令和７年度（１０月期入学）及び令和８年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験

解　答　例

専　攻　名	電子情報通信学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　①電気回路

I

問１　$\dot{Z}_O = R_1 + jX_1$ [Ω]

問２　(1)　$|X_1| = \omega L = 1000 \times 60 \times 10^{-3} = 60$ [Ω]

(2)　インピーダンス $\dot{Z}_O$ の位相が，60° になることから

$$\tan^{-1}\frac{60}{R_1} = 60^\circ \qquad \therefore \frac{60}{R_1} = \sqrt{3} \qquad \therefore R_1 = 20\sqrt{3}\ [\Omega]$$

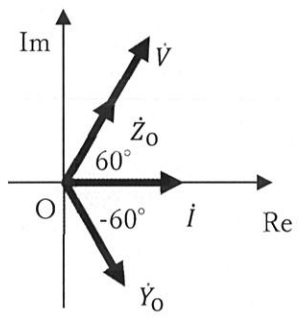
(3)　$\dot{Y}_O = \frac{1}{\dot{Z}_O} = \frac{1}{20\sqrt{3}+j60} = \frac{\sqrt{3}-j3}{240}$ [S]

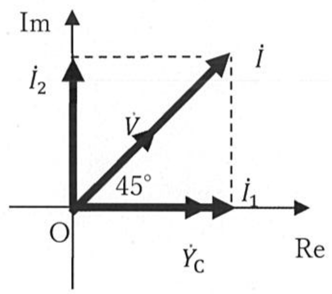
(4)　インピーダンス $\dot{Z}_O$ のフェーザ形式は，

$\dot{Z}_O = 20\sqrt{3} + j60 = 40\sqrt{3}\angle 60^\circ$ [Ω] であるため，求めたい電圧のフェーザ形式は，

$\dot{V} = \dot{Z}_O \dot{I} = 40\sqrt{3}\angle 60^\circ \times 2\sqrt{3}\angle 0^\circ = 240\angle 60^\circ$ [V]

(5)　フェーザ図は下の左図のとおり。





問３　(1)　リアクタンス X_1 はインダクタンスであるため，電圧を基準にすると，電流の位相を遅らせる。回路に流れる電流の位相が電圧と一致するためには，リアクタンス X_2 に流れる電流が位相を進める必要がある。そのため，素子としてはキャパシタンスとなる。

(2)　$\dot{Y}_C = \frac{1}{R_1+jX_1} + \frac{1}{R_2-jX_2} = \frac{R_1-jX_1}{R_1^2+X_1^2} + \frac{R_2+jX_2}{R_2^2+X_2^2} = \frac{R_1}{R_1^2+X_1^2} + \frac{R_2}{R_2^2+X_2^2} + j\left(\frac{X_2}{R_2^2+X_2^2} - \frac{X_1}{R_1^2+X_1^2}\right)$ [S]

(3)　位相差がゼロであることから，アドミタンスの虚部がゼロになればよい。$\mathrm{Im}\,[\dot{Y}_C] = 0$。

$\frac{X_2}{R_2^2+X_2^2} - \frac{X_1}{R_1^2+X_1^2} = 0$　または $\frac{X_2}{R_2^2+X_2^2} = \frac{X_1}{R_1^2+X_1^2}$

(4)　上式に代入すると，$\frac{X_2}{100+X_2^2} = \frac{10}{100+100}$

$\therefore 200X_2 = 10X_2^2 + 1000 \qquad \therefore X_2^2 - 20X_2 + 100 = 0 \qquad \therefore X_2 = 10$ [Ω]

$X_2 = \frac{1}{\omega C} = 10 \qquad \therefore C = 100$ [μF]

(5)　電圧の直交座標形式は，$\dot{V} = 100\sqrt{2} + j100\sqrt{2}$ [V]であり，各枝路電流は，

$\dot{I}_1 = \frac{100\sqrt{2}+j100\sqrt{2}}{10+j10} = 10\sqrt{2}$ [A]，　$\dot{I}_2 = \frac{100\sqrt{2}+j100\sqrt{2}}{10-j10} = j10\sqrt{2}$ [A]　　$\dot{I} = 10\sqrt{2} + j10\sqrt{2}$ [A]

(6)　フェーザ図は上の右図のとおり。

令和７年度（１０月期）及び令和８年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 解　答　例	
専攻名	電子情報通信学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　②電子回路

