

MỤC LỤC

PHẦN I. MỞ ĐẦU	2
PHẦN II. NỘI DUNG	3
I. SỰ BIẾN THIÊN CỦA U_R , U_L , U_C THEO ω	3
1. Tìm ω để U_{Rmax}	3
2. Tìm ω để U_{Lmax}	3
3. Tìm ω để U_{Cmax}	3
II. VẬN DỤNG MỘT VÀI TRƯỜNG HỢP.	3
1. Đồ thị của u_R , u_L , u_C	3
2. Liên hệ giữa các giá trị của ω	5
3. Điều gì xảy ra khi U_{Lmax}	5
4. Điều gì xảy ra khi U_{Cmax}	6
5. Liên hệ giữa các giá trị ω và các giá trị U	7
PHẦN 3. KẾT LUẬN	10
TÀI LIỆU THAM KHẢO	11

PHẦN I. MỞ ĐẦU

Vật lý là một môn học khó và trừu tượng, cơ sở của nó là toán học. Bài tập vật lý rất đa dạng và phong phú. Người giáo viên phải làm thế nào để tìm ra phương pháp tốt nhất nhằm tạo cho học sinh niềm say mê yêu thích môn học này. Giúp học sinh việc phân loại các dạng bài tập và hướng dẫn cách giải là rất cần thiết. Việc làm này rất có lợi cho học sinh trong thời gian ngắn đã nắm được các dạng bài tập, nắm được phương pháp giải và từ đó có thể phát triển hướng tìm tòi lời giải mới cho các dạng bài tương tự. Trong yêu cầu về đổi mới giáo dục về việc đánh giá học sinh bằng phương pháp trắc nghiệm khách quan thì khi nắm được dạng bài và phương pháp giải sẽ giúp cho học sinh nhanh chóng giải được bài và đạt được kết quả cao trong kỳ thi THPT Quốc gia

Trong chương trình Vật lý lớp 12, chương “Dòng điện xoay chiều” có nhiều dạng bài tập phức tạp và khó. Hơn nữa chương này chiếm một tỉ lệ câu hỏi tương đối nhiều trong các đề thi đại học cao đẳng những năm trước và đề thi THPT Quốc gia các năm; cả những câu hỏi khó nhằm phân hóa học sinh cũng chủ yếu nằm trong chương này. Phần cực trị trong mạch điện xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp cần phải sử dụng công cụ toán học nhiều để biến đổi, gây khó khăn cho học sinh cả về thời gian và tâm lý làm bài. Chính vì lí do đó để hướng dẫn học sinh ôn thi THPT Quốc gia tôi sử dụng chuyên đề: **“Bài toán mạch R, L, C mắc nối tiếp có tần số thay đổi – một số thủ thuật giải nhanh”**. Trong chuyên đề này tôi chỉ xét trường hợp bài toán cực trị trong mạch R, L, C mắc nối tiếp có tần số thay đổi và đưa ra cách giải nhanh cho một số bài toán liên quan nhằm giúp học sinh trong việc ôn thi THPT Quốc gia và thi học sinh giỏi Casio.

PHẦN II. NỘI DUNG

I. SỰ BIẾN THIÊN CỦA U_R , U_L , U_C THEO ω .

1. Tìm ω để U_{Rmax} .

Ta có: $U_R = I.R = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.R$. Để thấy U_{Rmax} khi $\omega = \omega_R = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

2. Tìm ω để U_{Lmax} .

Ta có: $U_L = I.Z_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.Z_L$. Biến đổi toán học bằng cách lấy đạo hàm

khi $\omega = \omega_L = \frac{1}{X.C}$ (với $X = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$, điều kiện: $2L > C.R^2$) thì

