

平成 13 年度 北九州工業高等専門学校 (編入学試験)
電気工学科 (120 分) 解答

- 1 (1) Q_1, Q_2 は共に正または負
(2) Q_1 が正, Q_2 が負 または Q_1 が負, Q_2 が正
(3) 電荷 Q_1, Q_2 間の距離 r に働くクーロン力 F は

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon r^2} \quad \dots \textcircled{1}$$

である。また, 電荷 $Q_1, 2Q_2$ 間の距離 r に働くクーロン力 F' は

$$F' = \frac{Q_1 \cdot 2Q_2}{4\pi\epsilon r^2} = \frac{Q_1 Q_2}{2\pi\epsilon r^2} \quad \dots \textcircled{2}$$

であるので ①, ②より $F' = 2F$. したがって 2 倍になる .

- (4) 電荷 Q_1, Q_2 間の距離 $\frac{1}{2}r$ に働くクーロン力 F'' は

$$F'' = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon \left(\frac{1}{2}r\right)^2} = \frac{Q_1 Q_2}{\pi\epsilon r^2} \quad \dots \textcircled{3}$$

であるので ①, ③より $F'' = 4F$. したがって 4 倍になる .

- 2 (1) $Q = CV$ の関係式より

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}, \quad V_2 = \frac{Q}{C_2}, \quad V_3 = \frac{Q}{C_3}$$

となる .

- (2)

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

よって合成静電容量 C [F] は

$$\frac{1}{C} = \frac{V}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \text{または} \quad C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

$$(3) \quad C = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = \frac{1}{\frac{6}{6}} = 1 \text{ } [\mu\text{C}]$$

$$(4) \quad Q = CV = 1 \times 10^{-6} \times 1 = 1 \times 10^{-6} \text{ } [\text{C}] = 1 \text{ } [\mu\text{C}]$$

$$(5) \quad V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{1 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = 0.5 \text{ } [\text{V}]$$

3 (1) フレミングの左手の法則より (図は省略)

$$(2) F = BI\ell = 1.5 \times 2 \times 1 = 3 \text{ [N]}$$

(3) 磁界または電流のいずれか一つの方法を正反対にする .

4 (1) 2 が + になる

N を近づけるとコイルには反発する N 極が生じ , コイルには N 極を生じさせる向きに (右ねじの法則) 起電力が生じる .

(2) 1 が + になる

N を遠ざけると , 磁束の変化を妨げる向きの磁極がコイルに表れるため (コイルの右側が S 極になる) , 右ねじの法則に従う向きに起電力が生じる .

(3) 1 が + になる

S を近づけると , 反発する向きの S 極がコイルの右側に表れるため , 右ねじの放送区に従う向きに起電力が生じる .

5 (1) R_5 の電流が 0 なので R_5 による電圧降下がないことから b と e の電位は同じである . よって e の電位は + となる .

(2) - になる .

b,e 間を比較すると , e 点の

$$\frac{3}{3+7} = 0.3$$

に対し , c 点は

$$\frac{2+3}{5+2+3} = 0.5$$

であり , c 点が高いため .

(3) $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow f \rightarrow g$ を流れるとき ,

$$R_1 I_1 + (R_2 + R_3 + R_4)(I_1 - I_2) + R_7 I_1 = E$$

$b \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b$ を流れるとき ,

$$(R_5 + R_6)I_2 + (R_2 + R_3 + R_4)(I_2 - I_1) = 0$$

(4) (3) の第 2 式は

$$(7+3)I_2 + (5+2+3)(I_2 - I_1) = 0$$

であるから

$$I_1 = 2I_2 \quad \dots \textcircled{1}$$

となる．また $V_{cg} = 65$ [V] より

$$\begin{aligned}(R_3 + R_4)(I_1 - I_2) + R_7 I_1 &= 65 \\ (2 + 3)(I_1 - I_2) + 4I_1 &= 65 \\ 9I_1 - 5I_2 &= 65 \quad \dots \textcircled{2}\end{aligned}$$

であるから， $\textcircled{1}$ ， $\textcircled{2}$ より $I_1 = 10$ ， $I_2 = 5$ ．

したがって，この結果を (3) の第 1 式に代入して

$$E = 1 \times 10 + (5 + 2 + 3)(10 - 5) + 4 \times 10 = 100 \text{ [V]}$$

(5) (4) の結果を参照

(6) (4) より

$$I_1 - I_2 = 10 - 5 = 5 \text{ [A]}$$

6 (1) $|\dot{Z}| = \sqrt{(-1)^2 + (\sqrt{3})^2} = 2$

$$\arg \dot{Z} = \tan^{-1} \frac{\sqrt{3}}{-1} = \frac{2}{3}\pi$$

$$\dot{Z}^* = -1 - j\sqrt{3}$$

(2) $\dot{Z}_1 = \dot{Z}e^{-j\frac{\pi}{2}} = (-1 + j\sqrt{3})(-j) = \sqrt{3} + j$

(3)

$$\begin{aligned}\dot{Z}_2 &= \dot{Z} + (\dot{Z}_1 - \dot{Z})e^{\pm j\frac{\pi}{3}} \\ &= -1 + j\sqrt{3} + \{(-\sqrt{3} - j) - (-1 + j\sqrt{3})\} \left(\frac{1}{2} \pm j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \\ &= -1 + j\sqrt{3} + \{(1 - \sqrt{3}) - j(1 + \sqrt{3})\} \left(\frac{1}{2} \pm j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \\ &= \left(-\frac{1}{2} \pm \frac{3}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \pm \frac{\sqrt{3}}{2} \right) + j \left(-\frac{1}{2} \mp \frac{3}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \pm \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \\ &= 1 + j(-2 + \sqrt{3}), (-2 - \sqrt{3}) + j1\end{aligned}$$

7 $2\pi \times 1000 \times L = 6$ より $X_L = 2\pi \times 500 \times L = 3$

$$\frac{1}{2\pi \times 1000 \times C} = 2 \text{ より } X_C = \frac{1}{2\pi \times 500 \times C} = 4$$

したがって， $\dot{Z} = R + j(X_L - X_C) = 1 - j1$

$$|\dot{Z}| = \sqrt{1^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}$$

虚数部が負であるので，容量性インピーダンスである．

$$\boxed{8} \quad \dot{Z} = \frac{4 \times (-j3)}{4 - j3} = \frac{-j12(4 + j3)}{(4 - j3)(4 + j3)} = \frac{36 - j48}{25} = 1.44 - j1.92 \text{ } [\Omega]$$

$$\dot{I}_R = \frac{j24}{4} = j6 \text{ } [\text{A}]$$

$$\dot{I}_C = \frac{j24}{-j3} = -8 \text{ } [\text{A}]$$

$$\dot{I} = \dot{I}_C + \dot{I}_R = -8 + j6 \text{ } [\text{A}]$$

$\dot{V}$ に対する $\dot{I}$ の位相差 α は , 図 1 より

$$\sin \alpha = \frac{3}{5}, \quad \cos \alpha = -\frac{4}{5}$$

であるので , $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ となる .

したがって , $\dot{I}$ は $\dot{V}$ より位相が進んでいる .

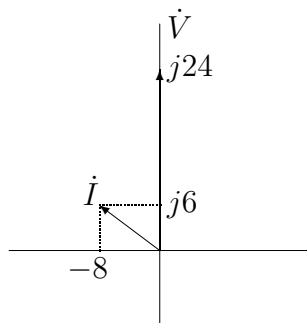


図 1: $\dot{V}$ に対する $\dot{I}$ の位相差