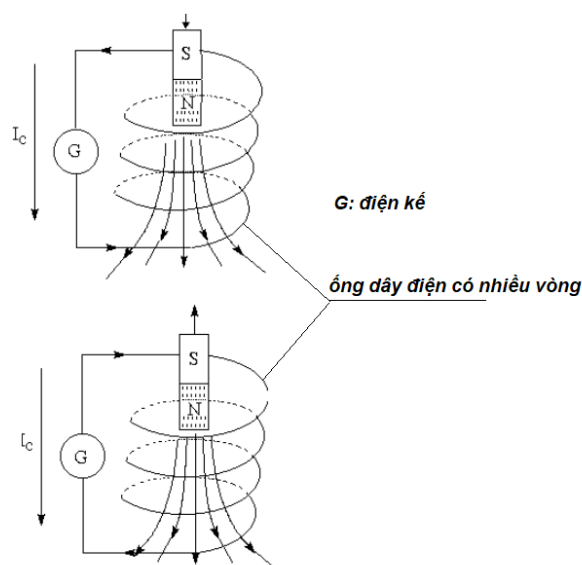


## Dạng 4: Bài tập về hiện tượng tự cảm

### 1. Lí thuyết

#### a, Từ thông riêng của một mạch kín



- Từ thông riêng của một mạch kín là từ thông gây ra bởi từ trường do chính dòng điện trong mạch sinh ra. Từ thông này tỉ lệ với cảm ứng từ do  $i$  gây ra:  $\Phi = Li$ .

Trong đó:

+  $L$  là độ tự cảm của mạch kín (C), phụ thuộc vào cấu tạo và kích thước của (C), đơn vị là Henry (H).

+  $\Phi$  là từ thông, đơn vị Wb.

+  $i$  là cường độ dòng điện, đơn vị A.

- Xét ống dây có chiều dài  $\ell$ , tiết diện  $A$ , gồm tất cả  $N$  vòng dây, trong có dòng điện cường độ  $i$  chạy qua gây ra từ trường đều trong lòng ống dây đó. Khi đó, từ thông:  $\Phi = N.B.S$

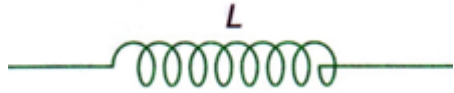
$$\Rightarrow \text{Cảm ứng từ } B \text{ trong lòng ống dây: } B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N}{\ell} \cdot i$$

$$\Rightarrow \text{Độ tự cảm của ống dây dài (cuộn cảm): } L = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot S \text{ hoặc}$$

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 V \text{ với } n \text{ là số vòng dây trên một đơn vị chiều dài của ống (vòng/mét) và } V \text{ là thể tích ống.}$$

=> Nếu ống dây có lõi sắt:  $L = \mu 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot S$  với  $\mu$  là độ từ thẩm, đặc trưng cho từ tính của lõi sắt.

**Chú ý:** Trong các sơ đồ mạch điện, cuộn cảm được kí hiệu như sau:

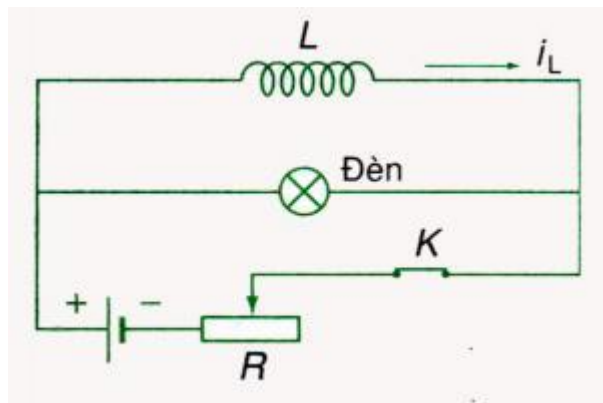


## b, Hiện tượng tự cảm

**Định nghĩa:** 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.

- Trong mạch điện một chiều, hiện tượng tự cảm xảy ra khi đóng, ngắt mạch. - -

Trong mạch xoay chiều, luôn xảy ra hiện tượng tự cảm.



