令和６年度（１０月期入学）及び令和７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

問 1 図 1 に示す回路について考える。以下の小問に答えなさい。

(1)　電源の角周波数をωとしたとき，a-b 点から見たアドミタンス Y を求めなさい。

$$Y=\frac{1}{j\left(\omega L-\frac{1}{\omega C_1}\right)}+j\omega C_2=\frac{j\left\{1-\omega C_2\left(\omega L-\frac{1}{\omega C_1}\right)\right\}}{-\left(\omega L-\frac{1}{\omega C_1}\right)}$$

(2)　回路が並列共振となる L を C_1，C_2，ωを用いて示しなさい。

$Y=0$ となるので、

$$1-\omega C_2\left(\omega L-\frac{1}{\omega C_1}\right)=0$$

$$\omega^2 LC_2=1+\frac{C_2}{C_1}$$

$$\therefore\quad L=\frac{C_1+C_2}{C_1C_2\omega^2}$$

(3)　並列共振となる時の共振角周波数ω_0を求めなさい。

$$\omega_0=\sqrt{\frac{C_1+C_2}{LC_1C_2}}$$

問 2 図 2(a)に示す回路について考える。以下の小問に答えなさい。

(1)　図 2(a)の回路と等価な図 2(b)の回路における電圧源の電圧 E と抵抗 r の値を求めなさい。

$E=\frac{34}{3}$ [V]、$r=2[\Omega]$

(2)　図 2(a)の回路と等価な図 2(c)の回路における電流源の電流 I と抵抗 r の値を求めなさい。

$I=\frac{17}{3}$ [A]、$r=2[\Omega]$

(3)　a-b 点に負荷 R をつなげたとき，R に流れる電流 i を R を用いて示しなさい。

(1)で求めた r との合成負荷に流れる電流となるので、

$$i=\frac{34}{3(2+R)}$$

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

(4)　(3)の R で消費する電力 P を R を用いて示しなさい。

$$P = Ri^2 = \frac{1156R}{9(2+R)^2}$$

(5)　(4)の P が最大となる R の値を求めなさい。また，その時の電力 P_{max} を求めなさい。

消費電力が最大となるには、$\frac{dP}{dR} = 0$ となるので、

$$\frac{dP}{dR} = \frac{4-R^2}{(2+R)^2} \cdot \left(\frac{34}{3}\right)^2 = 0$$

$$\therefore \quad R^2 = 4$$

$$\therefore \quad R = 2\ [\Omega]$$

また、P_{max} は、

$$P_{max} = \frac{289}{18}\,[W]$$

令和６年度（１０月期）及び令和７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　図１のブロック線図により, 以下の関係式が与えられる。

$$\begin{cases} V_x &= \dfrac{1}{2s}V_1 - V_2 \\ V_2 &= \dfrac{2}{s}V_x \end{cases}$$

V_x を消去して, 伝達関数 $G_o(s)$ が以下のように求められる。

$$V_2 = \frac{2}{s}\left(\frac{1}{2s}V_1 - V_2\right)$$

$$G_o(s) = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{s(s+2)}$$

問２　問１で求めた伝達関数 $G_o(s)$ に $s = j\omega$ を代入して, 周波数特性を求める。

$$G_o(\omega) = \frac{1}{j\omega(j\omega+2)} = \frac{-\omega-2j}{\omega(\omega^2+4)}$$

$$\angle G_o(\omega) = \arctan\left(\frac{2}{\omega}\right) - \pi$$

$\omega \to 0$ のとき, $\angle G_o(\omega) = -\dfrac{1}{2}\pi$　または　$\dfrac{3}{2}\pi$

