

**CHỦ ĐỀ 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ**

**I.KIẾN THỨC:**

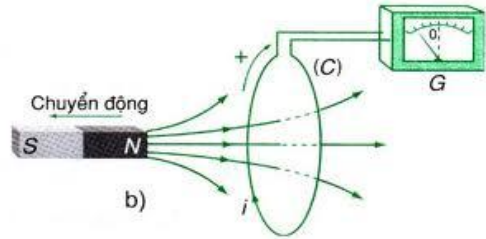
**1.Định nghĩa từ thông :**

+ Từ thông qua diện tích S đặt trong từ trường:  $\Phi = BS\cos\alpha$

+ Từ thông qua khung dây có N vòng dây:  $\Phi = NBS\cos\alpha$

với  $\alpha = (\vec{n}, \vec{B}) \Rightarrow \Phi = BS \cos \alpha$  Chọn chiều của  $\vec{n}$  sao cho  $\alpha$  là góc nhọn

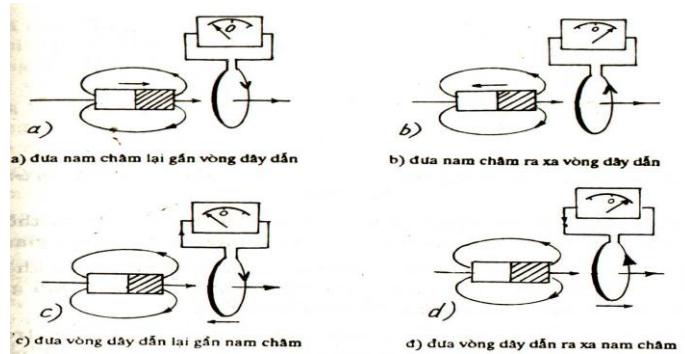
\* **Đơn vị từ thông :** Trong hệ SI đơn vị của từ thông là vécbe ,kí hiệu là Wb.  $1Wb = 1T.m^2$ .



**2.Hiện tượng cảm ứng điện từ**

**a.Dòng điện cảm ứng:**

Dòng điện xuất hiện khi có sự biến đổi từ thông qua mạch kín gọi là dòng điện cảm ứng.



**b.Suất điện động cảm ứng**

Khi có sự biến đổi từ thông qua mặt giới hạn bởi một mạch kín thì trong mạch xuất hiện suất điện động cảm ứng.

+ Để xác định chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây (vòng dây) kín trước hết ta xác định chiều của véc tơ cảm ứng từ ngoài sau đó xét xem từ thông  $\Phi$  qua khung dây (vòng dây) tăng hay giảm theo thời gian: Nếu từ thông  $\Phi$  tăng thì cảm ứng từ  $\vec{B}_c$  của dòng điện cảm ứng gây ra ngược chiều với cảm ứng từ ngoài  $\vec{B}$ . Nếu từ thông  $\Phi$  giảm thì cảm ứng từ  $\vec{B}_c$  của dòng điện cảm ứng gây ra cùng chiều với cảm ứng từ ngoài  $\vec{B}$ . Sau khi đã xác định được chiều của  $\vec{B}_c$  ta sử dụng quy tắc nắm tay phải để tìm chiều của dòng điện cảm ứng.

**3.Định luật Len-xơ.**

Dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có tác dụng chống lại nguyên nhân sinh ra nó.

**4.Định luật Fa-ra-đây về cảm ứng điện từ**

Độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch.

$$|e_c| = k \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad \text{Trong hệ SI, hệ số tỉ lệ } k = 1$$

Theo định luật Len-xơ thì trong hệ SI suất điện động cảm ứng được viết dưới dạng :

$$e_c = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Trường hợp trong mạch điện là một khung dây có N vòng dây thì

**\* VÍ DỤ MINH HỌA**

**VD1.** Một vòng dây phẳng giới hạn diện tích  $S = 5 \text{ cm}^2$  đặt trong từ trường đều cảm ứng từ  $B = 0,1 \text{ T}$ . Mặt phẳng vòng dây làm thành với  $\vec{B}$  một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Tính từ thông qua S.

**HD.** Mặt phẳng vòng dây làm thành với góc  $30^0$  nên góc giữa  $\vec{B}$  và pháp tuyến  $\vec{n}$  là  $60^0$ .

$$\Rightarrow \Phi = BScos(\vec{n}, \vec{B}) = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Wb.}$$

**VD2.** Một khung dây đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,06 \text{ T}$  sao cho mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường sức từ. Từ thông qua khung dây là  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$ . Tính bán kính vòng dây.

**HD.** Ta có:  $\Phi = BScos(\vec{n}, \vec{B}) = B\pi R^2 cos(\vec{n}, \vec{B})$

$$\Rightarrow R = \sqrt{\frac{\Phi}{B\pi cos(\vec{n}, \vec{B})}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8 \text{ mm.}$$

**VD3.** Một khung dây phẳng giới hạn diện tích  $S = 5 \text{ cm}^2$  gồm 20 vòng dây đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,1 \text{ T}$  sao cho mặt phẳng khung dây hợp với véc tơ cảm ứng từ một góc  $60^0$ . Tính từ thông qua diện tích giới hạn bởi khung dây.

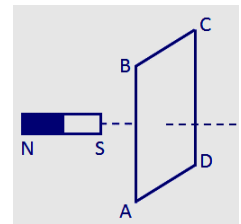
**HD.**

$$\text{Ta có: } \Phi = NBScos(\vec{n}, \vec{B}) = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ Wb.}$$

**VD4.** Một khung dây hình vuông cạnh  $5 \text{ cm}$  đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 8 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . Từ thông qua hình vuông đó bằng  $10^{-6} \text{ Wb}$ . Tính góc hợp giữa véc tơ cảm ứng từ và véc tơ pháp tuyến của hình vuông đó.

