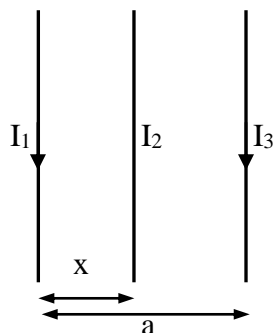
HD: Mỗi dây dẫn chịu tác dụng của 3 dây còn lại. Dùng quy tắc nắm bàn tay phải để xác định chiều của véc tơ cảm ứng từ gây bởi 3 dòng điện tại vị trí đặt dây dẫn thứ tư, sau đó sử dụng nguyên lý chồng chất để cộng ba véc tơ cảm ứng từ B gây bởi ba dòng điện tại đó. Sau cùng, áp dụng công thức $F = BI_1 l$.

CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

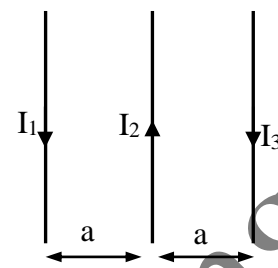
Bài 20(75): Cho ba dây dẫn thẳng, dài đặt song song như hình vẽ, trong đó dây thứ nhất và thứ ba đặt cách nhau $a = 15 \text{ cm}$, có các dòng điện $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_3 = 8 \text{ A}$ chạy qua.



Hình vẽ bài 19



Hình vẽ bài 20



Hình vẽ bài 21

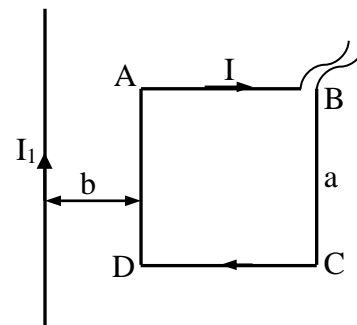
Hỏi dây dẫn thứ hai phải đặt cách dây thứ nhất một đoạn bằng bao nhiêu, có dòng điện chạy theo chiều nào để nó cân bằng? Nhận xét sự cân bằng của dây dẫn thứ hai ?

HD: Dây thứ hai cần phải đặt tại vị trí có cảm ứng từ bằng không. Độ lớn và chiều dòng điện chạy qua nó không quan trọng. Bài toán quay về **Bài 3**.

Bài 21(76): Cho ba dây dẫn thẳng, dài đặt song song, cách đều nhau, khoảng cách giữa hai dây là $a = 5 \text{ cm}$, có các dòng điện $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_3 = 2 \text{ A}$ chạy qua. Dây dẫn thứ hai có dòng điện $I_2 = 5 \text{ A}$. Xác định lực từ tác dụng lên dây dẫn thứ hai?

HD: Đề bài không phù hợp với hình vẽ. Nếu ba dây nằm trong không gian thì tính theo cách của **Bài 17**. Nếu ba dây nằm trong cùng mặt phẳng thì cảm ứng từ tại chỗ đặt dòng I_2 là tổng hai véc tơ ngược chiều.

Bài 22(77): Một khung dây hình vuông ABCD cạnh $a = 6 \text{ cm}$ có dòng điện cường độ $I = 15 \text{ A}$ chạy qua. Một dòng điện cường độ $I_1 = 10 \text{ A}$ chạy qua một dây dẫn thẳng dài, đặt song song với cạnh AD và cách AD một khoảng $b = 4 \text{ cm}$. Tính lực từ tổng hợp tác dụng lên khung dây ABCD?



Hình vẽ bài 22

HD: Đoạn AB và DC chịu tác dụng cũng những lực từ (không tính được!) nhưng bằng nhau và ngược chiều nên có hợp lực bằng 0. Hai đoạn AD và BC chịu tác dụng của các lực ngược chiều và có tổng hợp lực là: $F_{hl} = F_{AD} - F_{BC} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1 I a}{b} - 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1 I a}{a+b}$.

Mômen của ngẫu lực từ (tác dụng lên khung dây)

Bài 23(78): Khung dây hình chữ nhật kích thước $AB = a = 10 \text{ cm}$, $BC = b = 5 \text{ cm}$ gồm $N = 20$ vòng nối tiếp có thể quay xung quanh cạnh AB thẳng đứng. Khung có dòng điện $I = 1 \text{ A}$ đi qua mỗi vòng và đặt trong từ trường đều \vec{B} nằm ngang, góc giữa \vec{B} và

CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

pháp tuyến \vec{n} của khung là $\alpha = (\vec{B}, \vec{n}) = 30^\circ$, $B = 0,5T$. Tính mômen lực từ đặt lên khung?

HD: Hai cạnh BC và AD chịu tác dụng cũng những lực từ bằng nhau và ngược chiều nên có mô men lực cân bằng nhau. Lực tác dụng lên cạnh AB đi qua trục quay nên mô men của lực này triệt tiêu, chỉ còn lực tác dụng lên CD là $F = N.B.I.a$. Cánh tay đòn của lực là $d = b.\sin\alpha$. Vậy mô men lực: $M = F.d = N.B.I.a.b.\sin\alpha$.

