



BÀI TẬP TỔNG QUÁT TÍNH ĐIỆN DUNG CỦA TỤ ĐIỆN KHI TỤ XOAY

1. Các công thức quan trọng

+Bộ tụ xoay:

$$\lambda = cT = 2\pi c\sqrt{LC} \Rightarrow \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_{x_1}}{C_0}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{Nối tiếp: } C_{nt} < C_0 \Leftrightarrow \lambda_1 < \lambda_0 \\ \text{Song song: } C_{//} > C_0 \Leftrightarrow \lambda_1 > \lambda_0 \end{cases}$$

$$\text{Tụ xoay: } C_x // C_0 : \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_{x_1} + C_0}{C_0}$$

Công thức tụ xoay

- Công thức tổng quát tính điện dung của tụ khi tụ xoay 1 góc α là: $Z_{C_i} = \frac{Z_C}{180} \alpha_i$

- Công thức tổng quát của tụ xoay là: $\frac{1}{Z_{C_i}} = \frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{\frac{1}{Z_{C_2}} - \frac{1}{Z_{C_1}}}{180} \alpha_i$

(Điều kiện: $Z_{C_2} < Z_{C_1}$)

- Trường hợp này là $C_1 \leq C \leq C_2$ và khi đó $Z_{C_2} \leq Z_C \leq Z_{C_1}$

- Nếu tính cho điện dung: $C_i = C_1 + \frac{C_2 - C_1}{180} \alpha_i$ (Điều kiện: $C_2 > C_1$)

- Công thức tổng quát hơn: $C = C_1 + \frac{(C_{\max} - C_{\min})\varphi}{\varphi_{\max} - \varphi_{\min}}$

Công thức tính điện dung của tụ điện phẳng:

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi d \cdot 9 \cdot 10^9}$$



Trong đó: S là diện tích phần đối diện của hai bản tụ

ϵ là hằng số điện môi

d là khoảng cách giữa hai bản tụ

2. Sự thay đổi điện dung của tụ điện

Trong tụ điện xoay có sự thay đổi điện dung là do sự thay đổi diện tích phần đối diện của các tấm. Nếu tụ xoay có n tấm thì sẽ có $(n - 1)$ tụ điện phẳng mắc song song.

3. Bài toán tổng quát

Một tụ xoay có điện dung phụ thuộc với góc xoay theo hàm bậc nhất và có giá trị biến thiên từ $C_{\min}$ đến $C_{\max}$ ứng với góc xoay từ $\varphi_{\min}$ đến $\varphi_{\max}$. Gọi C_x là giá trị của điện dung ứng với góc xoay φ_x , khi đó:

$$\left. \begin{aligned} C_{\max} &= a\varphi_{\max} + b \\ C_{\min} &= a\varphi_{\min} + b \\ C_x &= a\varphi_x + b \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \varphi_{\max} = \frac{(\varphi_{\max} - \varphi_{\min})(C_x - b)}{C_{\max} - C_{\min}}$$

Trong đó b là điện dung của tụ C ứng với $\varphi_x = 0$, a là hệ số tỉ lệ giữa C_x và φ_x (thông thường thì $a = 1$).

4. Bài tập vận dụng

Câu 1: Một mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây có độ tự cảm L và một bộ tụ điện gồm một tụ điện cố định C_0 mắc song song với một tụ xoay C_x . Tụ xoay có điện dung biến thiên từ 0° đến 120° . Nhờ vậy mà mạch thu được sóng điện từ có bước sóng dài từ $\lambda_1 = 10\text{m}$ đến $\lambda_2 = 30\text{m}$. Cho biết điện dung của tụ điện là hàm bậc nhất của góc xoay.

a. Tính L và C_0 .

b. Để mạch thu được bước sóng $\lambda = 20\text{m}$ thì góc xoay của bản tụ bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải:

a. Bước sóng mà sóng điện từ của máy thu bắt được: $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$.