I

問１

(1) $i = \dfrac{V}{R}$ [A]

(2) この回路は，一般に，$\boxed{\text{積分}}$ 回路と呼ばれている。

(3) $Q(t) = \displaystyle\int_0^t i(t')dt' = \int_0^t \frac{V}{R}dt' = \frac{Vt}{R}$ [C]

(4) ある時刻でのキャパシタの電圧を $v_{\rm c}(t)$ とすると，$v_{\rm c}(t) = \dfrac{Q(t)}{C} = \dfrac{Vt}{CR}$ となる。
これより，$v_{\rm o}(t) = -v_{\rm c}(t) = -\dfrac{Vt}{CR}$ [V]

問２

(1) 12 V

(2) オペアンプ A_1 の正相端子の電圧を $v_{+\mathrm{A1}}$ は, 抵抗 R_2 と R_3 で分割された電圧をとる。

$$v_{+\mathrm{A1}} = \frac{R_2 v_{\mathrm{o1}} + R_3 v_{\mathrm{o2}}}{R_2 + R_3} \text{ [V]}$$

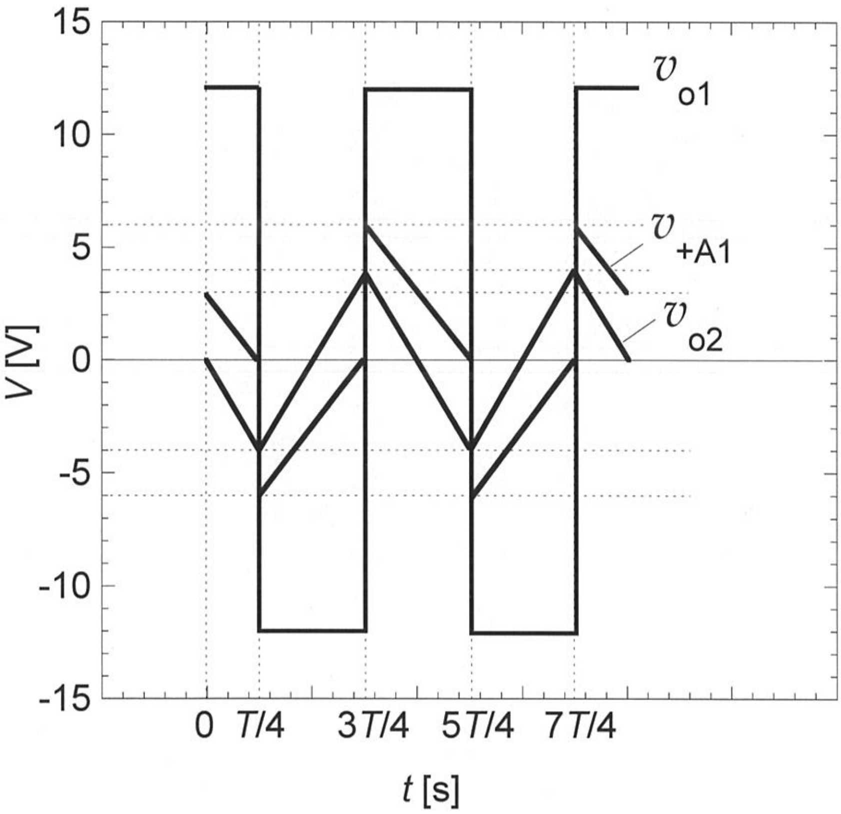
(3)

$$v_{\mathrm{o2}}(t) = -\frac{1}{CR_1}\int_0^t v_{\mathrm{o1}}(t')dt' \text{ [V]}$$