## c, Suất điện động tự cảm

- Khi có hiện tượng tự cảm xảy ra trong một mạch điện thì suất điện động cảm ứng xuất hiện trong mạch được gọi là suất điện động tự cảm.

Biểu thức của suất điện động tự cảm:  $e_{tc} = -L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t}$

=> Suất điện động tự cảm có độ lớn tỉ lệ với tốc độ biến thiên của cường độ dòng điện trong mạch ( $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ ).

## d, Ứng dụng

Cuộn cảm là một phần tử quan trọng trong các mạch điện xoay chiều có mạch dao động và các máy biến áp.

## 2. Phương pháp giải

Áp dụng các công thức ở phần lí thuyết:

- Từ thông tự cảm qua ống dây:  $\Phi = Li$

- Độ tự cảm của ống dây dài  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot S$  hoặc  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 V$

+ Nếu ống dây có lõi sắt:  $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \mu \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot S$

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

Để tìm các đại lượng có liên quan đến độ tự cảm của ống dây, suất điện động tự cảm của ống dây, ta viết biểu thức liên quan đến các đại lượng đã biết và đại lượng cần tìm rồi suy ra và tính đại lượng cần tìm.

### 3. Ví dụ minh họa

**Ví dụ 1:** Một ống dây có chiều dài 1,5m gồm 1200 vòng dây, ống dây có đường kính là 60cm. Hãy xác định độ tự cảm của ống dây và suất điện động tự cảm của ống dây khi cho dòng điện chạy trong ống dây, biết dòng điện tăng từ 0A đến 5A trong 1s? (chọn đáp án gần đúng nhất).

A. -1,7V

B. 1,7V

C. -0,7V

D. 0,7V

#### Lời giải chi tiết

Độ tự cảm bên trong ống dây là:

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot S = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1200^2}{1,5} \cdot \pi \cdot (0,3)^2 \approx 0,34H$$

$$\text{Suất điện động tự cảm trong ống dây: } e_{tc} = -L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} = -0,34 \cdot \frac{5}{1} = -1,7V$$

#### Chọn đáp án A

**Ví dụ 2:** Một ống dây hình trụ dài 50cm gồm 140 vòng dây, diện tích mỗi vòng dây là  $160\text{cm}^2$ . Độ tự cảm của ống dây khi đặt trong không khí là:

A.  $L = 5,88 \cdot 10^{-4}H$

B.  $L = 6,88.10^{-4} \text{H}$

C.  $L = 7,88.10^{-4} \text{H}$

D.  $L = 8,88.10^{-4} \text{H}$

**Lời giải chi tiết**

Ta có:  $L = 4\pi.10^{-7} \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot S = 4\pi.10^{-7} \cdot \frac{140^2}{0,5} \cdot 160.10^{-4} \approx 7,88.10^{-4} \text{H}$

**Chọn đáp án C**

#### **4. Bài tập vận dụng**

**Bài 1:** Một cuộn cảm có  $L=3\text{H}$  được nối với nguồn điện có suất điện động 4V, 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 4A? Giả sử cường độ dòng điện tăng đều theo thời gian.

A.  $t = 3\text{s}$

B.  $t = 4\text{s}$

C.  $t = 5\text{s}$

D.  $t = 5,2\text{s}$

**Chọn đáp án A**

**Bài 2:** Một cuộn cảm có  $L=100\text{mH}$  cùng mắc nối tiếp với một điện trở  $R = 20\Omega$  nối vào một nguồn điện có suất điện động 120V, 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  $I=0\text{A}$ ?

A.  $1150\text{A/s}$

B.  $1175\text{A/s}$

C.  $1200\text{A/s}$

D.  $1225\text{A/s}$

**Chọn đáp án C**

**Bài 3:** Một ống dây có chiều dài 1,2m gồm 800 vòng dây, ống dây có đường kính là 30cm. Hãy xác định độ tự cảm của ống dây và suất điện động tự cảm của ống

dây khi cho dòng điện chạy trong ống dây, biết dòng điện tăng từ 0A đến 2A trong 0,3s? (chọn đáp án gần đúng nhất).