Theo đề bài, ta có:



$$\lambda_1 = 2\pi c \sqrt{L(C_0 + C_1)} = 10\text{m} \quad (\text{với } C_1 = 10\text{pF})$$

$$\lambda_2 = 2\pi c \sqrt{L(C_0 + C_2)} = 30\text{m} \quad (\text{với } C_1 = 250\text{pF})$$

Suy ra:

$$\frac{C_0 + 10}{C_0 + 250} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} = \left(\frac{10}{30}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

$$\Rightarrow C_0 = 20\text{pF}$$

$$\Rightarrow L = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2 c^2 (C_0 + C_1)} = 9,4 \cdot 10^{-7} \text{H}$$

b. Để mạch thu được bước sóng $\lambda = 20\text{m}$ thì điện dung của tụ:

$$\lambda_3 = 2\pi c \sqrt{L(C_0 + C_3)} = 20\text{m}$$

Khi đó:

$$\frac{C_0 + C_1}{C_0 + C_3} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_3^2} = \left(\frac{10}{20}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow C_3 = 100\text{pF}$$

Kí hiệu φ là góc xoay của bản tụ, điện dung tương ứng của tụ xoay của tụ xoay theo đề bài:

$$C_x = C_1 + k\varphi = 10 + k\varphi \quad (\text{pF})$$

$$\text{Khi } \varphi = 0^\circ: C_x = C_1 = 10 \quad (\text{pF})$$

$$\text{Khi } \varphi = 120^\circ:$$

$$C_x = C_1 + 120k = 2500 \quad (\text{pF})$$

$$\Rightarrow k = 2$$

$$\text{Như vậy: } C_x = 10 + 2\varphi \quad (\text{pF})$$

Khi $\lambda_3 = 20\text{m}$ thì $C_x = C_3 = 100 \quad (\text{pF})$, suy ra:

$$C_x = 10 + 2\varphi = 100 \quad (\text{pF})$$

$$\Rightarrow \varphi = 45^\circ$$



Nhận xét: Điện dung của tụ điện xoay thường là hàm bậc nhất theo góc xoay. Khi đó, góc xoay của tụ thay đổi, điện dung của tụ sẽ thay đổi tương ứng theo góc xoay đó. Trong trường hợp trên, khi ta điều chỉnh góc xoay $\varphi = 45^\circ$ thì dải sóng mà máy thu được là $\lambda_3 = 20m$.

Câu 2: Cho mạch dao động gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 2.10^{-4}H$, $C = 8pF$. Năng lượng của mạch là $E = 2,5.10^{-7}J$. Viết biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch và biểu thức hiệu điện thế giữa 2 bản tụ. Biết rằng tại thời điểm ban đầu cường độ dòng điện trong mạch có giá trị cực đại.

Hướng dẫn giải:

Tần số góc ω của mạch dao động là:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{2.10^{-4}.8.10^{-12}}} = 25.10^6 \text{ rad/s}.$$

Biểu thức của điện tích trên tụ điện có dạng:

$$q = Q_0 \sin(\omega t + \varphi) = Q_0 \sin(25.10^6 t + \varphi) \quad (1)$$

$$i = I_0 \cos(25.10^6 t + \varphi) \quad (2)$$

Theo giả thuyết khi $t = 0$; $i = I_0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$.

$$\text{Năng lượng của mạch: } E = \frac{L I_0^2}{2} = \frac{Q_0^2}{2C}.$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{2E}{L}} = \sqrt{\frac{2.25.10^{-7}}{2.10^{-4}}} = 5.10^{-2} \text{ A}$$

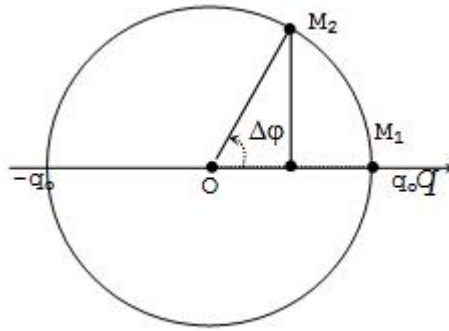
$$Q_0 = \sqrt{2EC} = \sqrt{2.25.10^{-7}.8.10^{-12}} = 2.10^{-9} \text{ C}.$$

Suy ra: $i = 5.10^{-2} \cos 25.10^6 t \text{ (A)}$.

$$u = \frac{Q_0}{C} \sin 25.10^6 t = 250 \sin 25.10^6 t \text{ (V)}.$$

Câu 3: Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Tại thời điểm $t = 0$, tụ điện bắt đầu phóng điện. Sau khoảng thời gian ngắn nhất $\Delta t = 10^{-6} \text{ s}$ thì điện tích trên một bản tụ điện bằng một nửa giá trị cực đại. Tính chu kì dao động riêng của mạch.

