

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

1. 사인함수 형태의 전압 $V(t)$ 의 유효전압이 100 V이다. 최대전압은 얼마인가?

$$V_0 = \sqrt{2} V_{rms} = \sqrt{2} \times 100 \text{ V} = 141.4 \text{ V}$$

2. 최대 전압이 220 V인 교류 전원에 10.0 Ω 의 저항을 연결하였을 때, 저항에 흐르는 유효 전류와 평균 소비 전력을 구하여라.

$$\epsilon_0 = 220 \text{ V}, \quad R = 10.0 \Omega$$

$$i(t) = \frac{\epsilon}{R} = \frac{\epsilon_0}{R} \sin(\omega t) = i_0 \sin(\omega t) \quad \Rightarrow \quad i_0 = \frac{\epsilon_0}{R} = \frac{220 \text{ V}}{10.0 \Omega} = 22.0 \text{ A}$$

$$\Rightarrow \quad i_{rms} = \frac{i_0}{\sqrt{2}} = \frac{22.0 \text{ A}}{\sqrt{2}} \approx 15.6 \text{ A}$$

$$\langle P \rangle = i_{rms}^2 R = \left(\frac{22.0 \text{ A}}{\sqrt{2}} \right)^2 \times 10.0 \Omega = 2420 \text{ A}^2 \cdot \Omega = 2420 \text{ W}$$

3. 35.0 μF 축전기가 각진동수 400 Hz이고 최대전압이 20.0 V인 교류전원에 연결되었다면 이 회로의 최대전류는 얼마인가?

$$\epsilon_0 = 20.0 \text{ V}, \quad C = 35.0 \mu\text{F} = 35.0 \times 10^{-6} \text{ F}, \quad \omega = 400 \text{ Hz}$$

$$q(t) = C\epsilon = C\epsilon_0 \sin(\omega t) = q_0 \sin(\omega t)$$

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(C\epsilon_0 \sin(\omega t)) = \omega C\epsilon_0 \cos(\omega t) = i_0 \cos(\omega t)$$

$$\Rightarrow \quad i_0 = \omega C\epsilon_0 = (400 \text{ Hz}) \times (35.0 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (20.0 \text{ V}) = 0.280 \text{ A}$$

4. 어떤 축전기의 양단에 진동수가 60.0 Hz이고 240 V의 최대 전압진폭을 갖는 전원이 연결되어 축전기에 1.20 A의 전류가 흐른다. 전기용량은 얼마인가?

$$f = 60.0 \text{ Hz}, \quad \omega = 2\pi f = 2\pi \times 60.0 \text{ Hz} = 120\pi \text{ Hz}$$

$$\epsilon_0 = 240 \text{ V}, \quad I_{rms} = 1.20 \text{ A}, \quad I_0 = \sqrt{2} I_{rms} = \sqrt{2} \times 1.20 \text{ A} = 1.20\sqrt{2} \text{ A}$$

$$q(t) = C\epsilon = C\epsilon_0 \sin(\omega t) = q_0 \sin(\omega t)$$

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(C\epsilon_0 \sin(\omega t)) = \omega C\epsilon_0 \cos(\omega t) = i_0 \cos(\omega t)$$

$$\Rightarrow \quad C = \frac{i_0}{\omega \epsilon_0} = \frac{(1.20\sqrt{2} \text{ A})}{(120\pi \text{ Hz})(240 \text{ V})} = 18.7 \times 10^{-6} \text{ F} = 18.7 \mu\text{F}$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

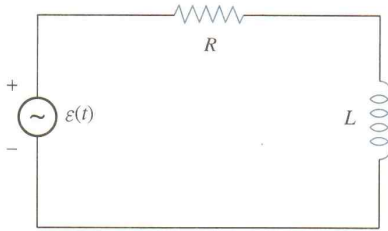
5. 45.0 mH 인덕터가 진동수 400 Hz 이고 최대전압이 20.0 V 인 교류전원에 연결되었다면 이 회로의 최대전류는 얼마인가?

