

令和 9 年度（2026 年実施）

編入学一般入試 1 次

電気電子工学コース

— 専門試験 —

— 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) $\frac{d(e^{3x} \sin 2x)}{dx}$

(2) $\int \frac{x+1}{2x^2+x} dx$ ただし, $x > 0$

(3) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2}{1+\cos x} dx$

問題2 直角座標系 (x, y, z) におけるベクトル

$$A = \begin{pmatrix} 2x - y + 2z \\ 3x + 2y - 3z \\ -2x + 5y + 2z \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} y - z \\ -x + 2z \\ x - 2y \end{pmatrix}, C = A + \alpha B$$

について考える. ただし, α を実数とする. つぎの問いに答えよ.

(1) 原点 $(0,0,0)$ を中心とする半径1の球内部の領域を V とする.

体積分 $\int_V \nabla \cdot A \, dV \left(= \int_V \operatorname{div} A \, dV \right)$ を求めよ.

(2) $\nabla \times C = \mathbf{0}$ ($\operatorname{rot} C = \mathbf{0}$) となる α の値を求めよ.

選択問題

問題3 次の行列に関する以下の問いに答えよ.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

(1) 行列式の値を求めよ.

(2) 逆行列を求めよ.

問題4 つぎの微分方程式を与えられた初期条件のもとで解け. ただし y は x の関数であり, $j = \sqrt{-1}$ である.

(1) $\frac{dy}{dx} + j2y = 4x, y(0) = 1$

(2) $\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + y = \sin(x), y(0) = 0, \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=0} = 0$

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. この回路について, 以下の問いに答えよ.

ただし, $\omega < \frac{1}{\sqrt{LC}}$ であるとする.

(1) 電源 E からみた全インピーダンス Z を求めよ. また, この回路の全電流 I は, 電源電圧に比べて, 位相が進んでいるか, 遅れているか, 理由とともに答えよ.

(2) 電源の瞬時電圧が $e(t) = 100\sqrt{2} \sin(1000t)$ V で, $L = 5$ mH, $C = 100$ μ F, 回路の

力率が $\frac{\sqrt{2}}{2}$ であるとき, 抵抗 R の値を求めよ.

(3) (2) のとき, この回路の消費電力 P の値を求めよ.

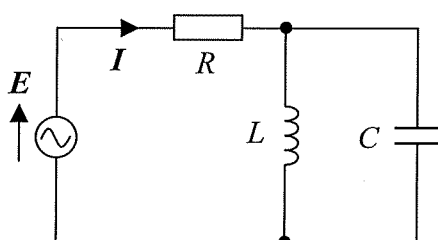


図 1

問題 2 図 2 のように, 正弦波交流電圧源, 抵抗, インダクタ, キャパシタからなる回路がある. I_1, I_2 は閉路電流であり, 電流の符号は図中の閉路の矢印の向きを正とする.

以下の問いに答えよ.

(1) 電源電圧, 抵抗, インダクタンス, キャパシタンスが図のように与えられているとき, I_1, I_2 に沿った閉路の閉路方程式を行列形式で示せ.

(2) 閉路電流 I_1, I_2 を求めよ.

(3) 電源からみた全インピーダンス Z を求めよ.

(4) この回路の消費電力 P , 無効電力 Q を求めよ.

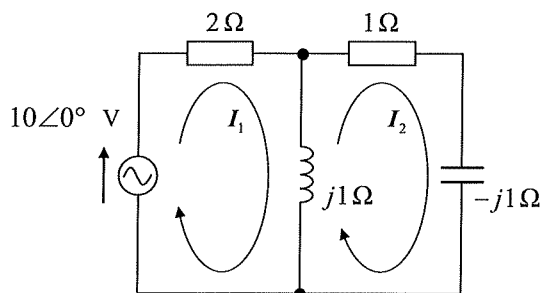


図 2

数学問題 出題意図・解答例

問題 1

微分、積分は物理現象を理解するうえ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。

(1)

$$\frac{d(e^{3x} \sin 2x)}{dx} = (e^{3x})' \sin 2x + e^{3x} (\sin 2x)' = 3e^{3x} \sin 2x + 2e^{3x} \cos 2x$$