- A. 0,3V
- B. -0,3V
- C. -0,8V
- D. 0,8V

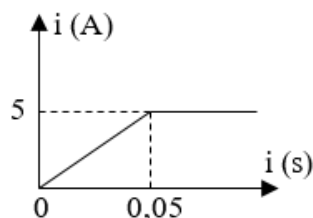
**Chọn đáp án B**

**Bài 4:** Một ống dây dài 40cm có tất cả 700 vòng dây, diện tích tiết diện ngang của ống dây là  $10\text{cm}^2$ . Ống dây được nối với một nguồn điện có cường độ tăng từ 0 đến 2A. Hãy xác định độ tự cảm của ống dây và thời gian mà dòng điện đã biến thiên nếu suất điện động tự cảm của ống dây có độ lớn là 1,2V?

- A.  $L = 2,45.10^{-3}\text{H}$  và  $t = 1,56.10^{-3}\text{s}$
- B.  $L = 2,45.10^{-3}\text{H}$  và  $t = 2,56.10^{-3}\text{s}$
- C.  $L = 1,54.10^{-3}\text{H}$  và  $t = 1,56.10^{-3}\text{s}$
- D.  $L = 1,54.10^{-3}\text{H}$  và  $t = 2,56.10^{-3}\text{s}$

**Chọn đáp án D**

**Bài 5:** Một ống dây được quấn với mật độ 1200 vòng/ mét. Ống dây có thể tích là  $390\text{cm}^3$ . Ống dây được mắc vào một mạch điện. Sau khi đóng công tắc dòng điện trong ống dây biến đổi theo thời gian như đồ thị. Lúc đóng công tắc ứng với thời điểm  $t = 0\text{s}$ . Tính độ lớn suất điện động tự cảm trong ống sau khi đóng công tắc tới thời điểm  $t = 0,05\text{s}$ ? (chọn đáp án gần đúng nhất).



- A. 0,07V
- B. 0,09V
- C. 1,13V
- D. 1,07V

### Chọn đáp án A

**Bài 6:** Một cuộn cảm có độ tự cảm  $L = 2H$  được nối với nguồn điện có suất điện động là  $4V$ , 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  $5A$ ? giả sử cường độ dòng điện tăng đều theo thời gian?

- A.  $t = 2,5s$
- B.  $t = 2,8s$
- C.  $t = 3s$
- D.  $t = 3,2s$

### Chọn đáp án A

**Bài 7:** Khi đưa vào trong lòng ống dây một vật liệu có độ từ thẩm  $\mu$ , lấp đầy ống dây thì độ tự cảm của nó:

- A. Không thay đổi
- B. Tăng  $2\mu$  lần
- C. Giảm  $\mu$  lần
- D. Tăng  $\mu$  lần

### Chọn đáp án D

**Bài 8:** Một ống dây hình trụ dài  $35cm$  gồm  $80$  vòng dây, diện tích mỗi vòng dây là  $150cm^2$ . Độ tự cảm của ống dây khi đặt trong không khí là:

- A.  $L = 2,45.10^{-4}H$
- B.  $L = 3,45.10^{-4}H$
- C.  $L = 4,45.10^{-4}H$
- D.  $L = 5,45.10^{-4}H$

### Chọn đáp án B

**Bài 9:** Một ống dây dài  $62cm$  đường kính  $4cm$  có  $600$  vòng dây quấn sát nhau. Ống dây có dòng điện  $1,4A$  chạy qua. Sau khi ngắt ống dây ra khỏi nguồn điện, biết từ thông qua ống dây giảm đều từ giá trị ban đầu đến  $0$  trong khoảng thời gian  $0,02s$ . Độ lớn suất điện động tự cảm trong ống dây là: (chọn đáp án gần đúng nhất).

- A. 0,045V
- B. 0,055V
- C. 0,065C
- D. 0,075V

**Chọn đáp án C**

**Bài 10:** Chọn đáp án đúng trong các đáp án dưới đây?

- A. Hiện tượng tự cảm không phải là hiện tượng cảm ứng điện từ.
- B. 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.
- C. 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 từ trường bên ngoài mạch điện.
- D. Hiện tượng tự cảm là hiện tượng chỉ xảy ra ở các mạch điện một chiều.

**Chọn đáp án B**