

3 Từ trường

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Từ trường, cảm ứng từ, lực từ

- Từ trường là trường lực gây ra bởi dòng điện hoặc nam châm, là dạng vật chất tồn tại xung quanh dòng điện hoặc nam châm mà biểu hiện cụ thể là sự xuất hiện của lực từ tác dụng lên một dòng điện hay một nam châm khác đặt trong đó.

- Đường sức từ là những đường vẽ trong không gian có từ trường, sao cho tiếp tuyến với nó tại mỗi điểm có phương trùng với phương của kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại điểm đó.

- Các đường sức từ của dòng điện thẳng dài với cường độ I :

- + Có dạng là những đường tròn nằm trong những mặt phẳng vuông góc với dòng điện có tâm là giao điểm giữa dòng điện và mặt phẳng đó;
- + Có chiều được xác định bằng quy tắc nắm tay phải.

- Các đường sức từ của dòng điện tròn có chiều đi vào mặt nam và đi ra mặt bắc của dòng điện tròn ấy.

Cảm ứng từ $\vec{B}$ là một đại lượng vector đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực:

- + Có phương trùng với phương của kim nam châm nằm cân bằng tại điểm đang xét, có chiều từ cực nam sang cực bắc của kim nam châm.
- + Có độ lớn là

$$B = \frac{F}{I \ell \sin \theta} \quad (3.1)$$

với F là độ lớn của lực tương tác giữa từ trường và đoạn dây dẫn có chiều dài ℓ mang dòng điện có cường độ I , θ là góc hợp bởi chiều dòng điện và chiều của cảm ứng từ.

- Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn có chiều dài ℓ và mang dòng điện với cường độ I ở trong từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$:

- + Có điểm đặt tại trung điểm của đoạn dây dẫn.
- + Có phương vuông góc với đoạn dây dẫn và cảm ứng từ.
- + Có chiều tuân theo quy tắc bàn tay trái.
- + Có độ lớn

$$F = B I \ell \sin \theta \quad (3.2)$$

với θ là góc hợp bởi dòng điện và chiều cảm ứng từ.

2. Từ thông và cảm ứng điện từ

- Từ thông qua diện tích S

$$\Phi = B S \cos \alpha \quad (3.3)$$

Trong đó, α là góc hợp bởi cảm ứng từ $\vec{B}$ và vector pháp tuyến $\vec{n}$ của mặt phẳng có diện tích S .

- Suất điện động cảm ứng trong mạch điện kín là

$$\mathcal{E}_c = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (3.4)$$

trong đó, $\Delta \Phi$ là độ biến thiên từ thông qua diện tích giới hạn bởi mạch điện kín.

- Độ lớn suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường

$$|e_c| = B r v \sin \theta \quad (3.5)$$

3. Đại cương về dòng điện xoay chiều

Suất điện động cảm ứng xoay chiều trong khung dây dẫn phẳng có diện tích S quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục vuông góc với các đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$ là

$$e = E_0 \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (3.6)$$

trong đó, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ là chu kỳ, $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ là tần số góc, φ_0 là pha ban đầu và E_0 là giá trị cực đại của suất điện động; nếu khung dây dẫn có N vòng thì

$$E_0 = NBS\omega \quad (3.7)$$

- Điện áp xoay chiều giữa hai đầu một đoạn mạch là

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u) \quad (3.8)$$

- Cường độ dòng điện xoay chiều trong đoạn mạch là

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i) \quad (3.9)$$

- Độ lệch pha của điện áp so với cường độ dòng điện là

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i \quad (3.10)$$

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad (3.11)$$

- Giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều là

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \quad (3.12)$$

- Giá trị hiệu dụng của suất điện động xoay chiều là

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \quad (3.13)$$

- Nếu điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở R là U thì cường độ dòng điện hiệu dụng và công suất tỏa nhiệt ở R lần lượt là

$$I = \frac{U}{R} \quad (3.14)$$

và

$$P = RI^2 \quad (3.15)$$

Công suất hao phí khi truyền năng lượng điện là

$$P_{hp} = rI^2 = r \left(\frac{P_{phát}}{U} \right)^2 \quad (3.16)$$

trong đó, r là điện trở của đường dây tải điện.

4. Một số lưu ý

- Do dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích nên từ trường của dòng điện chính là từ trường của các điện tích chuyển động tạo thành dòng điện đó.

- Khi người ta nói hướng của từ trường và độ lớn của từ trường thì cần hiểu: đó chính là hướng và độ lớn của cảm ứng từ.

- Người ta quy ước vẽ các đường sức từ sao cho số đường sức từ xuyên qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với đường sức bằng độ lớn của cảm ứng từ B. Theo quy ước này, độ lớn của cảm ứng từ B còn được gọi là mật độ từ thông.
- Điện trường xoáy xuất hiện trong suốt thời gian từ trường biến thiên và không phụ thuộc vào việc có hay không có các vòng dây dẫn.
- Quy ước chiều



Hướng vào trang giấy: từ phía trước vào phía sau và vuông góc với trang giấy.

Hướng ra khỏi trang giấy: từ phía sau ra phía trước và vuông góc với trang giấy.

- Trong các bài tập ở phần này, trừ khi nói rõ, còn thì bỏ qua ảnh hưởng của từ trường Trái Đất và khi xét hiện tượng cảm ứng điện từ, không xét từ trường của dòng điện cảm ứng.

- Quy ước ở các hình vẽ: cực từ bắc ^(N) của nam châm có màu đậm, cực từ nam ^(S) có màu nhạt.

