令和３年度（１０月期入学）及び令和４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	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　①電気回路（1／18）

I

問１　回路の合成インピーダンスを$\dot{Z}$とすると，

$$\dot{Z} = R + \left(j\omega C + \frac{1}{R}\right)^{-1} = R + \frac{R}{1 + j\omega CR}$$

本題では$\omega CR = 1$であるので

$$\dot{Z} = R + \frac{R}{1 + j\omega CR} = R + \frac{R}{1+j} = \frac{2+j}{1+j}R = \left(\frac{3-j}{2}\right)R = \frac{3}{2}R + j\left(-\frac{R}{2}\right)\ [\Omega]$$

問２　電源から流れ出る電流の複素表示を$\dot{I}$とすると，

$$\dot{I} = \frac{E}{\dot{Z}} = \frac{E}{\frac{3-j}{2}R} = \left(\frac{2}{3-j}\right)\frac{E}{R} = \left(\frac{3+j}{5}\right)\frac{E}{R} = \frac{3E}{5R} + j\left(\frac{E}{5R}\right)\ [\mathrm{A}]$$

問３

$$\dot{I} = \left(\frac{3+j}{5}\right)\frac{E}{R} = \frac{\sqrt{3^2+1^2}e^{j\theta}}{5}\frac{E}{R} = \frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E}{R}\,e^{j\theta}$$

ここで$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$ [rad]

これを時間tの関数として書く。　$e(t)$　は

$e(t) = \Re\left[\sqrt{2}\,E\,e^{j\omega t}\right]$（$\Re\left[\dot{A}\right]$は$\dot{A}$の実数部）と実数成分で位相を定義している。同様に

$$i(t) = \Re\left[\sqrt{2}\,\dot{I}\,e^{j\omega t}\right] = \Re\left[\sqrt{2}\ \frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E}{R}\,e^{j\theta}e^{j\omega t}\right] = \Re\left[2\,\frac{\sqrt{5}}{5}\frac{E}{R}\,e^{j(\omega t+\theta)}\right] = 2\,\frac{\sqrt{5}}{5}\frac{E}{R}\cos(\omega t+\theta)\ [\mathrm{A}]$$

ここで$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$で$0 < \theta < \frac{\pi}{2}$であり，進み位相である。

問４

電源から出力される電力を計算すればよい。複素電力$\dot{P}$は

$$\dot{P} = E^*\dot{I} = E\left(\frac{3+j}{5}\right)\frac{E}{R} = \frac{3}{5}\frac{E^2}{R} + j\frac{1}{5}\frac{E^2}{R}$$

有効電力は

$$\frac{3}{5}\frac{E^2}{R}\ [\mathrm{W}]$$

無効電力は

$$\frac{1}{5}\frac{E^2}{R}\ [\mathrm{Var}]$$

問５

$$p(t)=e(t)i(t)=\sqrt{2}E\cos(\omega t)\ \frac{2\sqrt{5}}{5}\frac{E}{R}\cos(\omega t+\theta)=\frac{2\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}\cos(\omega t)\cos(\omega t+\theta)$$

ここで

$\cos(\alpha)\cos(\beta)=\frac{1}{2}[\cos(\alpha+\beta)+\cos(\alpha-\beta)]$と，$\cos\theta=\frac{3}{\sqrt{3^2+1^2}}$から

$$p(t)=\frac{2\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}\cos(\omega t)\cos(\omega t+\theta)=\frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}[\cos(2\omega t+\theta)+\cos\theta]=\frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}[\cos(2\omega t+\theta)+\frac{3}{\sqrt{10}}]$$

$$p(t)=\frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}\cos(2\omega t+\theta)+\frac{3}{5}\frac{E^2}{R}$$

$$p_{\max}=\frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}+\frac{3}{5}\frac{E^2}{R}=\left(\frac{3+\sqrt{10}}{5}\right)\frac{E^2}{R}\ [\mathrm{W}]$$

$$p_{\min}=-\frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}+\frac{3}{5}\frac{E^2}{R}=\left(\frac{3-\sqrt{10}}{5}\right)\frac{E^2}{R}\ [\mathrm{W}]$$

$$p_{\mathrm{avg}}=\frac{\sqrt{10}}{5}\frac{E^2}{R}\times 0+\frac{3}{5}\frac{E^2}{R}=\left(\frac{3}{5}\right)\frac{E^2}{R}\ [\mathrm{W}]$$

