受験番号	

2020年度 岡山大学大学院自然科学研究科(博士前期課程)

電子情報システム工学専攻(**電気電子系**)入学試験問題

専　門　科　目
(電磁気学・電気回路学)

注意

1. 試験開始の指示があるまで，この問題冊子及び解答用紙は，開かないでください．
2. 問題冊子は表紙と下書き用紙を含め 6 ページあります．解答用紙は 4 ページあります．ページの脱落等に気付いたときは，手をあげて監督者に知らせてください．
3. 試験開始後，問題冊子とすべての解答用紙に受験番号を記入してください．採点の際に解答用紙を1枚ずつ切り離すので，受験番号が記入されていない解答用紙に書かれた答案は採点されません．
4. すべての問題に解答してください．
5. 解答用紙には問番号が印刷されています．指定された解答用紙に解答してください．
6. 解答用紙の裏にも解答を記入することができます．
7. 問題冊子の余白や裏面は下書きに利用してかまいませんが，記入された内容は採点対象にはなりません．
8. コンパスおよび定規等は，使用できません．
9. 時計のアラーム（計時機能以外の機能を含む。）は，使用しないでください．
10. 携帯電話，スマートフォン等の音の出る機器は，アラーム設定を解除した上で電源を切って，カバン等に入れてください．
11. 試験終了まで退室できませんので，試験時間中に用がある場合は，手をあげてください．
12. 問題冊子と解答用用紙は，すべて試験終了後に回収します．

注意:

(1) 結果だけでなく，考え方や導出過程についても記述すること。

(2) 国際単位系 (SI) を用い，真空の誘電率は ε_0，透磁率は μ_0 とする。

(3) 必要ならば以下の不定積分を用いてもよい。ここで，a は0でない定数とする。

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+a^2}} = \log_e \left| x + \sqrt{x^2+a^2} \right|$$

$$\int \frac{dx}{x^2+a^2} = \frac{1}{a}\tan^{-1}\left(\frac{x}{a}\right)$$

$$\int \frac{dx}{\left(x^2+a^2\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{x}{a^2\sqrt{x^2+a^2}}$$

問1 図1に示すように面積が S の2枚の導体板を間隔 d で平行に配置して平行板キャパシタを構成する。導体板間は真空とする。導体板の端の効果は無視するものとする。

(1) キャパシタに直流電圧源 V を印加した時のキャパシタに蓄えられる電荷 Q_1 と静電エネルギー W_1 を求めよ。

(2) 直流電圧源 V を取り外した後，図2に示すように，導体板と同じ形状で同じ面積 S を持ち，厚さが t で比誘電率が ε_r の誘電体板を導体板と平行にゆっくり挿入した。キャパシタの電荷は Q_1 のままである。下の導体板に対する上の導体板の電圧 V_2 とキャパシタに蓄えられている静電エネルギー W_2 を求めよ。また，$W_2 - W_1$ の符号を答え，その差が何に起因するかを答えよ。

(3) 図3に示すように直流電圧源 V を再び接続した。キャパシタに蓄えられる電荷 Q_3 と静電エネルギー W_3 を求めよ。また，$W_3 - W_2$ の符号を答え，その差が何に起因するかを答えよ。

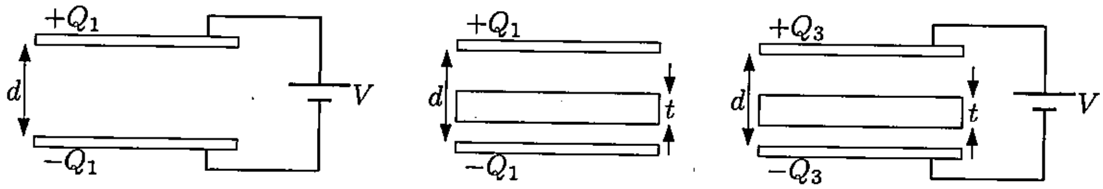

図1　図2　図3

問2　図4に示すように，真空中で厚さが無視できる幅 a の無限に長い導体板が片方の辺が z 軸に一致するように xz 平面上に置かれている。図5は xy 平面での断面図である。導体板には $+z$ 方向に一様な密度で電流 I を流す。また，点 $(0, d, 0)$ を通り z 軸に平行に太さの無視できる無限に長い導線が置かれている。導線には $-z$ 方向に電流 I を流す。

