

BÀI 13: CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÂU HỎI ÔN TẬP:

Câu 1 trang 67 SGK:

Hãy nhắc lại các định nghĩa của u , U_0 và U

Hướng dẫn giải chi tiết:

- Điện áp tức thời xoay chiều là điện áp biến thiên tuần hoàn với thời gian theo quy luật của hàm số sin hay cosin.
- Điện áp cực đại là giá trị lớn nhất luôn dương khi hàm cos hay sin bằng 1.
- Điện áp hiệu dụng là giá trị của điện áp hiện thị trên vôn kế (bằng điện áp cực đại chia $\sqrt{2}$).

Câu 2 trang 68 SGK:

Phát biểu định luật Ôm đối với dòng điện một chiều qua một dây dẫn.

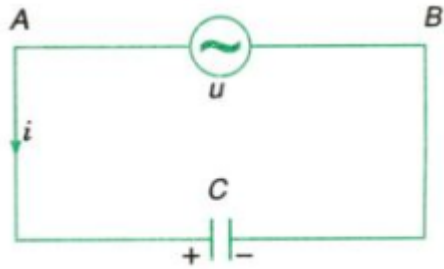
Hướng dẫn giải chi tiết:

Cường độ dòng điện qua đoạn mạch thì tỉ lệ thuận với điện áp 2 đầu đoạn mạch và tỉ lệ nghịch với điện trở đoạn mạch.

$$R = \frac{U}{I}$$

Câu 3 trang 68 SGK:

Dòng điện trên hình 13.4 (SGK) có "chạy qua" hai tấm của tụ điện không? Cơ chế của dòng điện ấy như thế nào?



Hình 13.4

Hướng dẫn giải chi tiết:

Dòng điện trong mạch hình 13.4 có tụ điện là dòng điện tích dịch chuyển từ bản dương (+q) sang bản âm (-q) ở phía ngoài tụ điện, do đó dòng điện không chạy qua 2 tấm của tụ điện.

Câu 4 trang 70 SGK:

Chứng minh rằng đại lượng $Z_C = 1/C\omega$ có đơn vị là ôm (đơn vị của điện trở)

Trả lời:

Ta có
$$Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

→ đơn vị của Z_C là:

$$\frac{1}{F \cdot \frac{1}{s}} = \frac{1}{\text{fara} \cdot \frac{1}{s}} = \frac{1}{\frac{\text{culong}}{\text{vôn}} \cdot \frac{1}{s}} = \frac{\text{vôn} \cdot s}{\text{culong}} = \frac{\text{vôn} \cdot s}{\text{ampe} \cdot s} = \frac{\text{vôn}}{\text{ampe}} = \Omega$$

C5 trang 71 SGK: Chứng minh hệ thức sau đây giữa điện áp u ở hai đầu cuộn cảm và dòng điện i chạy qua cuộn cảm đó (H.13.5):



$$u_{AB} = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$$

Hình 13.5

Trả lời:

Theo định luật Ôm cho đoạn mạch AB: $u_{AB} = r \cdot i - e$ với e là suất điện động tự cảm:

$$e = -L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$u_{AB} = r.i + L.\frac{di}{dt}$$

Ta được:

C6 trang 72 SGK: Chứng minh rằng $Z_L = \omega L$ có đơn vị của điện trở

Trả lời:

$$L = \frac{e}{\frac{di}{dt}}$$

Ta có: $Z_L = L.\omega$ với ω có đơn vị là 1/s,

$$\text{Henri} = \frac{V.s}{A} = \frac{\text{vôn.s}}{\text{ampe}}$$

→ Độ tự cảm L tính bằng đơn vị

$$\Rightarrow \text{Đơn vị của } Z_L \text{ là: } \left(\frac{\text{vôn.s}}{\text{ampe}}\right) \frac{1}{s} = \frac{\text{vôn}}{\text{ampe}} = \Omega$$

Vậy Z_L có đơn vị là Ôm.

BÀI TẬP:

Bài 1 (trang 74 SGK Vật Lý 12):

Phát biểu định luật Ôm của dòng điện xoay chiều đối với mạch chỉ có

a) một tụ điện

b) một cuộn cảm thuần

Hướng dẫn giải chi tiết:

Định luật Ôm của dòng điện xoay chiều chỉ có một tụ điện.

Cường độ hiệu dụng trong mạch chứa tụ điện có giá trị bằng thương số của điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và dung kháng của mạch: $I = U/Z_C$

Định luật Ôm của dòng điện xoay chiều chỉ có một cuộn cảm thuần.