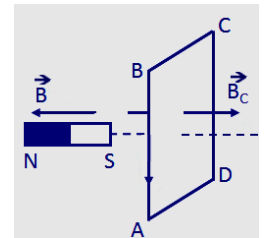
**HD.** Ta có:  $\Phi = BS\cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{\Phi}{BS} = \frac{10^{-6}}{8 \cdot 10^{-4} (5 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{1}{2}$

$$\Rightarrow \alpha = 60^0.$$



**VD5.** Đặt một thanh nam châm thẳng ở gần một khung dây kín ABCD như hình vẽ. Xác định chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây trong các trường hợp:

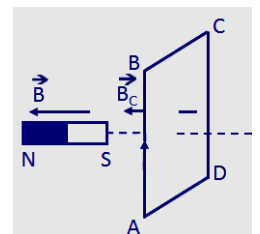
- Đưa nam châm lại gần khung dây.
- Kéo nam châm ra xa khung dây.



**HD.**

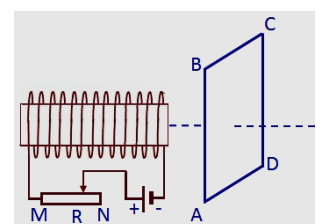
a) Khi đưa nam châm lại gần khung dây, từ thông qua khung dây tăng, dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây gây ra từ trường cảm ứng ngược chiều với từ trường ngoài (để chống lại sự tăng của từ thông qua khung dây) nên dòng điện cảm ứng chạy trên cạnh AB theo chiều từ B đến A (xác định nhờ quy tắc nắm tay phải).

b) Khi đưa nam châm ra xa khung dây, từ thông qua khung dây giảm, dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây gây ra từ trường cảm ứng cùng chiều với từ trường ngoài (để chống lại sự giảm của từ thông qua khung dây) nên dòng điện cảm ứng chạy trên cạnh AB theo chiều từ A đến B.



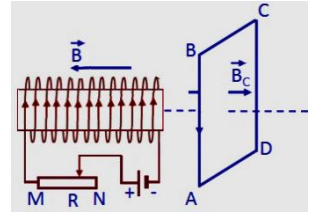
**VD6.** Cho một ống dây quấn trên lõi thép có dòng điện chạy qua đặt gần một khung dây kín ABCD như hình vẽ. Cường độ dòng điện trong ống dây có thể thay đổi được nhờ biến trở có con chạy R. Xác định chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây trong các trường hợp:

- Dịch chuyển con chạy về phía N.
- Dịch chuyển con chạy về phía



**HD.**

a) Khi con chạy dịch chuyển về phía M, điện trở của biến trở giảm, cường độ dòng điện qua ống dây tăng, từ trường tăng, từ thông qua khung dây tăng, dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây gây ra từ trường cảm ứng ngược chiều với từ trường ngoài để chống lại sự tăng của từ thông nên dòng điện cảm ứng chạy trên cạnh AB theo chiều từ B đến A.



b) Khi con chạy dịch chuyển về phía N, điện trở của biến trở tăng, cường độ dòng điện qua ống dây giảm, từ trường giảm, từ thông qua khung dây giảm, dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây gây ra từ trường cảm ứng cùng chiều với từ trường ngoài để chống lại sự giảm của từ thông nên dòng điện cảm ứng chạy trên cạnh AB theo chiều từ A đến B.

**VD7.** Một khung dây phẳng diện tích  $20 \text{ cm}^2$ , gồm 10 vòng được đặt trong từ trường đều. Véc tơ cảm ứng từ làm thành với mặt phẳng khung dây góc  $30^\circ$  và có độ lớn bằng  $2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . Người ta làm cho từ trường giảm đều đến 0 trong thời gian 0,01 s. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây trong thời gian từ trường biến đổi.

**HD.** Ta có: 
$$e_c = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{0 - NBS \cos(n, \vec{B})}{\Delta t} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ V}.$$

**VD8.** Một khung dây tròn bán kính 10 cm gồm 50 vòng dây được đặt trong từ trường đều. Cảm ứng từ hợp với mặt phẳng khung dây một góc  $60^\circ$ . Lúc đầu cảm ứng từ có giá trị bằng 0,05 T. Tìm suất điện động cảm ứng trong khung nếu trong khoảng 0,05 s:

- Cảm ứng từ tăng gấp đôi.
- Cảm ứng từ giảm đến 0.

**HD.** Từ thông qua khung dây lúc đầu:  $\Phi_1 = NBS \cos(n, \vec{B}) = 6,8 \cdot 10^{-2} \text{ Wb}.$

a) Khi  $\Phi_2 = 2\Phi_1$  thì  $e_c = - \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = - 1,36 \text{ V}.$  Dấu “-” cho biết nếu khung dây khép kín thì suất điện động cảm ứng sẽ gây ra dòng điện cảm ứng có từ trường cảm ứng ngược chiều với từ trường ngoài.

b) Khi  $\Phi_2 = 0$  thì  $e_c = - \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = 1,36 \text{ V}.$

**VD9.** Một khung dây dẫn hình chữ nhật có diện tích  $200 \text{ cm}^2$ , ban đầu ở vị trí song song với các đường sức từ của một từ trường đều có độ lớn  $B = 0,01 \text{ T}$ . Khung quay đều trong thời gian  $\Delta t = 0,04 \text{ s}$  đến vị trí vuông góc với các đường sức từ. Xác định suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung.

**HD.** Ta có:  $\Phi_1 = 0$  vì lúc đầu  $\vec{n} \perp \vec{B}$ ;  $\Phi_2 = BS = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$  vì lúc sau  $\vec{n} // \vec{B}.$

$\Rightarrow e_c = - \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = - 5 \cdot 10^{-3} \text{ V}.$

**VD10.** Một khung dây hình chữ nhật kín gồm  $N = 10$  vòng dây, diện tích mỗi vòng  $S = 20 \text{ cm}^2$  đặt trong một từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  hợp với pháp tuyến  $\vec{n}$  của mặt phẳng khung dây góc  $\alpha = 60^\circ$ , độ lớn cảm ứng từ  $B = 0,04 \text{ T}$ , điện trở khung dây  $R = 0,2 \Omega$ . Tính suất điện động cảm ứng và cường độ dòng điện xuất hiện trong khung dây nếu trong thời gian  $\Delta t = 0,01$  giây, cảm ứng từ:

- Giảm đều từ B đến 0.
- Tăng đều từ 0 đến 0,5B.

