第３問　次の交流回路に関する問い（A・B）に答えよ。〔**解答番号** $\boxed{\ 1\ }$ ～ $\boxed{\ 6\ }$〕

A　図１のように，抵抗値 R の抵抗，自己インダクタンス L のコイル，電気容量 C のコンデンサーを交流電源に並列に接続した。時刻 t において電源電圧 V は，最大値 $V_0(>0)$ と角周波数 $\omega(>0)$ を用いて $V = V_0 \cos \omega t$ であった。下の問い（**問１～問３**）に答えよ。ただし，V は点Bに対する点Aの電位とし，コイルの内部抵抗は無視できるものとする。

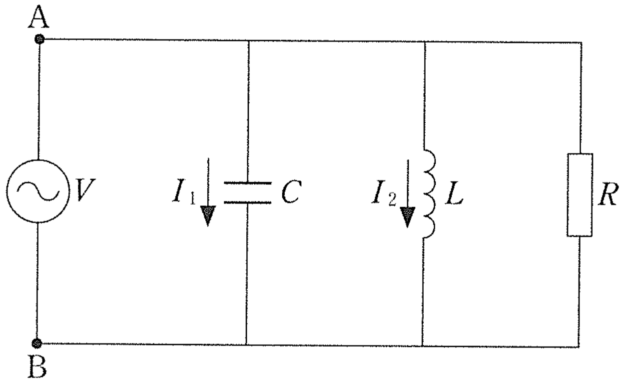

図１

問１　コンデンサーおよびコイルに流れる電流をそれぞれ I_1，I_2 とし，図１の矢印は電流の正の向きを表す。時刻 t から $t + \Delta t$ の短い時間の間に電源電圧が V から $V + \Delta V$ に変化し，電流はそれぞれ I_1 から $I_1 + \Delta I_1$ と I_2 から $I_2 + \Delta I_2$ に変化した。このときコンデンサーとコイルに対して成立する関係式の組み合わせとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 1\ }$

① $\dfrac{\Delta V}{\Delta t} = CI_1$ と $\dfrac{\Delta V}{\Delta t} = LI_2$　　② $\dfrac{\Delta V}{\Delta t} = \dfrac{1}{C}I_1$ と $\dfrac{\Delta V}{\Delta t} = \dfrac{1}{L}I_2$

③ $\dfrac{\Delta V}{\Delta t} = \dfrac{1}{C}I_1$ と $V = L\dfrac{\Delta I_2}{\Delta t}$　　④ $V = C\dfrac{\Delta I_1}{\Delta t}$ と $V = L\dfrac{\Delta I_2}{\Delta t}$

⑤ $V = C\dfrac{\Delta I_1}{\Delta t}$ と $\dfrac{\Delta V}{\Delta t} = LI_2$　　⑥ $V = C\dfrac{\Delta I_1}{\Delta t}$ と $\dfrac{\Delta V}{\Delta t} = \dfrac{1}{L}I_2$

問２　時刻 t の電源電流として正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 2\ }$

① $\left\{\dfrac{V_0}{R} + V_0\left(\omega C - \dfrac{1}{\omega L}\right)\right\}\cos \omega t$　　② $\left\{\dfrac{V_0}{R} - V_0\left(\omega C - \dfrac{1}{\omega L}\right)\right\}\cos \omega t$

③ $\left\{\dfrac{V_0}{R} + V_0\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)\right\}\cos \omega t$　　④ $\left\{\dfrac{V_0}{R} - V_0\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)\right\}\cos \omega t$

⑤ $\dfrac{V_0}{R}\cos \omega t + V_0\left(\omega C - \dfrac{1}{\omega L}\right)\sin \omega t$　　⑥ $\dfrac{V_0}{R}\cos \omega t - V_0\left(\omega C - \dfrac{1}{\omega L}\right)\sin \omega t$

⑦ $\dfrac{V_0}{R}\cos \omega t + V_0\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)\sin \omega t$　　⑧ $\dfrac{V_0}{R}\cos \omega t - V_0\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)\sin \omega t$

問 3　時刻 t においてコンデンサーに蓄えられるエネルギーとコイルに蓄えられるエネルギーの和を与える式はどのように表されるか。最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$

① $\left(\dfrac{CV_0^{\,2}}{2}+\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,\omega^2 L}\right)\cos^2\omega t$　　② $\left(\dfrac{CV_0^{\,2}}{2}+\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,\omega^2 L}\right)\sin^2\omega t$

③ $\left(\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,C}+\dfrac{\omega LV_0^{\,2}}{2}\right)\cos^2\omega t$　　④ $\left(\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,C}+\dfrac{\omega LV_0^{\,2}}{2}\right)\sin^2\omega t$