$$\epsilon_0 = 20.0 \text{ V}, \quad L = 45.0 \text{ mH} = 45.0 \times 10^{-3} \text{ H}, \quad f = 400 \text{ Hz}$$

$$i(t) = \int di = \int \frac{\epsilon}{L} dt = \frac{\epsilon_0}{L} \int \sin(\omega t) dt = -\frac{\epsilon_0}{\omega L} \cos(\omega t) = -i_0 \cos(\omega t)$$

$$\Rightarrow i_0 = \frac{\epsilon_0}{\omega L} = \frac{\epsilon_0}{2\pi f L} = \frac{20.0 \text{ V}}{2\pi \times (400 \text{ Hz}) \times (45.0 \times 10^{-3} \text{ H})} \approx 0.1768 \text{ A}$$

6. 그림과 같이 400 Ω의 저항선과 인덕턴스가 0.500 H인 코일이 교류 전원에 직렬로 연결되어 있는 RL회로가 있다. 교류 전원의 유효 전압이 100 V 이고, 각주파수가 600 rad/s 일 때, 이 회로의 유효 전류와 저항에서 소비되는 평균 전력을 구하여라.



$$R = 400 \Omega, \quad L = 0.500 \text{ H}, \quad \epsilon_{rms} = 100 \text{ V}, \quad \omega = 600 \text{ rad/s}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{(400 \Omega)^2 + (600 \text{ rad/s} \times 0.500 \text{ H})^2} = 500 \Omega$$

$$i_{rms} = \frac{\epsilon_{rms}}{Z} = \frac{100 \text{ V}}{500 \Omega} = 0.200 \text{ A}$$

$$\langle P \rangle = i_{rms}^2 R = (0.200 \text{ A})^2 \times 400 \Omega = 16.0 \text{ A}^2 \cdot \Omega = 16.0 \text{ W}$$

7. RL회로가 교류회로에 연결되어 있다. $V_0 = 20.0 \text{ V}$ 이고 저항에 걸리는 최대 전압이 16.0 V라면 인덕터 양단에 걸리는 최대 전압은 얼마인가?

$$V_0 = 20.0 \text{ V}, \quad V_{0R} = 16.0 \text{ V}, \quad V_{0C} = 0.00 \text{ V}$$

$$V_0^2 = V_{0R}^2 + (V_{0L} - V_{0C})^2 = V_{0R}^2 + V_{0L}^2$$

$$\Rightarrow V_{0L} = \sqrt{V_0^2 - V_{0R}^2} = \sqrt{(20.0 \text{ V})^2 - (16.0 \text{ V})^2} = \sqrt{(12.0 \text{ V})^2} = 12.0 \text{ V}$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

8. 저항과 인덕터가 직렬로 연결된 RL 회로에 유효전압이 200 V 인 교류 전원을 연결하였을 때 유효전류가 20.0 A 였고, 이 회로에 200 V 의 직류 전원을 연결하였을 때에는 25.0 A 의 전류가 흘렀다. 이때, 이 회로에서 저항 R 과 유도 리액턴스 X_L 을 구하여라.

$$\epsilon_{rms} = 200\text{ V}, \quad i_{rms} = 20.0\text{ A}, \quad \epsilon = 200\text{ V}, \quad i = 25.0\text{ A}$$

$$i_{rms} = \frac{\epsilon_{rms}}{Z} \Rightarrow Z = \frac{\epsilon_{rms}}{i_{rms}} = \frac{200\text{ V}}{20.0\text{ A}} = 10.0\ \Omega$$

$$i = \frac{\epsilon}{R} \Rightarrow R = \frac{\epsilon}{i} = \frac{200\text{ V}}{25.0\text{ A}} = 8.00\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 \Rightarrow X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(10.0\ \Omega)^2 - (8.00\ \Omega)^2} = 6.00\ \Omega$$

9. 어떤 코일의 자체 저항이 $60.0\ \Omega$ 이다. 150.0 Hz 의 진동수에서 코일 양단의 전위차는 전류 보다 30° 앞선다. 코일의 인덕턴스는 얼마인가?