**HD.** Ta có:  $|e_c| = \left| \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} \right| = \frac{NS \cos(\vec{n}, \vec{B})}{\Delta t} \cdot |B_2 - B_1|$

a)  $|e_c| = \frac{10.2.10^{-3} \cos 60^\circ}{0,01} \cdot |0 - 0,04| = 0,04 \text{ V}; i = \frac{|e_c|}{R} = 0,2 \text{ A}.$

b)  $|e_c| = \frac{10.2.10^{-3} \cos 60^\circ}{0,01} \cdot |0,02 - 0| = 0,02 \text{ V}; i = \frac{|e_c|}{R} = 0,1 \text{ A}.$

**VD11.** Một khung dây dẫn đặt vuông góc với một từ trường đều, cảm ứng từ B có độ lớn biến đổi theo thời gian. Tính suất điện động cảm ứng và tốc độ biến thiên của cảm ứng từ, biết rằng cường độ dòng điện cảm ứng là  $I_C = 0,5 \text{ A}$ , điện trở của khung là  $R = 2 \Omega$  và diện tích của khung là  $S = 100 \text{ cm}^2$ .

**HD.** Ta có:  $I_C = \frac{|e_c|}{R} \Rightarrow |e_c| = I_C R = 1 \text{ V}; |e_c| = \frac{|\Delta B| S}{\Delta t} \Rightarrow \frac{|\Delta B|}{\Delta t} = \frac{|e_c|}{S} = 100 \text{ T/s}.$

**VD12.** Một ống dây hình trụ dài gồm  $10^3$  vòng dây, diện tích mỗi vòng dây  $S = 100 \text{ cm}^2$ . Ống dây có điện trở  $R = 16 \Omega$ , hai đầu nối đoạn mạch và được đặt trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ song song với trục của ống dây và có độ lớn tăng đều  $10^{-2} \text{ T/s}$ . Tính công suất tỏa nhiệt của ống dây.

**HD.** Ta có:  $|e_c| = \frac{|\Delta B| NS}{\Delta t} = 0,1 \text{ V}; i = \frac{|e_c|}{R} = 0,625.10^{-2} \text{ A};$

$P = i^2 R = 6,25.10^{-4} \text{ W}.$

**VD13.** Một vòng dây diện tích  $S = 100 \text{ cm}^2$  nối vào tụ điện có điện dung  $C = 200 \mu\text{F}$ , được đặt trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng chứa khung dây, có độ lớn tăng đều  $5.10^{-2} \text{ T/s}$ . Tính điện tích tụ điện.

**HD.** Ta có:  $U = |e_c| = \frac{|\Delta B| S}{\Delta t} = 5.10^{-4} \text{ V}; q = CU = 10^{-7} \text{ C}.$

**VD14.** Một khung dây có 1000 vòng được đặt trong từ trường đều sao cho các đường sức từ vuông góc với mặt phẳng của khung. Diện tích mặt phẳng giới hạn bởi mỗi vòng là  $2 \text{ dm}^2$ . Cảm ứng từ của từ trường giảm đều từ  $0,5 \text{ T}$  đến  $0,2 \text{ T}$  trong thời gian  $0,1 \text{ s}$ . Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong một vòng dây và trong khung dây.

**HD.** Trong một vòng dây:  $|e_c| = \frac{|\Delta B| S}{\Delta t} = 6.10^{-2} \text{ V}.$

Trong khung dây:  $|E_c| = N|e_c| = 60 \text{ V}.$

## II. BÀI TẬP TỰ LUẬN:

1. Hãy xác định suất điện động cảm ứng của khung dây, biết rằng trong khoảng thời gian  $0,5 \text{ s}$ , từ thông giảm từ  $1,5 \text{ Wb}$  đến  $0$ .

**ĐÁP SỐ (3 V)**

2. Một khung dây hình tròn có diện tích  $2 \text{ cm}^2$  đặt trong từ trường, các đường sức từ xuyên vuông góc với khung dây. Hãy xác định từ thông xuyên qua khung dây, biết rằng  $B = 5.10^{-2} \text{ T}.$

**ĐS:  $(10^{-5} \text{ Wb})$**

3. Một khung dây hình vuông, cạnh dài 4 cm, đặt trong từ trường đều, các đường sức xiên qua bề mặt và tạo với pháp tuyến của mặt phẳng khung dây một góc  $30^0$ , từ trường có cảm ứng từ  $2.10^{-5}$  T. Hãy xác định từ thông xuyên qua khung dây nói trên?

**ĐS:**  $(16\sqrt{3}.10^{-9} \text{ Wb})$

4. Một khung dây có các tiết diện là hình tròn, bán kính khung dây là 20 cm, khung dây được đặt vuông góc với các đường sức từ của một từ trường đều có  $B = 2.10^{-5}$  T. Hãy xác định giá trị của từ thông xuyên qua khung dây nói trên?

**ĐS:**  $(2,51.10^{-6} \text{ Wb})$

5. Một khung dây hình chữ nhật có chiều dài là 25 cm, được đặt vuông góc với các đường sức từ của một từ trường đều  $B = 4.10^{-3}$  T. Từ thông xuyên qua khung dây là  $10^{-5}$  Wb, hãy xác định chiều rộng của khung dây nói trên?

**ĐS:**  $(0,01 \text{ m})$

6. Một khung dây hình vuông có cạnh dài 5 cm, đặt trong từ trường đều, khung dây tạo với các đường sức một góc  $30^0$ ,  $B = 5.10^{-2}$  T. Hãy tính từ thông xuyên qua khung dây?

**ĐS:**  $(6,25.10^{-5} \text{ Wb})$

7. Một khung dây hình tam giác có cạnh dài 10 cm, đường cao của nó là 8 cm. Cả khung dây được đưa vào một từ trường đều, sao cho các đường sức vuông góc với khung dây, từ thông xuyên qua khung dây là  $4.10^{-5}$  Wb. Tìm độ lớn cảm ứng từ.

**ĐS:**  $(0,01 \text{ T})$

8. Một khung dây hình tròn có đường kính 10 cm. Cho dòng điện có cường độ 20 A chạy trong dây dẫn. Tính:

a. Cảm ứng từ B do dòng điện gây ra tại tâm của khung dây.

b. Từ thông xuyên qua khung dây.

