

MỘT SỐ CÔNG THỨC GIẢI NHANH CÁC CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM PHẦN MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU RLC KHÔNG PHÂN NHÁNH KHI TẦN SỐ THAY ĐỔI TRONG CHƯƠNG TRÌNH MÔN *VẬT LÍ* LỚP 12

NGUYỄN THỊ LOAN*

Ngày nhận bài: 10/03/2017; ngày sửa chữa: 20/03/2017; ngày duyệt đăng: 20/03/2017.

Abstract: The article presents some formulas to solve quickly the problems of multiple questions in module Alternating current RLC with unchanged frequency (Physics 12) with aim to help students apply easy and obtain good results in learning Physics. Also, these formulas are important materials for students to review Physics knowledge for the national graduation examination.

Keywords: Electric circuit, multiple choice questions, serial circuits.

1. Đặt vấn đề

Điện xoay chiều trong chương trình môn *Vật lí* lớp 12, cũng như các câu hỏi trong đề thi tuyển sinh đại học là một phần khó đối với học sinh. Làm cách nào để nhận biết và giải các câu hỏi này trong thời gian nhanh nhất? Bài viết này cung cấp cho học sinh các công thức có thể giải nhanh dạng câu hỏi chương mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp khi có tần số thay đổi.

2. Nội dung

2.1. Cơ sở lý thuyết

Bài toán: Cho đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp (cuộn dây thuần cảm) với điện áp xoay chiều đặt vào 2 đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng không đổi U . Tần số góc ω thay đổi được:

Câu hỏi 1: Xác định giá trị ω để công suất trong mạch, cường độ dòng điện và điện áp trên điện trở đạt cực đại. Tìm các giá trị cực đại đó? (P_{\max} , I_{\max} , $U_{R\max}$).

Hướng dẫn: Khi thay đổi ω , các đại lượng L , C , R không thay đổi nên tương ứng các đại lượng P_{\max} ; I_{\max} ; $U_{R\max}$ xảy

ra cộng hưởng: $Z_L = Z_C$ hay $\omega L = \frac{1}{C\omega} \Leftrightarrow LC\omega^2 = 1 \Rightarrow \omega$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. Khi đó:

$$P_{\max} = \frac{U^2}{R}; I_{\max} = \frac{U}{R}; U_{R\max} = U.$$

Câu hỏi 2: Xác định ω để $U_{C\max}$. Tính $U_{C\max}$ đó.

Hướng dẫn: Ta có:

$$U_C = IZ_C = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \cdot Z_C = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} \cdot \frac{1}{C\omega};$$

ω biến thiên, cần khảo sát hàm này để tìm U_C đạt cực đại.

$$U_{C\max} \text{ khi } x = \omega_c^2 = \frac{2LC - R^2C^2}{2L^2C^2} = \frac{1}{L^2} \left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2} \right) \Rightarrow \omega_c = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}.$$

$$\text{Từ đó: } U_{C\max} = \frac{2LU}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}.$$

Câu hỏi 3: Xác định ω để $U_{L\max}$. Tính $U_{L\max}$ đó.

Hướng dẫn: Tương tự như trên, thu được:

$U_{L\max}$ khi:

$$x = \frac{1}{\omega_l^2} = \frac{L^2C^2}{2} \left(\frac{2}{LC} - \frac{R^2}{L^2} \right) = C^2 \left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2} \right) \Rightarrow \omega_l = \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}$$

$$\text{Từ đó: } U_{L\max} = \frac{2LU}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}.$$

Câu hỏi 4: Cho $\omega = \omega_1$, $\omega = \omega_2$ thì P như nhau. Tính ω để P_{\max} .