$$U_{Lmax} = \frac{2.U.L}{R.\sqrt{4LC - R^2.C^2}}$$

3. Tìm ω để U_{Cmax} .

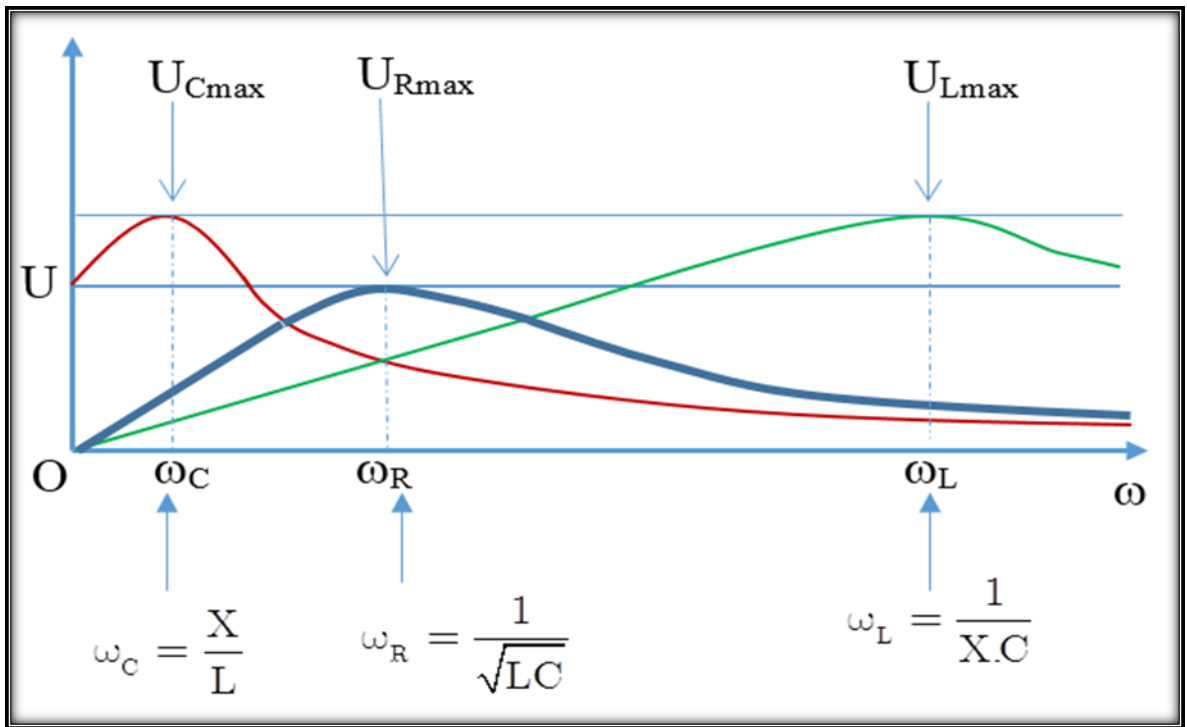
Một cách tương tự, tần số góc để U_{Cmax} được tính theo công thức: $\omega_C = \frac{X}{L}$. Và khi đó

$$\text{điện áp cực đại trên tụ điện là: } U_{Cmax} = U_{Lmax} = \frac{2.U.L}{R.\sqrt{4LC - R^2.C^2}}$$

II. VẬN DỤNG MỘT VÀI TRƯỜNG HỢP.

1. Đồ thị của u_R , u_L , u_C .

Giá trị của ω để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu các phần tử C, R, L được thể hiện trên trục sau:



Ví dụ 1. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó L là cuộn thuần cảm. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi, tần số f thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f thì nhận thấy $f = f_1$, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm có giá trị bằng $0,8U$, $f = f_2$ điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có giá trị bằng $0,8U$, $f = f_3$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có giá trị bằng nhau và bằng $0,6U$. Xếp xếp theo thứ tự giảm dần của tần số:

A. f_1, f_2, f_3

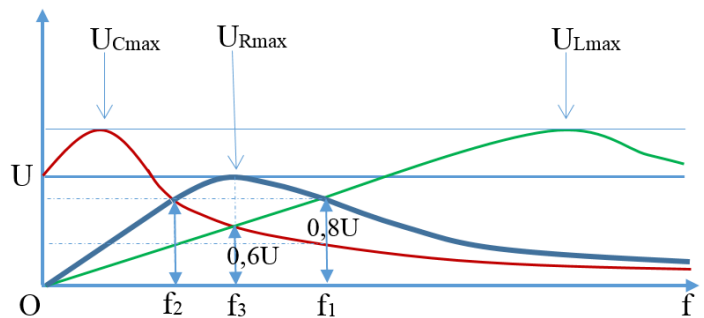
B. f_3, f_2, f_1

C. f_2, f_3, f_1

D. f_1, f_3, f_2

Giải:

Trên đồ thị, thứ tự giảm dần của tần số là f_1, f_3, f_2 .