令和３年度（１０月期入学）及び令和４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	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　①電気回路（3／18）

II

問 1

回路方程式は,

$Ri(t) + L\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int i(t)dt = 0$

となる。

次に、

$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ より、上式は、

$R\frac{dq(t)}{dt} + L\frac{d^2q(t)}{dt^2} + \frac{1}{C}q(t) = 0$ //　　(A)

となる。

問 2

(A)式の特性方程式は、

$L\lambda^2 + R\lambda + \frac{1}{C} = 0$　　(B)

であり、$i(t)$が振動的になるには $q(t)$が振動的となればよい。

$q(t)$が振動的になるには、(B)式が虚数解を持てばよい。

(B)式が虚数解を持つ条件は、判別式 D＜0 なので、

$D = R^2 - \frac{4L}{C} < 0$であり、

$R^2 < \frac{4L}{C}$ //

となる。

問 3

(B)式の解は、

$\lambda = \frac{-R \pm j\sqrt{\frac{4L}{C} - R^2}}{2L}$　　(C)

となり、

ここで、$\lambda = \sigma + j\omega$とし、

$\sigma = -\frac{R}{2L}$、$\omega = \frac{\sqrt{\frac{4L}{C} - R^2}}{2L}$

となる。

$\therefore T = \frac{1}{f}$ 、$f = \frac{\omega}{2\pi}$より、

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{4\pi L}{\sqrt{\frac{4L}{C} - R^2}}$ //

となる。

問 4

$E = 8$ V、$R = 4\ \Omega$、$C = 0.1$ F、$L = 2$ H を(C)式に代入し、また、時刻 t [s]として

$$\lambda = \frac{-4 \pm j\sqrt{\frac{4\times 2}{0.1} - 16}}{2\times 2} = \frac{-4 \pm j\sqrt{64}}{4} = \frac{-4 \pm j8}{4}$$

$\lambda = -1 + j2, -1 - j2$

$\therefore q(t) = A_1 e^{-t}\cos 2t + A_2 e^{-t}\sin 2t$

となる。

次に、$q(0)$は、

$q(0) = A_1 = -CE = -(0.1\times 8) = -0.8$

となる。

また、$i(t)$は

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = (-A_1 + 2A_2)e^{-t}\cos 2t - (2A_1 + A_2)e^{-t}\sin 2t$$

となり、$i(0)$に A_1 を代入して、

$$i(0) = \frac{E}{R} = 2 = -A_1 + 2A_2$$

$\therefore A_2 = 0.6$

よって、

$$q(t) = \frac{1}{10}(-8\cos 2t + 6\sin 2t)e^{-t}$$

となるので、

$$i(t) = \frac{1}{10}(20\cos 2t + 10\sin 2t)e^{-t}$$

$$= (2\cos 2t + \sin 2t)e^{-t}\ \ [\mathrm{A}]\ //$$

となる。

I　ガウスの法則 $\oiint_S \varepsilon_0 \vec{E}\cdot d\vec{S} = \iiint_V \rho dV$・・・①　を，円筒座標または極座標系に適用して問題を解く。$\vec{e}_r$ は動径方向の単位ベクトルとする。

問 1　①の左辺 $=\varepsilon_0 E\left(\vec{e}_r\cdot\vec{e}_r\right)2\pi r\times 1 = 2\pi\varepsilon_0 rE$

・$0\le r\le a$ の時，　①の右辺 $=0$　より　$2\pi\varepsilon_0 rE = 0$　　$E=0$ //答え

・$a\le r\le 2a$ の時，①の右辺 $=\int_a^r \rho 2\pi r'dr'\times 1 = 2\pi\rho\left[r'^2/2\right]_a^r = \pi\rho\left(r^2-a^2\right)$　　$2\pi\varepsilon_0 rE = \pi\rho\left(r^2-a^2\right)$