(4) 初期条件より，t=0 で，$v_{\mathrm{o1}}(0) > 0, v_{\mathrm{o2}}(0) = 0$ である。一方，イマジナリーショートより，$v_{-\mathrm{A1}} = 0$ である。(3) より，$v_{+\mathrm{A1}} > v_{-\mathrm{A1}}$ を満たさなくなるまで，v_{o2} は時間とともに減少する。$v_{+\mathrm{A1}} > v_{-\mathrm{A1}}$ を満たさなくなる条件とは，$v_{+\mathrm{A1}} = 0$ となるときである。$v_{+\mathrm{A1}} = 0$ となるまでに要する時間を T' とすると，$v_{\mathrm{o2}} = -\dfrac{R_2}{R_3}v_{\mathrm{o1}} = -\dfrac{T'v_{\mathrm{o1}}}{CR_1}$ となることが分かる．これが v_{o2} の最小電圧となる。初期状態から，$v_{+\mathrm{A1}} = 0$ となるまでに要する時間と，v_{o2} が 0 から最小電圧に到達するまでの時間は等しく，T' である。
$v_{+\mathrm{A1}} = v_{-\mathrm{A1}}$ のとき，v_{o1} の出力が反転する。このとき，$v_{\mathrm{o1}}(T') < 0$ であるので，$v_{+\mathrm{A1}} < 0$ となる。その後，$v_{+\mathrm{A1}} < v_{-\mathrm{A1}}$ が成立しなくなるまで，つまり，$v_{+\mathrm{A1}} = 0$ となるまで，v_{o2} は時間経過とともに増加する。v_{o2} の最大電圧は，$v_{\mathrm{o2}} = \dfrac{R_2}{R_3}v_{\mathrm{o1}}$ である．v_{o2} が，最小電圧から最大電圧まで増加するために要する時間を，T' を用いて表わすと $2T'$ である。これは発振回路の半周期に相当する。従って，周期 T は，$T = 2 \cdot 2T' = 4T'$ で表される。以上より，$v_{+\mathrm{A1}} > v_{-\mathrm{A1}}$ を満たさなくなるまでの時間範囲を T を用いて表すと，$0 \leq t < \boxed{\dfrac{T}{4}}$ となる。

(5) 発振周期は次の式で表わされる。

$$T = \frac{4CR_1R_2}{R_3} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^3} = 4 \times 10^{-4} \text{ s}$$


15
10
5
0
-5
-10
-15
V [V]
0 T/4 3T/4 5T/4 7T/4
t [s]
v o1
v +A1
v o2

令和７年度（１０月期入学）及び令和８年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 解　答　例	
専 攻 名	電子情報通信学専攻
試験科目名	専門科目　③電気磁気学

I

問 1

(1) 極座標のベクトルの勾配は次式であらわされ

$$\boldsymbol{E}(r,\theta,\phi) = -\mathrm{grad}\,V = -\left(\mathbf{e_r}\frac{\partial V}{\partial r} + \mathbf{e_\theta}\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \theta} + \mathbf{e_\phi}\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial V}{\partial \phi}\right)$$

電位 V は r のみの関数であるため，

$$E(r) = -\frac{\partial V}{\partial r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}(kr+1)\frac{e^{-kr}}{r^2}$$

(2) 半径 r 内の電荷量を Q とおくと，ガウスの法則より，

$$4\pi r^2 E(r) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

となるため，

$$Q = (kr+1)e^{-kr}$$

(3) 上問で $r=0$ とすればよいので，

$$Q|_{r=0} = 1$$

(4) 同様に $r\to\infty$ とすればよいので，

$$Q|_{r\to\infty} = \lim_{r\to\infty}\frac{kr+1}{e^{kr}} = 0$$

(5) 電荷密度 $\rho(r,\theta,\phi)$ はガウスの法則もしくはポアソンの方程式から求めればよいので，極座標形式では

$$\text{ガウスの法則：}\mathrm{div}\,\boldsymbol{E} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2E_r) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}(E_\theta\sin\theta) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial E_\phi}{\partial\phi} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$\text{ポアソンの方程式：}\mathrm{div\,grad}\,V = \nabla^2 V = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta\frac{\partial V}{\partial\theta}\right) + \frac{1}{r^2\sin^2\theta}\frac{\partial^2 V}{\partial\phi^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

となり，どちらから求めても

$$\rho = -\frac{k^2}{4\pi}\frac{e^{-kr}}{r}$$

(6) 原点を除く空間での電荷量を$Q|_{r\neq0}$とすると，

$$Q|_{r\neq0} = \int_{r=0}^{\infty}\rho(r)\,4\pi r^2dr = -k^2\int_0^{\infty} re^{-kr}dr = -k^2\cdot\frac{1}{k^2} = -1$$

（別解）(3)と(4)より $Q|_{r\neq0} = -1$ としてもよい。

令和７年度（１０月期入学）及び令和８年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 解　答　例	
専 攻 名	電子情報通信学専攻
試験科目名	専門科目　③電気磁気学