Ví dụ 2. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó L là cuộn thuần cảm. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi, tần số f thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f thì nhận thấy $f = f_1$, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ có giá trị bằng $0,4U$, $f = f_2$ điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm có giá trị bằng $0,4U$, $f = f_3$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện có giá trị bằng nhau và bằng $0,6U$. Xếp xếp theo thứ tự giảm dần của tần số:

A. f_1, f_2, f_3

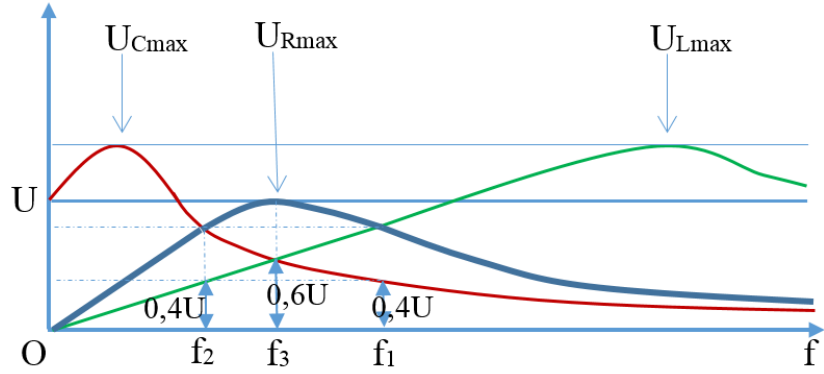
B. f_3, f_2, f_1

C. f_1, f_3, f_2

D. f_2, f_3, f_1

Giải:

Trên đồ thị, thứ tự giảm dần của tần số là f_1, f_3, f_2 .



2. Liên hệ giữa các giá trị của ω

Theo trên ta có: $W_R^2 = W_C \cdot W_L$

Ví dụ 3. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp trong đó: $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{2}$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi và có tần số thay đổi được. Điều chỉnh tần số f thì nhận thấy, khi $f = f_1 = 20\text{Hz}$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ đạt cực đại, khi $f = f_2 = 80\text{Hz}$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại. Hỏi phải điều chỉnh giá trị của f bằng bao nhiêu thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở đạt cực đại?

Giải:

$$f_R = \sqrt{f_C \cdot f_L} = 40(\text{Hz})$$

3. Điều gì xảy ra khi U_{Lmax} .

Khi U_{Lmax} thì ta có:

$$w = \frac{1}{X.C} \ll X = \frac{1}{w.C} \ll X^2 = Z_C^2 \ll \frac{L}{C} - \frac{R^2}{2} = Z_C^2 \ll Z_L.Z_C - \frac{R^2}{2} = Z_C^2 (*)$$

Biến đổi biểu thức (*) ta có: $Z_L^2 = Z^2 + Z_C^2$

Từ biểu thức của Z ta suy ra biểu thức của U .

$$U_L^2 = U^2 + U_C^2$$

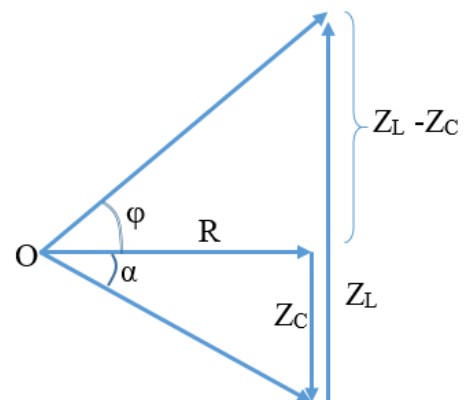
Cũng từ biểu thức (*) ta có:

$$Z_L.Z_C - \frac{R^2}{2} = Z_C^2 \ll \frac{Z_C}{R} \cdot \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{1}{2}$$

Trên giản đồ véc tơ:

$$\frac{Z_C}{R} = \tan a, \quad \frac{Z_L - Z_C}{R} = \tan j$$

$$\text{Vậy ta có: } \tan a \cdot \tan j = \frac{1}{2}$$



Ví dụ 4. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{2}$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi nhưng tần số f thì thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f để cho điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại thì giá trị cực đại đó là 39V và khi đó điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện là 15V. Tính U.