B. BÀI TẬP VÍ DỤ

I. TỪ TRƯỜNG, CẢM ỨNG TỪ, LỰC TỪ

1. Phát biểu nào sau đây là **sai**?

- Một điện tích đứng yên tạo ra một điện trường trong không gian xung quanh nó.
- Điện trường tác dụng lực điện lên điện tích đứng yên trong nó.
- Một luồng điện tích tạo ra một từ trường trong không gian xung quanh nó.
- Từ trường tác dụng lực từ lên dòng điện ở trong nó.

Giải

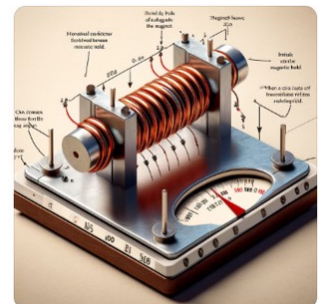
- Đúng. Theo định nghĩa, điện trường được tạo ra bởi điện tích đứng yên.
- Đúng. Tính chất cơ bản của điện trường là tác dụng lực lên điện tích được đặt trong nó.
- Đúng. Theo định nghĩa, từ trường được gây ra bởi dòng điện (luồng điện tích).

D Sai. Theo công thức ^(3.2), khi dòng điện và cảm ứng từ cùng phương thì lực do từ trường tác dụng lên dòng điện bằng không.

Đáp án: D

2. Một đoạn dây dẫn nằm ngang được giữ cố định ở vùng từ trường đều trong khoảng không gian giữa hai cực của nam châm. Nam châm này được

đặt trên một cái cân ^(Hình 3.1). Phần nằm trong từ trường của đoạn dây dẫn có chiều dài là $1,0\text{ cm}$. Khi không có dòng điện chạy trong đoạn dây, số chỉ của cân là $500,68\text{ g}$. Khi có dòng điện có cường độ $0,34\text{ A}$ chạy trong đoạn dây dẫn, số chỉ của cân là $500,12\text{ g}$. Lấy $g = 9,80\text{ m/s}^2$. Trong các



- Số chỉ của cân giảm đi chứng tỏ có một lực tác dụng vào cân theo chiều thẳng đứng lên trên.
- Lực tác dụng làm cho số chỉ của cân giảm là lực từ tác dụng lên đoạn dây và có chiều hướng lên.
- Dòng điện trong dây có chiều từ trái sang phải.

d) Độ lớn cảm ứng từ giữa các cực của nam châm là $0,16\text{ T}$.

Giải

- Đúng. Số chỉ của cân giảm, chứng tỏ đã có một lực tác dụng vào cân theo chiều hướng lên.

b) Sai. Do lực tác dụng vào cân hướng lên nên theo định luật thứ ba của Newton, lực tác dụng lên đoạn dây hướng xuống.

C. Sai. Theo quy tắc bàn tay trái, chiều dòng điện trong dây dẫn hướng từ phải sang trái.

D. Đúng. Vì dòng điện vuông góc với từ trường nên, theo công thức (3.1), độ lớn cảm ứng từ giữa các

$$B = \frac{F}{I\ell} = \frac{mg}{I\ell}.$$

Thay số: $m = 500,68 \text{ g} - 500,12 \text{ g} = 0,56 \text{ g} = 0,56 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$.

$$g = 9,80 \text{ m/s}^2; I = 0,34 \text{ A}; \ell = 0,10 \text{ m}.$$

ta được: $B = 0,16 \text{ T}$.

Đáp án:

a) Đúng; b) Sai; c) Sai; d) Đúng.

Câu 3. Một đoạn dây dẫn bằng đồng dài $20,0 \text{ m}$ có diện tích mặt cắt ngang là $2,50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. Đoạn dây dẫn được đặt nằm ngang sao cho dòng điện trong đoạn dây dẫn chạy từ đông sang tây với cường độ $20,0 \text{ A}$. Ở vị trí đang xét, từ trường Trái Đất có cảm ứng từ nằm ngang, hướng từ nam lên bắc và có độ lớn $0,500 \cdot 10^{-4} \text{ T}$. Biết khối lượng riêng của đồng là $8,90 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

a) Tìm độ lớn và hướng của lực từ tác dụng lên đoạn dây.

b) Tính lực hấp dẫn tác dụng lên đoạn dây.

Giải

a) Lực từ tác dụng lên dây có độ lớn là $F_{\text{tđ}} = BI\ell \sin \theta$.

Thay các giá trị đã cho: $B = 0,500 \cdot 10^{-4} \text{ T}; I = 20,0 \text{ A}; \ell = 20,0 \text{ m}; \theta = 90,0^\circ$, ta được: $F_{\text{tđ}} = 0,02 \text{ N}$.

Dòng điện và cảm ứng từ đều ở trong mặt phẳng nằm ngang nên lực từ hướng thẳng đứng. Theo quy tắc bàn tay trái, lực từ có chiều từ trên xuống dưới.

b) Lực hấp dẫn có độ lớn là: $F_{\text{hd}} = mg = \rho S \ell$.

Thay các giá trị đã cho: $\rho = 8,90 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3; S = 2,50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2; \ell = 20,0 \text{ m}$, ta được: $F_{\text{hd}} = 4,36 \text{ N}$.

Phép tính này chứng tỏ rằng trong điều kiện bình thường, lực hấp dẫn tác dụng lên một dây dẫn mang dòng điện lớn hơn rất nhiều so với lực từ do từ trường Trái Đất gây ra.

Đáp án:

a) $F_{\text{tđ}} = 0,02 \text{ N}$, hướng thẳng đứng từ trên xuống.

b) $F_{\text{hd}} = 4,36 \text{ N}$.

Câu 4. Một dây dẫn thẳng, cứng, dài $\ell = 0,10 \text{ m}$, có khối lượng $m = 0,025 \text{ kg}$ được giữ nằm yên theo phương ngang trong một từ trường có độ lớn cảm ứng từ là $B = 0,5 \text{ T}$ và có hướng nằm ngang, vuông góc với dây dẫn. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Cường độ dòng điện chạy trong dây là bao nhiêu ampe để khi dây được thả ra thì nó vẫn nằm yên (kết quả được lấy đến một chữ số thập phân)?