問 2

(1) アンペアの法則より

$$2\pi r H(r) = \pi r^2 J$$

$$H(r) = \frac{1}{2} r J$$

(2) 同様に

$$2\pi r H(r) = \pi a^2 J$$

$$H(r) = \frac{1}{2}\frac{a^2}{r} J$$

(3) この問題は空洞を $+z$ 方向に流れる電流と $-z$ 方向に流れる電流の和と考えればよい。(1)を用いて空洞内の点 P での磁界はそれぞれ,

$$\boldsymbol{H}_+ = \mathbf{e}_\theta \frac{1}{2} rJ, \qquad \boldsymbol{H}_- = -\mathbf{e}_{\theta'} \frac{1}{2} r' J$$

となる。そして点 P での磁界 $\boldsymbol{H}$ はこれらのベクトル和となるので，それぞれの回転方向の単位ベクトルを直交座標系で示すと

$$\mathbf{e}_\theta = -\mathbf{e}_x \sin\theta + \mathbf{e}_y \cos\theta = -\mathbf{e}_x \frac{y}{r} + \mathbf{e}_y \frac{x}{r}, \qquad \mathbf{e}_{\theta'} = -\mathbf{e}_x \frac{y}{r'} + \mathbf{e}_y \frac{x-d}{r'}$$

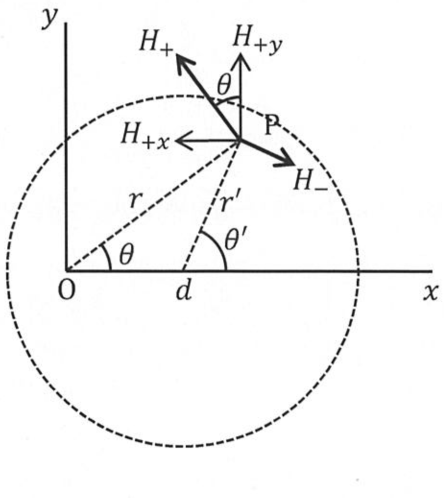
となり

$$\boldsymbol{H} = \boldsymbol{H}_+ + \boldsymbol{H}_- = \mathbf{e}_y \frac{1}{2} dJ$$

となる。したがって，空洞内の磁界の大きさは

$$H = \frac{1}{2} dJ$$

と空洞内の位置に依存せず一定の値となる。



令和7年度（１０月期入学）及び令和8年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 解　答　例	
専　攻　名	電子情報通信学専攻　（一般選抜）
試験科目名	専門科目　④情報理論

問1

$$H(A) = P(a_1)\log_2\frac{1}{P(a_1)} + P(a_2)\log_2\frac{1}{P(a_2)} = \frac{1}{2}\log_2 2 + \frac{1}{2}\log_2 2 = 1$$

問2

$$P(a_1, b_1) = P(a_1) \times P(b_1|a_1) = \frac{3}{8}$$

$$P(a_2, b_1) = P(a_2) \times P(b_1|a_2) = \frac{1}{4}$$

$$P(b_1) = P(a_1, b_1) + P(a_2, b_1) = \frac{5}{8}$$

問3

$$P(a_1, b_2) = P(a_1) \times P(b_2|a_1) = \frac{1}{8}$$

$$P(a_2, b_2) = P(a_2) \times P(b_2|a_2) = \frac{1}{4}$$

$$P(b_2) = P(a_1, b_2) + P(a_2, b_2) = \frac{3}{8}$$

問4

$$H(B) = P(b_1)\log_2\frac{1}{P(b_1)} + P(b_2)\log_2\frac{1}{P(b_2)} = 3 - \frac{5}{8}\log_2 5 - \frac{3}{8}\log_2 3$$

問5

$$H(A, B) = P(a_1, b_1)\log_2\frac{1}{P(a_1, b_1)} + P(a_1, b_2)\log_2\frac{1}{P(a_1, b_2)} + P(a_2, b_1)\log_2\frac{1}{P(a_2, b_1)} + P(a_2, b_2)\log_2\frac{1}{P(a_2, b_2)}$$

$$= \frac{5}{2} - \frac{3}{8}\log_2 3$$

問6

$$H(A|B) = H(A, B) - H(B) = -\frac{1}{2} + \frac{5}{8}\log_2 5$$

問7

$$I(A; B) = H(A) - H(A|B) = \frac{3}{2} - \frac{5}{8}\log_2 5$$

令和７年度（１０月期入学）及び令和８年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 解　答　例	
専　攻　名	電子情報通信専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　⑤アルゴリズムとデータ構造

I.