$E=\dfrac{\rho}{2\varepsilon_0}\dfrac{r^2-a^2}{r}$ //答え

・$2a\le r$ の時，　①の右辺 $=\int_a^{2a}\rho 2\pi r'dr'\times 1 = 2\pi\rho\left[r'^2/2\right]_a^{2a} = \pi\rho\left(4a^2-a^2\right) = 3\pi\rho a^2$

$2\pi\varepsilon_0 rE = 3\pi\rho a^2$　　$E=\dfrac{3\rho}{2\varepsilon_0}\dfrac{a^2}{r}$ //答え

問 2　半径 a の円筒電極に単位長さ当たり $+Q$，半径 b の円筒電極に単位長さ当たり $-Q$ の電荷をおくと，

$a\le r\le b$ 内での電界 E は，①より　$2\pi\varepsilon_0 rE = Q$　　$E=\dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{r}$

a，b 電極間の電位差 V_{ab} は，

$$V_{ab} = -\int_b^a \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}\left(\vec{e}_r\cdot\vec{e}_r\right)dr = -\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\left[\ln(r)\right]_b^a = -\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\left(\ln(a)-\ln(b)\right) = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

$Q=CV_{ab}$　より

$$C=\frac{Q}{V_{ab}}=\frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\dfrac{b}{a}\right)}$$ //答え

問 3　点電荷 $+Q$ の位置 r での電界 E を求める。

①の左辺 $=\varepsilon_0 E\left(\vec{e}_r\cdot\vec{e}_r\right)4\pi r^2 = 4\pi\varepsilon_0 r^2 E$　　　①の右辺 $=\dfrac{4}{3}\pi r^3\left(\dfrac{-Q}{\left(4/3\right)\pi a^3}\right) = -\dfrac{r^3}{a^3}Q$

$4\pi\varepsilon_0 r^2 E = -\dfrac{r^3}{a^3}Q$　　より　　$E=-\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{r}{a^3}$

クーロン力 $F=QE$　より

$|F| = \dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 a^3}r$ //答え　　　力の方向は，球の中心方向 $-\vec{e}_r$　//答え

問４　①より　$4\pi r^2 \varepsilon_0 E_0 = \int_0^r \rho(r') 4\pi r'^2 dr'$

両辺を r で微分して　$8\pi r \varepsilon_0 E_0 = \rho(r) 4\pi r^2$

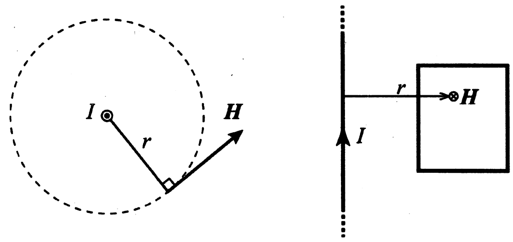
したがって，　$\rho(r) = \dfrac{8\pi \varepsilon_0 r}{4\pi r^2} E_0 = \dfrac{2\varepsilon_0 E_0}{r}$　//答え

II

問 1

(1) 直線導線 L を法線とする平面上に，L との交点を中心とする半径 r の円を考え，この円を磁界の積分経路 C として Ampere の積分法則を適用する。電流と磁界に関する右ネジの法則から，電流 I によって生じた磁界は C の接線方向を向いており，系の対称性から積分経路上で磁界 $\boldsymbol{H}$ は一定の大きさであることが分かる。したがって，

$$I = \oint_C \boldsymbol{H} \cdot d\boldsymbol{l} = 2\pi r H$$



よって，磁界の大きさは，

$$H = \frac{I}{2\pi r},$$

向きは右図の通りである。

(2) 直線導線 L に電流 I を流したとする。図のように L から距離 r だけ離れた位置に，微小な幅 dr の領域をとると，その領域に鎖交する磁束 $d\Phi$ は，