Hướng dẫn: Điều kiện để P đạt giá trị cực đại (cộng

hưởng) khi: $Z_C = Z_L \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} = \omega_1\omega_2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\omega_1\omega_2}$,

suy ra với $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì I , P , $\cos\phi$, U_R có cùng một

giá trị và I_{\max} , P_{\max} , $U_{R\max}$ khi $\omega = \sqrt{\omega_1\omega_2} \Rightarrow \omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC}$,

$$f = \sqrt{f_1f_2}.$$

Nghĩa là: Có hai giá trị của ω để mạch có P , I , Z , $\cos\phi$,

U_R giống nhau thì $\omega_1\omega_2 = \omega_m^2 = \frac{1}{LC}$.

Câu hỏi 5: Cho $\omega = \omega_1$, $\omega = \omega_2$ thì U_C như nhau. Tính ω để $U_{C\max}$.

Hướng dẫn: Điều kiện để $U_{C\max}$ khi:

$$\omega_c^2 = \frac{1}{L^2} \left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2} \right) = \frac{1}{2} (\omega_1^2 + \omega_2^2)$$

* **Trường Đại học Hồng Đức**

Câu hỏi 6: Cho $\omega = \omega_1$, $\omega = \omega_2$ thì U_L như nhau. Tính ω để U_{Lmax} .

Hướng dẫn: Điều kiện để U_{Lmax} khi:

$$\frac{1}{\omega_L^2} = C^2 \left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} \right)$$

Câu hỏi 7: Cho $\omega = \omega_1$ thì U_{Lmax} , $\omega = \omega_2$ thì U_{Cmax} . Tính ω để P_{max} .

Hướng dẫn: U_{Lmax} khi $\omega_1 = \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}$; U_{Cmax} khi

$$\omega_2 = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$$

Điều kiện để P đạt giá trị cực đại (cộng hưởng) khi:

$$Z_C = Z_L \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} = \omega_1 \omega_2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$$

2.2. Bảng hệ thống câu hỏi và công thức

Đại lượng biến thiên	Câu hỏi	Công thức	Ghi chú
ω	$+\omega = 0 \rightarrow P = 0$ $+\omega = \infty \rightarrow P = 0$		
	Xác định giá trị ω làm cho I_{Max} , U_{Rmax} , P_{Max} còn U_{Lmin} (L và C mắc liền tiếp nhau)	$\omega L - \frac{1}{\omega} = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	\rightarrow thì mạch cộng hưởng
	Xác định ω để U_{Cmax} . Tính U_{Cmax} đó	$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$ $U_{Cmax} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$	
	Xác định ω để U_{Lmax} . Tính U_{Lmax} đó	$\omega = \sqrt{\frac{2}{2LC - R^2C^2}}$ $U_{Lmax} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$	
	Cho $\omega = \omega_1$, $\omega = \omega_2$ thì P như nhau. Tính ω để P_{max}	$\omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2} \Rightarrow \omega_1 \omega_2 = \frac{1}{LC}$	
	Cho $\omega = \omega_1$, $\omega = \omega_2$ thì U_C như nhau. Tính ω để U_{Cmax}	$\omega_C^2 = \frac{1}{L^2} \left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2} \right) = \frac{1}{2} (\omega_1^2 + \omega_2^2)$	
	Cho $\omega = \omega_1$, $\omega = \omega_2$ thì U_L như nhau. Tính ω để U_{Lmax}	$\frac{1}{\omega_L^2} = C^2 \left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} \right)$	
Cho $\omega = \omega_1$ thì U_{Lmax} , $\omega = \omega_2$ thì U_{Cmax} . Tính ω để P_{max}	$\omega_1 = \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}$; $\omega_2 = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$ $Z_C = Z_L \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} = \omega_1 \omega_2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$		

3. Bài tập thực hành

Ví dụ 1: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp.

Điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$, tần số góc ω biến đổi. Khi $\omega = \omega_1$ và $\omega = \omega_2$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch điện có giá trị bằng nhau. Để cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị lớn nhất thì tần số góc ω bằng:

A) $100\pi(\text{rad/s})$; B) $110\pi(\text{rad/s})$; C) $200\pi(\text{rad/s})$; D) $120\pi(\text{rad/s})$.

