

TRƯỜNG THCS - THPT NGUYỄN KHUYẾN TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THCS - THPT NGUYỄN KHUYẾN TỈNH BÌNH DƯƠNG
TRƯỜNG TH - THCS - THPT LÊ THÁNH TÔNG TP. HỒ CHÍ MINH



CHƯƠNG TRÌNH DẠY HỌC TRỰC TUYẾN

MÔN: VẬT LÝ
LỚP 11

Bài: HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

I. HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

1. THÍ NGHIỆM

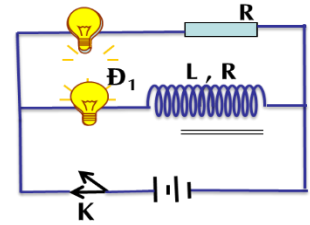
a. Đóng mạch điện

* Khi đóng K

+ Đ₂ sáng ngay

+ Đ₁ sáng lên từ từ, sau một thời gian độ sáng mới ổn định.

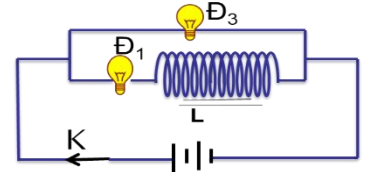
Giải thích: Khi đóng công tắc, dòng điện qua hai nhánh đều tăng. Riêng nhánh 1, dòng điện tăng làm cho từ thông qua cuộn dây biến đổi, vì vậy xuất hiện dòng điện cảm ứng. Dòng điện cảm ứng có tác dụng chống lại nguyên nhân đã gây ra nó, nên dòng điện qua nhánh 1 không tăng nhanh chóng. Vì vậy bóng đèn 1 sáng lên từ từ.



b. Ngắt mạch điện

* Khi ngắt khóa K thì Đ₃ lóe sáng.

Giải thích: Khi ngắt công tắc, dòng điện trong mạch giảm, làm cho từ thông qua cuộn dây biến đổi, vì vậy xuất hiện dòng điện cảm ứng. Theo định luật Lenxơ thì dòng điện cảm ứng cùng chiều với dòng điện trong mạch do nguồn gây ra, làm cho bóng đèn 3 lóe sáng.



2. KẾT LUẬN

Cả hai thí nghiệm trên đều là các hiện tượng cảm ứng điện từ. Nhưng nguyên nhân dẫn đến các hiện tượng đó lại chính là sự biến đổi dòng điện trong mạch ta đang khảo sát. Hiện tượng trên chính là 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 gọi là **hiện tượng tự cảm**.

- Suất điện động và dòng điện được sinh ra do hiện tượng tự cảm được gọi là **suất điện động tự cảm** và **dòng điện tự cảm**.

II. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG TỰ CẢM

1. ĐỘ TỰ CẢM CỦA ỐNG DÂY

- Từ trường trong ống dây: $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} i$

- Từ thông qua ống dây: $\phi = NBS = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{l} i$

Đặt: $\Phi = Li$

Với: $L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{l}$

° L là hệ số tỉ lệ, có giá trị dương, gọi là **độ tự cảm của ống dây** (hay hệ số tự cảm của ống dây)

° Trong hệ đơn vị SI, L có đơn vị là Henri (H)

- Mặt khác: $n = \frac{N}{l}$ và $V = S.l$ nên: $L = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 .V$

- **Độ tự cảm L** phụ thuộc dạng hình học ống dây.

2. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG TỰ CẢM

- Ta có: $e_{tc} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$$\text{Lại có: } \Delta\Phi = \Delta(Li) = L.\Delta i \quad \Rightarrow e_{tc} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

. $\Delta i = i_2 - i_1$: là độ biến thiên của cường độ dòng điện (A)

. Δt : thời gian xảy ra sự biến thiên cường độ dòng điện (s)

* **Vậy: Suất điện động tự cảm trong một mạch điện tỉ lệ với tốc độ biến thiên cường độ dòng điện trong mạch đó.**

- Dấu (-) để phù hợp với định luật Lenxơ.

III. NĂNG LƯỢNG TỪ TRƯỜNG

Trong thí nghiệm ngắt mạch ta thấy khi ngắt khóa thì bóng đèn 3 còn lóe sáng rồi mới tắt. Chứng tỏ là có một năng lượng được giải phóng ở đèn, và năng lượng này chính là năng lượng tích ở trong ống dây tự cảm khi có dòng điện chạy qua nó.

Người ta chứng minh được rằng: Khi có dòng điện I chạy qua ống dây thì năng lượng từ trường trong ống dây được xác định bằng biểu thức:
$$W = \frac{1}{2} L.I^2$$

Với :

. i là cường độ dòng điện qua ống dây (A)

. L là độ tự cảm của ống dây (H)

. W là năng lượng của từ trường trong ống dây (J)

IV. VÍ DỤ

Câu 1: Khi dòng điện trong một mạch điện giảm đều từ $i_1 = 0,3$ A đến $i_2 = 0,1$ A trong khoảng thời 0,01 s thì độ lớn suất điện động tự cảm trong mạch có giá trị 0,2 V. Tính độ tự cảm của mạch điện.