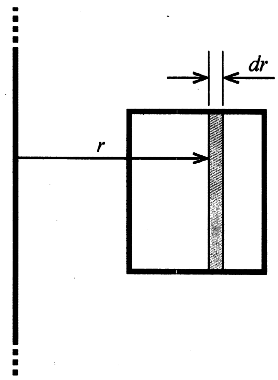
$$d\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr$$

と表せる。これを w から $w+a$ まで積分すると，次のように長方形回路全体の鎖交磁束 Φ が得られる。

$$\Phi = \int_w^{w+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{w+a}{w}$$

よって，相互インダクタンス M は，

$$M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln \frac{w+a}{w}$$



(3) 電流 I が流れる導線の単位長さ当たりに働く力は次式で表される。

$$\boldsymbol{f} = I \frac{d\boldsymbol{l}}{|d\boldsymbol{l}|} \times \boldsymbol{B}$$

ここで，$d\boldsymbol{l}$ は導線上の線素ベクトル，$\boldsymbol{B}$ は $d\boldsymbol{l}$ の位置の磁束密度である。この式に基づけば，系の対称性から辺 BC と辺 DA に働く力は，大きさが等しく向きが正反対になるので，互いに打ち消し合う。一方，辺 AB および辺 CD に働く力をそれぞれ F_{AB}，F_{CD} とすると，

$$F_{\mathrm{AB}} = -\frac{\mu_0 b I^2}{2\pi w}, \quad F_{\mathrm{CD}} = \frac{\mu_0 b I^2}{2\pi (w+a)}$$

となる。ただし，直線導線 L から離れる向きの力を正とした。以上の合力として以下のように力 F が求められる。

$$F = \frac{\mu_0 b I^2}{2\pi}\left(-\frac{1}{w} + \frac{1}{w+a}\right) < 0$$

よって，$\boldsymbol{F}$ の大きさは

$$\frac{\mu_0 b I^2}{2\pi}\left(\frac{1}{w} - \frac{1}{w+a}\right)$$

向きは，直線導線Ｌに向かう向きである。

問２

(1)　それぞれの電流によって生じる磁界の和により，以下のように求められる。

$$H_y(x) = \frac{-I_1}{2\pi(x-a)} + \frac{+I_1}{2\pi(x+a)} + \frac{+I_2}{2\pi(x-2a)} + \frac{-I_2}{2\pi(x+2a)}$$

(2)　$H_y(x)$ の１階微分を求めると，

$$\frac{dH_y}{dx} = \frac{I_1}{2\pi}\left\{\frac{1}{(x-a)^2} - \frac{1}{(x+a)^2}\right\} + \frac{I_2}{2\pi}\left\{-\frac{1}{(x-2a)^2} + \frac{1}{(x+2a)^2}\right\}$$

を得る。よって，

$$\left.\frac{dH_y}{dx}\right|_{x=0} = \frac{I_1}{2\pi}\left\{\frac{1}{a^2} - \frac{1}{a^2}\right\} + \frac{I_2}{2\pi}\left\{-\frac{1}{4a^2} + \frac{1}{4a^2}\right\} = 0$$

となり，条件 i) の成立が示される。さらに $H_y(x)$ の２階微分を求めると，

$$\frac{d^2H_y}{dx^2} = \frac{I_1}{\pi}\left\{-\frac{1}{(x-a)^3} + \frac{1}{(x+a)^3}\right\} + \frac{I_2}{\pi}\left\{\frac{1}{(x-2a)^3} - \frac{1}{(x+2a)^3}\right\}$$

を得る。これを用いると，条件 ii) より

$$\left.\frac{d^2H_y}{dx^2}\right|_{x=0} = \frac{I_1}{\pi}\left\{\frac{1}{a^3} + \frac{1}{a^3}\right\} + \frac{I_2}{\pi}\left\{-\frac{1}{8a^3} - \frac{1}{8a^3}\right\} = \frac{1}{4\pi a^3}(8I_1 - I_2) = 0$$

が成り立つ。したがって，条件 ii) を満たすための I_1 と I_2 の関係式として，

$$8I_1 = I_2$$

が得られる。

以上.