Giải

Để dây vẫn nằm yên thì lực từ tác dụng lên dây phải có độ lớn bằng trọng lượng của dây, tức là: $BI\ell \sin 90^\circ = mg$.

$$I = \frac{mg}{B\ell}$$

Thay các giá trị đã cho: $m = 0,025 \text{ kg}; g = 9,8 \text{ m/s}^2; B = 0,5 \text{ T}; \ell = 0,10 \text{ m}$,

ta được: $I = 4,9 \text{ A}$.

Đáp án: $I = 4,9 \text{ A}$.

Câu 5. Electron có tốc độ $v = 8,4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ được cho đi vào vùng có từ trường đều theo phương vuông góc với cảm ứng từ. Electron chuyển động trong từ trường theo một đường tròn. Biết $B = 0,50 \text{ mT}$, độ lớn điện tích và khối lượng của electron là $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ và $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Bán kính quỹ đạo của electron là bao nhiêu centimet (viết kết quả với một chữ số thập phân)?

Giải

Dòng điện là dòng điện tích chuyển động theo một hướng. Ví dụ, các electron chuyển động trong dây dẫn điện.

Ta đã biết, cường độ dòng điện có giá trị bằng lượng điện tích chuyển qua một tiết diện thẳng của dây dẫn trong một đơn vị thời gian. Nếu trong một đoạn dài ℓ của dây dẫn có n hạt điện tích q chuyển qua tiết

diện thẳng của dây dẫn trong thời gian t thì dòng điện trong dây dẫn là $I = \frac{nq}{t}$. Thay vào công thức (3.2), ta được lực do từ trường tác dụng lên hạt điện tích q chuyển động trong từ trường là $F = Bqv \sin \theta$.

Trong đó, $v = \frac{\ell}{t}$ là tốc độ của chuyển động có hướng (để tạo thành dòng điện) của hạt điện tích, θ là góc tạo bởi vận tốc và cảm ứng từ. Như vậy, lực do từ trường tác dụng lên một dây dẫn mang dòng điện được xác định bằng công thức (3.2) là tổng hợp lực do từ trường tác dụng lên từng hạt tích điện chuyển động thành dòng điện trong dây dẫn. Lực này luôn vuông góc với vận tốc chuyển động theo dòng của điện tích.

Lực từ đóng vai trò là lực hướng tâm, nên ta có: $\frac{mv^2}{r} = Bev$

Bán kính của quỹ đạo electron là: $r = \frac{mv}{Be}$

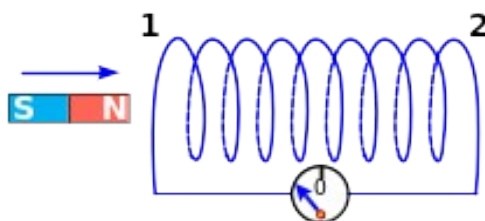
Thay các giá trị đã cho:

$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $v = 8,4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$; $B = 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ T}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, ta được: $r = 9,6 \text{ cm}$.

Đáp án: $r = 9,6 \text{ cm}$.

II. TỪ THÔNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

Câu 6. Trên Hình 3.2, khi thanh nam châm dịch chuyển lại gần ống dây, trong ống dây có dòng điện cảm ứng. Nếu nhìn từ phía thanh nam châm vào đầu ống dây, phát biểu nào sau đây là đúng?



- A. Dòng điện chạy theo chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực bắc của ống dây và hút cực bắc của thanh nam châm.
- B. Dòng điện chạy ngược chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực bắc của ống dây và đẩy cực bắc của thanh nam châm.
- C. Dòng điện chạy ngược chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực nam của ống dây và đẩy cực nam của thanh nam châm.
- D. Dòng điện chạy theo chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực nam của ống dây và hút cực bắc của thanh nam châm.

Giải

- A. Sai. Khi đưa cực bắc của thanh nam châm lại gần đầu 1 của ống dây, dòng điện cảm ứng trong ống dây phải có chiều sao cho đầu 1 của ống dây là cực bắc và nó phải đẩy cực bắc của thanh nam châm.
- B. Đúng. Khi đưa cực bắc của thanh nam châm lại gần đầu 1 của ống dây, dòng điện cảm ứng trong ống dây có chiều sao cho đầu 1 của ống dây là cực bắc và nó đẩy cực bắc của thanh nam châm.
- C. Sai. Dòng điện chạy ngược chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực bắc của ống dây và hút cực nam của thanh nam châm.
- D. Sai. Khi đưa cực bắc của thanh nam châm lại gần đầu 1 của ống dây, dòng điện cảm ứng trong ống dây phải có chiều sao cho đầu 1 của ống dây là cực bắc.

Đáp án: B.

7. Một nhóm học sinh làm thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ như trình bày ở Hình 3.2. Trong các phát biểu sau đây của học sinh, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?

- a) Mỗi khi từ thông qua mặt giới hạn bởi mạch điện kín biến thiên theo thời gian thì trong mạch xuất hiện dòng điện cảm ứng.
- b) Độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch kín đó.
- c) Độ lớn của từ thông qua một mạch kín càng lớn thì suất điện động cảm ứng trong mạch kín đó càng lớn.
- d) Dịch chuyển thanh nam châm lại gần một đầu ống dây thì đầu đó sẽ hút thanh nam châm vì khi đó, ống dây là một nam châm điện.

