



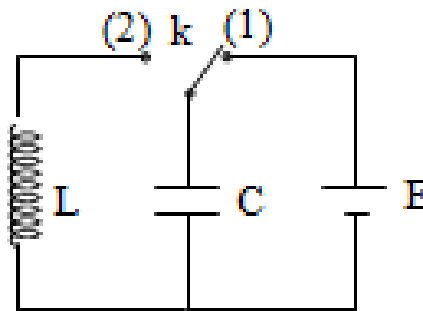
CÁC GIÁ TRỊ ĐIỆN TÍCH, HĐT VÀ CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN TRONG QUÁ TRÌNH DAO ĐỘNG

Dạng bài toán này, ta chỉ cần chú ý đến công thức tính năng lượng điện từ của mạch:

$$\frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} Cu^2 = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{1}{2} CU_0^2 = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C}$$

Có hai cách cơ bản để cấp năng lượng ban đầu cho mạch dao động:

1. Cấp năng lượng điện ban đầu

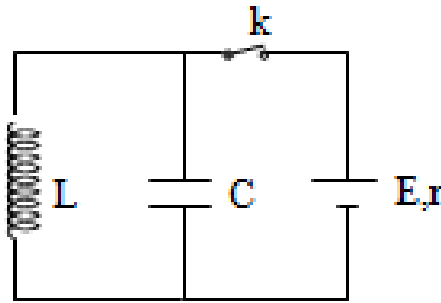


Ban đầu khóa k ở chốt (1), tụ điện được tích điện (nếu thời gian đủ dài) đến hiệu điện thế bằng suất điện động E của nguồn. Năng lượng điện mà tụ tích được là $W = \frac{1}{2} CE^2$.

Chuyển khóa k sang chốt (2), tụ phóng điện qua cuộn dây. Năng lượng điện chuyển dần thành năng lượng từ trên cuộn dây....mạch dao động.

Như vậy hiệu điện thế cực đại trong quá trình dao động chính là hiệu điện thế ban đầu của tụ $U_0 = E$, năng lượng điện ban đầu mà tụ tích được từ nguồn chính là năng lượng toàn phần (năng lượng điện từ) của mạch dao động $W = \frac{1}{2} CE^2$.

2. Cấp năng lượng từ ban đầu



Ban đầu khóa k đóng, dòng điện qua cuộn dây không đổi và có cường độ (định luật Ôm cho toàn mạch):

$$I_0 = \frac{E}{r}$$

Năng lượng từ trường trên cuộn dây không đổi và bằng:

$$W = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{E}{r} \right)^2$$

Cuộn dây không có điện trở thuần nên hiệu điện thế hai đầu cuộn dây (cũng chính là hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện) bằng không. Tụ chưa tích điện.

Khi ngắt khóa k, năng lượng từ của cuộn dây chuyển hóa dần thành năng lượng điện trên tụ điện... mạch dao động.

Như vậy, với cách kích thích dao động như thế này, năng lượng toàn phần (năng lượng điện từ) đúng bằng năng lượng từ ban đầu của cuộn dây $W = \frac{1}{2} L \left(\frac{E}{r} \right)^2$, cường độ dòng điện cực đại trong mạch dao động đúng bằng cường độ dòng điện ban đầu qua cuộn dây $I_0 = \frac{E}{r}$.

3. Bài tập minh họa

Câu 1

Mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung $C = 1\mu\text{F}$ và cuộn dây có độ từ cảm $L = 1\text{mH}$. Trong quá trình dao động, cường độ dòng điện qua cuộn dây có độ lớn lớn nhất là $0,05\text{A}$. Sau bao lâu thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện có độ lớn lớn nhất, độ lớn đó bằng bao nhiêu?

