

2025 年度
編入学試験（一般）
電気電子工学コース

— 専門科目 —

注 意 事 項

1. 必修問題を2問, 選択問題から1問選択し, 計3問解答すること.
2. 受験番号, 科目名, 問題番号を解答用紙に記入すること.
3. 解答欄が不足の場合は, 解答用紙の裏側を使用すること.

数学問題

必修問題

問題1 つぎの微分, 積分を計算せよ. なお, 不定積分では積分定数を省略してよい.

$$(1) \frac{d(2e^{2\sin 2x})}{dx}$$

$$(2) \int \frac{2x^2 - 1}{x + 1} dx \quad \text{ただし } x \neq -1$$

$$(3) \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x)(\sin^2 x) dx$$

問題2 行列を用いて表された x, y, z に関する連立方程式

$$\begin{pmatrix} j & a+j & j \\ 1 & jb & j \\ -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

について, 以下の問いに答えよ. ただし, a および b は実数の定数であり, $j = \sqrt{-1}$ である.

- (1) 係数行列の行列式を計算せよ.
- (2) 連立方程式が自明でない解を持つとき, a および b の値を求めよ.

選択問題

問題3 つぎの微分方程式の一般解を求めよ.

$$(1) \frac{d^2 y}{dx^2} + 4y = 0$$

$$(2) \frac{d^2 y}{dx^2} + 4y = \cos x$$

$$(3) \frac{d^2 y}{dx^2} + 4y = \cos 2x$$

問題 4 直角座標系 (x, y, z) において、スカラー関数 $f = x^2 + y^2 + z^2$ とベクトル関数 $\mathbf{A} = (-2y, 2x, 0)$ が与えられているとき、以下の問いに答えよ。ただし、

$$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right) \text{ である。}$$

(1) $\nabla \cdot (\nabla f + \mathbf{A})$ ($= \operatorname{div}(\operatorname{grad} f + \mathbf{A})$) を求めよ。

(2) $\nabla \times \mathbf{A}$ ($= \operatorname{rot} \mathbf{A}$) を求めよ。

(3) つぎの 4 点, $P(1, 0, 0)$, $Q(0, 1, 0)$, $R(-1, 0, 0)$, $S(0, -1, 0)$ を頂点とする四角形について, $P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow P$ の順に一周する経路を C とする。

線積分 $\int_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}$ を求めよ。ただし, $d\mathbf{r}$ は線積分における微小線素ベクトルを表す。

注 意 事 項

1. 全問解答すること。
2. 受験番号，科目名，問題番号を解答用紙に記入すること。
3. 解答欄が不足の場合は，解答用紙の裏側を使用すること。

電気回路問題

問題 1 図 1 のように，角周波数 ω の正弦波交流電圧源 E ，抵抗 R ，インダクタ L ，キャパシタ C からなる回路がある．以下の問いに答えよ．

- (1) 電源 E からみた全アドミッタンス Y を求めよ．
- (2) 回路に流れる全電流 I が電源と同相となるための角周波数 ω_0 を求めよ．
- (3) (2) の条件が成り立つとき，回路に流れる全電流 I を求めよ．

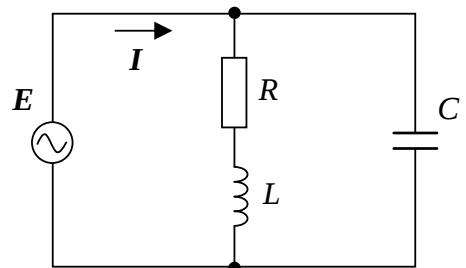


図 1

問題 2 図 2 のように，角周波数 $\omega = 400 \text{ rad/s}$ ，電圧 $|E| = 200 \text{ V}$ （実効値）の正弦波交流電圧源に負荷インピーダンス $Z = 12 + j16 \Omega$ が接続されている．以下の問いに答えよ．

- (1) Z の皮相電力 S [VA]，消費電力 P [W]，無効電力 Q [var] および 力率を求めよ．
なお，力率については，遅れか，進みかも含めよ．

- (2) Z と並列に可変キャパシタ C を接続し， C の静電容量を調整して回路全体の力率を 1.0 とした．このときの静電容量 C_0 [F] を求めよ．
- (3) (2) の C の静電容量を変化させると，力率が進みで，回路全体の皮相電力が 1300 VA となった．このときの C の部分の無効電力 Q_C [var] を求めよ．