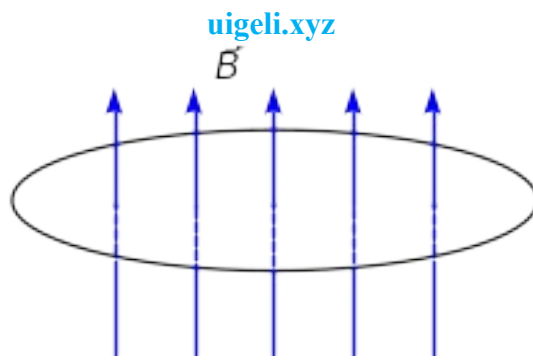
Giải

- a) Đúng. Đây là kết luận về hiện tượng cảm ứng điện từ.
- b) Đúng. Đây là nội dung của định luật Faraday về cảm ứng điện từ.
- c) Sai. Nếu từ thông qua mạch kín lớn nhưng từ thông biến đổi với tốc độ nhỏ thì suất điện động cảm ứng sẽ nhỏ.
- d) Sai. Khi đưa nam châm lại gần ống dây, độ lớn của từ thông qua ống dây tăng và từ trường của dòng điện cảm ứng trong ống dây ngược chiều với từ trường của nam châm. Khi đó, từ trường của dòng điện cảm ứng ngăn cản nam châm lại gần nó. Tức là ống dây sẽ đẩy nam châm.

Đáp án:

- a) Đúng, b) Đúng, c) Sai, d) Sai.

Câu 8. Một vòng dây dẫn phẳng có diện tích $S = 160\text{cm}^2$ được đặt vuông góc với cảm ứng từ trong một từ trường đồng nhất nhưng có độ lớn tăng đều với tốc độ $0,020\text{T/s}$ (Hình 3.3).



- a) Tìm độ lớn suất điện động cảm ứng trong vòng dây.
- b) Biết tổng điện trở của mạch là $5,0\Omega$, tính cường độ của dòng điện cảm ứng trong vòng dây.

Giải

a) Theo đề bài, diện tích vòng dây không đổi, từ thông biến thiên do cảm ứng từ biến thiên. Sử dụng công thức (3.4) độ lớn của suất điện động cảm ứng là

$$e_c = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = S \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

Thay các giá trị đã cho: $S = 0,016\text{m}^2$; $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0,020\text{T/s}$,

ta được $e_c = 0,32\text{mV}$.

b) Cường độ của dòng điện cảm ứng là $I_c = \frac{e_c}{R}$.

Thay các giá trị đã cho: $e_c = 0,32\text{mV}$; $R = 5,0\Omega$

ta được $I_c = 0,064\text{mA}$.

Đáp án: a) $e_c = 0,32\text{mV}$; b) $I_c = 0,064\text{mA}$.

Câu 9. Một mặt có diện tích $S = 4,0\text{dm}^2$ được đặt trong từ trường đều và tạo với cảm ứng từ góc $\alpha = 30^\circ$ (Hình 3.4). Từ thông qua mặt S là $\Phi = 12\text{mWb}$. Độ lớn của cảm ứng từ là bao nhiêu tesla (kết quả được viết đến hai chữ số thập phân)?

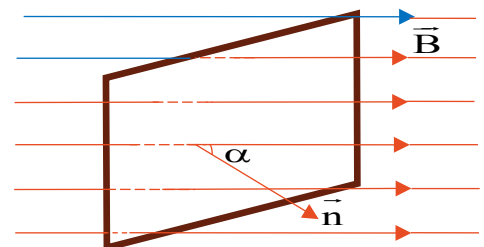
Giải

Sử dụng công thức (3.3), độ lớn của cảm ứng từ là $B = \frac{\Phi}{S \cos \alpha}$

Thay các giá trị đã cho:

$$S = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{m}^2; \Phi = 12 \cdot 10^{-3} \text{Wb}; \alpha = 30^\circ$$

ta được $B = 0,35\text{T}$.



Hình 3.4

Đáp án: $B = 0,35T$.

III. ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Câu 10. Điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch điện xoay chiều là

$$u = 311 \cos 100\pi (V)$$

Giá trị hiệu dụng của điện áp đó là

- A. 311 V. B. 220 V. C. 156 V. D. 440 V.

Giải

- A. Sai. Giá trị hiệu dụng không thể bằng giá trị cực đại.
B. Đúng. Theo công thức (3.9), ta có giá trị hiệu dụng là 220 V.
C. Sai.
D. Sai.

Đáp án: B.

Câu 11. Ở một bóng đèn sợi đốt có ghi $220V - 75W$. Đèn được nối vào mạng điện xoay chiều. Khi đèn sáng bình thường, trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là đúng phát biểu nào là **sai**?

- a) Cường độ dòng điện hiệu dụng qua đèn là $0,34A$.
b) Số đo cường độ dòng điện của ampe kế mắc nối tiếp với đèn là $0,48A$.
c) Trong một giờ, đèn tiêu thụ năng lượng điện là $75W.h$.
d) Điện trở của đèn là 458Ω .

Giải

- a) Đúng. Điện áp hiệu dụng để đèn sáng bình thường là $U = 220V$

Sử dụng công thức (3.12) và (3.13), ta có

$$I = 0,34A$$

- b) Sai. Đồng hồ đo giá trị hiệu dụng. Trong trường hợp này, giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là $I = 0,34A$.

12. Công suất 4,4 kW được truyền đến nơi tiêu thụ bằng đường dây có điện trở 5Ω . Tính năng lượng điện hao phí trên đường dây khi điện áp ở đầu đường dây truyền đi là

- a/ 220 V.
b/ 220 kV.