Giải :

$$\text{Khi } U_{L_{\max}} \text{ thì : } U_L^2 = U^2 + U_C^2 \text{ và do đó : } U = \sqrt{U_L^2 - U_C^2} = 36V$$

Ví dụ 5. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC trong đó $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{2}$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi nhưng tần số f thì thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f để cho điện áp giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại. Khi đó hệ số công suất của mạch bằng 1/3, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện là $10\sqrt{2}$ V. Tính điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch.

Giải :

$$\text{Ta có : } \tan j = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 j} - 1} = \sqrt{8} \text{ ® } \tan a = \frac{1}{2\sqrt{8}}$$

$$\text{® } \frac{U_C}{U_R} = \frac{1}{2\sqrt{8}} \text{ ® } U_R = 80(V)$$

$$\text{Từ đó tính được : } U = \frac{U_R}{\cos j} = 240V$$

4. Điều gì xảy ra khi $U_{C_{\max}}$

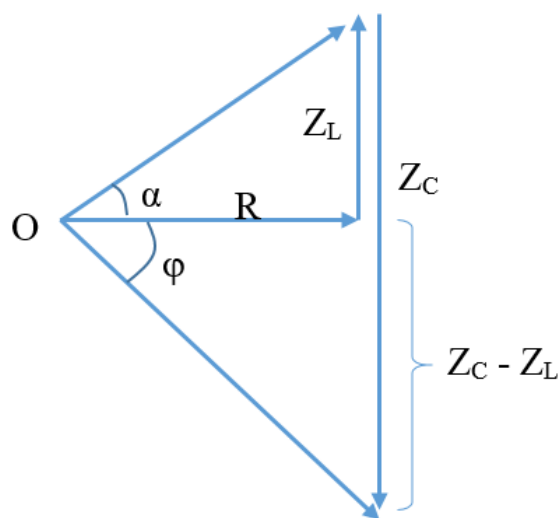
Tương tự như trường hợp xảy ra $U_{L_{\max}}$, khi $U_{C_{\max}}$ thì ta có :

$$Z_C^2 = Z^2 + Z_L^2$$

$$U_C^2 = U^2 + U_L^2$$

Và trên giản đồ véc tơ ta có:

$$\tan a \cdot \tan j = \frac{1}{2}$$



Ví dụ 6. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC

mắc nối tiếp, trong đó $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{2}$. Điện áp giữa

hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi nhưng tần số f thì thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f để cho điện áp giữa hai đầu tụ điện đạt cực đại, khi đó điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm gấp 3 điện áp giữa hai đầu điện trở. Tính hệ số công suất của mạch khi đó.

Giải :

$$\text{Ta có : } \tan a = 3 \text{ ® } \tan j = \frac{1}{2 \tan a} = \frac{1}{6} \text{ ® } \cos j = \frac{1}{\sqrt{\tan^2 j + 1}} = \frac{6}{\sqrt{37}}$$

Ví dụ 7. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{2}$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi nhưng tần số f thì thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f để cho điện áp giữa hai đầu tụ điện đạt cực đại, khi đó điện áp giữa hai đầu tụ điện gấp 3 lần điện áp giữa hai đầu cuộn cảm. Tính hệ số công suất của mạch.

Giải :

$$\text{Ta có : } Z_C^2 = Z^2 + Z_L^2 \text{ ® } Z = \sqrt{Z_C^2 - Z_L^2} = \sqrt{(3Z_L)^2 - Z_L^2} = 2Z_L \cdot \sqrt{2}$$

$$Z_{LC} = Z_C - Z_L = 2Z_L$$

$$\sin j = \frac{Z_{LC}}{Z} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ ® } \cos j = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Ví dụ 8. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{2}$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U = 100V không đổi nhưng tần số f thì thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f để cho điện áp giữa hai đầu tụ điện đạt cực đại thì giá trị cực đại đó là 125V. Tính hệ số công suất của đoạn mạch khi đó.