**ĐS:**  $(2,51.10^{-4} \text{ T})$  **ĐS:**  $(1,97.10^{-6} \text{ Wb})$

9. Một ống dây có chiều dài 40 cm. Gồm 4000 vòng, cho dòng điện cường độ 10 A chạy trong ống dây.

a. Tính cảm ứng từ B trong ống dây.  $(12,56.10^{-2} \text{ T})$

b. Đặt đối diện với ống dây một khung dây hình vuông, có cạnh 5 cm. Hãy tính từ thông xuyên qua khung dây?

**ĐS:**  $(3,14.10^{-4} \text{ Wb})$

10. Một hình vuông có cạnh là 5 cm, đặt trong từ trường đều có  $B = 4.10^{-4}$  T, từ thông xuyên qua khung dây là  $10^{-6}$  Wb. Hãy xác định góc tạo bởi khung dây và vector cảm ứng từ xuyên qua khung dây?

**ĐS:**  $(0^0)$

11. Một khung dây phẳng, diện tích  $20 \text{ cm}^2$ , gồm 10 vòng dây đặt trong từ trường đều, góc giữa B và vector pháp tuyến là  $30^0$ ,  $B = 2.10^{-4}$  T, làm cho từ trường giảm đều về 0 trong thời gian 0,01 s. Hãy xác định suất điện động cảm ứng sinh ra trong khung dây?

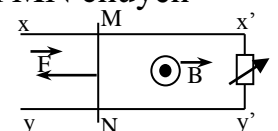
**ĐS:**  $(3,46.10^{-4} \text{ V})$

12. Một ống dây dẫn hình vuông cạnh 5 cm, đặt trong một từ trường đều 0,08 T; mặt phẳng khung vuông góc với các đường sức từ. Trong khoảng thời gian 0,2 s, cảm ứng từ giảm xuống đến 0. Độ lớn suất điện động cảm ứng trong khung?

**ĐS:**  $(10^{-3} \text{ V})$

## II. ĐỀ TRẮC NGHIỆM TỔNG HỢP:

**Câu hỏi 1:** Cho thanh dẫn điện MN đặt trên hai thanh ray  $xx'$  và  $yy'$  như hình vẽ. Hệ thống đặt trong từ trường đều. lúc đầu MN đứng yên, người ta tác dụng một lực làm MN chuyển động, bỏ qua mọi ma sát. Hỏi nếu hai thanh ray đủ dài thì cuối cùng MN



đạt đến trạng thái chuyển động như thế nào?

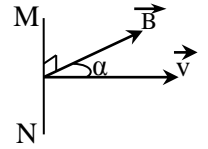
- A. chuyển động chậm dần đều B. chuyển động nhanh dần đều  
C. chuyển động đều D. chậm dần đều hoặc nhanh dần đều tùy vào từ trường mạnh hay yếu

**Câu hỏi 2:** Biết MN trong hình vẽ câu hỏi 1 dài  $l = 15\text{cm}$  chuyển động với vận tốc  $3\text{m/s}$ , cảm ứng từ  $B = 0,5\text{T}$ ,  $R = 0,5\Omega$ . Tính cường độ dòng điện cảm ứng qua điện trở R:

- A.  $0,7\text{A}$  B.  $0,5\text{A}$  C.  $5\text{A}$  D.  $0,45\text{A}$

**Câu hỏi 3:** Thanh dẫn điện MN dài  $80\text{cm}$  chuyển động tịnh tiến đều trong từ trường đều, véc tơ vận tốc vuông góc với thanh. Cảm ứng từ vuông góc với thanh và hợp với vận tốc một góc  $30^\circ$  như hình vẽ. Biết  $B = 0,06\text{T}$ ,  $v = 50\text{cm/s}$ . Xác định chiều dòng điện cảm ứng và độ lớn suất điện động cảm ứng trong thanh:

- A.  $0,01\text{V}$ ; chiều từ M đến N B.  $0,012\text{V}$ ; chiều từ M đến N  
C.  $0,012\text{V}$ ; chiều từ N đến M D.  $0,01\text{V}$ ; chiều từ N đến M



**Câu hỏi 4:** Một khung dây dẫn hình vuông cạnh  $a = 6\text{cm}$ ; đặt trong từ trường đều  $B = 4 \cdot 10^{-3}\text{T}$ , đường sức từ trường vuông góc với mặt phẳng khung dây. Cảm hai cạnh đối diện hình vuông kéo về hai phía để được hình chữ nhật có cạnh này dài gấp đôi cạnh kia.

Biết điện trở khung  $R = 0,01\Omega$ , tính điện lượng di chuyển trong khung:

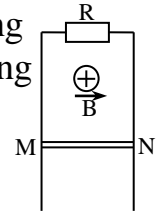
- A.  $12 \cdot 10^{-5}\text{C}$  B.  $14 \cdot 10^{-5}\text{C}$  C.  $16 \cdot 10^{-5}\text{C}$  D.  $18 \cdot 10^{-5}\text{C}$

**Câu hỏi 5:** Hai thanh ray dẫn điện đặt thẳng đứng, hai đầu trên nối với điện trở  $R = 0,5\Omega$ ; phía dưới thanh kim loại MN có thể trượt theo hai thanh ray. Biết MN có khối lượng  $m = 10\text{g}$ , dài  $l = 25\text{cm}$  có điện trở không đáng kể. Hệ thống được đặt trong từ trường đều  $B = 1\text{T}$  có hướng như hình vẽ, lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ ,

sau khi thả tay cho MN trượt trên hai thanh ray, một

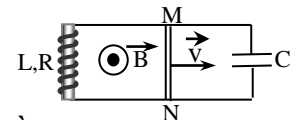
lúc sau nó đạt trạng thái chuyển động thẳng đều với vận tốc  $v$  bằng bao nhiêu?