Lời giải

$$P_{hp} = rI^2 = r \left(\frac{P_{phat}}{U} \right)^2$$

a/ Theo công thức (3.14), công suất hao phí là

Thay các giá trị đã cho: $P_{phat} = 4,4 \text{ kW}$; $U = 220 \text{ V}$; $r = 5 \Omega$

Ta được $P_{hp} = 2 \text{ kW}$.

b/ Thay các giá trị đã cho: $P_{phat} = 4,4 \text{ kW}$; $U = 220 \text{ kV}$; $r = 5 \Omega$

$$P_{hp} = 0,002 \text{ W}.$$

ta được:

Đáp án: a) $P_{hp} = 2 \text{ kW}$; b) $P_{hp} = 0,002 \text{ W}$.

13. Trong một máy cấp nước nóng dùng điện, bộ phận làm nóng hoạt động như một điện trở có công suất định mức là 2,2 kW ở điện áp 220 V. Tính cường độ dòng điện hiệu dụng.

Lời giải

Điện áp ghi ở các thiết bị điện là điện áp hiệu dụng. Từ công thức (3.12) và

$$(3.13), \text{ suy ra cường độ dòng điện hiệu dụng là } I = \frac{P}{U}.$$

Thay các giá trị đã cho: $P = 2200 \text{ W}$; $U = 220 \text{ V}$, ta được: $I = 10 \text{ A}$.

Đáp án: $I = 10 \text{ A}$

C. BÀI TẬP

1. TỪ TRƯỜNG, CẢM ỨNG TỪ, LỰC TỪ

3.1. Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Các đường sức điện bắt đầu từ điện tích âm và kết thúc ở điện tích dương.

B. Các đường sức từ đi ra ngoài thanh nam châm từ cực nam và đi vào trong thanh nam châm từ cực bắc.

C. Các đường sức từ của dòng điện tròn có chiều đi vào mặt bắc và đi ra mặt nam của dòng điện tròn ấy.

D. Đường sức từ của dòng điện thẳng dài là những đường tròn nằm trong những mặt phẳng vuông góc với dòng điện có tâm là giao điểm giữa dòng điện và mặt phẳng đó.

3.2. Khi được đưa lại gần nhau,

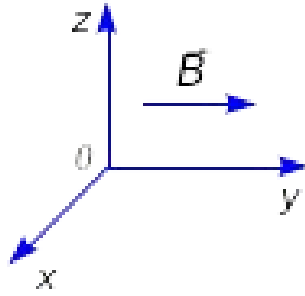
A. hai điện tích cùng dấu sẽ hút nhau.

B. hai dây dẫn có dòng điện cùng chiều sẽ đẩy nhau.

C. hai dây dẫn có dòng điện ngược chiều sẽ hút nhau.

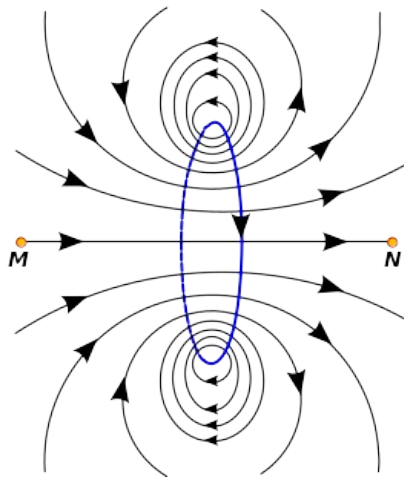
D. hai cực cùng loại của hai nam châm sẽ đẩy nhau.

3.3. Một dòng electron đang dịch chuyển theo chiều dương của trục Ox trong từ trường có cảm ứng từ hướng theo chiều dương của trục Oy (Hình 3.5). Lực từ tác dụng lên các điện tích có hướng



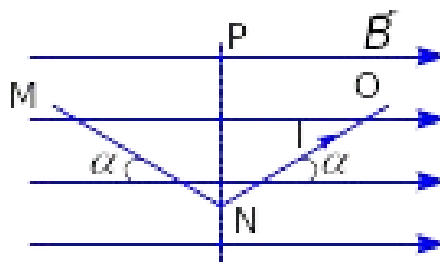
- A.** theo chiều dương của Ox. **B.** theo chiều âm của Ox.
C. theo chiều dương của Oz. **D.** theo chiều âm của Oz.

3.4. Xét các điểm dọc theo trục của một vòng dây mang dòng điện, bắt đầu từ điểm M ở bên trái vòng dây và kết thúc tại điểm N ở bên phải vòng dây (Hình 3.6). Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?



- a/** Độ lớn của cảm ứng từ ở mọi điểm trên đường MN đều như nhau.
b/ Từ M đến N, độ lớn của cảm ứng từ sẽ tăng rồi lại giảm.
c/ Từ M đến N, độ lớn của cảm ứng từ sẽ giảm rồi lại tăng.
d/ Dọc theo MN, hướng của từ trường không thay đổi.

3.5. Hai dây dẫn thẳng MN và NO được nối với nhau tại N và có dòng điện chạy theo chiều từ MNO với cường độ I. Hệ thống ở trong một từ trường đều nằm ngang với cảm ứng từ có độ lớn B (Hình 3.7). Biết MN = NO. Phát biểu nào sau đây là sai?



- A.** Lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện MN hướng ra ngoài.
B. Lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện NO hướng vào trong.
C. Lực từ tác dụng lên MN và NO có độ lớn bằng nhau.

D. Lực từ tác dụng lên MN và NO là hai lực cân bằng.

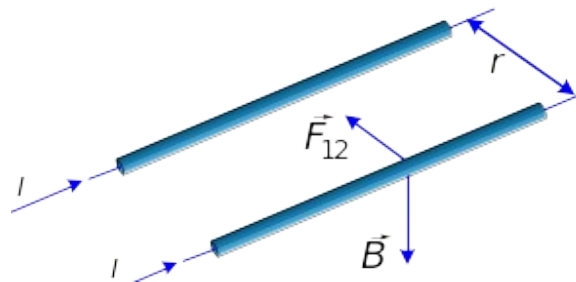
3.6. Ở Hình 3.7, biết: $I = 2,0 \text{ A}$; $B = 0,01 \text{ T}$; $MN = NO = 5,0 \text{ cm}$; $\alpha = 30^\circ$. Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?