Giải :

$$\text{Ta có : } U_L = \sqrt{U_C^2 - U^2} = \sqrt{125^2 - 100^2} = 75V \text{ ® } U_{LC} = U_C - U_L = 50V$$

$$\sin j = \frac{U_{LC}}{U} = \frac{1}{2} \text{ ® } \cos j = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

5. Liên hệ giữa các giá trị ω và các giá trị U.

Khi $U_{L \max}$ ta có :

$$Z_L^2 = Z^2 + Z_C^2 \text{ ® } 1 = \frac{Z^2 \cdot \omega^2}{Z_L^2 \cdot \omega^2} + \frac{Z_C^2 \cdot \omega^2}{Z_L^2 \cdot \omega^2} \text{ ® } 1 = \frac{U^2 \cdot \omega^2}{U_{L \max}^2 \cdot \omega^2} + \frac{1}{\omega^2} \cdot \frac{1}{L \cdot C \cdot \omega^2}$$

Tức là ta có :

$$\frac{U^2}{U_{L \max}^2} + \frac{w_R \cdot \omega^4}{w_L \cdot \omega^4} = 1 (*)$$

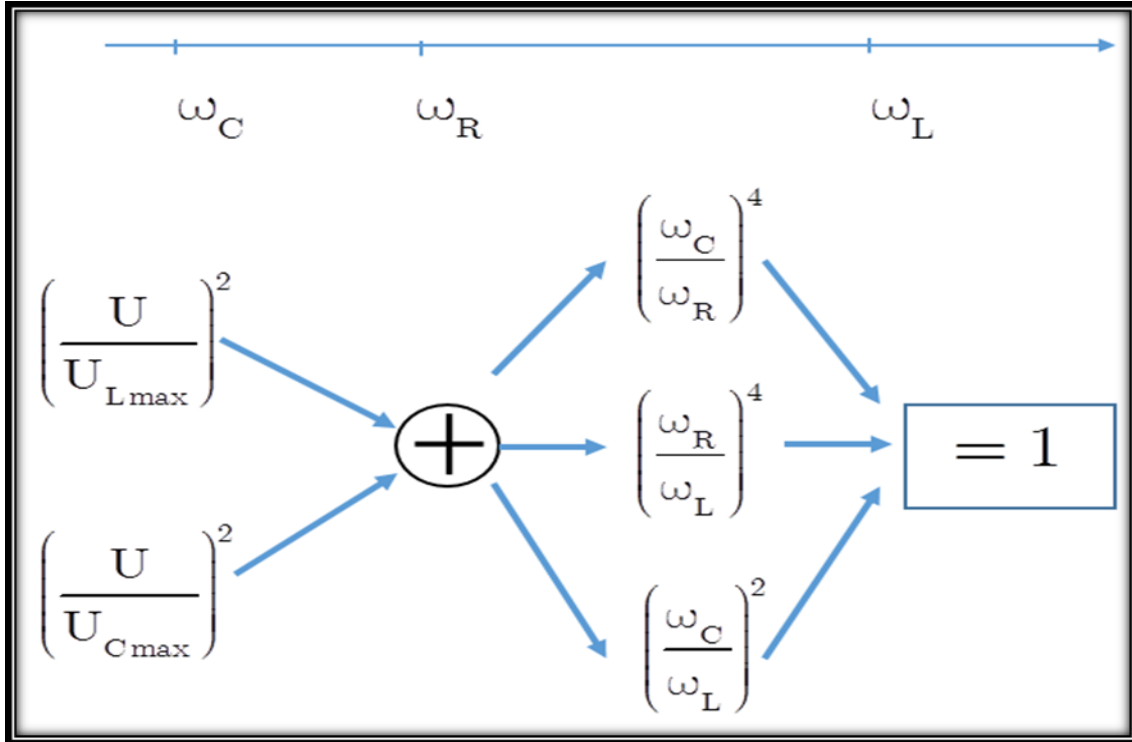
Từ (*), ta lưu ý $U_{L \max} = U_{C \max}$ và $\frac{w_R}{w_L} = \frac{w_C}{w_R}$, nên thay vào (*) ta suy ra :

$$\text{Khi } U_{C \max} \text{ ta có : } \frac{U^2}{U_{C \max}^2} + \frac{w_C \cdot \omega^4}{w_R \cdot \omega^4} = 1 (**)$$

Từ (*) ta lưu ý thêm : $\frac{\omega_R^2 \omega_C^4}{\omega_L^2 \omega_C^4} = \frac{\omega_R^2 \omega_C^2}{\omega_L^2 \omega_C^2} = \frac{\omega_R \omega_C}{\omega_L^2} = \frac{\omega_C \omega_C}{\omega_L^2}$, nên ta

có : $\frac{\omega_C^2}{\omega_L^2} \frac{U}{U_{Cmax}} + \frac{\omega_C^2}{\omega_L^2} \frac{U}{U_{Lmax}} = 1 (***)$

Tóm lại, ta nhớ trực giá trị của ω và các công thức sau :



Ví dụ 9. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{2}$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng $U = 160V$ không đổi nhưng tần số f thì thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của tần số f thì ta nhận thấy, khi $f = \sqrt{30}$ Hz thì trong mạch có hiện tượng cộng hưởng, khi $f = \sqrt{50}$ Hz thì điện áp giữa hai đầu cuộn cảm có giá trị hiệu dụng lớn nhất. Tính giá trị đó.