問３　図２より V_1 と V_3 の間に, 以下の関係が得られる。

$$V_3 = G_o(s)(V_1 - V_3)$$

$$(1+G_o(s))V_3 = G_o(s)V_1$$

$$G_c(s) = \frac{V_3}{V_1} = \frac{G_o(s)}{1+G_o(s)}$$

令和６年度（１０月期）及び令和７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

問４　図３の $G_o(s)$ ブロックの出力電圧を V_y とすると, 以下のような V_1, V_4, V_y, V_E の関係式が得られる。

$$\begin{cases} V_4 &= V_y - V_E \\ V_y &= G_o(s)(V_1 - V_4) \end{cases}$$

V_y を消去して, V_1, V_4, V_E の関係を求める。

$$V_y = V_4 + V_E = G_o(s)(V_1 - V_4)$$

$$(1 + G_o(s))V_4 = G_o(s)V_1 - V_E$$

$$V_4 = \frac{G_o(s)}{1+G_o(s)}V_1 - \frac{1}{1+G_o(s)}V_E = \frac{\frac{1}{s(s+2)}}{1+\frac{1}{s(s+2)}}V_1 - \frac{1}{1+\frac{1}{s(s+2)}}V_E$$

$$= \frac{1}{(s+1)^2}V_1 - \frac{s(s+2)}{(s+1)^2}V_E$$

問５　問４の結果より, $-s(s+2)/(s+1)^2$ の周波数特性の実部と虚部がともに０となるとき, V_4 に V_E の成分が含まれない。$s = j\omega$ のとき,

$$-\frac{s(s+2)}{(s+1)^2} = -\frac{j\omega(j\omega+2)}{(j\omega+1)^2} = -\frac{-\omega^2+2\omega j}{(1-\omega^2)+2\omega j} = -\frac{\omega^2(\omega^2+3)+2\omega j}{(\omega^2+1)^2}$$

$\omega \geqq 0$ において,

$$\mathrm{Re}\left[\frac{-1}{1+G_o(\omega)}\right] = \mathrm{Im}\left[\frac{-1}{1+G_o(\omega)}\right] = 0$$

となる角周波数は, $\omega = 0$ となる。

令和６年度（１０月期入学）及び令和７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　③電気磁気学

I

問１

(1) 円筒導体と中心軸を共有する半径 r の円筒面を考えると，対称性からその円筒面上で電流密度 J は一定である。よって，

$$2\pi rLJ = I \qquad \therefore\ J = \frac{I}{2\pi Lr}$$

(2) まず，$J = \sigma E$の関係を用いて電界Eを求める。
$a < r < s$では，

$$\frac{I}{2\pi Lr} = \sigma_1 E_1 \qquad \therefore\ E_1 = \frac{I}{2\pi\sigma_1 Lr}$$

$s < r < b$では，

$$\frac{I}{2\pi Lr} = \sigma_2 E_2 \qquad \therefore\ E_2 = \frac{I}{2\pi\sigma_2 Lr}$$

以上で求めた電界を用いると，導体間の電位差Vは，

$$\begin{aligned} V &= -\int_b^s E_2 dr - \int_s^a E_1 dr \\ &= -\int_b^s \frac{I}{2\pi\sigma_2 Lr} dr - \int_s^a \frac{I}{2\pi\sigma_1 Lr} dr \\ &= \frac{I}{2\pi L}\left(\frac{1}{\sigma_2}\ln\frac{b}{s} + \frac{1}{\sigma_1}\ln\frac{s}{a}\right) \end{aligned}$$

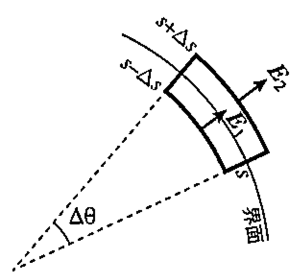
よって，電気抵抗Rは，

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1}{2\pi L}\left(\frac{1}{\sigma_2}\ln\frac{b}{s} + \frac{1}{\sigma_1}\ln\frac{s}{a}\right)$$

(3) 右図のような界面を含む閉曲面についてガウスの法則を適用する。
求める電荷の面密度をwとすると，

$$-\varepsilon_1 E_1 (s - \Delta s)\Delta\theta L + \varepsilon_2 E_2 (s + \Delta s)\Delta\theta L = ws\Delta\theta L$$