- a/** Lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện MN hướng vào trong.
- b/** Lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện NO hướng ra ngoài.
- c/** Lực từ tác dụng lên MN và tác dụng lên NO có độ lớn bằng nhau.
- d/** Lực từ tác dụng lên MN có độ lớn là $0,0005 \text{ N}$.

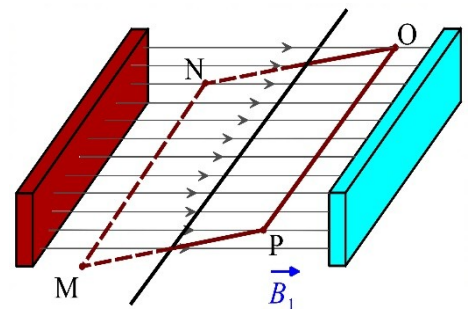
3.7. Một electron đang chuyển động với tốc độ $1,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, trong một từ trường đều theo phương vuông góc với cảm ứng từ có $B = 0,12 \text{ mT}$. Biết điện tích và khối lượng của electron là $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ và $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Do tác dụng của lực từ, electron chuyển động theo một đường tròn. Tính bán kính của đường tròn này theo đơn vị cm (viết kết quả đến một chữ số thập phân).

3.8. Hai dây dẫn rất dài song song cách nhau $0,4 \text{ m}$ trong không khí, mỗi dây mang dòng điện $6,0 \text{ A}$ (Hình 3.8). Biết độ lớn cảm ứng từ do một dây dẫn thẳng dài mang dòng điện I tạo ra ở vị trí cách trục

dây dẫn một khoảng r là $B = 2 \cdot 10^{-7} \left(\frac{I}{r} \right)$, với B tính bằng tesla (T), r tính bằng mét (m) và I tính bằng ampe (A). Lực từ do dòng điện này tác dụng lên một mét của dòng điện kia là bao nhiêu micronewton (μN)?



3.9. Khung dây dẫn hình chữ nhật MNOP có dòng điện chạy qua và có thể quay xung quanh trục trong vùng từ trường đều (Hình 3.9). Ở vị trí như hình vẽ, mặt phẳng khung dây nghiêng với các đường sức từ một góc xác định. Dòng điện chạy theo chiều MNOP. Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?



- a)** Lực từ tác dụng lên MN và OP là hai lực cân bằng.
- b)** Lực từ tác dụng lên MN và OP có độ lớn bằng nhau.
- c)** Cặp lực từ tác dụng lên NO và PM là một ngẫu lực.
- d)** Cặp lực từ tác dụng lên MN và OP là một ngẫu lực.

II. TỪ THÔNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

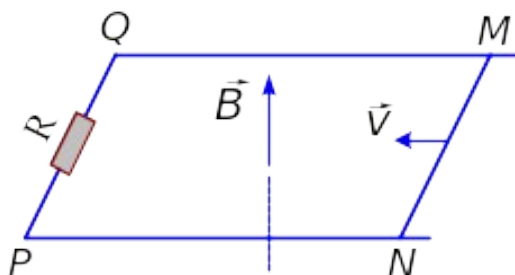
3.10. Trường hợp nào sau đây không có hiện tượng cảm ứng điện từ?

- A.** Một đoạn dây dẫn chuyển động trong một từ trường.
- B.** Kim nam châm đang chỉ về cực địa lí phía bắc của Trái Đất.

C. Một khung dây quay trong từ trường.

D. Một nam châm vĩnh cửu được thả rơi thẳng đứng vào một ống nhôm.

3.11. Một đoạn dây dẫn MN được đặt trên hai thanh kim loại và tạo thành một mạch kín. Tất cả được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ B (Hình 3.10). Đoạn dây dẫn MN đang chuyển động với tốc độ v và khi chuyển động luôn tiếp xúc với hai thanh kim loại. Phát biểu nào P sau đây là đúng?



A. Dòng điện chạy qua R từ Q đến P.

B. Dòng điện chạy qua R từ P đến Q.

C. Không có dòng điện chạy qua R.

D. Đoạn dây MN không chịu tác dụng của lực.

3.12. Một thanh nam châm được thả rơi vào một ống dây thẳng đứng. Giả sử cực bắc của nam châm hướng xuống dưới. Nếu nhìn từ trên xuống ống dây, tại thời điểm nam châm đang rơi đến sát đầu trên của ống dây, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dòng điện chạy trong ống theo hướng ngược chiều kim đồng hồ và nam châm chịu một lực từ hướng lên trên.

B. Dòng điện chạy trong ống theo chiều kim đồng hồ và nam châm chịu một lực từ hướng lên trên.

C. Dòng điện chạy trong ống theo hướng ngược chiều kim đồng hồ và nam châm chịu một lực từ hướng xuống.

D. Dòng điện chạy trong ống theo chiều kim đồng hồ và nam châm chịu một lực từ hướng xuống.

B. Dòng điện chạy trong ống dây theo chiều kim đồng hồ và nam châm chịu một lực từ hướng lên trên.

C. Dòng điện chạy trong ống theo hướng ngược chiều kim đồng hồ và nam châm chịu một lực từ hướng xuống.

D. Dòng điện chạy trong ống theo chiều kim đồng hồ và nam châm chịu tác dụng một lực từ hướng xuống.

3.13. Ở Đài Tiếng nói Việt Nam, một máy bay đang phát sóng điện từ. Vào thời điểm t tại một điểm xác định ở phương truyền hướng thẳng đứng hướng lên trên nếu cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại và hướng về phía nam thì cường độ điện trường có