$$R = 60.0\ \Omega, \quad f = 150.0\text{ Hz}$$

$$\phi = +30^\circ \quad < + \text{부호 : 전압이 전류보다 위상이 빠름} >$$

$$\tan\phi = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega L}{R} = \frac{2\pi f L}{R}$$

$$\Rightarrow L = \frac{R}{\omega} \tan\phi = \frac{R}{2\pi f} \tan\phi = \frac{60.0\ \Omega}{2\pi \times (150.0\text{ Hz})} \tan 30^\circ \approx 0.0368\text{ H}$$

10. $R = 4.00\ \Omega$, $X_C = 3.00\ \Omega$, $X_L = 6.00\ \Omega$ 인 RLC 직렬회로의 임피던스는 얼마인가?

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(4.00\ \Omega)^2 + (6.00\ \Omega - 3.00\ \Omega)^2} = 5.00\ \Omega$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

11. 30.0 V, 60.0 Hz의 교류전류가 90.0 Ω 의 저항, 50.0 μF 의 축전기, 60.0 mH의 인덕턴스로 이루어진 직렬회로에 연결되어 있다. 교류회로의 전압에 대한 전류위상의 탄젠트 값을 구하여라.

$$\epsilon_{rms} = 30.0 \text{ V}, \quad f = 60.0 \text{ Hz}$$

$$R = 90.0 \Omega, \quad C = 50.0 \mu\text{F} = 50.0 \times 10^{-6} \text{ F}, \quad L = 60.0 \text{ mH} = 60.0 \times 10^{-3} \text{ H}$$

$$\begin{aligned} \tan\phi &= \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = \frac{2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}}{R} \\ &= \frac{2\pi \times (60.0 \text{ Hz}) \times (60.0 \times 10^{-3} \text{ H}) - \left(\frac{1}{2\pi \times (60.0 \text{ Hz}) \times (50.0 \times 10^{-6} \text{ F})} \right)}{90.0 \Omega} \approx -0.338 \end{aligned}$$

$$\phi \approx \tan^{-1}(-0.338) \approx -18.68^\circ \quad < \text{부호: 전류가 전압보다 위상이 빠름} >$$

12. RLC 회로에 연결된 저항의 저항은 510 Ω , 인덕터의 인덕턴스는 25.0 mH, 축전기의 전기용량은 240 μF 이다. 이 회로에는 또한 기전력이 17.0 V이고 진동수는 60.0 Hz인 교류전원이 연결되어 있다. 전기용량 리액턴스, 유도 리액턴스, 임피던스를 구하여라.

$$R = 510 \Omega, \quad L = 25.0 \text{ mH}, \quad C = 240 \mu\text{F}, \quad \epsilon_{rms} = 17.0 \text{ V}, \quad f = 60.0 \text{ Hz}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times (60.0 \text{ Hz}) \times (240 \times 10^{-6} \text{ F})} \approx 11.1 \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times (60.0 \text{ Hz}) \times (25 \times 10^{-3} \text{ H}) \approx 9.42 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(510 \Omega)^2 + \{(11.1 \Omega) - (9.42 \Omega)\}^2} \approx 510 \Omega$$

13. RLC 회로가 $V_0 = 100 \text{ V}$ 에 연결되어 있다. $V_{R,0}$, $V_{C,0}$, 그리고 $V_{L,0}$ 이 모두 같다면 $V_{R,rms}$ 은 얼마인가?

$$V_0 = 100 \text{ V} \quad \Rightarrow \quad V_{0,rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} = \frac{100 \text{ V}}{\sqrt{2}} \approx 70.7 \text{ V}$$

$$V_0^2 = V_{R,0}^2 + (V_{L,0} - V_{C,0})^2 = V_{R,0}^2 \quad < V_{L,0} = V_{C,0} >$$

$$\Rightarrow V_{R,0} = V_0 = 100 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{R,rms} = V_{0,rms} \approx 70.7 \text{ V}$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

14. 발전기에서 생산되는 유효 전압이 10.0 V 이고 각진동수는 200 rad/s 이다. 이 전원에 50.0Ω 저항, 400 mH 인덕터, 그리고 $200 \mu\text{F}$ 축전기가 직렬로 연결된 회로에 공급되면 축전기와 인덕터에 걸리는 유효 전압은 각각 얼마인가?