Cường độ hiệu dụng trong mạch chứa một cuộn cảm thuần có giá trị bằng thương số của điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và cảm kháng của mạch: $I = U/Z_L$

Bài 2 (trang 74 SGK Vật Lý 12):

So sánh tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều thể hiện trong

a) Z_C

b) Z_L

Hướng dẫn giải chi tiết:

+ Dung kháng
$$Z_C = \frac{1}{C \cdot \omega} = \frac{1}{C \cdot 2\pi f}$$

→ Z_C tỉ lệ nghịch với C và f .

→ Nếu C và f tăng thì Z_C giảm, ít cản trở dòng điện và ngược lại.

+ Cảm kháng $Z_L = L\omega = 2\pi f \cdot L \rightarrow Z_L$ tỉ lệ với L và f

→ Nếu L và f tăng thì cản trở dòng điện nhiều và ngược lại.

Bài 3 (trang 74 SGK Vật Lý 12):

Điện áp giữa hai đầu của một tụ điện : $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Cường độ hiệu dụng trong mạch $I = 5$ A.

a) xác định C

b) Viết biểu thức của i

Hướng dẫn giải chi tiết:

a) Theo định luật Ôm trong mạch C:

$$Z_C = \frac{U}{I} = \frac{100}{5} = 20 \Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{20 \cdot 100\pi} = \frac{10^{-3}}{2\pi}$$

b) Biểu thức cường độ trong đoạn mạch chỉ có C thì i sớm pha hơn u một góc $\pi/2$

$$i = I_0 \cos(100\pi t + \pi/2) \text{ với } I_0 = I\sqrt{2} = 5\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\rightarrow i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \pi/2) \text{ (A)}$$

Bài 4 (trang 74 SGK Vật Lý 12):

Điện áp giữa hai đầu của một cuộn cảm thuần: $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V), Cường độ hiệu dụng trong mạch $I = 5$ V.

a) xác định L

b) Viết biểu thức của i

Hướng dẫn giải chi tiết:

a) Định luật Ôm trong mạch L

$$Z_L = \frac{U}{I} = \frac{100}{5} = 20\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{20}{100\pi} = \frac{1}{5\pi} \text{ H}$$

b) Biểu thức cường độ trong đoạn mạch chỉ có L thì i trễ pha hơn u một góc $\pi/2$

$$i = I_0\cos(100\pi t - \pi/2) \text{ với } I_0 = I\sqrt{2} = 5\sqrt{2} \text{ (A)}$$

$$\rightarrow i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t - \pi/2) \text{ (A)}$$

Bài 5 (trang 74 SGK Vật Lý 12): Chứng minh rằng, khi hai cuộn cảm thuần L_1 và L_2 mắc nối tiếp trong một mạch điện xoay chiều thì cuộn cảm tương đương có cảm kháng cho bởi: $Z_L = (L_1 + L_2)\omega$

Lời giải:

Gọi $i = I_0\cos\omega t$ (A) là dòng điện qua mạch điện.

Vì L_1 nối tiếp L_2 nên $u = u_1 + u_2$; $I_1 = I_2 = I$.

Các điện áp hai đầu L_1 và L_2 đều nhanh pha hơn i một góc $\pi/2$

$$\rightarrow U = U_1 + U_2 = I \cdot Z_{L1} + I \cdot Z_{L2} = I \cdot (Z_{L1} + Z_{L2}) = I \cdot (L_1 \cdot \omega + L_2 \cdot \omega)$$

\rightarrow Tổng trở của mạch:

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{I \cdot (L_1 \cdot \omega + L_2 \cdot \omega)}{I} = L_1 \cdot \omega + L_2 \cdot \omega = \omega(L_1 + L_2)$$

Vậy $Z_L = Z = (L_1 + L_2)\omega$

Bài 6 (trang 74 SGK Vật Lý 12): Chứng minh rằng, khi hai tụ điện C_1 và C_2 mắc nối tiếp thì điện dung tương đương có dung kháng:

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} \text{ và } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Lời giải:

Gọi $i = I_0 \cos \omega t$ (A) là dòng điện qua mạch điện.