(1) 導線を流れる電流が点 $(x, 0, 0)$ につくる磁束密度を求め，ベクトルで表せ。

(2) 導線を流れる電流から，z 方向に単位長さ当たりの導体板が受ける力を求め，ベクトルで表せ。

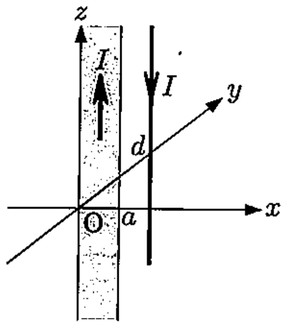

図4

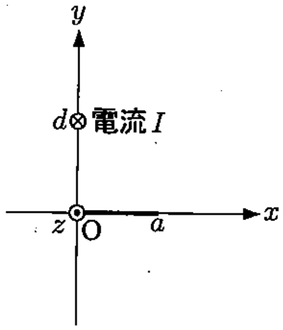

図5

問3 図6のようなコイル，抵抗器，コンデンサからなる回路において，Lはコイルのインダクタンス，Rは抵抗器の抵抗，Cはコンデンサのキャパシタンスであり，回路には交流電圧源により角周波数ωの電圧$\dot{E}\left(=Ee^{j0}\right)$が印加されている。

(1) 交流電圧源から回路に供給される電流$\dot{I}$を，ω，L，C，Rおよび$\dot{E}$を用いて表せ。

(2) $\dot{E}$と$\dot{I}$が同位相になる角周波数ωを求めよ。ただし，$\omega \neq 0$とする。

(3) (2)の角周波数のとき，回路における消費電力Pを求めよ。

(4) (2)の角周波数のとき，a-b間の電圧$\dot{V}_{ab}$を求め，電流$\dot{I}$との位相差φを求めよ。
なお，位相差は遅れと進みのどちらであるかも示せ。

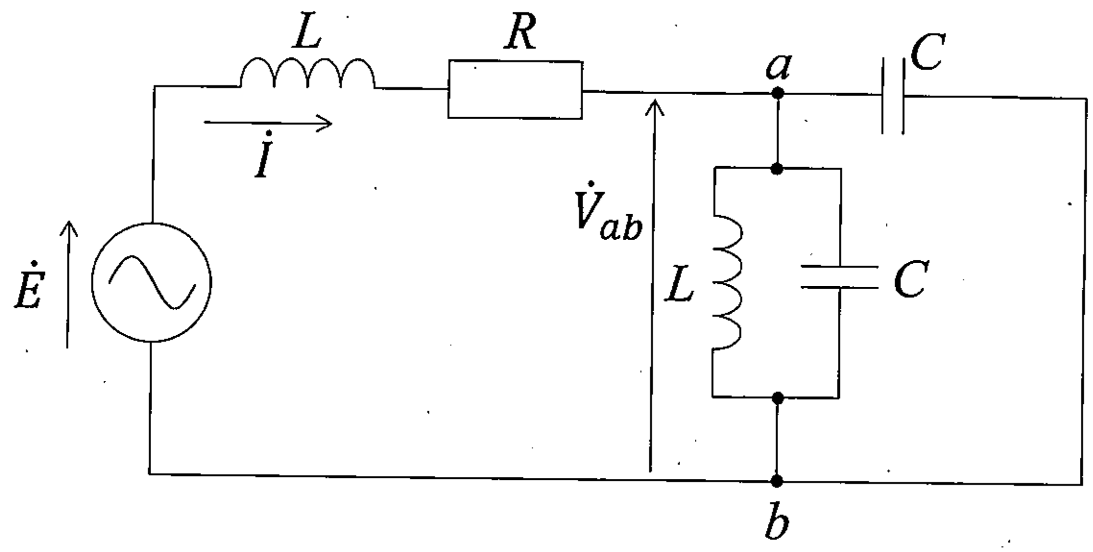

図6

問 4 図 7 に，対称三相交流電圧源に三相負荷を接続した回路を示す。同図において $\dot{E}_U$，$\dot{E}_V$，$\dot{E}_W$は各相の相電圧であり，