$$R = 50.0 \Omega, \quad L = 400 \text{ mH}, \quad C = 200 \mu\text{F}, \quad V = 10.0 \text{ V}, \quad \omega = 200 \text{ rad/s} = 200 \text{ Hz}$$

$$X_L = \omega L = (200 \text{ rad/s}) \times (400 \times 10^{-3} \text{ H}) = 80.0 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(200 \text{ rad/s}) \times (200 \times 10^{-6} \text{ F})} = 25.0 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(50.0 \Omega)^2 + \{(80.0 \Omega) - (25.0 \Omega)\}^2} \approx 74.3 \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} \approx \frac{10.0 \text{ V}}{74.3 \Omega} \approx 0.135 \text{ A}$$

$$V_R = IR \approx (0.135 \text{ A}) \times (50.0 \Omega) \approx 6.73 \text{ V}$$

$$V_C = IX_C \approx (0.135 \text{ A}) \times (25.0 \Omega) \approx 3.36 \text{ V}$$

$$V_L = IX_L \approx (0.135 \text{ A}) \times (80.0 \Omega) \approx 10.76 \text{ V}$$

15. RLC 회로에 공급되는 교류전원의 유효 전압이 E 이고 유효 전류가 I 이다. 전류가 전압 보다 위상이 ϕ 만큼 느리다면, 공급되는 전력은 얼마인가?

$$\langle P \rangle = I_{rms} V_{rms}^R = I_{rms} V_{rms} \cos \phi \quad \Rightarrow \quad \langle P \rangle = IE \cos \phi$$

16. \sqrt{LC} 의 차원은 시간임을 보여라.

$$\begin{cases} V = -L \frac{dI}{dt} & \Rightarrow & L = -V \frac{dt}{dI} = -V \frac{dt}{dQ/dt} & \left[V \frac{T^2}{Q} \right] \\ Q = CV & \Rightarrow & C = \frac{Q}{V} & \left[\frac{Q}{V} \right] \end{cases}$$

$$\Rightarrow [LC] = \left[V \frac{T^2}{Q} \cdot \frac{Q}{V} \right] = [T^2] \quad \Rightarrow \quad [\sqrt{LC}] = [T]$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

17. 직렬 RLC 회로에서 공명이 일어날 때, 회로의 임피던스는 어떻게 되는가?

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R \quad < \text{공명이 일어날 때 } X_L = X_C >$$

18. 6.00 mH 의 인덕터와 $10.0 \mu\text{F}$ 의 축전기가 있다.

(가) 진동수가 얼마일 때 이 인덕터와 축전기의 리액턴스가 동일한가?

$$L = 6.00 \text{ mH}, \quad C = 10.0 \mu\text{F}$$

$$\begin{aligned} \begin{cases} X_L = \omega L = 2\pi f L \\ X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \end{cases} &\Rightarrow X_L = X_C \\ &\Rightarrow 2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C} \\ &\Rightarrow f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \\ &\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \\ &= \frac{1}{2\pi \sqrt{(6.00 \times 10^{-3} \text{ H}) \times (10.0 \times 10^{-6} \text{ F})}} \\ &\approx 650 \text{ Hz} \end{aligned}$$

(나) 위에서 구한 진동수는 이들을 연결한 LC 회로의 자연 진동수와 같음을 보여라.

$$\begin{aligned} L \frac{dI}{dt} + \frac{Q}{C} = 0 &\Rightarrow L \frac{d^2 Q}{dt^2} + \frac{Q}{C} = 0 \\ &\Rightarrow \frac{d^2 Q}{dt^2} + \frac{1}{LC} Q = 0 \\ &\Rightarrow \frac{d^2 Q}{dt^2} + \omega_0^2 Q = 0 \quad \left\langle \text{where } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \right\rangle \end{aligned}$$