令和３年度（１０月期）及び令和４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	電子情報科学専攻
試験科目名	専門科目　③電子回路（９／１８）

I

問 1

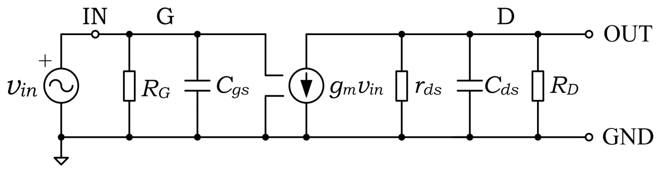


図 1 の回路の小信号等価回路

問 2　$v_{out} = 0$ のとき (OUT と GND を短絡したとき)，以下の関係式が成り立つ。

$$i_{in} = y_{11} v_{in} = \left(\frac{1}{R_G} + j\omega C_{gs} \right) v_{in}$$

$$i_{out} = y_{21} v_{in} = g_m v_{in}$$

$v_{in} = 0$ のとき (IN と GND を短絡したとき)，以下の関係式が成り立つ。

$$i_{in} = y_{12} v_{out} = 0$$

$$i_{out} = y_{22} v_{out} = \left(\frac{1}{r_{ds}//R_D} + j\omega C_{ds} \right) v_{out}$$

以上の結果をまとめると，下記のような Y 行列が求められる。

$$\begin{pmatrix} \dfrac{1}{R_G} + j\omega C_{gs} & 0 \\ g_m & \dfrac{1}{r_{ds}//R_D} + j\omega C_{ds} \end{pmatrix}$$

問 3　OUT と GND の間に負荷抵抗 R_L を接続するとき，$v_{out} = -R_L i_{out}$ の関係が成り立つことから，

$$i_{out} = y_{21} v_{in} + y_{22} v_{out} = -\frac{1}{R_L} v_{out}$$

$$G_V = \frac{v_{out}}{v_{in}} = -\frac{y_{21}}{y_{22} + \dfrac{1}{R_L}}$$

問 4　問 3 で求めた電圧利得より，

$$G_V = -\frac{y_{21}}{y_{22} + \dfrac{1}{R_L}} = -\frac{g_m}{\dfrac{1}{r_{ds}//R_D} + j\omega C_{ds} + \dfrac{1}{R_L}} = -\frac{g_m}{\dfrac{1}{r_{ds}//R_D//R_L} + j\omega C_{ds}}$$

$$= -g_m \left(r_{ds}//R_D//R_L \right) \frac{1}{1 + j\omega C_{ds} \left(r_{ds}//R_D//R_L \right)}$$

令和３年度（１０月期）及び令和４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	電子情報科学専攻
試験科目名	専門科目　③電子回路（１０／１８）

高域遮断角周波数を ω_p とすると，

$$\omega_p C_{ds}\left(r_{ds}//R_D//R_L\right) = 1$$

$$\omega_p = \frac{1}{C_{ds}\left(r_{ds}//R_D//R_L\right)} \left(= \frac{1}{C_{ds}\dfrac{r_{ds}R_DR_L}{r_{ds}R_D + R_DR_L + R_Lr_{ds}}} \right)$$

II

問１　$v_{\mathrm{p}}(t) > v_{\mathrm{n}}(t)$ のとき，$\boxed{R_3 C \dfrac{dv_{\mathrm{n}}(t)}{dt} + v_{\mathrm{n}}(t) = V_{\mathrm{op}}}$

問２　問１の微分方程式を解くと，

$$v_{\mathrm{n}}(t) = V_{\mathrm{op}} + ke^{-\frac{t}{R_3C}} \tag{1.1}$$

ここで,(1.1) において時刻 $t=0$ とすると，

$$v_{\mathrm{n}}(0) = V_{\mathrm{op}} + k \tag{1.2}$$

問題文より, $v_{\mathrm{p}}(0) = -v_{\mathrm{n}}(0), v_{\mathrm{p}}(0) > 0$ であり，抵抗での分圧から $v_{\mathrm{p}}(0)$ を求め (1.2) を用いると，

$$v_{\mathrm{p}}(0) = \frac{R_1}{R_1+R_2}V_{\mathrm{op}} = -v_{\mathrm{n}}(0) = -V_{\mathrm{op}} - k \tag{1.3}$$

