

①（電気回路）

<正解・解答例>

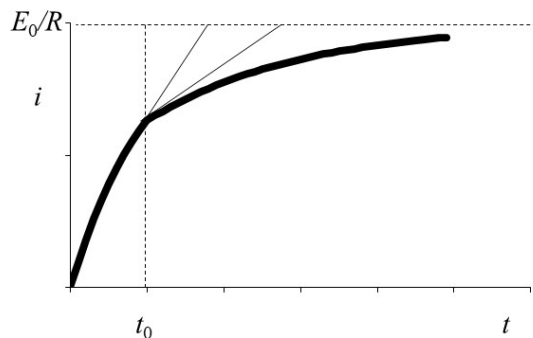
(1)

$$1) \quad i(t) = \frac{E_0}{R} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{R}{L}t\right) \right\}$$

$$2) \quad \frac{E_0}{R} - i = \frac{2L}{R} \frac{di}{dt}$$

$$3) \quad i(t) = \frac{E_0}{R} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{R}{2L}(t + t_0)\right) \right\}$$

4)



(2)

$$1) \quad E(s) = RI(s) + LsI(s)$$

$$2) \quad I(s) = \frac{E_0 \omega}{(s^2 + \omega^2)(R + Ls)}$$

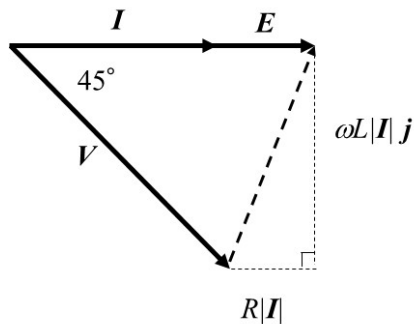
$$3) \quad i(t) = \frac{E_0}{R^2 + \omega^2 L^2} \left\{ \omega L \exp\left(-\frac{R}{L}t\right) + R \sin(\omega t) - \omega L \cos(\omega t) \right\}$$

$$4) \quad \alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\omega L}{R} \right)$$

(3)

$$1) \quad I = \frac{E}{R + j\omega L + Z}$$

2)



$$3) \quad |V| = \sqrt{2} \omega L |I|$$

<出題意図>

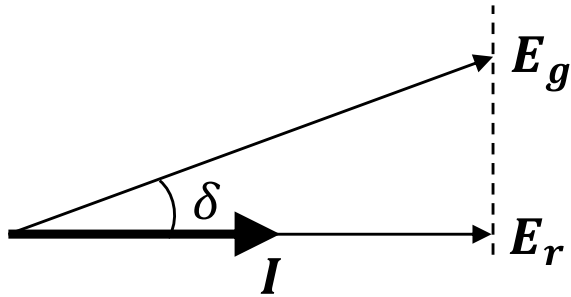
抵抗、インダクタンス素子、電源などで構成される電気回路に関する問題である。集中定数回路の過渡現象および複素インピーダンスに関する理解と思考力を問う。

②（電気エネルギー）

<正解・解答例>

(1) $X_0 = X$

(2) $I = \frac{E_g \sin \delta}{X_0} + j0$



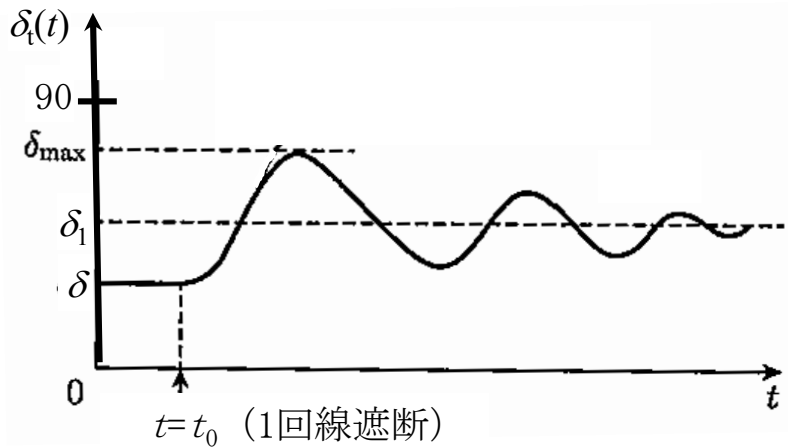
(3) $P_g + jQ_g = E_g I^*$

$P_g = \frac{E_g^2}{X_0} \cos \delta \sin \delta = \frac{E_g E_r}{X_0} \sin \delta, Q_g = \frac{(E_g \sin \delta)^2}{X_0}$