(2)

$$\begin{aligned} \int \frac{x+1}{2x^2+x} dx &= \int \frac{(2x+1)-x}{x(2x+1)} dx = \int \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{2x+1} \right) dx \\ &= \log|x| - \frac{1}{2} \log|2x+1| \quad \text{または} \quad \log \frac{|x|}{\sqrt{|2x+1|}} \end{aligned}$$

(3)

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2}{1+\cos x} dx = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{1+2\cos^2 \frac{1}{2}x - 1} dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\cos^2 \frac{1}{2}x} dx = \left[2 \tan \frac{1}{2}x \right]_0^{\frac{\pi}{2}} = 2$$

問題 2

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。

(1)

$$\int_V \nabla \cdot \mathbf{A} dV = 6 \int_V dV = 8\pi$$

(2)

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2x + (\alpha - 1)y + (-\alpha + 2)z \\ (3 - \alpha)x + 2y + (2\alpha - 3)z \\ (\alpha - 2)x + (-2\alpha + 5)y + 2z \end{pmatrix}, \quad \nabla \times \mathbf{C} = \begin{pmatrix} -4\alpha + 8 \\ -2\alpha + 4 \\ -2\alpha + 4 \end{pmatrix}$$

$\nabla \times \mathbf{C} = \mathbf{0}$ のとき、 $\alpha = 2$.

問題 3

行列計算等の線形代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。

(1) 行列式の値は次のようになる。

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \end{pmatrix} = -1 - 2 + 0 - (-1 + 4 + 0) = -6$$

(2) 逆行列は掃き出し法により求めると

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & | & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 2 & | & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 1 & | & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & | & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -3 & | & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 3 & | & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & | & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -3 & | & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 6 & | & -1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$
$$= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & | & \frac{5}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ 0 & 1 & 0 & | & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 6 & | & -1 & 2 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & | & \frac{5}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ 0 & 1 & 0 & | & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 1 & | & -\frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \end{pmatrix}$$

となり、逆行列は

$$\begin{pmatrix} \frac{5}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \end{pmatrix} \quad \text{または} \quad \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 3 \\ -1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

となる。

問題 4

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。

(1) 両辺に e^{j2x} を掛けて式を整理し、両辺を積分すると、次の一般解が得られる。

$$\frac{dy}{dx} e^{j2x} + j2ye^{j2x} = 4xe^{j2x}$$

$$\frac{d}{dx}(ye^{j2x}) = 4xe^{j2x}$$

$$ye^{j2x} = \int 4xe^{j2x} dx = (1 - j2x)e^{j2x} + C$$

$$y = 1 - j2x + Ce^{-j2x} \quad (C: \text{任意定数})$$

初期条件より、 $C = 0$ なので、求める解は次のようになる。

$$y = 1 - j2x$$

(2) $y = e^{j\lambda}$ を仮定して斉次形における特性方程式の解を求めると、 $\lambda = j$ (重解) となる。そのため、斉次解は次のようになる。

$$y = C_1 e^{-x} + C_2 x e^{-x} \quad (C_1, C_2: \text{任意定数})$$

一方、 $y = A \sin(x) + B \cos(x)$ を仮定して非斉次解を求めると、 $A = 0, B = 1/2$ となり、非斉次解は

$$y = -\frac{1}{2} \cos(x)$$

となる。以上より、一般解は

$$y = C_1 e^{-x} + C_2 x e^{-x} - \frac{1}{2} \cos(x)$$

であり、初期条件より $C_1 = C_2 = 1/2$ なので、求める解は次のようになる。

$$y = \frac{1}{2} e^{-x} + \frac{1}{2} x e^{-x} - \frac{1}{2} \cos(x)$$

【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、複素アドミタンス、および電力の計算の能力、さらに、複素インピーダンス、複素アドミタンスの実部、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、回路方程式の概念の理解度、および、これらに関する計算能力を問う。

【解答例】

問題 1

- (1) この回路では, LC が並列に接続され, さらに R が直列に接続されているため, 全インピーダンス Z は,

$$Z = R + \frac{1}{\frac{1}{j\omega L} + j\omega C} = R + j \frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}$$

また, 与えられた条件 $\omega < \frac{1}{\sqrt{LC}}$ より, Z の虚部は正となるので, 電流 I の位相は, 電源 E よりも遅れる.