Hướng dẫn giải:



Ở thời điểm đầu ($t = 0$), điện tích trên một bản tụ là: $q_1 = q_0$. Sau khoảng thời gian ngắn nhất Δt , điện tích trên một bản tụ điện là: $q_2 = \frac{Q_0}{2}$.

Ta có: $\Delta\varphi = \angle M_1OM_2$

Hay:

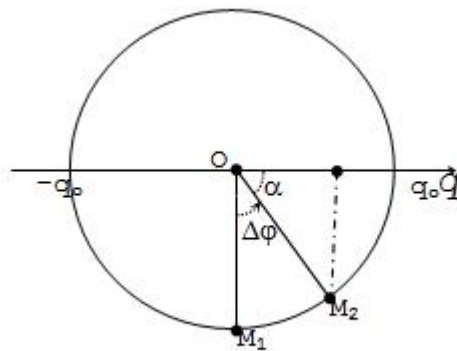
$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{T}{2\pi} = \frac{T}{6}.$$

Vậy, chu kì dao động riêng của mạch là: $T = 6\Delta t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ s}$.

Câu 4: Một mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Điện tích trên một bản tụ điện có biểu thức: $q = Q_0 \cos(10^6 \pi t - \frac{\pi}{2})$ (C). Kể từ thời điểm ban đầu ($t = 0$), sau một khoảng thời gian ngắn nhất là bao lâu thì năng lượng điện trường trên tụ điện bằng ba lần năng lượng từ trường ở cuộn cảm?

Hướng dẫn giải:

Ở thời điểm ban đầu $t = 0$, điện tích trên một bản tụ là $q_1 = 0$.



Sau đó một khoảng thời gian ngắn nhất Δt , thì:



$$\begin{cases} W = W_L + W_C \\ W_L = \frac{1}{3} W_C \end{cases} \Leftrightarrow W = \frac{4}{3} W_C$$

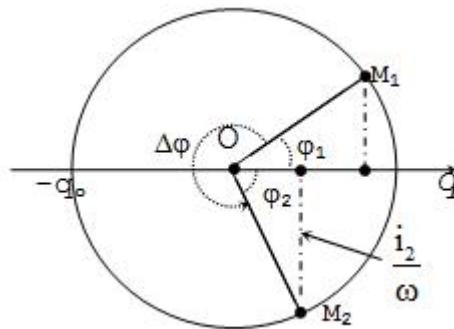
$$\Leftrightarrow \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{4}{3} \frac{q_2^2}{2C} \Rightarrow \begin{cases} q_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} Q_0 \\ q_2 = -\frac{\sqrt{3}}{2} Q_0 \end{cases}$$

Ta có: $\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega}$ với $\Delta \varphi = \frac{\pi}{2} - \alpha$.

Mà: $\cos \alpha = \frac{q_2}{Q_0} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{\pi}{6} \\ \Delta \varphi = \frac{\pi}{3} \end{cases}$. Vậy: $\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = \frac{\pi}{3 \cdot 10^6 \pi} = \frac{10^{-6}}{3} \text{ s}$.

Câu 5: Một mạch dao động LC lí tưởng có chu kì dao động là T. Tại một thời điểm điện tích trên tụ điện bằng $6 \cdot 10^{-7} \text{ C}$, sau đó một khoảng thời gian $\Delta t = \frac{3T}{4}$ cường độ dòng điện trong mạch bằng $1,2\pi \cdot 10^{-3} \text{ A}$. Tìm chu kì T ?

Hướng dẫn giải:



Giả sử ở thời điểm ban đầu t_1 , điện tích trên tụ điện có giá trị q_1 .

Ở thời điểm t_2 , sau đó một khoảng thời gian $\Delta t = \frac{3T}{4}$ ta có :

$$\Delta \varphi = \omega \Delta t = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{3T}{4} = \frac{3\pi}{2} \text{ rad.}$$

Theo giản đồ véctor:



$$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \varphi_2 = \cos \varphi_1 = \frac{q_1}{Q_0} \quad (1)$$

Từ công thức: $Q_0^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2} \Rightarrow \sin \varphi_2 = \frac{i_2}{\omega Q_0}$.