- A.  $0,2\text{m/s}$  B.  $0,4\text{m/s}$  C.  $0,6\text{m/s}$  D.  $0,8\text{m/s}$



**Câu hỏi 6:** Một thanh kim loại MN dài  $l = 1\text{m}$  trượt trên hai thanh ray đặt nằm ngang với vận tốc không đổi  $v = 2\text{m/s}$ . Hệ thống đặt trong từ trường đều  $B = 1,5\text{T}$  có hướng như hình vẽ. Hai thanh ray nối với một ống dây có  $L = 5\text{mH}$ ,  $R = 0,5\Omega$ , và một tụ điện  $C = 2\mu\text{F}$ . Tính năng lượng từ trường trong ống dây:

- A.  $0,09\text{J}$  B.  $0,08\text{J}$  C.  $0,07\text{J}$  D.  $0,06\text{J}$



**Câu hỏi 7:** Một thanh kim loại MN dài  $l = 1\text{m}$  trượt trên hai thanh ray đặt nằm ngang với vận tốc không đổi  $v = 2\text{m/s}$ . Hệ thống đặt trong từ trường đều  $B = 1,5\text{T}$  có hướng như hình vẽ câu hỏi 6. Hai thanh ray nối với một ống dây có  $L = 5\text{mH}$ ,  $R = 0,5\Omega$ , và một tụ điện  $C = 2\mu\text{F}$ . Tính năng lượng điện trường trong tụ điện:

- A.  $9 \cdot 10^{-6}\text{J}$  B.  $8 \cdot 10^{-6}\text{J}$  C.  $7 \cdot 10^{-6}\text{J}$  D.  $6 \cdot 10^{-6}\text{J}$

## CHỦ ĐỀ 3. DÒNG ĐIỆN FU CÔ. HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

### I.KIẾN THỨC:

#### 1. Định nghĩa Dòng điện FU-CO:

Dòng điện cảm ứng được sinh ra trong khối vật dẫn khi vật dẫn chuyển động trong từ trường (hay được đặt trong từ trường) biến đổi theo thời gian là dòng điện FU-CO.

#### 2. Tác dụng của dòng điện FU-CO.

##### a. Một vài ứng dụng dòng điện FU-CO.

- Gây ra lực để hãm chuyển động trong thiết bị máy móc hay dụng cụ.

- Dùng trong phanh điện từ của xe có tải trọng lớn.
- Nhiều ứng dụng trong Công tơ điện.

**b. Một vài ví dụ về trường hợp dòng điện FU-CO có hại.**

- Làm nóng máy móc, thiết bị.
- Làm giảm công suất của động cơ.

**3. Định nghĩa hiện tượng tự cảm:**

Hiện tượng cảm ứng điện từ trong một mạch điện do chính sự biến đổi của dòng điện trong mạch đó gây ra

**4. Suất điện động tự cảm:**

+ Trong mạch kín có dòng điện  $i$  chạy qua thì dòng điện  $i$  gây ra một từ trường, từ trường này gây ra một từ thông  $\Phi$  được gọi là từ thông riêng của mạch:  $\Phi = Li$ .

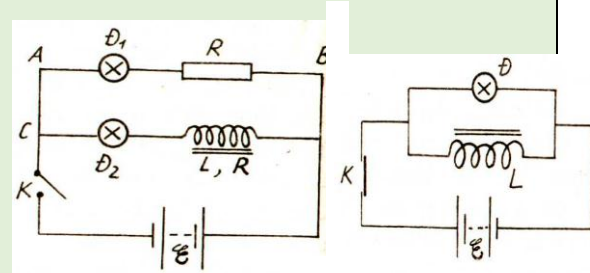
+ Hệ số tự cảm của một ống dây dài:  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \mu \frac{N^2}{l} S = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 \cdot V$

Đơn vị độ tự cảm là henry (H).

+ Hiện tượng tự cảm là hiện tượng cảm ứng điện từ xảy ra trong một mạch có dòng điện mà sự biến thiên từ thông qua mạch được gây ra bởi sự biến thiên của cường độ dòng điện trong mạch.

+ Suất điện động tự cảm:  $e_{tc} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$ .

+ Năng lượng từ trường của ống dây có dòng điện:  $W_L = \frac{1}{2} Li^2$ .



Hình 61.2

**• VÍ DỤ MINH HỌA**

**VD1.** Dòng điện trong cuộn tự cảm giảm từ 16A đến 0A trong 0,01s ; suất điện động tự cảm trong đó có giá trị trung bình 64V ; độ tự cảm có giá trị :

- A. 0,032H      B . 0,04H      C. 0,25H      D. 4H

**HD.** 
$$L = \frac{E}{\Delta i / \Delta t} = \frac{64}{\frac{16}{0,01}} = 0,04(H)$$

**VD2.** Một ống dây dài  $l = 30$  cm gồm  $N = 1000$  vòng dây, đường kính mỗi vòng dây  $d = 8$  cm có dòng điện với cường độ  $i = 2$  A đi qua.

- Tính độ tự cảm của ống dây.
- Tính từ thông qua mỗi vòng dây.
- Thời gian ngắt dòng điện là  $t = 0,1$  giây, tính suất điện động tự cảm xuất hiện trong ống dây.

**HD.** a)  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \mu \frac{N^2}{l} S = 4\pi \cdot 10^{-7} \mu \frac{N^2}{l} \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi = 0,02$  H.

b) Từ thông qua ống dây:  $\Phi = Li = 0,04$  Wb.

Từ thông qua mỗi vòng dây:  $\phi = \frac{\Phi}{N} = 4 \cdot 10^{-5}$  Wb.

c)  $|e_{tc}| = |-L \frac{\Delta i}{\Delta t}| = 0,4$  V.

**VD3.** Một cuộn tự cảm có  $L = 3 \text{ H}$  được nối với nguồn điện có suất điện động  $6 \text{ V}$ , điện trở trong không đáng kể, điện trở của cuộn dây cũng không đáng kể. Hỏi sau thời gian bao lâu kể từ lúc nối vào nguồn điện, cường độ dòng điện qua cuộn dây tăng đến giá trị  $5 \text{ A}$ ? giả sử cường độ dòng điện tăng đều theo thời gian.

**HD.** Ta có:  $e + e_{tc} = e - L \frac{\Delta i}{\Delta t} = (R + r)i = 0$

$$\Rightarrow \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{i}{t} = \frac{e}{L} \Rightarrow t = \frac{Li}{e} = 2,5 \text{ s.}$$

**VD4.** Một cuộn tự cảm có  $L = 50 \text{ mH}$  cùng mắc nối tiếp với một điện trở  $R = 20 \Omega$ , nối vào một nguồn điện có suất điện động  $90 \text{ V}$ , có điện trở trong không đáng kể. Xác định tốc độ biến thiên của cường độ dòng điện  $I$  tại:

- Thời điểm ban đầu ứng với  $I = 0$ .
- Thời điểm mà  $I = 2 \text{ A}$ .

