整理番号
9

2021年度4月入学（2020年度10月入学含む）東京農工大学工学府博士前期課程

問　題　用　紙　　電気電子工学基礎

（電気電子工学専攻）

3枚のうち1

受験番号	MC－

1から3の設問全てに解答せよ．解答は解答用紙の指定の箇所にのみ記入せよ．

1　以下の文章をよく読み，(1)～(21)の空欄に最も適した数値，数式，語句を記入せよ．なお，必要な箇所には適切な単位を付けること．

〔1〕抵抗，コイル，コンデンサの中から2つの素子Z_1, Z_2を選び，それらを図1－1のように，並列に接続した回路に電圧$v_1(t) = 10\sqrt{2}\cos 100t$ [V] を加えたところ，電流$i_1(t) = 2\sqrt{2}\cos\left(100t - \frac{\pi}{3}\right)$ [A] が流れた．この回路のアドミタンス（複素数）を，指数関数形式を用いて表せば， (1) と書くことができる．アドミタンスの実数部は (2) 成分，虚数部は (3) 成分と呼ばれ， (2) 成分の値は (4) ， (3) 成分の値は (5) となる．回路を構成する2つの素子は (6) と (7) ，それぞれの素子値は (8) と (9) と考えられる．

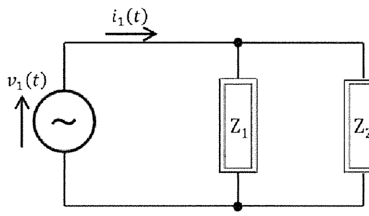

図1－1

〔2〕図1－2のように，内部抵抗10 Ωを持つコイルに正弦波交流電圧（実効値200 V）を加えたところ，実効値10 Aの電流が流れた．コイルのリアクタンスは (10) なので，回路の有効電力は (11) ，無効電力は (12) ，力率は (13) である．このコイルと並列に，端子 ab 間にコンデンサを接続して力率を1にした時，回路の有効電力は (14) ，無効電力は (15) となる．

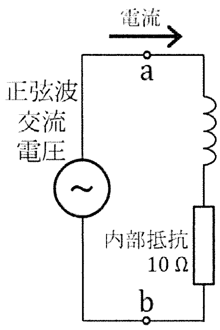

図1－2

〔3〕1 kΩの抵抗，インダクタンス100 Hのコイル，容量1 μFのコンデンサを直列に接続したRLC直列回路がある．この回路の共振周波数f_0は (16) ，Q値は (17) である．回路に電圧$v_2(t) = 10\sqrt{2}\sin 100t$ [V]を加えた時，流れる電流の実効値は (18) ，電圧に対する電流の位相差は (19) である．このRLC直列回路にさらに抵抗，コイル，コンデンサの中から1つの素子を選び直列に接続したところ，共振周波数は$2f_0$になった．接続した素子は (20) ，その素子値は (21) である．

2 以下の問いに答えよ．ただし，導体周囲の空間は誘電率 ε_0, 透磁率 μ_0 の真空とする．

〔1〕 (1) 図2－1のように，z 軸を中心軸とする半径 a の無限に長い完全導体円柱#1の表面に線密度 λ_1〔C/m〕の電荷が一様に分布しているとする．$x-y$ 面内の点 $\mathrm{P}(\rho, \phi)$ の電界 $\boldsymbol{E}_1(\mathrm{P})$ が式 (2.1) で与えられることを示せ．ただし，$\hat{\boldsymbol{\rho}} = \hat{\boldsymbol{x}}\cos\phi + \hat{\boldsymbol{y}}\sin\phi$ は ρ 方向の単位ベクトル，$\rho = \sqrt{x^2+y^2}$ である．

(2) 上問 (1) と同じ導体#1の表面に大きさ I_1〔A〕の電流が z 軸方向に一様に流れているとする．この電流による磁束密度 $\boldsymbol{B}_1(\mathrm{P})$ は式 (2.2) で与えられることを示せ．ただし，$\hat{\boldsymbol{\phi}} = -\hat{\boldsymbol{x}}\sin\phi + \hat{\boldsymbol{y}}\cos\phi$ は ϕ 方向の単位ベクトルである．

$$\boldsymbol{E}_1(\mathrm{P}) = \begin{cases} 0, & \rho < a \\ \dfrac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{\hat{\boldsymbol{\rho}}}{\rho}, & \rho \geq a \end{cases} \cdots (2.1), \qquad \boldsymbol{B}_1(\mathrm{P}) = \begin{cases} 0, & \rho < a \\ \dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi}\dfrac{\hat{\boldsymbol{\phi}}}{\rho}, & \rho \geq a \end{cases} \cdots (2.2)$$