Do đó, từ (1) ta có: $\frac{i_2}{\omega Q_0} = \frac{q_1}{Q_0} \Rightarrow \omega = \frac{i_2}{q_1} = \frac{1,2\pi \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-7}} = 2000\pi \text{ rad/s}$.

Vậy: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 10^{-3} \text{ s}$.

Câu 5: Cho mạch dao động điện LC có $C = 5\mu\text{F} = 5 \cdot 10^{-6}\text{F}$ và $L = 0,2 \text{ H}$.

- Xác định chu kì dao động của mạch.
- Tại thời điểm hắt giữa 2 bản tụ $u = 2\text{V}$ và dao động chạy qua cuộn cảm $i = 0,01 \text{ A}$. Tính I_0 và U_0 .
- Nếu tụ C có dạng 1 tụ phẳng, khoảng cách giữa 2 bản tụ $d = 1\text{mm}$, $\epsilon = 1$. Tính diện tích đối diện của mỗi bản tụ?
- Để mạch dao động thu được dải sóng ngắn từ $10\text{m} \div 50\text{m}$ người ta dùng 1 tụ xoay C_x ghép với tụ C đã có. Hỏi C_x ghép nối tiếp hay song song với C và C_x biến thiên trong khoảng nào?

Hướng dẫn giải:

a. Chu kì dao động của mạch:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2} = 2\pi \cdot 10^{-3} \text{ s}.$$

b. Ta có: $E = E_d + E_t = \frac{Cu^2}{2} + \frac{U^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{U_0^2}{2}$

Suy ra: $I_0 = \frac{\sqrt{Cu^2 + Li^2}}{\sqrt{L}} = \frac{\sqrt{5 \cdot 10^{-6} \cdot 4 + 0,2 \cdot (0,01)^2}}{\sqrt{0,2}} = 0,01\sqrt{2} \text{ A}$.

$$U_0 = \frac{\sqrt{Cu^2 + Li^2}}{\sqrt{C}} = \frac{\sqrt{4 \cdot 10^{-5}}}{\sqrt{5 \cdot 10^{-6}}} = 2\sqrt{2} \text{ V}.$$

c. Biểu thức tính điện dung C : $C = \frac{\epsilon \cdot S}{4\pi kd}$.



Diện tích đối diện của mỗi bản tụ:

$$S = \frac{C.4\pi d}{\epsilon} = \frac{5.10^{-6}.4.10^9.9.\pi.10^{-3}}{1} = 565,2 \text{ m}^2.$$

d. Khi chưa ghép C_x : $\lambda = vT = 3.10^2.2.10^{-2}.\pi = 6\pi.10^5 \text{ m}.$

Khi ghép C_x : $\lambda_x = [10\text{m} \div 50\text{m}] < \lambda$

Lại có $\lambda_x = 2\pi c \sqrt{LC_b} \Rightarrow C_b < C$

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}$$

Vậy C_x nối tiếp C : $\frac{\lambda}{\lambda_x} = \sqrt{\frac{C}{C_b}} = \sqrt{\frac{C(C_x + C)}{C - C_x}} = \sqrt{1 + \frac{C}{C_x}}$

Bình phương 2 vế: $\frac{\lambda^2}{\lambda_x^2} = 1 + \frac{C}{C_x} \Rightarrow C_x = \frac{C}{\frac{\lambda^2}{\lambda_x^2} - 1}$

+ $\lambda_x = 10\text{m} \Rightarrow C_x = \frac{5.10^{-6}}{\left(\frac{6\pi.10^5}{10}\right)^2 - 1} = 1,4.10^{-16} \text{ F}$

+ $\lambda_x = 50\text{m} \Rightarrow C_x = \frac{5.10^{-6}}{\left(\frac{6\pi.10^5}{50}\right)^2 - 1} = 3,5.10^{-15} \text{ F}$

Vậy: $C_n + C_x$: $1,4.10^{-16} \leq C \leq 3,5.10^{-15} \text{ F}.$

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.