A. độ lớn cực đại và hướng về phía đông.

B. độ lớn cực đại và hướng về phía tây.

C. Độ lớn bằng không.

D. độ lớn cực đại và hướng về phía bắc.

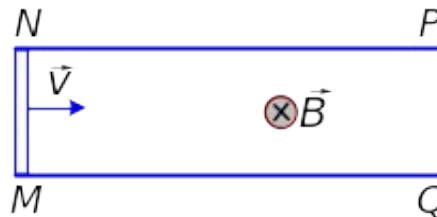
3.14. Một bánh xe hình tròn, bán kính 0,50 m đang quay đều với tốc độ 2,0 vòng/giây. Giả sử các nan hoa cũng là bán kính của bánh xe và mặt phẳng của bánh xe vuông góc với thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất, độ lớn của thành phần này là $1,6 \cdot 10^{-5} T$. Tính suất điện động cảm ứng trong một nan hoa.

3.15. Một đoạn dây dẫn thẳng, cứng, dài 1,0 m chuyển động với tốc độ 5,0 m/s theo hướng vuông góc với chiều dài của nó trong từ trường có mật độ từ thông là 0,10 T. Tính suất điện động cảm ứng trong đoạn dây nếu hướng của từ trường vuông góc với mặt phẳng mà đoạn dây chuyển động.

3.16. Từ thông qua một cuộn dây 80 vòng giảm đều từ 2,0 mWb xuống 0,5 mWb trong thời gian 4,0 s. Tính độ lớn suất điện động cảm ứng do sự biến thiên từ thông này gây ra.

3.17. Một khung dây phẳng gồm 50 vòng, diện tích mỗi vòng $8,0 \text{ cm}^2$ và được đặt trong một từ trường đồng nhất vuông góc với cảm ứng từ. Biết độ lớn của cảm ứng từ lúc đầu là 0,20 T, sau đó giảm về 0 trong thời gian 0,50 s, tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây.

3.18. Đoạn dây dẫn MN ở hình 3.11 dài 0,20 m đang bị kéo về bên phải với tốc độ 2,0 m/s. Biết $B = 1,2 T$, điện trở của MN là 100Ω , bỏ qua điện trở các thành phần còn lại của mạch điện. Tìm lực cần thiết để kéo thanh ở tốc độ không đổi này (bỏ qua ma sát).



3.19. Một cuộn dây nhỏ mỏng, phẳng, hình tròn gồm 100 vòng dây có bán kính 1 cm, được dùng để đo từ trường biến đổi theo thời gian của xung điện thần kinh trong não tạo ra. Giả sử trong 0,1 s, thành phần pháp tuyến với mặt phẳng cuộn dây của từ trường này thay đổi $0,5 \cdot 10^{-12} T$. Tìm độ lớn suất điện động cảm ứng xuất hiện ở cuộn dây do sự thay đổi này.

3.20. Một chiếc máy bay lên thẳng có cánh dài 3,00 m (tính từ trục quay) và quay với tốc độ 2,00 vòng/s, trong mặt phẳng nằm ngang. Giả sử thành phần thẳng đứng của từ trường trái đất là $50,0 \mu T$. Trong 1s, cánh máy bay quay tạo ra suất điện động cảm ứng là bao nhiêu?

III. ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

3.21. Một điện trở được mắc vào hai cực của một máy phát điện xoay chiều một pha đang hoạt động. Gọi I_{tb} là cường độ dòng điện trung bình trong một chu kì và P là công suất tỏa nhiệt ở điện trở. Hệ thức nào sau đây là đúng?

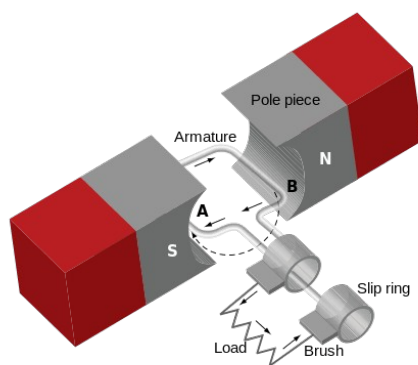
- A.** $P = 0$ và $I_{tb} = 0$. **B.** $P = 0$ và $I_{tb} > 0$. **C.** $P > 0$ và $I_{tb} = 0$. **D.** $P > 0$ và $I_{tb} > 0$.

3.22. Giữa hai đầu một điện trở $R = 1,00 \cdot 10^2 \Omega$ có một điện áp xoay chiều $u = (2,00 \cdot 10^2 V) \cos 2\pi ft$. Giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện chạy qua điện trở là

- A.** 2,00 A. **B.** 2,82 A. **C.** 1,41 A. **D.** 14,1 A.

3.23. Một khung dây phẳng gồm 200 vòng dây, mỗi vòng dây có diện tích $4,5 \text{ cm}^2$. Khung dây được đặt trong từ trường đều, lúc $t=0$, pháp tuyến của khung dây có cùng hướng với cảm ứng từ có $B=0,06 \text{ T}$. Từ vị trí ban đầu, khung dây quay 90° trong $0,50 \text{ s}$. Biết điện của khung là 20Ω , bỏ qua điện trở mạch ngoài. Tìm cường độ dòng điện cảm ứng trung bình xuất hiện trong khung dây.

3.24. Một máy phát điện xoay chiều đơn giản có khung dây dẫn phẳng gồm 200 vòng dây, mỗi vòng có diện tích 100 cm^2 . Khung dây quay quanh trục vuông góc với các đường sức từ với tốc độ không đổi 20 vòng/giây (Hình 3.12). Từ trường của máy phát là đều và có cảm ứng từ bằng $0,020 \text{ T}$. Lúc $t = 0$ pháp tuyến của khung dây có cùng hướng với cảm ứng từ. Viết công thức xác định từ thông qua mỗi vòng dây theo thời gian.



