

The background of the slide features a dark blue gradient with faint, light blue circular patterns and a scale. The scale is a semi-circular arc with numerical markings from 160 to 260 in increments of 10. There are also several concentric circles and dashed lines with arrows, suggesting a technical or scientific theme.

# CHƯƠNG 7

## DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

## TÓM TẮT LÝ THUYẾT

- Dao động điện từ điều hòa:  $I = I_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$ 
  - Tần số góc:  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
  - Chu kỳ:  $T = \frac{2\pi}{\omega_0}$
- Dao động điện từ tắt dần:  $I = I_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$  với  $\beta = \frac{R}{2L}$ 
  - Tần số góc:  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$  với  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$   
Nếu  $\omega_0^2 > \beta^2$ : dao động điện từ tắt dần  
Nếu  $\omega_0^2 \leq \beta^2$ : phóng điện không tuần hoàn
  - Chu kỳ:  $T = \frac{2\pi}{\omega}$
- Dao động điện từ cưỡng bức:  $I = I_0 \cos(\Omega t + \phi)$ 
  - Cường độ dòng điện cực đại:  $I_0 = \frac{\xi_0}{\sqrt{R^2 + \left(\Omega L - \frac{1}{\Omega C}\right)^2}}$
  - Pha ban đầu của dao động:  $\cot g \phi = -\frac{\Omega L - \frac{1}{\Omega C}}{R}$
  - Tần số góc cộng hưởng:  $\Omega_{ch} = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

# TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Sóng điện từ:

- Vận tốc sóng điện từ trong môi trường đồng chất đẳng hướng là:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

- Tần số của sóng điện từ của mạch LC:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- Bước sóng điện từ:

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2\pi v\sqrt{LC}$$

**BÀI 8.23**

Một mạch dao động điện từ có điện dung  $C = 0,25 \mu F$ , hệ số tự cảm  $L = 1,015 H$  và điện trở  $R = 0$ . Ban đầu hai cốt của tụ điện được tích đến điện tích  $Q_0 = 2,5 \cdot 10^{-6} C$ .

a. Viết phương trình dao động điện từ của mạch đối với điện tích  $q$  và dòng điện  $i$

$$\left. \begin{aligned} \omega &= \frac{1}{\sqrt{LC}} \approx 2 \cdot 10^3 \text{ rad/s} \\ \text{khi } t = 0: q &= Q_0 \text{ và } i = q' = 0 \rightarrow \varphi = 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow q = 2,5 \cos(2 \cdot 10^3 t) (\mu C)$$

$$\rightarrow i = q' = -5 \cdot \sin(2 \cdot 10^3 t) (mA)$$

b. Năng lượng điện từ của mạch:  $W = \frac{Q_0^2}{2C} = 1,25 \cdot 10^{-5} J$

c. Tần số dao động của mạch:  $f = \frac{2\pi}{\omega} \approx 318,3 (Hz)$

**BÀI 8.24:**

**BÀI 8.26:** Một mạch dao động gồm có cuộn cảm  $L = 5 \cdot 10^{-6} H$ , một tụ điện có  $C = 2 \cdot 10^{-4} F$ , hiệu điện thế cực đại trên hai cốt tụ điện là  $U_0 = 120 V$ . Điện trở của mạch coi như không đáng kể. Xác định từ thông cực đại nếu số vòng dây của cuộn cảm là  $N = 30$ .

$$u = U_0 \cos \omega t \rightarrow q = Cu = CU_0 \cos \omega t \rightarrow i = q' = -CU_0 \omega \sin \omega t$$

$$\rightarrow I_0 = CU_0 \omega = CU_0 \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\rightarrow \phi_{max} = \frac{LI_0}{N} = \frac{U_0 \sqrt{LC}}{N} = 1,26 \cdot 10^{-4} Wb$$

**BÀI 8.26**

Một mạch dao động có điện dung  $C = 0,405 \mu F$ , hệ số tự cảm  $L = 10^{-2} H$  và điện trở  $R = 2 \Omega$ . Hãy xác định:

a. Chu kỳ dao động của mạch:  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} = 4 \cdot 10^{-4} s$

b. Sau thời gian một chu kì hiệu điện thế giữa hai cốt của tụ điện giảm bao nhiêu lần?