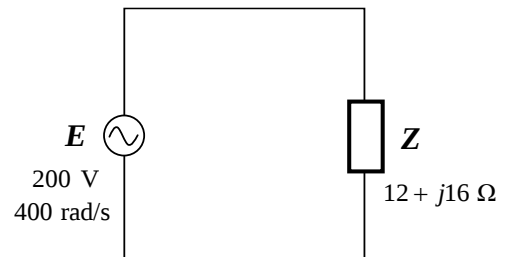


図 2

数学 出題意図・解答例

問題 1

出題意図：微分，積分は物理現象を理解する上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと電気電子分野の専門科目を理解するのが困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例

(1)

$$\frac{d(2e^{2\sin 2x})}{dx} = 2e^{2\sin 2x}(2\sin 2x)' = 8e^{2\sin 2x}\cos 2x$$

(2)

$$\begin{aligned}\int \frac{2x^2 - 1}{x + 1} dx &= \int \frac{2x(x + 1) - 2(x + 1) + 1}{x + 1} dx = \int \left(2x - 2 + \frac{1}{x + 1}\right) dx \\ &= x^2 - 2x + \log(x + 1)\end{aligned}$$

(3)

$$\begin{aligned}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos x \sin^2 x dx &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos x (1 - \cos^2 x) dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos x dx - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 x dx \\ &= [\sin x]_0^{\frac{\pi}{2}} - \frac{1}{4} \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos 3x + 3\cos x) dx = 1 - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} [\sin 3x]_0^{\frac{\pi}{2}} - \frac{1}{4} \cdot 3 [\sin x]_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{1}{3}\end{aligned}$$

問題 2

出題意図：行列計算等の線形代数および複素数は電気電子分野の専門科目を学ぶ上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと専門科目の習得は困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例

(1)

$$\begin{vmatrix} j & a+j & j \\ 1 & jb & j \\ -1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = -1(a+j)j - (-1)j(jb) = 1 - aj - b$$

(2)

係数行列は逆行列を持たないので，行列式は 0 である．よって， $1 - aj - b = 0$ より， $a = 0$ ， $b = 1$ である．

問題 3

出題意図：微分方程式は物理現象，とりわけ過渡現象を理解する上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと電気電子分野の専門科目を理解するのが困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例：

(1) $y = C e^{\lambda x}$ (C ：任意定数)の解を仮定して微分方程式に代入すると，つぎの特性方程式を得る．

$$\lambda^2 + 4 = 0$$

この特性方程式の解は $\lambda = \pm i2$ (ここで， $i = \sqrt{-1}$) となる．そのため，一般解はつぎのように表現できる．

$$y(x) = A \sin 2x + B \cos 2x \quad (A, B : \text{任意定数}).$$

(2) 斉次形の解を y_0 ，特解を y_p とすると，一般解は $y = y_0 + y_p$ と書ける．
斉次形の解は(1)と同様のため，特解を求める．特解を

$$y_p(x) = X \sin x + Y \cos x$$

と仮定して微分方程式に代入すると，次の恒等式を得る．

$$3X \sin x + 3Y \cos x = \cos x.$$

両辺の係数を比較すると， $X = 0$ ， $Y = 1/3$ なので，一般解は

$$y(x) = A \sin 2x + B \cos 2x + \frac{1}{3} \cos x \quad (A, B : \text{任意定数})$$

と表現できる．

(3) 斉次形の解は(1)と同様のため，特解を求める．特解を

$$y_p(x) = Xx \sin 2x + Yx \cos 2x$$

と仮定して微分方程式に代入すると，次の恒等式を得る．

$$-4Y \sin 2x + 4X \cos 2x = \cos 2x.$$

両辺の係数を比較すると， $X = 1/4$ ， $Y = 0$ なので，一般解は

$$y(x) = A \sin 2x + B \cos 2x + \frac{1}{4} x \sin 2x \quad (A, B : \text{任意定数}).$$

と表現できる．

問題 4

出題意図：ベクトル解析は物理現象，とりわけ電磁気学を理解する上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと電気電子分野の専門科目を理解するのが困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例

(1) $\nabla f = (2x, 2y, 2z)$, $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$ なので，

$$\nabla \cdot (\nabla f + \mathbf{A}) = \nabla \cdot \nabla f = \frac{\partial(2x)}{\partial x} + \frac{\partial(2y)}{\partial y} + \frac{\partial(2z)}{\partial z} = 6$$