以上より，

$$k = -\frac{R_1}{R_1+R_2}V_{\mathrm{op}} - V_{\mathrm{op}} = -\frac{2R_1+R_2}{R_1+R_2}V_{\mathrm{op}} \tag{1.4}$$

(1.4) を (1.1) に代入して，

$$\boxed{v_{\mathrm{n}}(t) = V_{\mathrm{op}}\left(1 - \frac{2R_1+R_2}{R_1+R_2}e^{-\frac{t}{R_3C}}\right)} \tag{1.5}$$

問３　$v_{\mathrm{n}}(t)$ が増加し，ある時刻 $t=T_1$ のときに $v_{\mathrm{n}}(T_1) = v_{\mathrm{p}}(T_1)$ となるとすると，(1.5) より，

$$v_{\mathrm{n}}(T_1) = V_{\mathrm{op}}\left(1 - \frac{2R_1+R_2}{R_1+R_2}e^{-\frac{T_1}{R_3C}}\right) = \frac{R_1}{R_1+R_2}V_{\mathrm{op}} = v_{\mathrm{p}}(T_1) \tag{1.6}$$

となる．時刻 T_1 に対して (1.6) を解くと，

$$T_1 = R_3C\ln\left(\frac{2R_1+R_2}{R_2}\right) \tag{1.7}$$

となる．$t > T_1$ では，出力電圧が反転するため，回路方程式は，

$$R_3C\frac{dv_{\mathrm{n}}(t)}{dt} + v_{\mathrm{n}}(t) = -V_{\mathrm{op}} \tag{1.8}$$

となる．次に出力電圧が反転するまでの時間を T_2 とすれば，同様に解いて，

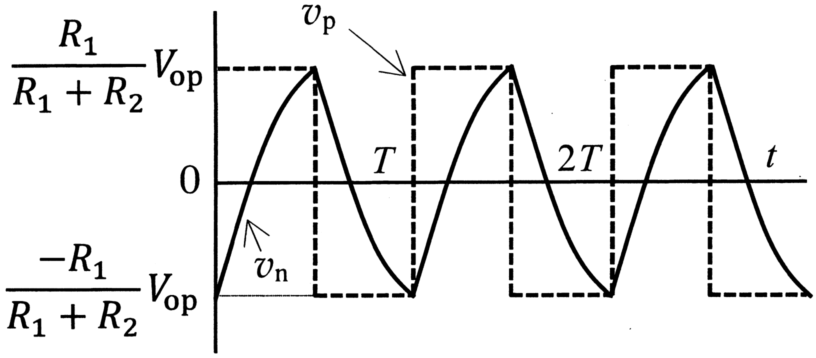
$$T_2 = R_3C\ln\left(\frac{2R_1+R_2}{R_2}\right) \tag{1.9}$$

となる．これより，パルス発振回路の周期 T は，

$$T = T_1 + T_2 = \boxed{2R_3C\ln\left(\frac{2R_1+R_2}{R_2}\right)} \tag{1.10}$$

令和３年度（１０月期）及び令和４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	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　③電子回路（１２／１８）

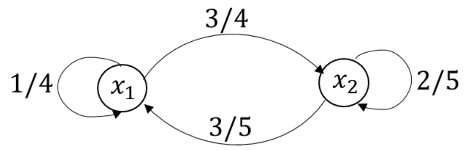
問４　概略図を以下に示す。



令和３年度（１０月期入学）及び令和４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	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　④情報基礎（１３／１８）

I

問 1



$P(x_1) = 4/9;\quad P(x_2) = 5/9$.