(4) $P_g = P_M$

(5) $\delta_1 = \sin^{-1} \left(\frac{3}{2} \sin \delta \right)$

(6)



<出題意図>

変圧器を含む電力系統に関する問題である。送電特性や安定度に関する理解と思考力を問う。

③（電子回路）

<正解・解答例>

- (1) $I_C = 20\text{mA}$, $V_{CE} = 16\text{V}$
- (2) $R_1/R_2 = 9$
- (3) $n_1:n_2 = 10:1$
- (4) $P_{\text{out}1} = 160\text{mW}$
- (5) $\eta = 47\%$
- (6) $r_g = 500\Omega$
- (7) $e_g = 0.2\text{V}$
- (8) $A_p = 16000$, $G_p = 42\text{dB}$
- (9) $P_{\text{out}2} = 320\text{mW}$, $P_{\text{DC}} = 407\text{mW}$
- (10) $I_C = 25.5\text{mA}$

<出題意図>

トランス結合型バイポーラトランジスタ増幅回路に関する問題である。トランジスタを使用した増幅回路に関する理解と思考力を問う。

4 (電子物性)

<正解・解答例>

(1)

1) $(0, 0, 0), \left(0, \frac{a}{2}, \frac{a}{2}\right), \left(\frac{a}{2}, 0, \frac{a}{2}\right), \left(\frac{a}{2}, \frac{a}{2}, 0\right)$

2) $(0, 0, 0), \left(\frac{a}{4}, \frac{a}{4}, \frac{a}{4}\right)$

3) せん垂鉛鉱, GaAs/ZnS など

4) (111) , これと $(\bar{1}11)$, $(1\bar{1}1)$, $(11\bar{1})$, $(\bar{1}\bar{1}1)$, $(\bar{1}1\bar{1})$, $(1\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ を合わせた 8 面

5) $\mathbf{b}_1 = 2\pi \frac{\mathbf{a}_2 \times \mathbf{a}_3}{\mathbf{a}_1 \cdot (\mathbf{a}_2 \times \mathbf{a}_3)}, \mathbf{b}_2 = 2\pi \frac{\mathbf{a}_3 \times \mathbf{a}_1}{\mathbf{a}_1 \cdot (\mathbf{a}_2 \times \mathbf{a}_3)}, \mathbf{b}_3 = 2\pi \frac{\mathbf{a}_1 \times \mathbf{a}_2}{\mathbf{a}_1 \cdot (\mathbf{a}_2 \times \mathbf{a}_3)}$

(2)

1) $2d_{hkl} \sin \theta = n\lambda$

2) $\mathbf{G}_{hkl} = \frac{k+l}{2} \mathbf{b}_1 + \frac{h+l}{2} \mathbf{b}_2 + \frac{h+k}{2} \mathbf{b}_3$

3) $|\mathbf{G}_{hkl}| = \frac{2\pi}{d_{hkl}}, d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}}$

(3)

1) $S_{\text{fcc}} = F[1 + e^{-\pi i(h+k)} + e^{-\pi i(h+l)} + e^{-\pi i(k+l)}]$

2) h, k, l が偶奇混在している

<出題意図>

ダイヤモンド構造の結晶に関する問題である。結晶構造に関する理解と思考力を問う。

5 (論理回路)

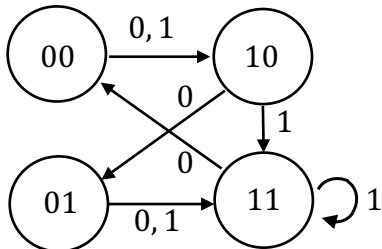
<正解・解答例>

(1)