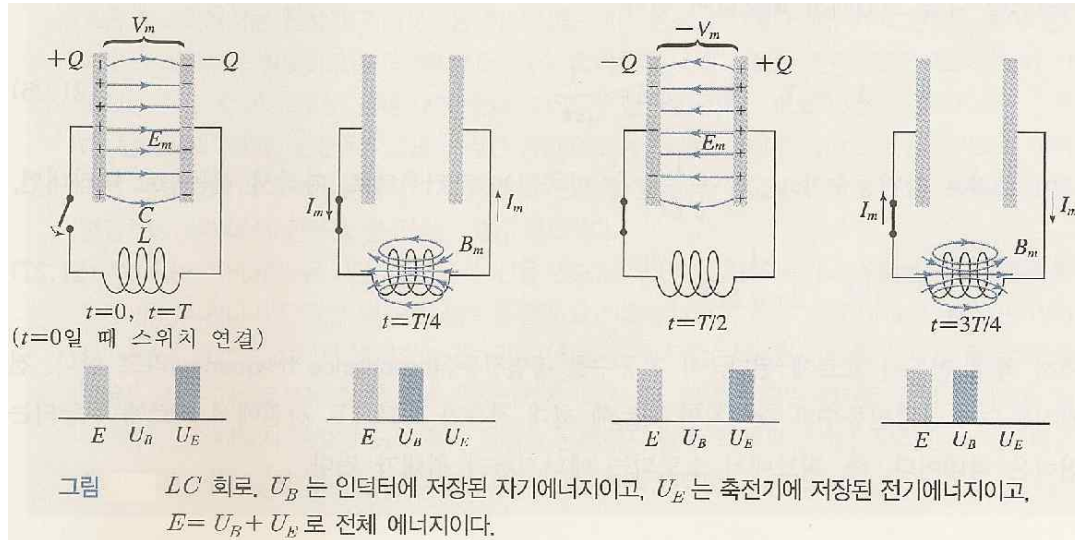
$$\text{solution} > Q(t) = Q_0 \cos \omega_0 t$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\omega_0 Q_0 \sin \omega_0 t = -I_0 \sin \omega_0 t \quad < \text{where } I_0 = \omega_0 Q_0 >$$

$$\Rightarrow f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = f$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

19. 그림 22.7과 같은 LC 회로에서 인덕터의 인덕턴스는 2.00 mH , 축전기의 전기용량은 $10.0 \mu\text{F}$ 이다. 스위치를 연 상태에서 3.00 V 인 외부 건전지를 사용하여 축전기에 전하를 축적시킨다.



(가) 축전기에 축적된 에너지는 얼마인가?

$$L = 2.00 \text{ mH}, \quad C = 10.0 \mu\text{F}, \quad \epsilon = 3.00 \text{ V}$$

$$U_E = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times (10.0 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (3.00 \text{ V})^2 = 4.50 \times 10^{-5} \text{ J} = 45.0 \mu\text{J}$$

(나) 스위치를 연결한 후 인덕터에 흐르는 전류가 최대가 될 때까지 걸리는 시간은?

$$Q(t) = Q_0 \cos(\omega_0 t + \delta)$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\omega_0 Q_0 \sin(\omega_0 t + \delta) = -I_0 \sin(\omega_0 t + \delta) \quad < \text{where } I_0 = \omega_0 Q_0 >$$

$$I \text{ 는 } Q \text{ 보다 위상이 } \frac{\pi}{2} \text{ 빠르다. 그러므로, } \omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow t = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC} = \frac{\pi}{2} \sqrt{(2.00 \times 10^{-3} \text{ H}) \times (10.0 \times 10^{-6} \text{ F})} = 2.22 \times 10^{-4} \text{ s}$$

(다) 이때 최대 전류는 얼마인가?

$$U_B = \frac{1}{2} LI^2$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{2U_B}{L}} = \sqrt{\frac{2U_E}{L}} = \sqrt{\frac{2 \times (45.0 \times 10^{-6} \text{ J})}{(2.00 \times 10^{-3} \text{ H})}} = \sqrt{0.0450 \text{ J/H}} \approx 0.212 \text{ A}$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