Giải:



Thời gian từ lúc cường độ dòng điện đạt cực đại đến lúc hiệu điện thế đạt cực đại là $\frac{1}{4}T$ (T là chu kỳ dao động riêng của mạch). Vậy thời gian cần tìm là

$$\Delta t = \frac{1}{4} 2\pi\sqrt{LC} = \frac{1}{4} 2\pi\sqrt{10^{-6} \cdot 10^{-2}} = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

Năng lượng điện cực đại bằng năng lượng từ cực đại trong quá trình dao động

$$\frac{1}{2} CU_0^2 = \frac{1}{2} LI_0^2$$

Suy ra

$$U_0 = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{10^{-2}}{10^{-6}}} = 5 \text{ V}$$

Câu 2

Mạch dao động LC có cường độ dòng điện cực đại $I_0 = 10 \text{ mA}$, điện tích cực đại của tụ điện là $Q_0 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

- Tính tần số dao động trong mạch.
- Tính hệ số tự cảm của cuộn dây, biết điện dung của tụ điện $C = 800 \text{ pF}$.

Giải:

Tần số dao động

Điện tích cực đại Q_0 và cường độ dòng điện cực đại I_0 liên hệ với nhau bằng biểu thức:

$$\frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C}$$

Suy ra $LC = \frac{Q_0^2}{I_0^2} = 16 \cdot 10^{-12}$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16 \cdot 10^{-12}}} = 40000 \text{ Hz} \text{ hay } f = 40 \text{ kHz}$$

Hệ số tự cảm L

$$L = \frac{16 \cdot 10^{-12}}{C} = 0,02 \text{ H}$$

**Câu 3**

Mạch dao động LC lí tưởng dao động với chu kì riêng $T = 10^{-4}s$, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ $U_0 = 10V$, cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây là $I_0 = 0,02A$. Tính điện dung của tụ điện và hệ số tự cảm của cuộn dây.

Giải:

Từ công thức $\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2$, suy ra

$$\frac{L}{C} = \frac{U_0^2}{I_0^2} = 25.10^4$$

Chu kì dao động $T = 2\pi\sqrt{LC}$, suy ra

$$LC = \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{10^{-8}}{4\pi^2} = 2,5.10^{-10}$$

Với hai biểu thức thương số và tích số của L và C, ta tính được

$$L = 7,9.10^{-3}H \text{ và } C = 3,2.10^{-8}F.$$

Câu 4

Tại thời điểm cường độ dòng điện qua cuộn dây trong một mạch dao động có độ lớn là $0,1A$ thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện của mạch là $3V$. Tần số dao động riêng của mạch là $1000Hz$. Tính các giá trị cực đại của điện tích trên tụ điện, hiệu điện thế hai đầu cuộn dây và cường độ dòng điện qua cuộn dây, biết điện dung của tụ điện $10\mu F$.

Giải:

Từ công thức $\frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$, suy ra

$$Q_0^2 = LCi^2 + C^2u^2$$

Với $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow LC = \frac{1}{4\pi^2 f^2}$, thay vào ta được



$$Q_0 = \sqrt{\frac{i^2}{4\pi^2 f^2} + C^2 u^2} = \sqrt{\frac{0,1^2}{4\pi^2 \cdot 1000^2} + (10 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 3^2} = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

Hiệu điện thế cực đại:

$$U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{3,4 \cdot 10^{-5}}{10^{-5}} = 3,4 \text{ V}$$

Cường độ dòng điện cực đại:

$$I_0 = \omega Q_0 = 2\pi f Q_0 = 2\pi \cdot 1000 \cdot 3,4 \cdot 10^{-5} = 0,21 \text{ A}$$

Câu 5

Một mạch dao động LC, cuộn dây có độ tự cảm $L = 2 \text{ mH}$ và tụ điện có điện dung $C = 0,2 \mu\text{F}$. Cường độ dòng điện cực đại trong cuộn cảm là $I_0 = 0,5 \text{ A}$. Tìm năng lượng của mạch dao động và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện ở thời điểm dòng điện qua cuộn cảm có cường độ $i = 0,3 \text{ A}$. Bỏ qua những mất mát năng lượng trong quá trình dao động.