**HD.** Ta có:  $e + e_{tc} = e - L \frac{\Delta i}{\Delta t} = RI \Rightarrow \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{e - RI}{L}$ .

a) Thời điểm ban đầu với  $I = 0$ :  $\frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{e}{L} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ A/s.}$

b) Thời điểm  $I = 2 \text{ A}$ :  $\frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{e - RI}{L} = 10^3 \text{ A/s.}$

**VD5.** Trong một mạch kín có độ tự cảm  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ , nếu suất điện động tự cảm bằng  $0,25 \text{ V}$  thì tốc độ biến thiên của dòng điện bằng bao nhiêu?

**HD.**  $|e_{tc}| = |-L \frac{\Delta i}{\Delta t}| \Rightarrow |\frac{\Delta i}{\Delta t}| = \frac{|e_{tc}|}{L} = 500 \text{ A/s.}$

**VD6.** Tìm độ tự cảm của một ống dây hình trụ gồm 400 vòng, dài 20 cm, tiết diện ngang  $9 \text{ cm}^2$  trong hai trường hợp:

- Ống dây không có lõi sắt.
- Ống dây có lõi sắt với độ từ thẩm  $\mu = 400$ .

**HD.** a)  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2}{l} S = 9 \cdot 10^{-4} \text{ H.}$  b)  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \mu \frac{N^2}{l} S = 0,36 \text{ H.}$

**VD7.** Một ống dây dài 50 cm có 2500 vòng dây. Đường kính của ống bằng 2 cm. Cho một dòng điện biến đổi đều theo thời gian chạy qua ống dây. Sau thời gian 0,01 s dòng điện tăng từ 0 đến 1,5 A. Tính suất điện động tự cảm trong ống dây.

**HD.**  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \mu \frac{N^2}{l} S = 4\pi \cdot 10^{-7} \mu \frac{N^2}{l} \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi = 5 \cdot 10^{-4} \text{ H; } |e_{tc}| = |-L \frac{\Delta i}{\Delta t}| = 0,075 \text{ V.}$

**VD8.** Tính độ tự cảm của một ống dây. Biết sau thời gian  $\Delta t = 0,01 \text{ s}$ , cường độ dòng điện trong ống dây tăng đều từ 1 A đến 2,5 A thì suất điện động tự cảm là 30 V.

**HD.**  $|e_{tc}| = |-L \frac{\Delta i}{\Delta t}| \Rightarrow L = |e_{tc}| \frac{|\Delta t|}{|\Delta i|} = 0,2 \text{ H;}$

**VD9.** Một cuộn tự cảm có độ tự cảm  $0,1 \text{ H}$ , trong đó dòng điện biến thiên đều  $200 \text{ A/s}$  thì suất điện động tự cảm sẽ có giá trị :

- A. 10V                      B. 20V                      B. 0,1kV                      D. 2kV

**HD.**  $E = Li' = 0,1 \cdot 200 = 20 \text{ (V)}$



**VD10.** Dòng điện trong cuộn tự cảm giảm từ 16A đến 0A trong 0,01s ; suất điện động tự cảm trong đó có giá trị trung bình 64V ; độ tự cảm có giá trị :

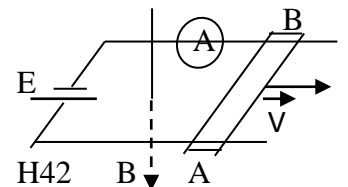
- A. 0,032H      B . 0,04H      C. 0,25H      D. 4H

**HD.** 
$$L = \frac{E}{i'} = \frac{54}{\frac{16}{0,01}} = 0,04(H)$$

**VD11.** Cuộn tự cảm có  $L = 2mH$  khi có dòng điện cường độ 10A đi qua. Năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn tự cảm có giá trị :

- A. 0,05J      B . 0,1J      C . 1J      D . 4H

**HD.** 
$$W = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}.2.10^{-3}.10^2 = 0,1(J)$$



## BÀI TẬP TỰ LUẬN

**B1.** Một ống dây dài có  $\ell = 31,4cm$  ,  $N = 1000$  vòng , diện tích mỗi vòng  $S = 10cm^2$  , có dòng điện  $I = 2A$  đi qua.

- Tính từ thông qua mỗi vòng.
- Tính suất điện động tự cảm trong ống dây khi ngắt dòng điện trong thời gian 0,1s.
- Tính độ tự cảm của cuộn dây.

**A.  $8.10^{-6} Wb$  ; B. 0,08V C. 0,004H**

**B2.** Ống dây hình trụ có lõi chân không , chiều dài 20cm, có 1000 vòng, diện tích mỗi vòng  $S = 1000cm^2$ .

- Tính độ tự cảm của ống dây.
- Dòng điện qua ống dây tăng đều từ 0 đến 5A trong 0,1s ; tính suất điện động tự cảm xuất hiện trong ống dây.
- Khi dòng điện trong ống dây đạt giá trị 5A tính năng lượng từ tích lũy trong ống dây lúc này?

**ĐS: A.  $6,38.10^{-2}H$  ; B. 3,14V ; C. 0,785J**

**B3.** Một cuộn dây có  $L = 3H$  được nối với một nguồn  $E = 6V$ ;  $r = 0$  . Hỏi sau bao lâu tính từ lúc nối vào nguồn điện , cường độ dòng điện tăng đến giá trị 5A? Giả sử cường độ dòng điện tăng đều theo thời gian.