$$\dot{E}_U = Ee^{j0} = 100\,\mathrm{V}, \qquad \dot{E}_V = Ee^{-j\frac{2}{3}\pi}, \quad \dot{E}_W = Ee^{j\frac{2}{3}\pi}$$

であるとする。$\dot{Z}_U$，$\dot{Z}_V$，$\dot{Z}_W$は各相のインピーダンスである。

(1) $\dot{Z}_U = \dot{Z}_V = \dot{Z}_W = 100 + j0\,\Omega$ であるとき，三相負荷の消費電力 P_1 [W] を求めよ。

(2) $\dot{Z}_U = \dot{Z}_V = \dot{Z}_W = 80 + j60\,\Omega$ であるとき，三相負荷の消費電力 P_2 [W] を求めよ。

(3) 電圧源の中性点を o，三相負荷の中性点を n とし，点 o を基準とした点 n の電位を $\dot{V}_n$ [V]としたとき，$\dot{V}_n$を $\dot{E}_U$，$\dot{E}_V$，$\dot{E}_W$，$\dot{Z}_U$，$\dot{Z}_V$，$\dot{Z}_W$を用いて表せ。

(4) $\dot{Z}_U = 100 + j0\,\Omega$，$\dot{Z}_V = 50 + j0\,\Omega$，$\dot{Z}_W = 50 + j0\,\Omega$ であるとき，$\dot{V}_n$ [V]を求めよ。

(5) (4)のとき，三相負荷の消費電力 P_3 [W]を求めよ。

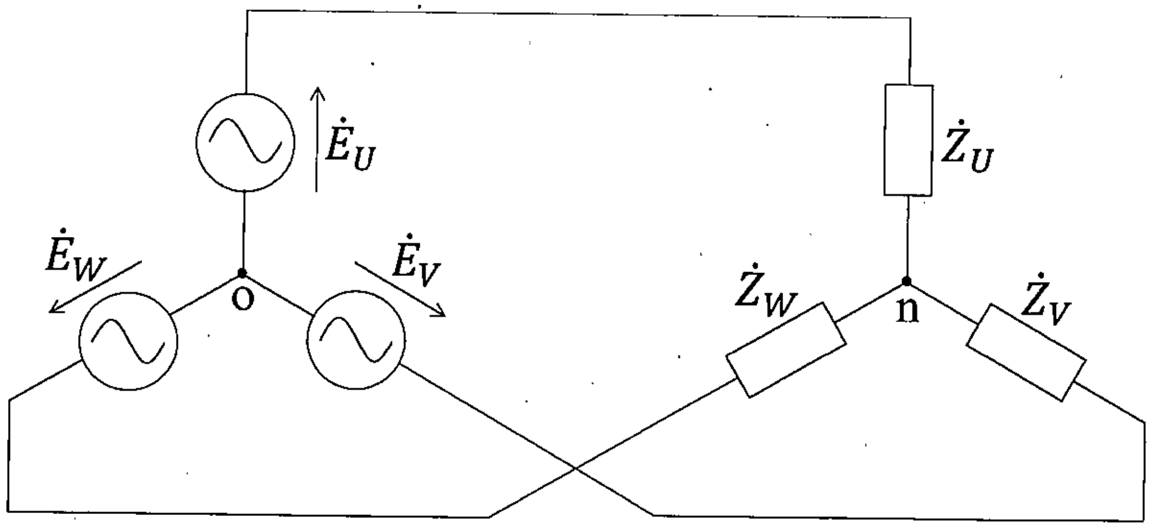

図 7