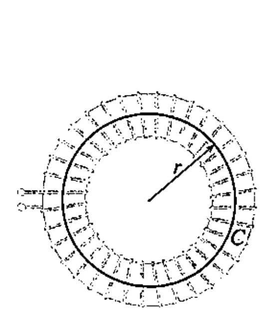
$$\therefore\quad w = \frac{I}{2\pi Ls}\left(\frac{\varepsilon_2}{\sigma_2} - \frac{\varepsilon_1}{\sigma_1}\right)$$



問２

(1) 右図のように，強磁性体内部を通る半径 r の円形の経路 C を考え，アンペアの法則を適用する。C 上の磁界を H とすると，

$$2\pi rH = NI \qquad \therefore\ H = \frac{NI}{2\pi r}$$



令和６年度（１０月期入学）及び令和７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　③電気磁気学

(2)　強磁性体の断面を貫く磁束 Φ は,

$$\Phi = \int_a^b \frac{\mu N I h}{2\pi r} dr = \frac{\mu N I h}{2\pi} [\ln r]_a^b = \frac{\mu N I h}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

導線の巻数はNなので，鎖交磁束は$N\Phi$となる。よって，自己インダクタンスLは,

$$L = \frac{N\Phi}{I} = \frac{\mu N^2 h}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

(3)　強磁性体内の磁界を H，ギャップ内の磁界をH_gとすると，磁束密度に関する境界条件より,

$$\mu H = \mu_0 H_g$$

$$\therefore \ H_g = \frac{\mu}{\mu_0} H$$

これを踏まえ，(1)と同じ経路Cについてアンペアの法則を適用すると

$$(2\pi r - \delta)H + \delta \frac{\mu}{\mu_0} H = NI$$

$$H = \frac{NI}{(2\pi r - \delta) + \delta \frac{\mu}{\mu_0}}$$

$$H_g = \frac{\mu}{\mu_0} H = \frac{\mu N I}{\mu_0 (2\pi r - \delta) + \mu \delta}$$

$r = (a + b)/2$を代入すると,

$$H_g = \frac{\mu N I}{\mu_0 \{\pi(a + b) - \delta\} + \mu \delta}$$

以上.

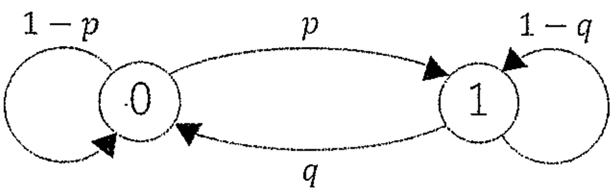
令和６年度（１０月期入学）及び令和７年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 解　答　例		
専攻名	電子情報通信学専攻（一般選抜）	
試験科目名	専門科目　④情報理論	

I　2 つの状態{0,1}を持つマルコフ情報源Sを考える。Sの状態遷移行列$\boldsymbol{P}$が次のように表されるとき，以下の問に答えなさい。

$$\boldsymbol{P} = \begin{bmatrix} 1-p & p \\ q & 1-q \end{bmatrix}$$

問 1　Sの状態遷移図を描きなさい。

設問より，



問 2　Sの定常分布$\boldsymbol{z} = (z_0, z_1)$を求めなさい。

$\boldsymbol{z} = \boldsymbol{zP}$ より，$(z_0, z_1) = (z_0, z_1)\begin{bmatrix} 1-p & p \\ q & 1-q \end{bmatrix}$

$$\begin{cases} z_0 = z_0(1-p) + z_1 q \\ z_1 = z_0 p + z_1(1-q) \end{cases}$$

これらの式は等価であるから，このいずれかと，$z_0 + z_1 = 1$を連立方程式として解くことで，

$$z_0 = \frac{q}{p+q}, \qquad z_1 = \frac{p}{p+q}$$

を得る。

問 3　各状態下でのシンボルあたりの平均情報量$H(S|0)$，$H(S|1)$を求めなさい。

$H(S|0)$
$= -P(0|0)\log_2 P(0|0) - P(1|0)\log_2 P(1|0)$
$= -(1-p)\log_2(1-p) - p\log_2(p)$