問 1

(1) 4, 8, 7, 6, 4, 5, 10, 2, 6, 3, 1

(2) 10

(3) 10

問 2

(1) コストは 9+4+9=22。$t=1$ はS_1，$t=2$ はS_2，$t=3$ はS_1

(2) $C(S_1,1)=9$，$C(S_2,1)=11$，$C(S_3,1)=11$，$C(S_1,2)=16$，$C(S_2,2)=13$，$C(S_3,2)=16$，$C(S_1,3)=21$，$C(S_2,3)=20$，$C(S_3,3)=23$。これらより，コストは 20，$t=1$ はS_3，$t=2$ はS_1，$t=3$ はS_2

(3) 貪欲法

(4) 動的計画法

解　答　例

専　攻　名	電子情報通信学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　⑥論理回路

I

問1

正しい計算結果

232　（※-24 は 8 ビットの 2 の補数表現で 1110 1000 。これを正数の 2 進数として考える。）

問2

10進	A_4	A_3	A_2	A_1	Z
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	1

A_4A_3 \ A_2A_1	00	01	11	10
00	1		1	
01				1
11	×	×	×	×
10		1	×	×

×: don't care

簡単化した積和形

$$Z = \overline{A_4}\,\overline{A_3}\,\overline{A_2}\,\overline{A_1} + \overline{A_3}\,A_2\,A_1 + A_3\,A_2\,\overline{A_1} + A_4\,A_1$$

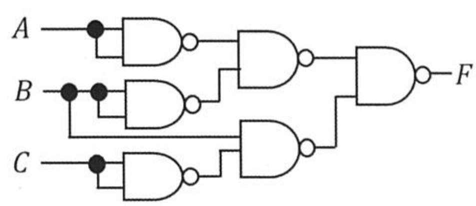
問3

簡単化

$$F = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B\bar{C} + AB\bar{C}$$
$$= \bar{A}\bar{B} + (A + \bar{A})B\bar{C}$$
$$= \bar{A}\bar{B} + B\bar{C}$$

$$F = \bar{A}\bar{B} + B\bar{C} = \overline{\overline{\bar{A}\bar{B} + B\bar{C}}} = \overline{\overline{\bar{A}\bar{B}}\;\overline{B\bar{C}}} = \overline{\overline{\overline{AA}\;\overline{BB}}\cdot\overline{B\;\overline{CC}}}$$

NANDゲートのみの回路図



問4

主加法標準展開形

$$F = \overline{A + B + C} + \bar{A}(B \oplus C) + B = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}(B\bar{C} + \bar{B}C) + ABC + \bar{A}BC + AB\bar{C} + \bar{A}B\bar{C}$$
$$= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + ABC + \bar{A}BC + AB\bar{C} + \bar{A}B\bar{C}$$

令和７年度（１０月期入学）及び令和８年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験

解　答　例

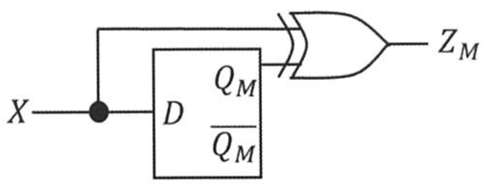
専　攻　名	電子情報通信学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　⑥論理回路

問５

状態遷移表

X	Q_M	Q'_M	Z_M
0	0	0	0
1	0	1	1
0	1	0	1
1	1	1	0

論理回路図



応用方程式

$$Q'_M = X\overline{Q_M} + XQ_M$$

D フリップフロップの入力の論理式

$$D = X$$

出力の論理式

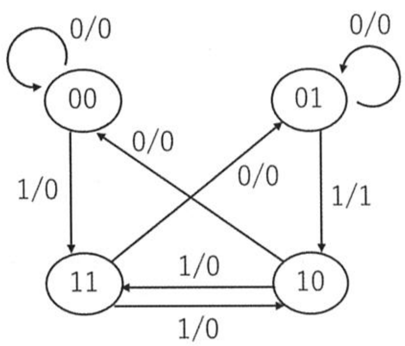
$$Z_M = X\overline{Q_M} + \bar{X}Q_M = X \oplus Q_M$$

問６

結合回路の状態遷移表

X	Q_M	Q_N	Q'_M	Q'_N	Z_M	Z_N	Z
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1	0

結合回路の状態遷移図



問７

タイミングチャート