**Đs: 2,5s**

## II. ĐỀ TRẮC NGHIỆM TỔNG HỢP:

**Câu hỏi 1:** Dòng điện qua một ống dây không có lõi sắt biến đổi đều theo thời gian, trong 0,01s cường độ dòng điện tăng đều từ 1A đến 2A thì suất điện động tự cảm trong ống dây là 20V. Tính hệ số tự cảm của ống dây và độ biến thiên năng lượng của từ trường trong ống dây:

- A. 0,1H; 0,2J      B. 0,2H; 0,3J      C. 0,3H; 0,4J      D. 0,2H; 0,5J

**Câu hỏi 2:** Một ống dây dài 50cm có 2500 vòng dây, bán kính của ống bằng 2cm. Một dòng điện biến đổi đều theo thời gian chạy qua ống dây trong 0,01s cường độ dòng điện tăng từ 0 đến 1,5A. Tính suất điện động tự cảm trong ống dây:

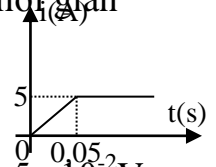
- A. 0,14V      B. 0,26V      C. 0,52V      D. 0,74V

**Câu hỏi 3:** Một dòng điện trong ống dây phụ thuộc vào thời gian theo biểu thức  $I = 0,4(5 - t)$ ; I tính bằng ampe, t tính bằng giây. Ống dây có hệ số tự cảm  $L = 0,005H$ . Tính suất điện động tự cảm trong ống dây:

- A. 0,001V      B. 0,002V      C. 0,003 V      D. 0,004V

**Câu hỏi 4:** Một ống dây có hệ số tự cảm là 0,01H. Khi có dòng điện chạy qua ống dây có năng lượng 0,08J. Cường độ dòng điện chạy qua ống dây bằng:      A. 1A      B. 2A  
C. 3A      D. 4A

**Câu hỏi 5:** Một ống dây được quấn với mật độ 2000 vòng/m. Ống có thể tích 500cm<sup>2</sup>, và được mắc vào mạch điện, sau khi đóng công tắc, dòng điện biến thiên theo thời gian như đồ thị bên hình vẽ ứng với thời gian đóng công tắc là từ 0 đến 0,05s.



Tính suất điện động tự cảm trong ống trong khoảng thời gian trên:

- A.  $2\pi \cdot 10^{-2}V$       B.  $8\pi \cdot 10^{-2}V$       C.  $6\pi \cdot 10^{-2}V$       D.  $5\pi \cdot 10^{-2}V$

**Câu hỏi 6:** Một ống dây dài 40cm có tất cả 800 vòng dây. Diện tích tiết diện ống dây là 10cm<sup>2</sup>. Cường độ dòng điện qua ống tăng từ 0 đến 4A. Hỏi nguồn điện đã cung cấp cho ống dây một năng lượng bằng bao nhiêu:

- A.  $1,6 \cdot 10^{-2}J$       B.  $1,8 \cdot 10^{-2}J$       C.  $2 \cdot 10^{-2}J$       D.  $2,2 \cdot 10^{-2}J$

**Câu hỏi 7:** Đáp án nào sau đây là **sai**: suất điện động tự cảm có giá trị lớn khi:

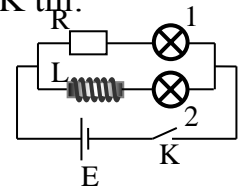
- A. độ tự cảm của ống dây lớn      B. cường độ dòng điện qua ống dây lớn  
C. dòng điện giảm nhanh      D. dòng điện tăng nhanh

**Câu hỏi 8:** Đáp án nào sau đây là **sai**: Hệ số tự cảm của ống dây:

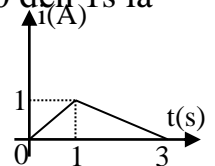
- A. phụ thuộc vào cấu tạo và kích thước của ống dây      B. có đơn vị là Henri(H)  
C. được tính bởi công thức  $L = 4\pi \cdot 10^{-7}NS/1$       D. càng lớn nếu số vòng dây trong ống dây là nhiều

**Câu hỏi 9:** Cho mạch điện như hình vẽ. Chọn đáp án **sai**: Khi đóng khóa K thì:

- A. đèn (1) sáng ngay lập tức, đèn (2) sáng từ từ  
B. đèn (1) và đèn (2) đều sáng lên ngay  
C. đèn (1) và đèn (2) đều sáng từ từ  
D. đèn (2) sáng ngay lập tức, đèn (1) sáng từ từ



**Câu hỏi 10:** Một mạch điện có dòng điện chạy qua biến đổi theo thời gian biểu diễn như đồ thị hình vẽ bên. Gọi suất điện động tự cảm trong mạch trong khoảng thời gian từ 0 đến 1s là  $e_1$ , từ 1s đến 3s là  $e_2$  thì:



- A.  $e_1 = e_2/2$       B.  $e_1 = 2e_2$       C.  $e_1 = 3e_2$       D.  $e_1 = e_2$

**CHỦ ĐỀ 4. ÔN TẬP CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ**

**I. KIẾN THỨC:**

**1. Từ thông:** từ thông qua diện tích S đặt trong từ trường đều  $\vec{B}$ :

$$\Phi = B.S.\cos\alpha \quad \text{với: } \Phi : \text{ từ thông (Wb)}$$

S: diện tích vòng dây (m<sup>2</sup>)      B: cảm ứng từ (T)

N: số vòng dây       $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$

**2. Suất điện động cảm ứng:**

**a. Trường hợp tổng quát:**  $e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Delta t$ : thời gian từ thông biến thiên (s)

$e$ : suất điện động cảm ứng (V)

**b. Trường hợp đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường đều:**

$|e| = Bvl \sin \alpha$      $v$ : vận tốc của đoạn dây (m/s<sup>2</sup>)     $l$ : chiều dài của đoạn dây dẫn (m)

$\alpha = (\vec{B}, \vec{v})$

( $\vec{v}, \vec{B}$  cùng vuông góc dây)

Quy tắc xác định chiều suất điện động cảm ứng trong mạch có đoạn dây dẫn chuyển động:

**Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón cái choãi ra 90<sup>0</sup> hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa chỉ chiều từ cực âm sang cực dương của nguồn điện**

**3. Hiện tượng tự cảm:**

\*Suất điện động tự cảm:  $E_{tc} = L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$

$L$ : độ tự cảm của mạch điện (H)  
điện trong mạch (A)

$\Delta I$ : độ biến thiên cường độ dòng

\*Độ tự cảm của ống dây dài trong không khí :

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 V \quad \text{hay} \quad L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell}$$

$V$ : thể tích ống dây,  $S$ : tiết diện ống dây.

