

1. Hiện tượng tự cảm

a) Thí nghiệm 1

Bố trí thí nghiệm như sơ đồ ở Hình 41.1.

Khi đóng công tắc K ta nhận thấy bóng đèn D_1 sáng lên ngay, còn bóng đèn D_2 sáng lên từ từ mặc dù điện trở thuần của hai nhánh giống nhau.

Hiện tượng trên có thể giải thích như sau. Khi đóng công tắc, dòng điện trong cả hai nhánh đều tăng (lúc đầu $i = 0$, sau đó $i \neq 0$). Riêng trong nhánh (2) dòng điện tăng làm cho từ thông qua ống dây biến đổi, vì vậy xuất hiện dòng điện cảm ứng trong ống dây. Dòng điện cảm ứng có tác dụng chống lại nguyên nhân đã gây ra nó, nên dòng điện trong nhánh (2) không tăng lên nhanh chóng. Vì vậy bóng đèn D_2 sáng lên từ từ.

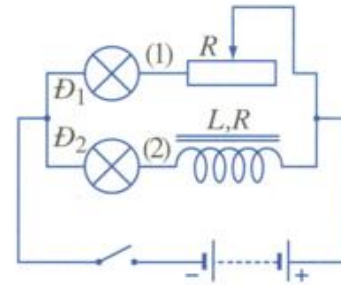
b) Thí nghiệm 2

Bố trí thí nghiệm như sơ đồ ở Hình 41.2.

Ngắt công tắc K . Ta nhận thấy bóng đèn không tắt ngay mà loé sáng lên rồi sau đó mới tắt.

Hiện tượng trên có thể giải thích như sau : Khi công tắc ngắt, dòng điện trong mạch giảm, làm cho từ thông qua ống dây biến đổi. Vì vậy trong ống dây cũng xuất hiện dòng điện cảm ứng. Theo định luật Len-xơ thì dòng điện cảm ứng cùng chiều với dòng điện trong mạch do nguồn gây ra, dòng điện này đi qua bóng đèn. Kết quả là bóng đèn loé sáng lên rồi sau đó mới tắt.

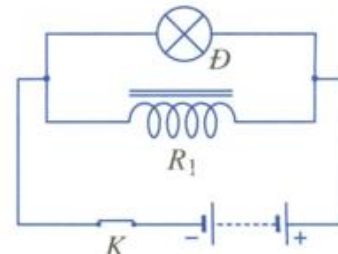
Các hiện tượng trên đây đều là các hiện tượng cảm ứng điện từ. Nhưng nguyên nhân dẫn đến các hiện tượng đó lại chính là sự biến đổi của dòng điện trong mạch ta đang khảo sát.



Hình 41.1 Thí nghiệm về hiện tượng tự cảm khi đóng mạch.

Hai bóng đèn D_1 và D_2 trong hai nhánh là giống nhau. Chọn điện trở R ở nhánh (1) bằng điện trở thuần của cuộn dây có lõi sắt ở nhánh (2).

C1 Sau khi đóng khoá K ít lâu, độ sáng hai bóng đèn D_1 và D_2 trên Hình 41.1 có giống nhau không? Giải thích tại sao?



Hình 41.2 Thí nghiệm về hiện tượng tự cảm khi ngắt mạch.

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.

Hiện tượng tự cảm trong thí nghiệm 1 là hiện tượng tự cảm khi đóng mạch, còn trong thí nghiệm 2 là hiện tượng tự cảm khi ngắt mạch.

2. Suất điện động tự cảm

a) Hệ số tự cảm

Suất điện động xuất hiện do hiện tượng tự cảm gọi là *suất điện động tự cảm*. Để thành lập công thức tính suất điện động tự cảm, ta cần thành lập công thức tính từ thông Φ của từ trường do dòng điện gây ra trong mạch.

Xét một mạch điện có dòng điện i chạy qua. Từ thông qua diện tích của mạch tỉ lệ với từ trường do dòng điện sinh ra. Từ trường này lại tỉ lệ với cường độ dòng điện. Vậy từ thông qua diện tích giới hạn bởi mạch điện tỉ lệ với cường độ dòng điện trong mạch đó :

$$\Phi = Li \quad (41.1)$$

$$\text{Từ (41.1) suy ra : } L = \frac{\Phi}{i} \quad (41.1a)$$

Hệ số tỉ lệ L trong công thức (41.1a) gọi là *hệ số tự cảm (hay độ tự cảm)* của mạch điện.