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \frac{R}{2L} \\ \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} \end{array} \right\} \rightarrow q = Q_0 e^{-\frac{R}{2L}t} \cos \left( \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} t \right)$$

$$\rightarrow u = \frac{q}{C} = \frac{Q_0}{C} e^{-\frac{R}{2L}t} \cos \left( \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} t \right) \rightarrow \frac{u(t)}{u(t+T)} = e^{\frac{R}{2L}T} = 1,04 \text{ lần}$$



**BÀI 8.27**

Một mạch dao động có điện dung  $C = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ , hệ số tự cảm  $L = 5 \cdot 10^{-5} \text{ H}$  và giảm lượng loga (logarithmic decrement)  $\delta = 0,005$ . Hỏi sau thời gian bao lâu thì năng lượng điện từ giảm đi 99%.

$$\delta = \ln \frac{I_0 e^{-\beta t}}{I_0 e^{-\beta(t+T)}} = \beta T$$

$$\left. \begin{aligned} W(t) &= \frac{q_t^2}{2C} = \frac{Q_0^2 e^{-2\beta t}}{2C} \\ W(t + \Delta t) &= \frac{q_{(t+\Delta t)}^2}{2C} = \frac{Q_0^2 e^{-2\beta(t+\Delta t)}}{2C} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{W(t)}{W(t + \Delta t)} = e^{2\beta \Delta t} = 100$$

$$\rightarrow \Delta t = \frac{T \ln 100}{2\delta} \text{ với } T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} \approx 2\pi \sqrt{LC}$$

**BÀI 8.28**

Một mạch dao động có điện dung  $C = 35,4 \mu\text{F}$ , hệ số tự cảm  $L = 0,7 \text{ H}$  và điện trở  $R = 100 \Omega$ . Đặt vào mạch một nguồn điện xoay chiều có tần số  $50 \text{ Hz}$ . Biên độ của suất điện động  $\xi_0 = 220 \text{ V}$ . Tìm biên độ cường độ dòng điện trong mạch.

### BÀI 8.29

Một mạch dao động gồm một cuộn dây tự cảm  $L = 3 \cdot 10^{-5} \text{ H}$ , điện trở  $R = 1 \text{ } \Omega$  và một tụ điện có điện dung  $C = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ F}$ . Hỏi công suất cung cấp cho mạch dao động phải là bao nhiêu để những dao động điện từ do mạch phát ra không phải là dao động tắt dần. Hiệu điện thế cực đại trên hai cốt tụ điện là  $U_0 = 0,5 \text{ V}$

$$W_T = \int_0^T I^2 R dt = \frac{I_0^2 R T}{2} \rightarrow P = \frac{W_T}{T} = \frac{I_0^2 R}{2} \text{ mà } I_0 = \frac{U_0}{Z_C} = U_0 \omega C = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$
$$\rightarrow P = \frac{U_0^2 C R}{2L} = 0,092 \text{ W}$$

### BÀI 8.30

Hai tụ điện mỗi cái có điện dung  $C = 2 \text{ mF}$ , được mắc vào một mạch dao động gồm có cuộn cảm  $L = 1 \text{ mH}$ ,  $R = 5 \text{ } \Omega$ . Hỏi những dao động điện từ xuất hiện trong mạch sẽ như thế nào nếu các tụ điện được:

$$\beta = R/2L = 3,5 \cdot 10^3 \text{ (s}^{-1}\text{)}$$

a. Mắc song song:  $C_1 \parallel C_2 \rightarrow C = C_1 + C_2 \rightarrow \omega_0^2 = 1/LC = 2,5 \cdot 10^6 \text{ (s}^{-1}\text{)}$

$\omega_0^2 < \beta^2 \rightarrow$  dao động điện từ không xuất hiện

b. Mắc nối tiếp:  $C_1 \text{ nt } C_2 \rightarrow C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) \rightarrow \omega_0^2 = 1/LC = 10^6 \text{ (s}^{-1}\text{)}$

$\omega_0^2 < \beta^2 \rightarrow$  dao động điện từ không xuất hiện

**BÀI 10.20**

Một mạch phát sóng điện từ có  $C = 9 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ , hệ số tự cảm  $L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ . Tìm bước sóng điện từ tương ứng:

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2\pi v \sqrt{LC} \approx 2500 \text{ m}$$

**BÀI 10.21**

Một mạch dao động điện từ gồm một ống dây có hệ số tự cảm  $L = 3 \cdot 10^{-5} \text{ H}$  mắc nối tiếp với một tụ điện phẳng có diện tích các cốt  $S = 100 \text{ cm}^2$ . Khoảng cách giữa các cốt là  $d = 0.1 \text{ mm}$ . Hằng số điện môi của môi trường chứa đầy trong khoảng không gian giữa hai cốt của tụ điện là bao nhiêu? Biết mạch dao động cộng hưởng có bước sóng  $750 \text{ m}$ .

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2\pi v \sqrt{LC} \rightarrow C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 L} \quad \text{mà} \quad C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$
$$\rightarrow \epsilon = \frac{d \lambda^2}{4\pi^2 c^2 \epsilon_0 S L} \approx 6$$