\*Năng lượng từ trường trong ống dây:  $W = \frac{1}{2} LI^2$

**II. BÀI TẬP TỰ LUẬN**

**1.** Vòng dây dẫn tròn bán kính  $r = 10\text{cm}$ , điện trở  $R = 0,2\Omega$  đặt nghiêng góc  $30^0$  so với  $\vec{B}$ ,  $B = 0,02\text{T}$  như hình . Xác định suất điện động cảm ứng, độ lớn và chiều dòng điện cảm ứng trong vòng dây nếu trong thời gian  $0,01\text{s}$  từ trường :

a. Giảm đều từ  $B$  xuống  $0$

b. Tăng đều từ  $0$  lên  $B$ .

**2.** Cuộn dây có 1000 vòng, diện tích mỗi vòng là  $20\text{cm}^2$  có trục song song với  $\vec{B}$  của từ trường đều. Tính độ biến thiên  $\Delta B$  của cảm ứng từ trong thời gian  $\Delta t = 10^{-2}\text{s}$  khi có suất điện động cảm ứng  $E_C = 10\text{V}$  trong cuộn dây.    ĐS:  $0,05\text{T}$

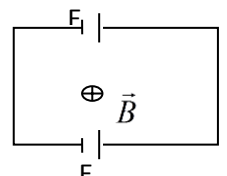
**3.** Vòng dây đồng ( $\rho = 1,75 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$ ) đường kính  $d = 20\text{cm}$ , tiết diện  $S_0 = 5\text{mm}^2$  đặt vuông góc với  $\vec{B}$  của từ trường đều. Tính độ biến thiên  $\frac{\Delta B}{\Delta t}$  của cảm ứng từ khi dòng điện cảm ứng trong vòng dây là  $2\text{A}$ .    ĐS:  $0,14\text{T/s}$

**4.** Một khung dây phẳng có điện trở  $R = 0,001\Omega$ , có diện tích  $S = 1\text{cm}^2$  đặt trong một từ trường đều có đường sức vuông góc với mặt phẳng khung. Xác định nhiệt lượng toả ra trong khung sau thời gian  $10$  giây. Biết rằng tốc độ biến thiên của cảm ứng từ là  $0,01\text{T/s}$ .

Một vòng dây dẫn có diện tích  $S = 100\text{cm}^2$  nối vào một tụ điện  $C = 0,2\text{nF}$ , được đặt trong từ trường đều,  $\vec{B}$  vuông góc mặt phẳng vòng dây, có độ lớn tăng đều với tốc độ  $5 \cdot 10^{-2}\text{T/s}$ . Tính điện tích của tụ điện.

ĐS:  $0,1 \cdot 10^{-6}\text{C}$ .

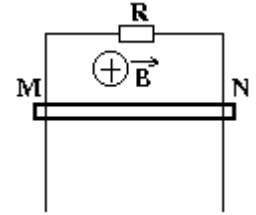
**5.** Một dây dẫn chiều dài  $\ell = 2\text{m}$ , điện trở  $R = 4\Omega$  được uốn thành một hình vuông. Các nguồn  $E_1 = 10\text{V}$ ,  $E_2 = 8\text{V}$ ,  $r_1 = r_2 = 0$ , được mắc vào các cạnh hình vuông . Mạch được đặt trong từ trường đều  $\vec{B}$  như hình,  $B$  tăng theo qui luật  $B = kt$ ,  $k = 1,6\text{T/s}$



Tính cường độ dòng điện chạy trong mạch. ĐS: 0,5A

**6.** Đoạn dây dẫn dài  $l = 1\text{m}$  chuyển động với vận tốc  $v = 0,5\text{m/s}$  theo phương hợp với  $\vec{B}$  một góc  $30^\circ$ ,  $B = 0,2\text{T}$ . Tính suất điện động xuất hiện trong dây dẫn

**7.** Thanh MN khối lượng  $m = 2\text{g}$  trượt đều không ma sát với tốc độ  $v = 5\text{m/s}$  trên hai thanh thẳng đứng cách nhau  $l = 50\text{cm}$  được đặt trong từ trường đều nằm ngang như hình vẽ  $B = 0,2\text{T}$ . Bỏ qua điện trở tiếp xúc.



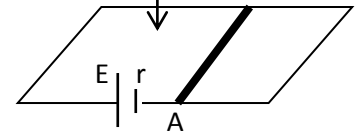
Cho  $g = 10\text{m/s}^2$

- Tính suất điện động cảm ứng trong thanh MN
- Xác định lực từ và dòng điện trong thanh MN
- Tính R

**8.** Thanh AB dài  $l = 20\text{cm}$ , khối lượng  $m = 10\text{g}$ ,  $B = 0,1\text{T}$ ,  $E = 1,2\text{V}$ ,  $r = 0,5\Omega$ .

Do lực từ và lực ma sát AB trượt đều với tốc độ  $v = 10\text{m/s}$ . Bỏ qua điện trở dây và nơi tiếp xúc.

- Tìm dòng điện trong mạch và hệ số ma sát trượt
- Muốn cho dòng điện trong thanh AB chạy từ B đến A, cường độ  $1,8\text{A}$  thì phải kéo thanh AB trượt đều heo chiều nào, vận tốc và lực kéo bao nhiêu?



**9.** Trong một ống dây điện có  $L = 0,6\text{H}$ , dòng điện giảm đều từ

$I_1 = 0,2\text{A}$  đến  $I_2 = 0$  trong khoảng thời gian  $12\text{s}$ . Tính suất điện động tự cảm trong mạch.

**10.** Tính độ tự cảm của ống dây, biết sau khoảng thời gian  $\Delta t = 0,01\text{s}$  dòng điện trong mạch tăng từ  $1\text{A}$  đến  $2,5\text{A}$  và suất điện động tự cảm là  $30\text{V}$

**11.** Một ống dây có độ tự cảm  $L = 0,5\text{H}$ , điện trở  $R = 4\Omega$ . Muốn tích lũy một năng lượng từ trường  $200\text{J}$  trong ống dây thì phải cho dòng điện có cường độ bao nhiêu đi qua ống dây đó? Khi đó công suất nhiệt của ống dây là bao nhiêu?

**12.** Cường độ dòng điện trong một ống dây giảm từ  $12\text{A}$  xuống  $8\text{A}$  thì năng lượng từ trường của ống dây giảm đi  $2\text{J}$ . Tính năng lượng từ trường của ống dây trong hai trường hợp đó.