20. 저항이 없는 LC 회로에서 인덕터의 인덕턴스는 6.00 mH , 축전기의 전기용량은 $0.200 \mu\text{F}$ 이다. 축전기의 최대 전위차는 10.0 V 였는데, 전위차가 5.00 V 가 되었을 때 이 회로의 전류는 얼마인가?

$$L = 6.00 \text{ mH}, \quad C = 0.200 \mu\text{F}$$

$$U_{total} = U_{E_{\max}} = \frac{1}{2} CV_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times (0.200 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (10.0 \text{ V})^2 = 10.0 \times 10^{-6} \text{ J} = 10.0 \mu\text{J}$$

$$\begin{aligned} U_B &= U_{total} - U_E = \frac{1}{2} CV_{\max}^2 - \frac{1}{2} CV^2 \\ &= \frac{1}{2} \times (0.200 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (10.0 \text{ V})^2 - \frac{1}{2} \times (0.200 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (5.00 \text{ V})^2 \\ &= 10.0 \times 10^{-6} \text{ J} - 2.50 \times 10^{-6} \text{ J} \\ &= 7.50 \times 10^{-6} \text{ J} \\ &= 7.50 \mu\text{J} \end{aligned}$$

$$U_B = \frac{1}{2} LI^2 \quad \Rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{2U_B}{L}} = \sqrt{\frac{2 \times (7.50 \times 10^{-6} \text{ J})}{(6.00 \times 10^{-3} \text{ H})}} = 0.0500 \text{ A} = 50.0 \text{ mA}$$

21. 파장이 100 m 인 전자기파를 인덕턴스가 20.0 mH 인 LC 회로에서 공진이 일어나게 하려면, 축전기의 전기용량을 얼마로 하여야 하는가?

$$L = 20.0 \text{ mH}, \quad \lambda = 100 \text{ m}$$

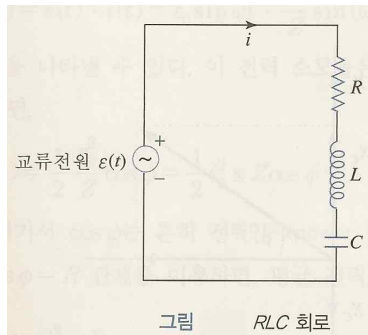
$$c = \frac{\lambda}{T} = f\lambda \quad \Rightarrow \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \Rightarrow \quad f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \quad C &= \frac{1}{4\pi^2 L f^2} = \frac{1}{4\pi^2 L \left(\frac{c}{\lambda}\right)^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times (20.0 \times 10^{-3} \text{ H}) \times \left(\frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{100 \text{ m}}\right)^2} \\ &\approx 0.141 \times 10^{-12} \text{ F} = 0.141 \text{ pF} \end{aligned}$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

22. 그림 22.5에 보인 것과 같은 RLC 회로가 있다. 여기서 $R = 5.00 \, \Omega$, $L = 60.0 \, \text{mH}$ 이고 이 회로에 흐르는 전류의 진동수는 $60.0 \, \text{Hz}$ 이고 기전력은 $30.0 \, \text{V}$ 라고 하자.



$$R = 5.00 \, \Omega, \quad L = 60.0 \, \text{mH}, \quad f = 60.0 \, \text{Hz}, \quad \epsilon_{rms} = 30.0 \, \text{V}$$

(가) 축전기의 전기용량이 얼마일 때 저항을 통해 방출되는 평균 일률이 최대가 되는가?

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}, \quad X_C = \frac{1}{2\pi f C}, \quad X_L = 2\pi f L$$

$$i_{rms} = \frac{\epsilon_{rms}}{Z}, \quad \langle P \rangle = i_{rms}^2 R = \left(\frac{\epsilon_{rms}}{Z} \right)^2 R = \frac{\epsilon_{rms}^2 R}{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\Rightarrow \langle P \rangle : \text{최소} \Rightarrow X_C \rightarrow \infty \Rightarrow C \rightarrow 0 \, \text{F}$$

$$\Rightarrow \langle P \rangle : \text{최대} \Rightarrow X_L = X_C \Rightarrow 2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 \times (60.0 \, \text{Hz})^2 \times (60.0 \times 10^{-3} \, \text{H})}$$

$$= 1.17 \times 10^{-4} \, \text{F} = 117 \, \mu\text{F}$$

(나) 이 경우의 최대 전력을 구하고 위상차도 구하여라.

