

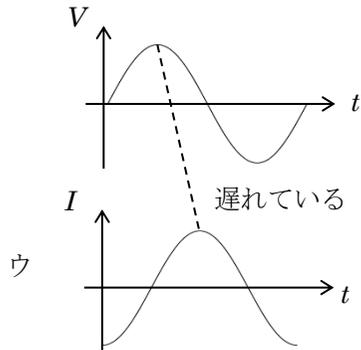
§ A: 公式理解問題その1

1 《テーマ》 コイルの位相

解答 ウ

解説 コイルは『しぶしぶ流す型』、電圧が先で電流が後。

電圧に対して、遅れて電流が流れるので、電流のグラフはウとなる。

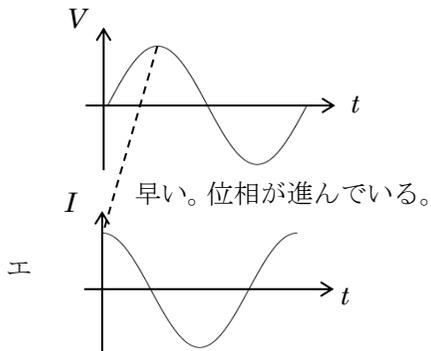


2 《テーマ》 コンデンサーの位相

解答 エ

解説 コンデンサーは『先取り型』、電圧を先回りして電流が流れる。

電圧に対して、早く電流が流れるので、電流のグラフはエとなる。



§ B: 概念理解問題その1

1 《テーマ》 リアクタンス

解答 ア

解説 流れる電流が大きくなるほど豆電球に流れる電流も大きくなり、明るくなる。コンデ

ンサーのリアクタンスは $\frac{1}{\omega C}$

よって ω が大きいほど、リアクタンスは小さくなるので、流れる電流は大きくなる。

解答はア。

逆にコイルのリアクタンスは ωL なので、 ω が大きいほどリアクタンスが大きくなり、電流が流れにくくなる。

参考 1

『 ω が大きいと電圧のプラスマイナスの入れ替わりが早い』 \Rightarrow 『コンデンサーはその入れ替わりを先取りするために、すばやく電流を流す』 \Rightarrow 『電流は流れやすい（リアクタンスは小さくなる）』 \Rightarrow 『 ω は分母』

『 ω が大きいと電圧のプラスマイナスの入れ替わりが早い』 \Rightarrow 『コイルはしぶしぶ電流を流すが、流す前に次の変化がきてしまう』 \Rightarrow 『いつまでも流せない（リアクタンスは大きい）』 \Rightarrow 『 ω は分子』

とイメージしておく、リアクタンスの公式を忘れた時に、思い出す助けになる。

参考 2 各素子に流れる電流について式で考察してみる。電源の電圧を $V = V_0 \sin \omega t$ とする。回路の色分けより、コイルには電源の電圧 $V = V_0 \sin \omega t$ がそのままかかることがわかり、また、リアクタンスは ωL なので、流れる電流の最大値 I_{L0} とすると、オームの法則的な式を立てて、 $V_0 = \omega L I_{L0}$ となる。これを解いて、

$$I_{L0} = \frac{1}{\omega L} V_0$$

となる。そして、電圧に対して電流の位相が $\frac{\pi}{2}$ 遅れているので、

$I_L = \frac{1}{\omega L} V_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ となる。式より I_L は ω が大きいほど小さくなるということが言える。

参考2 続き

豆電球とコンデンサーは直列につながっているので、回路の色分けより、コンデンサーに電圧が丸々 $V_0 \sin \omega t$ かかっているわけではないことがわかる。豆電球とコンデンサーのそれぞれにかかる電圧を V_R 、 V_L とし、コイルと同様にリアクタンスから I の最大値を求めて式にすると、

$$I_R = \frac{1}{R} V_R \sin \omega t$$

$$I_C = \omega L V_C \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

となる。 I_C の式を見ると、 ω が大きいときほど I_C は大きくなることがわかる。

そして、抵抗とコイルは直列につながっているので I_C が大きいほど、抵抗に流れる電流も大きくなるので、 ω が大きいほど、電球は明るくなるといえる。

2 《テーマ》 共振回路

解答 ウ

解説 RLC 直列回路で、抵抗に最も多くの電流が流れるときは、回路全体のインピーダンスが最も小さいときであり、そのときの ω は $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ となる。よって解答はウ。

共振回路での角振動数が $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ となることは、覚えてしまおう。直列の共振回路では、抵抗に流れる電流が最大になる。

また共振回路では、コイルとコンデンサー間で、エネルギーの交換を繰り返している。抵抗や回路全体への影響がでないのだ。『共振（同調）』という名前の由来である。

3 《テーマ》 LCR 並列共振回路

解答 ア オ

解説 各選択肢のコメントの理解を目指そう。

(ア) 位置エネルギーが、コイルとコンデンサーの間で振動している。(行き来している)