Giải :

Áp dụng công thức : $\frac{\omega_C^2}{\omega_L^2} \frac{U}{U_{Lmax}} + \frac{\omega_C^2}{\omega_L^2} \frac{U}{U_{Cmax}} = 1 (*)$, thay số suy ra $U_{Lmax} = 200V$.

Ví dụ 10. (ĐH2013): Đặt điện áp $u = 120\sqrt{2} \cos 2\pi ft$ (V) (f thay đổi được) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , điện trở R và tụ điện có điện dung C , với $CR^2 < 2L$. Khi $f = f_1$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện đạt cực đại. Khi $f = f_2 = f_1\sqrt{2}$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở đạt cực đại. Khi $f = f_3$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại U_{Lmax} . Giá trị của U_{Lmax} gần giá trị nào nhất sau đây?

A. 173 V

B. 57 V

C. 145 V

D. 85 V.

Giải:

Sử dụng công thức: $\frac{U}{U_{L\max}} \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + \frac{U_C}{U_R} \frac{\omega^4}{\omega_0^4} = 1 \Leftrightarrow \frac{120}{U_{L\max}} \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{\omega^4}{\omega_0^4} = 1 \Leftrightarrow U_{L\max} = 80\sqrt{3} \text{ (V)}$

Ví dụ 11. Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó $CR^2 < 2L$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U không đổi, tần số f thay đổi được. Điều chỉnh giá trị của f thì thấy khi $f = f_1$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở đạt cực đại và bằng U_1 . Khi $f = f_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện đạt cực đại và bằng U_2 . Biết $U_2 = 2U_1$. Hãy tính tỉ số $\frac{f_2}{f_1}$

Giải :

Ta có : $U_1 = U_{R\max} = U$, $f_1 = f_R$ và $U_2 = U_{C\max}$, $f_2 = f_C$.

Theo đề thì $U_{C\max} = 2U_{R\max} = 2U$.

$$\frac{U}{U_{C\max}} \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + \frac{U_C}{U_R} \frac{\omega^4}{\omega_0^4} = 1 \Leftrightarrow \frac{1}{2} \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + \frac{U_C}{U_R} \frac{\omega^4}{\omega_0^4} = 1 \Leftrightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{3}{4} = 0,75$$

PHẦN 3. KẾT LUẬN

Trong quá trình áp dụng dạy cho học sinh, tôi thấy việc hướng dẫn cho học sinh phương pháp giải bài tập phần này, giúp các em giải được các bài tập vừa đơn giản, hiệu quả, vừa đảm bảo về mặt thời gian cho quá trình làm bài thi trắc nghiệm.

Qua chuyên đề này, tôi mới đề xuất được phương pháp giải một số rất ít bài tập liên quan đến tần số biến thiên trong mạch RLC mắc nối tiếp, còn khá nhiều bài toán tương tự nhưng trong thời gian ngắn chưa thể đề cập hết

Bài viết có thể có những khiếm khuyết rất mong được sự góp ý của các đồng chí đồng nghiệp.

Tôi xin chân thành cảm ơn !

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lương Duyên Bình, Vũ Quang, Nguyễn Thượng Chung, Tô Giang, Trần Chí Minh, Ngô Quốc Quýnh, *vật lí 12– Cơ bản*, NXB Giáo dục.
- [2]. Nguyễn Thế Khôi, Vũ Thanh Khiết, Nguyễn Đức Hiệp, Nguyễn Ngọc Hưng, Nguyễn Đức Thâm, Phạm Đình Thiết, Vũ Đình Túy, Phạm Quý Tư, *vật lí 12 – Nâng cao*, NXB Giáo dục.
- [3]. Nguyễn Anh Vinh, *Cẩm nang ôn luyện thi đại học môn Vật lý* – NXB Đại học sư phạm, 2014
- [4]. Tuyển tập đề thi đại học môn Vật lý năm 2013 năm