〔2〕 図2－2のように，半径 a の無限長完全導体円柱#2を#1と平行に置いた．式 (2.1) および式 (2.2) を利用して以下の問いに答えよ．ただし，点 $\mathrm{P}'(x,0)$ は x 軸上にあり，$a \leq x \leq d-a$ とする．ここで d $(d \gg 2a)$ は，#1と#2との中心軸間距離である．

(1) #1, #2 の表面にはそれぞれ線密度 λ〔C/m〕, $-\lambda$〔C/m〕の電荷が一様に分布しているものとする．(a) 点 P' の電界 $\boldsymbol{E}(\mathrm{P}')$, (b) 両導体間の電位差 V，および (c) 単位長あたりの静電容量 C_0 を求めよ．

(2) #1, #2 の表面には大きさ I〔A〕の電流がそれぞれ z 方向と $-z$ 方向に一様に流れているものとする．(a) 点 P' の磁束密度 $\boldsymbol{B}(\mathrm{P}')$, (b) 両導体間に鎖交する単位長当たりの磁束 Φ，および (c) 単位長あたりのインダクタンス L_0 を求めよ．

〔3〕 図2－3のように，長さ l，半径 a $(a \ll l)$ の細線導体円柱に角周波数 ω，複素電圧 $\dot{V}_e$ の交流電源をつないだ．以下の問いに答えよ．ただし，円柱の中心軸間距離を d $(d \gg 2a,\ d \ll 2\pi c/\omega)$ とする．ここで c は光速である．

(1) 等価回路を描け．

(2) 共振角周波数 ω_0 を c と l を用いて表せ．

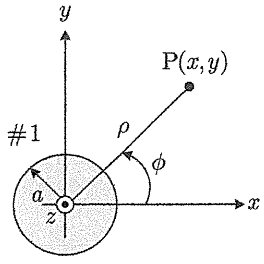

図2－1

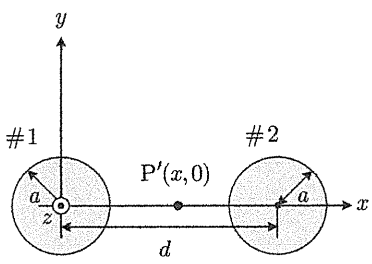

図2－2

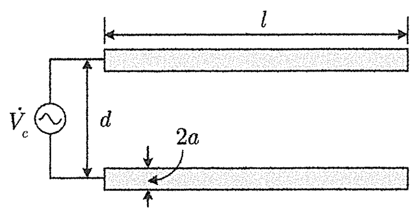

図2－3

受験番号	MC－

３

〔１〕行列$\boldsymbol{A}=\begin{bmatrix}3 & 5\\ 4 & 2\end{bmatrix}$について，以下の問いに答えよ．解答用紙には答えのみ記入せよ．

（１）$\boldsymbol{A}$の固有値をすべて求めよ．

（２）$\boldsymbol{A}$の固有ベクトルを$\boldsymbol{a}=\begin{bmatrix}1\\ \alpha\end{bmatrix}$，$\boldsymbol{b}=\begin{bmatrix}5\\ \beta\end{bmatrix}$としたとき，$\alpha$と$\beta$を求めよ．ただし，$\alpha$と$\beta$は整数とする．

（３）$\boldsymbol{P}^{-1}\boldsymbol{A}\boldsymbol{P}$により$\boldsymbol{A}$を対角化する行列$\boldsymbol{P}$を求めよ．

（４）$\boldsymbol{A}^n=\begin{bmatrix}a_{11} & a_{12}\\ a_{21} & a_{22}\end{bmatrix}$としたとき，$a_{11}+a_{12}+a_{21}+a_{22}$を$n$ を用いて表せ．

〔２〕$f(t)$のフーリエ変換$F(\omega)$を以下で定義する．

$$F(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}f(t)\exp(-\mathrm{j}\omega t)dt$$

このとき以下の各問いで与えられる$f(t)$のフーリエ変換$F(\omega)$を求めよ．ただし，aは正の定数とする．解答用紙には答えのみ記入せよ．

（１）
$$f(t)=\begin{cases}\exp(-at), & t>0\\ 0, & t\leq 0\end{cases}$$

（２）
$$f(t)=\begin{cases}0, & t\geq 0\\ \exp(at), & t<0\end{cases}$$

（３）
$$f(t)=\frac{2}{4a^2+t^2}$$