Trong hệ SI, đơn vị của hệ số tự cảm là henri, kí hiệu là H .

Biểu thức tính hệ số tự cảm của một ống dây dài đặt trong không khí là :

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} n^2 V \quad (41.2)$$

trong đó n là số vòng dây trên một đơn vị chiều dài của ống, V là thể tích của ống.

b) Suất điện động tự cảm

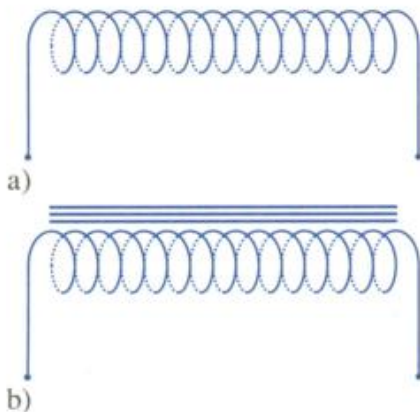
Suất điện động được sinh ra do hiện tượng tự cảm gọi là suất điện động tự cảm.

Hệ số tự cảm của một mạch điện (không có lõi sắt từ) là đại lượng không đổi. Do đó, có thể viết

$$\Delta\Phi = L\Delta i$$

C2 Hãy thành lập công thức (41.2).
Hướng dẫn. Sử dụng các công thức (41.1) và (29.3).

C3 Có thể áp dụng công thức (41.2) cho ống dây ở Hình 41.3a, hay ống dây ở Hình 41.3b, hoặc cả hai ống dây được không ?



Hình 41.3 Cuộn dây.

- a) Không có lõi sắt.
b) Có lõi sắt.

Thay biểu thức vừa viết vào (38.2), ta suy ra công thức xác định suất điện động tự cảm sau :

$$e_{tc} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \quad (41.3)$$

❓ CÂU HỎI

1. Hãy nêu một vài ví dụ về hiện tượng tự cảm.
2. Hãy nêu công thức định nghĩa hệ số tự cảm (độ tự cảm).
3. Hãy viết biểu thức xác định suất điện động tự cảm.
4. Hãy viết biểu thức tính hệ số tự cảm của ống dây dài.

📖 BÀI TẬP

Chọn phương án đúng.

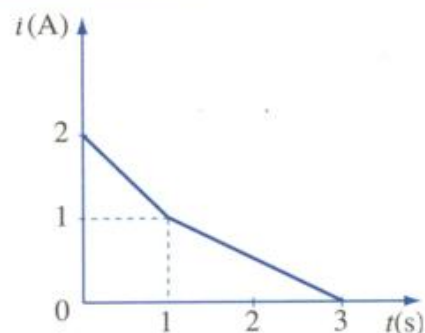
1. Sự biến đổi của dòng điện trong một mạch điện theo thời gian được cho trên Hình 41.4. Gọi suất điện động tự cảm trong khoảng thời gian từ 0 s đến 1 s là e_1 , từ 1 s đến 3 s là e_2 . Ta có :

A. $e_1 = e_2$.

B. $e_1 = 2e_2$.

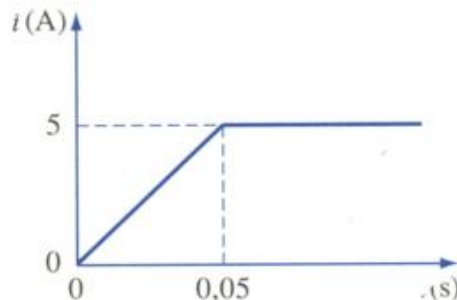
C. $e_1 = 3e_2$.

D. $e_1 = \frac{1}{2}e_2$.



Hình 41.4

2. Tính hệ số tự cảm của một ống dây dài 50 cm, diện tích tiết diện ngang của ống là 10 cm^2 . Cho biết ống dây có 1000 vòng dây.
3. Một ống dây dài được quấn với mật độ 2000 vòng/m. Ống có thể tích 500 cm^3 . Ống dây được mắc vào một mạch điện. Sau khi đóng công tắc, dòng điện trong ống biến đổi theo thời gian như đồ thị trên Hình 41.5. Lúc đóng công tắc ứng với thời điểm $t = 0$. Tính suất điện động tự cảm trong ống :
 - a) Từ sau khi đóng công tắc đến thời điểm $t = 0,05 \text{ s}$.
 - b) Từ thời điểm $t = 0,05 \text{ s}$ về sau.



Hình 41.5