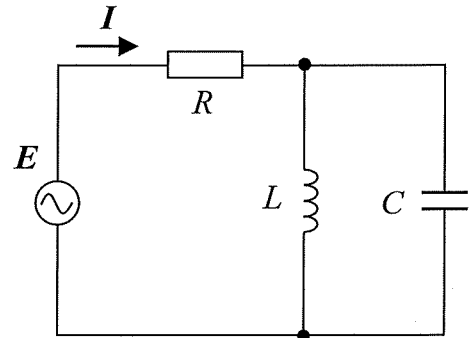


図 1

- (2) $e(t)$ の瞬時値表示より, $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ であり, この値, および, L, C の値を,

- (1) の Z に代入すると,

$$Z = R + j \frac{1000 \times 5 \times 10^{-3}}{1 - 1000^2 \times 5 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-6}} = R + j10 \ \Omega$$

さらに, 力率 $\cos \theta$ が $\frac{\sqrt{2}}{2}$ であるので, Z の偏角 θ は, $\theta = 45^\circ$ であり, これから,

$$\tan 45^\circ = \frac{10}{R} = 1 \text{ となり, よって, } R = 10 \ \Omega$$

- (3) 電源の実効値は 100 V なので, この回路の消費電力 P は,

$$P = \operatorname{Re} \left(\frac{|E|^2}{Z^*} \right) = \operatorname{Re} (500 + j500) = 500 \text{ W}$$

となる.

問題 2

- (1) この回路の閉路方程式は,

$$\begin{cases} (2+j1)I_1 - j1I_2 = 10\angle 0^\circ \\ -j1I_1 + (1+j1-j1)I_2 = 0 \end{cases}$$

また, 行列形式では,

$$\begin{pmatrix} 2+j & -j \\ -j & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

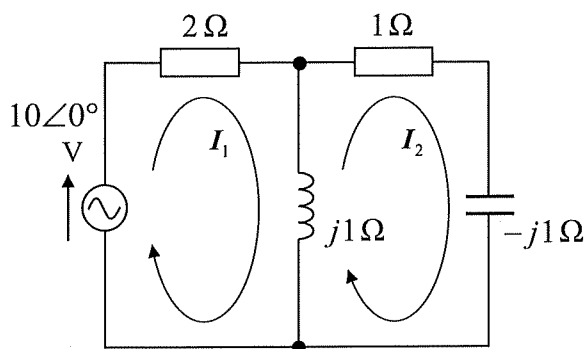


図 2

- (2) 閉路方程式を, I_1 , I_2 について解くと, それぞれ, クラメールの公式より,

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 10 & -j \\ 0 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2+j & -j \\ -j & 1 \end{vmatrix}} = \frac{10}{3+j} = 3-j, \quad I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 2+j & 10 \\ -j & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2+j & -j \\ -j & 1 \end{vmatrix}} = \frac{j10}{3+j} = 1+j3$$

- (3) 電源からみた全インピーダンス Z は, 電源電圧 E と電流 I_1 との比なので,

$$Z = \frac{E}{I_1} = \frac{10\angle 0^\circ}{3-j} = 3+j \Omega$$

- (4) 回路の複素電力 P は, 電源電圧 E と電流 I_1 を用いて,

$$P = EI_1^* = 30 + j10$$

これから, 消費電力 P , 無効電力 Q は, それぞれ,

$$P = \operatorname{Re}(P) = \operatorname{Re}(30 + j10) = 30 \text{ W}, \quad Q = \operatorname{Im}(P) = \operatorname{Im}(30 + j10) = 10 \text{ var (遅れ)}$$