Hướng dẫn: Với $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì I , P , U_R có cùng một giá trị, khi đó ta có I_{max} hoặc P_{max} hoặc U_{Rmax} .

Khi đó: $\omega = \sqrt{\omega_1 \omega_2} = 120\pi(\text{rad/s})$, chọn D.

Ví dụ 2: Cho mạch điện gồm R, L, C mắc nối tiếp. Cho $R = 40\Omega$, $L = 1\text{H}$ và $C = 625\mu\text{F}$. Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos(\omega t)\text{V}$, trong đó ω thay đổi được. Khi $\omega = \omega_0$, điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ C đạt giá trị cực đại, ω_0 có thể nhận giá trị nào sau đây:

A) $\omega_0 = 35,5(\text{rad/s})$; B) $\omega_0 = 33,3(\text{rad/s})$; C) $\omega_0 = 28,3(\text{rad/s})$; D) $\omega_0 = 40(\text{rad/s})$

Hướng dẫn: Áp dụng. Tìm được đáp án C.

Ví dụ 3: Cho mạch điện gồm R, L, C mắc nối tiếp. Cho $R = 80\Omega$, $L = 1\text{H}$ và $C = 200\mu\text{F}$. Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp xoay chiều $u = 120\cos(\omega t)\text{V}$, trong đó ω thay đổi được. Khi $\omega = \omega_0$, điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ C đạt giá trị cực đại U_{Cmax} . Khi đó U_{Cmax} bằng bao nhiêu?

A) $U_{Cmax} = 192\text{V}$; B) Chưa xác định được cụ thể

C) $U_{Cmax} = 75\text{V}$; D) $U_{Cmax} = 128,6\text{V}$

Hướng dẫn: Áp dụng

$$U_{Lmax} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}, \text{ tìm được đáp án D.}$$

4. Kết luận

Bài viết trình bày cách suy luận dẫn tới công thức tính giá trị cực trị của đại lượng vật lý trong mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, tương ứng với tần số góc ω , với 7 trường hợp có thể xảy ra. Dựa vào bảng hệ thống câu hỏi tương ứng có công thức tính giá trị cực trị của đại lượng vật lý cần xác định, giúp HS hiểu sâu kiến thức, rèn luyện được kĩ năng tính toán. Khi gặp các câu hỏi trắc nghiệm khách quan nhiều lựa chọn có nội dung tương tự với một trong 7 dạng câu hỏi nêu trên, HS sẽ sử dụng công thức tương ứng để tính nhanh kết quả cần lựa chọn. \square

Tài liệu tham khảo

[1] Nguyễn Thế Khôi - Vũ Thanh Khiết - Nguyễn Đức Hiệp - Nguyễn Ngọc Hưng - Nguyễn Đức Thâm - Phạm Đình Thiết - Vũ Đình Túy - Phạm Quý Tư (2012). *Vật lý 12 (nâng cao)*. NXB Giáo dục.

[2] Nguyễn Anh Vinh (2012). *Cẩm nang ôn luyện thi đại học môn Vật lý (tập 1)*. NXB Đại học Sư phạm.

[3] Nguyễn Thế Khôi - Vũ Thanh Khiết - Nguyễn Đức Hiệp - Nguyễn Ngọc Hưng - Nguyễn Đức Thâm - Phạm Đình Khiết - Vũ Đình Túy - Phạm Quý Tư (2012). *Bài tập Vật lý 12 (nâng cao)*. NXB Giáo dục.

[4] Vũ Quang - Lương Duyên Bình - Tô Quang - Ngô Quốc Quỳnh (2016). *Vật lý 12 (cơ bản)*. NXB Giáo dục.

[5] Nguyễn Kim Nghĩa - Hoàng Danh Tài (2012). *Hướng dẫn giải các dạng bài tập từ các đề thi quốc gia môn Vật lý của Bộ GD-ĐT*. NXB Quốc gia Hà Nội.