$$\langle P \rangle_{\text{최소}} = 0 \, \text{W}$$

$$\tan \phi = \frac{X_L - \infty}{R} = -\infty \Rightarrow \phi = -90^\circ$$

$$\langle P \rangle_{\text{최대}} = i_{rms}^2 R = \left(\frac{\epsilon_{rms}}{Z} \right)^2 R = \frac{\epsilon_{rms}^2 R}{R^2} = \frac{\epsilon_{rms}^2}{R} = \frac{(30.0 \, \text{V})^2}{5.00 \, \Omega} = 180 \, \text{W}$$

$$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R} = 0 \Rightarrow \phi = 0^\circ$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

23. RLC 직렬회로에 교류전원을 연결하고 출력 전압은 R 과 L 을 연결한 조합의 양단에서 얻는다. 출력전압과 입력전압의 비를 각진동수 ω 의 함수로 구하라.
매우 높은 진동수에서는 이 값이 1에 가까워짐을 보여라.

$$I_{in} = I_{out} = I$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I_{out} Z_{RL}}{I_{in} Z_{RLC}} = \frac{I \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}{I \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} = \frac{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}}$$

$$\text{if } \omega \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\infty)^2}} \rightarrow \frac{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \rightarrow 1$$

24. $10.0 \mu\text{H}$ 의 인덕턴스와 $5.00 \mu\text{F}$, $25.0 \mu\text{F}$ 의 두 개의 축전기를 모두 병렬로 연결한 진동 회로가 있다. 이 회로의 고유진동수를 구하여라.

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$V = \frac{Q}{C} \Rightarrow V \sim \frac{1}{C} \Rightarrow \begin{cases} \text{직렬: } \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots \\ \text{병렬: } C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \omega &= \frac{1}{\sqrt{L(C_1 + C_2)}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{(10.0 \times 10^{-6} \text{ H}) \times \{(5.00 \times 10^{-6} \text{ F}) + (25.0 \times 10^{-6} \text{ F})\}}} \approx 57735 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow f &= \frac{1}{2\pi \sqrt{L(C_1 + C_2)}} \\ &= \frac{1}{2\pi \times \sqrt{(10.0 \times 10^{-6} \text{ H}) \times \{(5.00 \times 10^{-6} \text{ F}) + (25.0 \times 10^{-6} \text{ F})\}}} \approx 9189 \text{ Hz} \end{aligned}$$

대학물리학 (제8판) 연습문제 풀이 (22장) - by 송현석

25. (가) $35\ \mu\text{F}$ 축전기가 각진동수 $400\ \text{Hz}$ 이고 최대전압이 $20\ \text{V}$ 인 교류전원에 연결되었다면 이 회로의 최대 전류는 얼마인가?

$$C = 35\ \mu\text{F}, \quad \omega = 400\ \text{Hz}, \quad V_0 = 20\ \text{V}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(400\ \text{Hz}) \times (35 \times 10^{-6}\ \text{F})} = \frac{1}{0.014}\ \Omega$$

$$I_0 = \frac{V_0}{X_C} = (20\ \text{V}) \times (0.014\ /\Omega) = 0.28\ \text{A}$$

(나) $45\ \text{mH}$ 인덕터가 진동수 $400\ \text{Hz}$ 이고 최대 전압이 $20\ \text{V}$ 인 교류전원에 연결되었다면 이 회로의 최대 전류는 얼마인가?

$$L = 45\ \text{mH}, \quad f = 400\ \text{Hz}, \quad V_0 = 20\ \text{V}$$

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times (400\ \text{Hz}) \times (45 \times 10^{-3}\ \text{H}) \approx 113\ \Omega$$

$$I_0 = \frac{V_0}{X_L} = \frac{20\ \text{V}}{113\ \Omega} \approx 0.177\ \text{A}$$