Bài 24(83): Một khung dây cứng hình chữ nhật có 200 vòng dây có kích thước $2 \times 3 \text{ cm}^2$ đặt trong từ trường đều. Khi cho dòng điện có cường độ 0,2 (A) đi vào khung thì mômen ngẫu lực từ tác dụng vào khung có giá trị lớn nhất là 24.10^{-4} (Nm). Tính cảm ứng từ của từ trường?

HD: Ngẫu lực lớn nhất khi véc tơ cảm ứng từ song song với mặt phẳng của khung và vuông góc với một cạnh của khung. Khi đó: $M = F.b = N.B.I.a.b$.

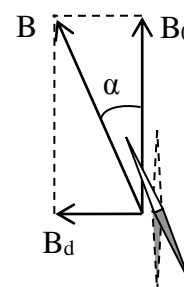
Bài 25(86): Khung dây hình chữ nhật diện tích $S = 25\text{cm}^2$ gồm $N = 10$ vòng dây nối tiếp có dòng $I = 2A$ đi qua mỗi vòng. Khung dây đặt thẳng đứng trong từ trường đều có vecto B nằm ngang, $B = 0,3T$. Tính momen ngẫu lực từ đặt lên khung khi:

- a. \vec{B} song song với mặt phẳng khung dây.
- b. \vec{B} vuông góc với mặt phẳng khung dây.

HD: a. Xem Bài 24. b. Bằng 0 (xem Bài 15).

Câu 26(88): Một dây dẫn thẳng đặt nằm ngang song song với từ trường \vec{B}_0 của Trái Đất, $B_0 = 2,5.10^{-5}T$. Dưới dây là một kim nam châm nhỏ đặt song song với dây, cách dây là $R = 2\text{cm}$. Kim có thể quay quanh trục thẳng đứng. Tìm góc quay của kim khi cho dòng điện $I = 1,4 \text{ A}$ chạy qua dây.

HD: Hướng Nam – Bắc của kim nam châm khi cân bằng tiếp tuyến với đường sức của từ trường, cũng là hướng của véc tơ cảm ứng từ tại đó. Khi có dòng điện từ trường tổng hợp vẫn hướng theo phương ngang nhưng là tổng hợp của hai từ trường vuông góc (của dây B_d và của Trái Đất B_0). Vậy dây quay góc sao cho: $\tan \alpha = \frac{B_d}{B_0}$.



Loại 3: LỰC LORENTZ

Bài 27(87): Hạt mang điện khối lượng m , điện tích q được bắn với vận tốc v vào một từ trường đều \vec{B} . Xác định quỹ đạo của hạt nếu góc $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$ có các giá trị:

CHỦ ĐỘNG & SÁNG TẠO

- a. 0^0 b. 90^0 (Bỏ qua tác dụng của trọng lực)

HD: a. Hạt chuyển động thẳng vì không chịu tác dụng lực từ.

b. Hạt chuyển động tròn đều, lực Lo-ren-xơ đóng vai trò lực hướng tâm.

Bài 28(79): Một hạt có khối lượng $m_1 = 1,60.10^{-27}$ kg mang điện tích $q_1 = - 1,6.10^{-19}$ (C) chuyển động vào từ trường đều $B = 0,4T$ với vận tốc $v = 10^6$ m/s. Biết $\vec{v} \perp \vec{B}$.

a. Tính bán kính quỹ đạo của hạt?

b. Một điện tích thứ hai có khối lượng $m_2 = 9,60.10^{-27}$ kg, điện tích $q_2 = 3,2.10^{-19}$ C khi bay vuông góc vào từ trường trên sẽ có bán kính quỹ đạo gấp 2 lần điện tích thứ nhất. Tính vận tốc của điện tích thứ hai?

HD: Hạt chuyển động tròn đều, lực Lo-ren-xơ đóng vai trò lực hướng tâm, suy ra biểu thức bán kính quỹ đạo.

Bài 29(80): Hạt α có vận tốc đầu không đáng kể được tăng tốc với hiệu điện thế $U = 10^6$ (V). Sau khi được tăng tốc, hạt bay vào từ trường đều có cảm ứng từ $B = 1,8$ (T). Biết hạt khi vào từ trường có vận tốc $\vec{v} \perp \vec{B}$, khối lượng và điện tích của hạt là $m = 6,67.10^{-27}$ (kg) và $q = 3,2.10^{-19}$ (C).

a. Tính vận tốc v của hạt α khi nó bắt đầu bay vào trong từ trường?

b. Tính lực từ tác dụng lên hạt α ?

HD: a. Công của lực điện trường bằng (độ tăng từ 0) của động năng: $qU = \frac{1}{2}mv^2$.

b. Lực Lo-ren-xơ: $F = Bvq$.

Bài 30(84): Một hạt prôtôn chuyển động với vận tốc 2.10^6 (m/s) vào vùng không gian có từ trường đều $B = 0,02$ (T) theo hướng hợp với vectơ cảm ứng từ một góc 30^0 . Biết điện tích của hạt prôtôn là $1,6.10^{-19}$ (C). Tính lực Lorenxơ tác dụng lên hạt đó ?

HD: Lực Lo-ren-xơ: $F = Bvq\sin\alpha$.