Giải:

Năng lượng điện từ của mạch

$$W = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5^2 = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện

Áp dụng công thức tính năng lượng dao động: $W = \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} C u^2$, suy ra

$$u = \sqrt{\frac{2W - L i^2}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3^2}{0,2 \cdot 10^{-6}}} = 40 \text{ V}$$

Câu 6

Cường độ dòng điện tức thời trong một mạch dao động LC lí tưởng là $i = 0,08 \cos(2000t) \text{ A}$. Cuộn dây có độ tự cảm là $L = 50 \text{ mH}$. Hãy tính điện dung của tụ điện. Xác định hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện tại thời điểm cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng giá trị cường độ dòng điện hiệu dụng.

Giải:

Điện dung của tụ điện



Từ công thức tính tần số góc: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, suy ra

$$C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 2000^2} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ F} \text{ hay } C = 5 \mu\text{F}.$$

Hiệu điện thế tức thời.

Từ công thức năng lượng điện từ

$$\frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} Cu^2 = \frac{1}{2} LI_0^2, \text{ với } i = I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \text{ suy ra}$$

$$u = I_0 \sqrt{\frac{L}{2C}} = 0,08 \sqrt{\frac{50 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-6}}} = 4\sqrt{2} \text{ V} = 5,66 \text{ V}.$$

Câu 7

Mạch dao động LC có cuộn dây thuần cảm với độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-2} \text{ H}$, tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-6} \text{ F}$.

Bỏ qua điện trở dây nối. Tích điện cho tụ điện đến giá trị cực đại Q_0 , trong mạch có dao động điện từ riêng.

- Tính tần số dao động của mạch.
- Khi năng lượng điện trường ở tụ điện bằng năng lượng từ trường ở cuộn dây thì điện tích trên tụ điện bằng mấy phần trăm Q_0 ?

Giải:

Tần số dao động:

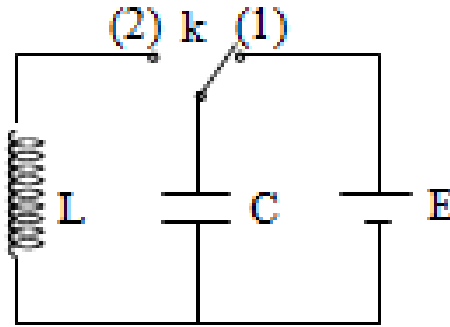
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{\frac{10^{-2}}{\pi} \cdot \frac{10^{-6}}{\pi}}} = 5000 \text{ Hz}$$

Khi năng lượng điện bằng năng lượng từ

$$\begin{cases} W_d = W_t \\ W_d + W_t = W \end{cases} \Rightarrow W_d = \frac{1}{2} W \text{ hay}$$

$$\frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} \Rightarrow q = \frac{Q_0}{\sqrt{2}} = 70\% Q_0$$

Câu 8



Cho mạch dao động lí tưởng như hình vẽ bên. Tụ điện có điện dung $20\mu F$, cuộn dây có độ tự cảm $0,2H$, suất điện động của nguồn điện là $5V$. Ban đầu khóa k ở chốt (1), khi tụ điện đã tích đầy điện, chuyển k sang (2), trong mạch có dao động điện từ.

- Tính cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây.
- Tính cường độ dòng điện qua cuộn dây tại thời điểm điện tích trên tụ chỉ bằng một nửa giá trị điện tích của tụ khi khóa k còn ở (1).
- Tính hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện khi một nửa năng lượng điện trên tụ điện đã chuyển thành năng lượng từ trong cuộn dây.