問 2

$$H(S|x_1) = -\sum_{i=1}^{2} P(x_i|x_1)\log_2(P(x_i|x_1)) = 2 - \frac{3}{4}\log_2 3$$

$$H(S|x_2) = -\sum_{i=1}^{2} P(x_i|x_2)\log_2(P(x_i|x_2)) = \log_2 5 - \frac{3}{5}\log_2 3 - \frac{2}{5}$$

$$H(S|S) = \sum_{i=1}^{2} H(S|x_i)P(x_i) = H(S|x_1)P(x_1) + H(S|x_2)P(x_2) = \frac{5}{9}\log_2 5 - \frac{2}{3}\log_2 3 + \frac{2}{3}$$

問 3

$$P(y_1) = P(x_1)\times\frac{1}{3} + P(x_2)\times\frac{2}{3} = \frac{14}{27}$$

$$P(y_2) = P(x_1)\times\frac{2}{3} + P(x_2)\times\frac{1}{3} = \frac{13}{27}$$

問 4

$$H(Y) = -P(y_1)\log_2\bigl(P(y_1)\bigr) - P(y_2)\log_2\bigl(P(y_2)\bigr) = -\frac{14}{27}\log_2\frac{14}{27} - \frac{13}{27}\log_2\frac{13}{27}$$

$$= -\frac{14}{27}(\log_2 14 - \log_2 27) - \frac{13}{27}(\log_2 13 - \log_2 27)$$

$$= \log_2 27 - \frac{14}{27}(\log_2 7 + \log_2 2) - \frac{13}{27}\log_2 13 = 3\log_2 3 - \frac{13}{27}\log_2 13 - \frac{14}{27}\log_2 7 - \frac{14}{27}$$

II

問１

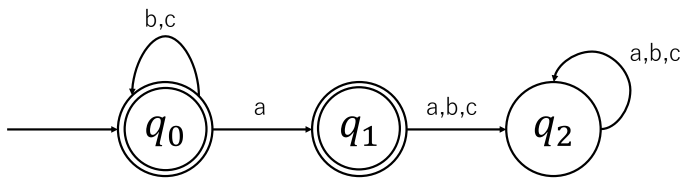
(1)

bba, bbb, bbc, bca, bcb, bcc, cba, cbb, cbc, cca, ccb, ccc

(2)

(b|c)* ｜(b|c)*a

(3)



問２

(1)

c, aca, acba, aacaa

(2)

$S \Rightarrow C \Rightarrow \mathrm{a}CA \Rightarrow \mathrm{aa}CBAA \Rightarrow \mathrm{aaa}CABAA \Rightarrow \mathrm{aaac}ABAA \Rightarrow \mathrm{aaaca}BAA \Rightarrow \mathrm{aaacab}AA \Rightarrow \mathrm{aaacaba}A \Rightarrow \mathrm{aaacabaa}$

(3)

$S \to C$ を除去

$S \to \mathrm{c} | \mathrm{a}CA | \mathrm{a}CBA$, $A \to \mathrm{a}$, $B \to \mathrm{b}$, $C \to \mathrm{c} | \mathrm{a}CA | \mathrm{a}CBA$

２つの非終端記号から成るように置き換え

$S \to \mathrm{c} | AX | AY$, $C \to \mathrm{c} | AX | AY$, $X \to CA$, $Y \to CZ$, $Z \to BA$, $A \to \mathrm{a}$, $B \to \mathrm{b}$

令和３年度（１０月期入学）及び令和４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	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　⑤計算機ソフトウェア（１５／１８）

I

問１　`func3` の戻り値は `x+y` で表される。61 行目において出力される値は 5 である。

問２　`return y+1;`

問３　720

問４　`*p *= (*n)--;`

問５　65 行目において表示される値は 6 であり，53 行目において表示される値は 0 である。その理由は，`main` 関数から他の関数への `n` の引き渡しが値渡しであるのに対し，`func8` から `func7` への `n` の引き渡しは参照渡しであるためである。

※ 問４の正解は他にも考えらえる．問５は問４の解答に基づく動作を正しく説明する解答のみを正解とする．

II

問１

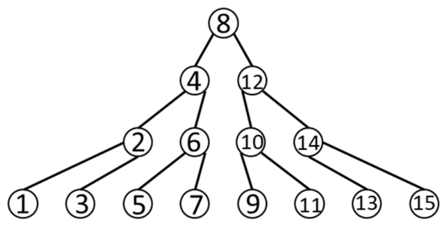
(1)　（イ）

入力データ列をピボットと呼ばれる基準値に基づいて分割し，分割されたデータ列をそれぞれソートし，得られた部分ソート列を連結させるアルゴリズムであるため。

(2)　（ウ）

問２

(1)