3.25. Rotato của một máy phát điện xoay chiều gồm 8 vòng dây, mỗi vòng có diện tích $0,0900 \text{ m}^2$, điện trở của rotato là $6,0\Omega$. Rotato quay trong từ trường của stato có độ lớn cảm ứng từ là $0,500 \text{ T}$ với tần số không đổi $50,0 \text{ Hz}$. Phát biểu nào sau đây đúng, phát biểu nào sai?

- a) Tần số góc là 377 rad/s .
- b) Suất điện động cực đại do máy phát ra là 123 V .
- c) Bỏ qua điện trở mạch ngoài, cường độ dòng điện cực đại là $15,5 \text{ A}$
- d) Nếu mạch ngoài có điện trở $6,0\Omega$, cường độ dòng điện là $15,5 \text{ A}$

3.26. Một máy phát điện xoay chiều có khung dây phẳng gồm 50 vòng dây, mỗi vòng dây có diện tích $2,0 \text{ cm}^2$. Khung dây quay trong một từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ là $0,01 \text{ T}$ và hướng vuông góc với trục quay, tốc độ quay ổn định là 20 vòng/giây (như trong hình 3.12). Tính suất điện động cảm ứng cực đại (viết kết quả gồm 2 chữ số).

3.27. Một công suất điện $540,0 \text{ kW}$ được truyền từ nơi phát điện đến nơi tiêu thụ điện bằng đường dây dài $3,00 \text{ km}$ có điện trở $3,00\Omega$. Tìm công suất hao phí tỏa nhiệt trên đường dây.

3.28. Với các số liệu đã cho ở bài 3.27, tính hiệu suất truyền tải điện.

D. ĐÁP SỐ VÀ HƯỚNG

3.1.D

3.2.D

3.3. D

3.4. a) Sai; b) Đúng; c) Sai; d) Đúng.

Căn cứ vào độ mau thưa của các đường sức, ta có: Từ trái sang phải, độ lớn của cảm ứng từ sẽ tăng, đạt cực đại khi đến mặt phẳng của vòng dây. Từ mặt phẳng vòng dây về phía N, độ lớn của cảm ứng từ sẽ giảm. Hướng của cảm ứng từ tại bất kì điểm nào đều tiếp tuyến với đường sức đi qua điểm đó. Vì MN là đường thẳng nên hướng của từ trường không thay đổi, nó hướng từ trái sang phải.

3.5. D.

Hai lực này có độ lớn bằng nhau, ngược chiều và cùng tác dụng vào một vật nhưng không nằm trên một đường thẳng.

3.6. a) Sai; b) Sai; c) Đúng; d) Đúng.

$$F = BIl \sin \theta = 0,01 \cdot 2 \cdot 0,05 \cdot \sin 30^\circ = 0,0005 \text{ N}$$

3.7. 7,1 cm

$$Bev = \frac{mv^2}{r} \rightarrow r = \frac{mv}{Be}$$

3.8. $18 \mu\text{N}$

$$B = 2,0 \cdot 10^{-7} \cdot \left(\frac{I_1}{r} \right)$$

Tại vị trí đặt dòng điện 2, dòng điện ở dây 1 có cảm ứng từ là

Đoạn dòng điện 2 có chiều dài l chịu tác dụng của lực từ do từ trường của dòng điện 1 gây ra là

$$F = 2,0 \cdot 10^{-7} \cdot \left(\frac{I_1}{r} \right) I_2 l$$

3.9. a) Sai; b) Đúng; c) Sai; d) Đúng.

3.10. B.

3.11. A.

3.12. A.

3.13. B.

3.14. $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ V}$.

$$e = \frac{1,26 \cdot 10^{-5}}{0,50} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ V}$$

Các nan hoa quay 1 vòng hết 0,50 s nên

3.15. 5,0 mV.

3.16. $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ V}$.

$$e = N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{80 \cdot (2,0 - 0,50) \cdot 10^{-3}}{4,0} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ V}.$$

3.17. 16 mV.

3.18. 1,2 N.

$$F = I \ell B = \frac{e}{R} \ell B = \frac{1,2 \cdot 0,20 \cdot 2,0}{100} \cdot 0,2 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ N}.$$

3.19. $1,57 \cdot 10^{-13} \text{ V}$.

$$e = NS \left| \frac{\Delta B(t)}{\Delta t} \right| = 100 \pi \cdot (0,01)^2 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^{-12}}{0,1} = 1,57 \cdot 10^{-13} \text{ V}.$$

3.20. 2,83 mV

Trong 1 s, diện tích mà cánh máy bay cắt ngang và vuông góc với thành phần thẳng đứng của từ trường trái đất là $2\pi r^2$. Suất điện động cảm ứng là $e = B2\pi r^2$.

3.21.C.

3.22.C.

3.23. 5,4 A

3.24. $\Phi_1 = 2 \cdot 10^{-4} \cos 40\pi t \text{ (Wb)}$

Vào thời điểm t, góc giữa pháp tuyến khung dây và cảm ứng từ là $\alpha = \omega t = 2\pi n t$, với n là số vòng quay trong 1 giây, do đó từ thông qua một vòng dây là

$$\Phi_1 = BS \cos \alpha = BS \cos 2\pi n t \text{ (Wb)}$$

Thay số, ta có kết quả.

3.25. a) Sai; b) Đúng; c) Đúng; d) Sai.

3.26. 13 mV.

3.27. $\Delta P = r \left(\frac{P}{U} \right)^2 = 24,3 \text{ kW}.$

3.28. $H = \frac{P - \Delta P}{P} = 95,5 \%$