となる．

(2)

$$\nabla \times \mathbf{A} = \left(-\frac{\partial(2x)}{\partial z}, \frac{\partial(-2y)}{\partial z}, \frac{\partial(2x)}{\partial x} - \frac{\partial(-2y)}{\partial y} \right) = (0, 0, 4).$$

(3) 面 PQRSP を S , z 方向の単位ベクトルを $\mathbf{k}$ とする．ストークスの定理を利用して，線積分を面積分に変換して計算すると，以下のようになる．

$$\int_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r} = \int_S (\nabla \times \mathbf{A}) \cdot \mathbf{k} dS = 4 \int_S dS = 8.$$

電気回路 出題意図

大問 1 では，正弦波交流回路における，抵抗，インダクタ，キャパシタを用いた複素インピーダンス，複素アドミッタンスの計算の能力，および，複素インピーダンス，複素アドミッタンスの実部，虚部，絶対値，偏角の意味の理解を問う．

大問 2 では，正弦波交流回路における，消費電力，無効電力，皮相電力，力率の概念を理解，および，これらに関する計算能力を問う．

電気回路 解答例

問題 1

(1) 電源 E からみた全アドミッタンス Y は,

$$Y = \frac{1}{R + j\omega L} + j\omega C = \frac{R - j\omega L}{R^2 + (\omega L)^2} + j\omega C = \frac{R}{R^2 + (\omega L)^2} + j\omega \left(C - \frac{L}{R^2 + (\omega L)^2} \right)$$

(2) 回路の全電流 I が電源と同相となる角周波数 ω_0 は, この虚部がゼロの場合なので,

$$C - \frac{L}{R^2 + (\omega L)^2} = 0$$

すなわち, これを計算して,

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

(3) このときの回路を流れる全電流 I は, (2) の条件

を適用すると,

$$I = \frac{R}{R^2 + (\omega L)^2} E = \frac{RC}{L} E$$

となる.

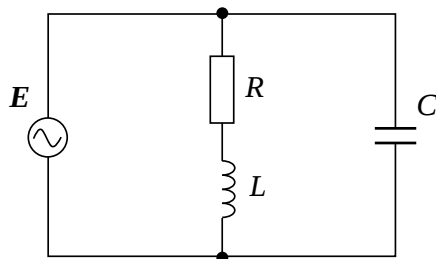


図 1

問題 2

(1) 複素電力は,

$$S = VI^* = \frac{|V|^2}{Z^*} = \frac{40000}{12 - j16} = 1200 + j1600$$

であることより,

$$S = \sqrt{1200^2 + 1600^2} = 2000 \text{ VA}$$

$$P = 1200 \text{ W}$$

$$Q = 1600 \text{ var}$$

また, 力率は $\cos\theta = \frac{1200}{2000} = 0.6$ (遅れ)

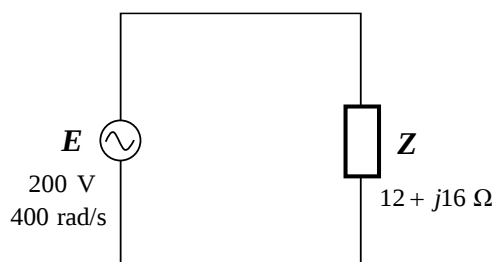
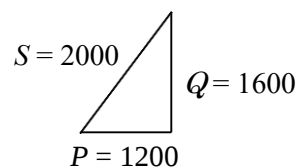


図 2



(2) 力率が 1 となるには,

$$\operatorname{Im}\left(\frac{1}{\underline{Z}} + j\omega C_0\right) = 0$$

となればよいので,

$$\operatorname{Im}\left(\frac{1}{12 + j16} + j\omega C_0\right) = -0.04 + \omega C_0 = 0$$

$$\therefore C_0 = \frac{0.04}{\omega} = \frac{0.04}{400} = 100 \mu\text{F}$$

(3) (1) より, キャパシタ接続後は, $S' = 1300 \text{ VA}$, $P' = P = 1200 \text{ W}$ である。

このとき, $Q' = -500 \text{ var}$ である。

したがって, 接続前後での無効電力の差がキャパシタの電力容量であるので,

$$Q_c = Q - Q' = 1600 - (-500) = 2100 \text{ var}$$

である。