コンデンサーに位置エネルギー（静電気力による位置エネルギー $\frac{1}{2} QV$ ）が最も溜まっているとき、電流は流れない（コンデンサーに Q がたまり切っているので充電完了時と同じ）。電流が流れていないということは、コイルの位置エネルギー（コイルの持つエネルギー $\frac{1}{2} LI^2$ ）は 0 になっている。

逆に、コンデンサーに全くエネルギーがたまっていないときは、コンデンサーの Q が 0 なので充電開始時と同じ状態であり、電流は最も多く流れる。電流が最も多く流れているということは、コイルに位置エネルギーが最も溜まっているということを示す。

コンデンサーエネがあれば、コイルエネがなく、コイルエネがあれば、コンデンサーエネがあるという状況なので、コンデンサーとコイルの間でエネルギーがいたり来たりしているといえる。

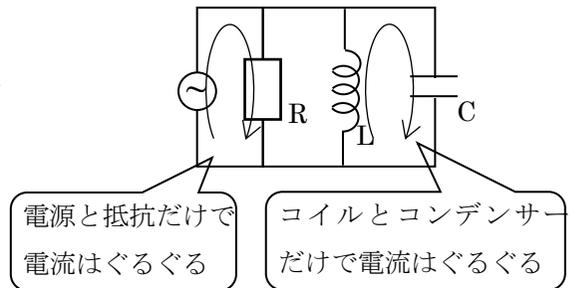
よってアは正しい

(イ) 電源は仕事をしていない。R での消費電力が、L と C にエネルギーとして蓄えられている。

電源に電流が流れているとき、電源は仕事をする ($W = IVt$)。この回路では電源にも電流が流れるので、電源は仕事をしている。電源がした仕事は、抵抗でジュール熱として消費される。

よってイは誤り。

*ちなみに、共振回路の場合はコイルとコンデンサーに流れる電流は、その2つの間ですべてやり取りされるので、電源にその分は流れ込まないのだ。(右図参照)



(ウ) C での電圧は、L での電圧に対して 90° 位相が進んでいる。

(エ) C での電圧は、L での電圧に対して 180° 位相が進んでいる。

並列接続しているので、電圧はすべての素子で共通。位相ずれはない。電流 I の位相はずれている。直列の場合は I が共通(位相ずれなし)、 V がずれている。

よってウ、エは誤り。

(オ) 電源のエネルギーはすべて R で消費されている。

電源がした仕事はすべて抵抗で消費され、コイルとコンデンサーエネルギーのやりとりは、電源が行っているのではなく、それぞれが持っているエネルギーで内々に行われている。

(言っていることは (イ) とかなり似ている)

よってオは正しい。

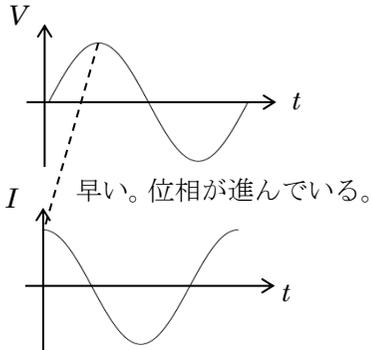
§ A: 公式理解問題その2

1 《テーマ》 コンデンサーの位相

解答 エ

解説 コンデンサーは『先取り型』。電圧を先回りして電流が流れる。

電圧に対して電流が後から流れるので、電流のグラフはエとなる。

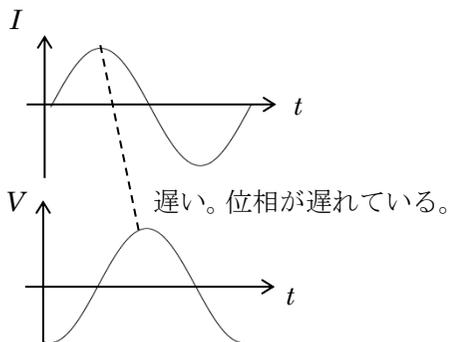


2 《テーマ》 コンデンサーの位相

解答 ウ

解説 前問1と同様、『先取り型』。電圧を先回りして電流が流れる。

最初に与えられているグラフが $I-t$ グラフであることに注意して考える。電圧に対して電流が後から流れるので、電圧のグラフはウとなる。



§ B: 概念理解問題その2

1 《テーマ》 リアクタンス

解答 イ

解説 コイルに流れる電流が大きくなる時、豆電球に流れる電流も大きくなるので、コイルのリアクタンスを小さくすればよい。コイルのリアクタンスは ωL 。よって ω が小さいほど、リアクタンスは小さくなるので、豆電球に流れる電流を大きくするには ω を小さくすればよい。解答はイ。

並列につながっているコンデンサーは、豆電球やコイルにかかる電圧には影響しない。

2 《テーマ》 LCR 直列回路のグラフと位相のずれ

解答 下図参照

解説 V を基準にしたとき位相のずれと、 I を基準にしたときの位相のずれを混同しないように整理しよう。直列接続の場合は電流は共通で I の位相にずれがない。その電流に対してコイルは電圧が早く、コンデンサーは電圧が遅い。そういったグラフを書くと下図のようになる。