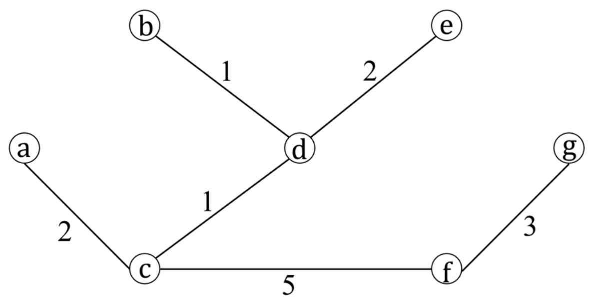
(2)　$2^{h+1}-1$

(3)　$2^{c}-1$

問３

(1)　4

(2)

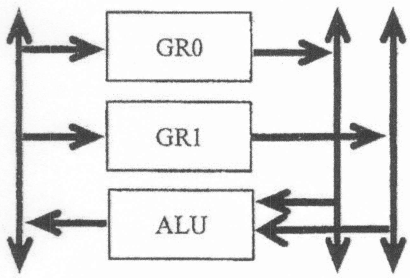


令和３年度（１０月期入学）及び令和４年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 解 答 例	
専 攻 名	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目 ⑥計算機ハードウェア（16／18）

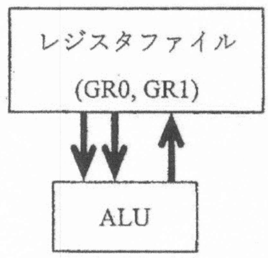
I

問１ 命令フェッチでは，PR に格納されている命令アドレスを MAR 経由で RAM に送り，命令を MDR 経由で IR に格納する。同時に，PR を更新し，次の命令を示すようにする。命令デコードでは，IR に格納されている命令を ID で解読する。

問２



または



問３ Z=1 または S=1 であるときに PR に ADDR を代入する。そうでないときは，PR に次命令のアドレスを格納する。

問４

- 絶対アドレスインデックス付き: 絶対アドレスにインデックスレジスタの内容を加えたもの
- ベース＋インデックス，インデックス付きレジスタ間接: ベースレジスタの内容にインデックスレジスタの内容を加えたもの
- ベース＋オフセット，ベース相対，ディスプレースメント付きレジスタ間接: レジスタの内容に，命令語に含まれる定数を加えたもの
- ベース＋インデックス＋オフセット: ベースレジスタの内容とインデックスレジスタの内容と命令語に含まれる定数を加えたもの
- プログラムカウンタ相対，プログラムレジスタ相対: 次命令のアドレスに命令語に含まれる定数を加えたもの
- プリデクリメント付きレジスタ間接: レジスタの内容からデータサイズを差し引いたもの

問５

タグ (6bit)	セット インデックス (6bit)	オフセット (4bit)

問６ レイテンシは変化しない

スループットは改善される

令和３年度（１０月期入学）及び令和４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	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　⑥計算機ハードウェア（１７／１８）

II

問 1

A	Q_1	Q_0	Q_1'	Q_0'	Y
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0
0	1	1	1	1	0
1	1	1	0	0	0

問 2

$$Q_1' = Q_1\overline{Q_0} + Q_1\bar{A} + \overline{Q_1}Q_0A = Q_1(\overline{Q_0} + \bar{A}) + \overline{Q_1}Q_0A = Q_1(\overline{Q_0A}) + \overline{Q_1}Q_0A = Q_1 \oplus (Q_0A)$$

Q_1Q_0＼A	0	1
00		
01		1
11	1	
10	1	1

Q_1Q_0＼A	0	1
00		1
01	1	
11	1	
10		1

問 3

$$Y = \overline{Q_1}\,\overline{Q_0}$$

解　答　例

専　攻　名	電子情報科学専攻（一般選抜）
試験科目名	専門科目　⑥計算機ハードウェア（１８／１８）

問４