Giải:

- a) Cường độ dòng điện cực đại

Khi k ở (1), tụ điện tích được năng lượng điện:

$$W = \frac{1}{2}CE^2$$

Khi k chuyển sang (2), năng lượng này là năng lượng toàn phần của dao động trong mạch, ta có

$$\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow I_0 = E\sqrt{\frac{C}{L}} = 5 \cdot \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2}} = 0,05A$$

- b) Cường độ dòng điện tức thời

Từ công thức tính năng lượng điện từ

$$\frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow i = \sqrt{I_0^2 - \frac{q^2}{LC}}$$



Trong đó, điện tích bằng nửa giá trị ban đầu $q = \frac{1}{2}Q_0 = \frac{1}{2}CE$, thay trở lại ta được

$$i = \sqrt{I_0^2 - \frac{1}{4} \frac{C}{L} E^2} = \sqrt{0,05^2 - \frac{1}{4} \cdot \frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2} \cdot 5^2} = 0,043A \text{ hay } i = 43mA$$

c) Hiệu điện thế tức thời

Khi một nửa năng lượng điện trường đã chuyển thành năng lượng từ trường, ta có $W_d = W_t = \frac{1}{2}W$, hay

$$\frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{2} CE^2 \Rightarrow u = \frac{E}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,535V$$

HOC247

Vững vàng nền tảng, Khai sáng tương lai

Website **HOC247** cung cấp một môi trường **học trực tuyến** sinh động, nhiều **tiện ích thông minh**, nội dung bài giảng được biên soạn công phu và giảng dạy bởi những **giáo viên nhiều năm kinh nghiệm, giỏi về kiến thức chuyên môn lẫn kỹ năng sư phạm** đến từ các trường Đại học và các trường chuyên danh tiếng.

I. Luyện Thi Online

Học mọi lúc, mọi nơi, mọi thiết bị – Tiết kiệm 90%

- **Luyện thi ĐH, THPT QG:** Đội ngũ **GV Giỏi, Kinh nghiệm** từ các Trường ĐH và THPT danh tiếng xây dựng các khóa **luyện thi THPTQG** các môn: Toán, Ngữ Văn, Tiếng Anh, Vật Lý, Hóa Học và Sinh Học.
- **Luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán:** Ôn thi **HSG lớp 9** và **luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán** các trường PTNK, Chuyên HCM (LHP-TĐN-NTH-GĐ), Chuyên Phan Bội Châu Nghệ An và các trường Chuyên khác cùng TS. Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Trịnh Thanh Đèo và Thầy Nguyễn Đức Tấn.

II. Khoá Học Nâng Cao và HSG

Học Toán Online cùng Chuyên Gia

- **Toán Nâng Cao THCS:** Cung cấp chương trình Toán Nâng Cao, Toán Chuyên dành cho các em HS THCS lớp 6, 7, 8, 9 yêu thích môn Toán phát triển tư duy, nâng cao thành tích học tập ở trường và đạt điểm tốt ở các kỳ thi HSG.
- **Bồi dưỡng HSG Toán:** Bồi dưỡng 5 phân môn **Đại Số, Số Học, Giải Tích, Hình Học và Tổ Hợp** dành cho học sinh các khối lớp 10, 11, 12. Đội ngũ Giảng Viên giàu kinh nghiệm: TS. Lê Bá Khánh Trình, TS. Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Lưu Bá Thắng, Thầy Lê Phúc Lữ, Thầy Võ Quốc Bá Cẩn cùng đội HLV đạt thành tích cao HSG Quốc Gia.

III. Kênh học tập miễn phí

*HOC247 NET cộng đồng học tập miễn phí
HOC247 TV kênh Video bài giảng miễn phí*

- **HOC247 NET:** Website học miễn phí các bài học theo **chương trình SGK** từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn học với nội dung bài giảng chi tiết, sửa bài tập SGK, luyện tập trắc nghiệm miễn phí, kho tư liệu tham khảo phong phú và cộng đồng hỏi đáp sôi động nhất.
- **HOC247 TV:** Kênh **Youtube** cung cấp các Video bài giảng, chuyên đề, ôn tập, sửa bài tập, sửa đề thi miễn phí từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn Toán- Lý - Hoá, Sinh- Sử - Địa, Ngữ Văn, Tin Học và Tiếng Anh.