Vì C_1 nối tiếp C_2 nên $u = u_1 + u_2$; $I_1 = I_2 = I$,

Các điện áp hai đầu C_1 và C_2 đều chậm pha hơn i một góc $\pi/2$ và có giá trị hiệu dụng:

$$U_{C_1} = I Z_{C_1} = \frac{I}{C_1 \omega}; \quad U_{C_2} = I Z_{C_2} = \frac{I}{C_2 \omega}$$

$$U = U_1 + U_2 = I \left(\frac{1}{C_1 \omega} + \frac{1}{C_2 \omega} \right)$$

Nên

→ Tổng trở của mạch:

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{I \left(\frac{1}{C_1 \omega} + \frac{1}{C_2 \omega} \right)}{I} = \frac{1}{C_1 \omega} + \frac{1}{C_2 \omega} = \frac{1}{\omega} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

$$\text{Vậy } Z_C = Z = \frac{1}{C\omega} \text{ với } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Bài 7 (trang 74 SGK Vật Lý 12): Một đoạn mạch chứa một số tụ điện có điện dung tương đương C , đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp tức thời $u = U_0 \cos \omega t$ (V). Cường độ hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

A. $\frac{U_0}{C\omega}$

B. $\frac{U_0}{\sqrt{2}C\omega}$

C. $U_0 C \omega$

D. $\frac{U_0}{\sqrt{2}} C \omega$

Lời giải:

Chọn đáp án D.

$$I = \frac{U}{Z_C} = \frac{U_0}{\sqrt{2} \cdot Z_C} = \frac{U_0}{\sqrt{2} \cdot \frac{1}{C\omega}} = \frac{U_0 \cdot C\omega}{\sqrt{2}}$$

Vì

Bài 8 (trang 74 SGK Vật Lý 12): Đoạn mạch chứa một cuộn cảm thuần L, đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp tức thời $u = U_m \cos \omega t$ (V) thì cường độ hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

- A. $\frac{U_0}{L\omega}$ B. $\frac{U_0}{\sqrt{2} \cdot L\omega}$
 C. $U_0 L\omega$ D. $\frac{U_0}{\sqrt{2}} \cdot L\omega$

Lời giải:

Chọn đáp án B.

$$I = \frac{U}{Z_L} = \frac{U_0}{\sqrt{2} \cdot L\omega}$$

Vì

Bài 9 (trang 74 SGK Vật Lý 12): Điện áp $u = 200\sqrt{2} \cos \omega t$ (V) đặt vào hai đầu một cuộn dây cảm thuần thì tạo ra dòng điện có cường độ hiệu dụng $I = 2A$. Cảm kháng có giá trị là bao nhiêu?

- A. 100Ω
 B. 200Ω
 C. $100\sqrt{2}\Omega$
 D. $200\sqrt{2}\Omega$

Lời giải:

Chọn đáp án A.

Theo định luật Ôm

$$Z_L = \frac{U}{I} = \frac{200}{2} = 100 \Omega$$

LÝ THUYẾT CÁC DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU:

Nếu cường độ dòng điện xoay chiều trong mạch có dạng $i = I_0 \cos[\omega t]$

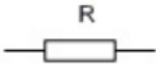
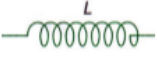
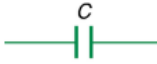
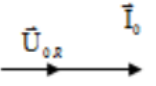
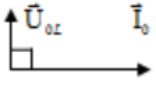
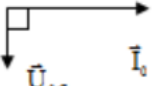
Thì điện áp xoay chiều giữa hai đầu đoạn mạch có dạng $u = U_0 \cos[\omega t + \varphi]$

φ là độ lệch pha giữa u và i :

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i \rightarrow \begin{cases} \varphi > 0 & u \text{ sớm pha hơn } i \text{ 1 góc } \varphi \\ \varphi < 0 & u \text{ trễ pha hơn } i \text{ 1 góc } \varphi \\ \varphi = 0 & u \text{ đồng pha với } i \end{cases}$$

→ u, i có cùng tần số góc, chỉ cần đi tìm mối quan hệ giữa biên độ và độ lệch pha φ .

Bảng so sánh các mạch điện chứa các phần tử khác nhau

	Mạch chỉ có điện trở R	Mạch chỉ có cuộn dây L	Mạch chỉ có tụ điện C
Kí hiệu			
Trở kháng	R	Cảm kháng: $Z_L = \omega L$	Dung kháng: $Z_C = \frac{1}{\omega C}$
Định luật Ôm	$I = \frac{U}{R} \quad I_0 = \frac{U_0}{R}$	$I = \frac{U}{Z_L}; I_0 = \frac{U_0}{Z_L}$	$I = \frac{U}{Z_C}; I_0 = \frac{U_0}{Z_C}$
Độ lệch pha φ	u, i đồng pha → $\varphi = 0$	u sớm pha hơn i một góc $\frac{\pi}{2} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$	u trễ pha hơn i một góc $\frac{\pi}{2} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$
Biểu diễn bằng vec tơ quay			
Mối quan hệ giữa các giá trị tức thời	$u = i \cdot R$	$\left(\frac{u}{U_{OL}}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1$	$\left(\frac{u}{U_{OC}}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1$