Giải

$$|e_{tc}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| \Rightarrow L = \frac{|e_{tc}| \Delta t}{|\Delta i|} = 0,01 \text{ H}$$

Câu 2: Cho một ống dây dài 50 cm, đường kính 3 cm, gồm 3000 vòng dây.

a. Tính độ tự cảm của ống dây.

b. Cho biết trong khoảng thời gian 0,01 s cường độ dòng điện chạy qua ống dây tăng đều đặn từ 1,5 A đến 3 A. Tính độ lớn suất điện động cảm ứng xuất hiện trong ống dây.

Giải

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \pi d^2}{4l} = 0,016 \text{ H}$$

$$|e_{tc}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = 2,4 \text{ V}$$

Câu 3: Một ống dây dài được quấn với mật độ 2000 vòng/mét. Ống dây có thể tích 500 cm³. 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 $t = 0$.

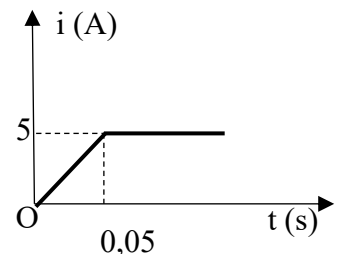
a. Tính độ tự cảm của ống dây.

b. Tính độ lớn suất điện động tự cảm trong ống kể từ khi đóng công tắc tới thời điểm $t = 0,05$ s.

Giải

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 V = 2,51 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

$$|e_{tc}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = 0,251 \text{ V}$$



Câu 4: Một ống dây không có lõi, đặt trong không khí, diện tích tiết diện của ống là 12,56 cm², chiều dài của ống là 20 cm và có độ tự cảm là 0,071 H. Lấy $\pi = 3,14$

a. Tính số vòng dây của ống dây.

b. Tính độ lớn suất điện động tự cảm xuất hiện trong ống dây. Biết trong khoảng thời gian 0,1 s, dòng điện qua ống dây tăng đều từ 0 đến 2 A.

Giải

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{l} \Rightarrow N = \sqrt{\frac{l \cdot L}{4\pi \cdot 10^{-7} S}} = 3000 \text{ vòng.}$$

$$|e_{tc}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = 1,42 \text{ V}$$

Câu 5: Cho một ống dây có độ tự cảm $L = 0,05 \text{ H}$. Cường độ dòng điện I trong ống dây biến thiên đều đặn theo thời gian theo biểu thức: $I = 0,04 \cdot (5 - t)$, trong đó I tính bằng A, t tính bằng s. Tính độ lớn suất điện động tự cảm xuất hiện trong ống dây.

Giải

$$|e_{tc}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = 0,05 \left| \frac{0,04(5-t) - 0,04(5-t)}{t-t} \right| = 2 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

Câu 6: Người ta dùng sợi dây dẫn dài $l_1 = 125,6 \text{ m}$ quấn thành một ống dây thẳng có đường kính $d = 8 \text{ cm}$, dài $l = 50 \text{ cm}$.

a. Tính hệ số tự cảm của ống dây.

b. Dòng điện giảm từ 2 A đến 0,5 A theo quy luật $i = 2 - 5t$ (t tính bằng s). Tính độ lớn suất điện động tự cảm xuất hiện trong cuộn dây trong khoảng thời gian này.

Giải

a. $l_1 = N\pi d \Rightarrow N = \frac{l_1}{\pi d} = 500 \text{ vòng}$

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \pi d^2 / 4}{l} = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

b. Với $I_1 = 2 \text{ A}$ thay vào $i = 2 - 5t$ ta được $t_1 = 0 \text{ s}$.

Với $I_2 = 0,5 \text{ A}$ thay vào $i = 2 - 5t$ ta được $t_2 = 0,3 \text{ s}$. Suy ra $\Delta t = 0,3 \text{ s}$

Nên $|e_{tc}| = L \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = 0,0158 \text{ V}$

Câu 7: Cho một ống dây dài, có độ tự cảm $L = 0,5 \text{ H}$, điện trở thuần $R = 2 \Omega$. Khi cho dòng điện có cường độ I chạy qua ống dây thì năng lượng từ trường trong ống dây là $W = 100 \text{ J}$.

a. Tính cường độ dòng điện I .

b. Tính công suất nhiệt.

Giải

a. $W = \frac{1}{2} Li^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{2W}{L}} = 20 \text{ A}$

b. $P = I^2 \cdot R = 800 \text{ W}$