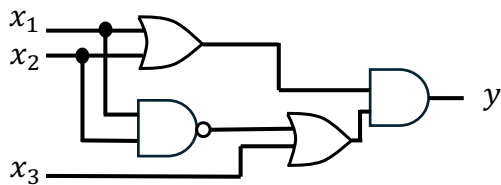
1) 回路 A : $y = \overline{x_1}x_2 + x_1\overline{x_2} + x_2x_3$, $y = \overline{x_1}x_2 + x_1\overline{x_2} + x_1x_3$ (いずれも正解)

回路 B : $y = \overline{x_1} + x_2$

2)

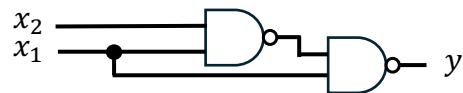


3)



4)

以下のいずれも正解



(2)

1)

x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

2)

$(c_1, c_2, c_3, c_4) = (1, 0, 1, 1)$

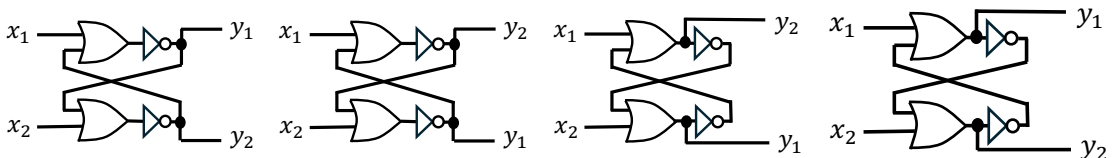
3)

回路 C の論理式は, $y = c_1x_1x_2 + c_2x_1\overline{x_2} + c_3\overline{x_1}x_2 + c_4\overline{x_1}\overline{x_2}$ となる. (x_1, x_2) を入力とする最小項 $(x_1x_2, x_1\overline{x_2}, \overline{x_1}x_2, \overline{x_1}\overline{x_2})$ をすべて含むため, (x_1, x_2) を入力とする任意の論理関数を表現できる.

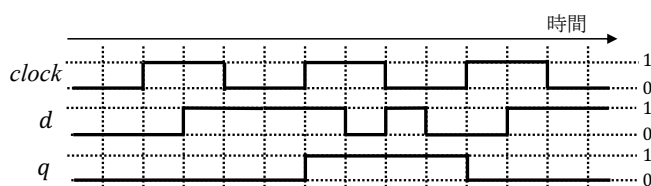
(3)

1)

以下のいずれも正解



2)



<出題意図>

順序回路及び組合せ回路に関する問題である。二値論理とフリップフロップに関する理解と思考力を問う。

6 (情報理論)

<正解・解答例>

(1)

$$1) \quad P = \begin{bmatrix} p_1 & 1-p_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_2 & 1-p_2 \\ p_3 & 1-p_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_4 & 1-p_4 \end{bmatrix}$$

$$2) \quad p_{11}^{(2)} = p_1^2$$

$$p_{12}^{(2)} = p_1(1-p_1)$$

$$p_{13}^{(2)} = p_2(1-p_1)$$

$$p_{14}^{(2)} = (1-p_1)(1-p_2)$$

$$3) \quad q_1 = \frac{1}{8}, \quad q_2 = \frac{3}{8}, \quad q_3 = \frac{3}{8}, \quad q_4 = \frac{1}{8}$$

$$4) \quad p_L = \frac{1}{2}$$

$$5) \quad 0.815 \text{ (bit)}$$

(2)

$$1) \quad T = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$2) \quad p_{\text{Rx}}(0) = \frac{3}{8}, \quad p_{\text{Rx}}(\phi) = \frac{1}{4}, \quad p_{\text{Rx}}(1) = \frac{3}{8}$$

$$3) \quad I(L'; R) = 0.065 \text{ (bit)}$$

$$4) \quad (1, 0, 0, 1)$$

<出題意図>

マルコフ情報源及び2元対称消失通信路に関する問題である。情報量とエントロピー、通信路に関する理解と思考力を問う。