⑤ $\dfrac{CV_0^{\,2}}{2}\cos^2\omega t+\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,\omega^2 L}\sin^2\omega t$　　⑥ $\dfrac{CV_0^{\,2}}{2}\sin^2\omega t+\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,\omega^2 L}\cos^2\omega t$

⑦ $\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,C}\sin^2\omega t+\dfrac{\omega LV_0^{\,2}}{2}\cos^2\omega t$　　⑧ $\dfrac{V_0^{\,2}}{2\,C}\cos^2\omega t+\dfrac{\omega LV_0^{\,2}}{2}\sin^2\omega t$

B　図 2 のように，抵抗値 R の抵抗，自己インダクタンス L のコイル，電気容量 C のコンデンサーを交流電源に接続した。時刻 t にコンデンサーの左側の極板に蓄えられた電気量 Q を測定したところ，最大値 $Q_0(>0)$ と角周波数 $\omega(>0)$ を用いて $Q=Q_0\sin\omega t$ であった。下の問い(**問 4** ～**問 6**)に答えよ。ただし，コイルの内部抵抗は無視できるものとする。

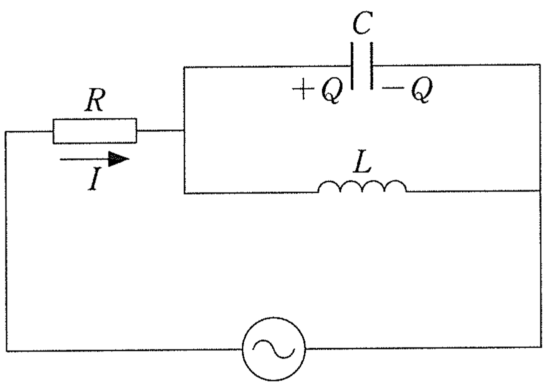

図 2

問 4　時刻 t において抵抗に流れる電流 I はどのように表されるか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，図 2 の矢印は電流の正の向きを表す。

$I=\boxed{4}$

① $Q_0\left(\omega-\dfrac{1}{\omega LC}\right)\sin\omega t$　　② $Q_0\left(\omega-\dfrac{1}{\omega LC}\right)\cos\omega t$

③ $Q_0\left(\dfrac{\omega L}{C}-\dfrac{1}{\omega C^2}\right)\sin\omega t$　　④ $Q_0\left(\dfrac{\omega L}{C}-\dfrac{1}{\omega C^2}\right)\cos\omega t$

⑤ $Q_0\left(\omega\sin\omega t-\dfrac{1}{\omega LC}\cos\omega t\right)$　　⑥ $Q_0\left(\omega\cos\omega t-\dfrac{1}{\omega LC}\sin\omega t\right)$

⑦ $Q_0\left(\dfrac{\omega L}{C}\sin\omega t-\dfrac{1}{\omega C^2}\cos\omega t\right)$　　⑧ $Q_0\left(\dfrac{\omega L}{C}\cos\omega t-\dfrac{1}{\omega C^2}\sin\omega t\right)$

問 5　この回路の消費電力の時間平均はいくらか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 5\ }$

① $\dfrac{Q_0{}^2R}{2C^2}\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)^2$　　② $\dfrac{Q_0{}^2R}{2C^2}\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2$

③ $\dfrac{Q_0{}^2R}{2C^2}\left(\omega^2C^2+\dfrac{1}{\omega^2L^2}\right)$　　④ $\dfrac{Q_0{}^2R}{2C^2}\left(\omega^2L^2+\dfrac{1}{\omega^2C^2}\right)$

⑤ $\dfrac{Q_0{}^2R}{C^2}\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)^2$　　⑥ $\dfrac{Q_0{}^2R}{C^2}\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2$

⑦ $\dfrac{Q_0{}^2R}{C^2}\left(\omega^2C^2+\dfrac{1}{\omega^2L^2}\right)$　　⑧ $\dfrac{Q_0{}^2R}{C^2}\left(\omega^2L^2+\dfrac{1}{\omega^2C^2}\right)$

問 6　時刻 t の電源電圧を与える式として，正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 6\ }$

① $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\left(1+\omega LR\right)\sin\omega t-\dfrac{R}{\omega C}\cos\omega t\right\}$

② $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\left(1+\omega LR\right)\cos\omega t-\dfrac{R}{\omega C}\sin\omega t\right\}$

③ $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\left(1+\omega CR\right)\sin\omega t-\dfrac{R}{\omega L}\cos\omega t\right\}$

④ $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\left(1+\omega CR\right)\cos\omega t-\dfrac{R}{\omega L}\sin\omega t\right\}$

⑤ $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\sin\omega t+R\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)\cos\omega t\right\}$

⑥ $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\cos\omega t+R\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)\sin\omega t\right\}$

⑦ $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\sin\omega t+R\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)\cos\omega t\right\}$

⑧ $\dfrac{Q_0}{C}\left\{\cos\omega t+R\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)\sin\omega t\right\}$