$H(S|1)$
$= -P(0|1)\log_2 P(0|1) - P(1|1)\log_2 P(1|1)$
$= -q\log_2(q) - (1-q)\log_2(1-q)$

問４　Sのエントロピー$H(S)$を求めなさい。

$H(S) = z_0\,H(S|0) + z_1\,H(S|1)$ であるから，問２，３の解より，

$$H(S) = \frac{q}{p+q}\{-(1-p)\log_2(1-p) - p\log_2(p)\} + \frac{p}{p+q}\{-q\log_2(q) - (1-q)\log_2(1-q)\}$$

問５　Sの随伴情報源$\bar{S}$を考えたとき，$\bar{S}$のエントロピー$H(\bar{S})$を求めなさい。

随伴情報源$\bar{S}$はマルコフ情報源Sの定常分布を確率分布とする無記憶情報源であるから，

$$H(\bar{S}) = -\frac{q}{p+q}\log_2\frac{q}{p+q} - \frac{p}{p+q}\log_2\frac{p}{p+q}$$

問６ 一般に$H(S)$と$H(\bar{S})$の間にはどのような関係があるかを示し，その理由を述べなさい。

一般に$H(S) \le H(\bar{S})$である。各々の記号の発生確率が等しくとも，マルコフ情報源では各記号が互いに独立ではなく，記号の現れ方に制限がある。従って，その随伴情報源よりも従属性がある分，エントロピーは小さくなる。

令和６年度（１０月期入学）及び令和７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　⑤アルゴリズムとデータ構造

I

問１

(1) ① p->next; ② p->next->data;

(2) 算術式は，(9+7)*(3+6)+5 であり，表示される計算結果は 149 である。

(3) 9 7 + 3 6 + * 5 +

問２

(1) x_1 から x_2 は１通り，x_0 から x_2 は１通りなので，$a(2) = 1 + 1 = 2$。

(2) $n \geq 3$ のとき，x_n へ到達する直前に x_{n-1} から d 移動する（移動方法の数は$a(n-1)$），もしくは，x_n へ到達する直前に x_{n-2} から $2d$ 移動する（移動方法の数は$a(n-2)$），もしくは，x_n へ到達する直前に x_{n-3} から $3d$ 移動する（移動方法の数は$a(n-3)$）三つの場合がある。したがって，

$$a(n) = a(n-1) + a(n-2) + a(n-3),\ n \geq 3,\ a(0) = 1, a(1) = 1, a(2) = 2,\ \cdots \text{(A)}$$

と漸化式を記述できる。

(3) (2)の漸化式(A)より，

$$a(3) = a(2) + a(1) + a(0) = 2 + 1 + 1 = 4, \qquad a(4) = a(3) + a(2) + a(1) = 4 + 2 + 1 = 7,$$

$$a(5) = a(4) + a(3) + a(2) = 7 + 4 + 2 = 13$$

となるから，$a(5) = 13$ である。

(4) 記述例を下記に示す。

```
int a(int n) {
  int x, y = 2, z = 1, w = 1, i;

  if (n == 0 || n == 1)
    return 1;

  if (n == 2)
    return 2;

  for (i = 3; i <= n; i++) {
    x = y + z + w;
    w = z;
    z = y;
    y = x;
  }
  return x;
}
```

令和６年度（１０月期入学）及び令和７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

I　　２ビットの２の補数AとBを入力し，２ビットの２の補数XとYを出力する回路を考える。AとBを符号付き２進数として見たとき，大きいほうの値がXから出力され，小さいほうの値がYから出力される。AとBの値が同じであれば，その値がXとYの両方から出力される。つまりこの回路は２つの数を値の大きさの順に並べ替えるソート回路である。ここでAの各ビットを表す変数をA_1, A_0とする。ただし，A_1が MSB（上位ビット），A_0が LSB（下位ビット）である。B, X, Yの各ビットを表す変数についても同様とする。このとき以下の問に答えなさい。

問１　すべての入力出力関係を表す真理値表を答えなさい。

A_1	A_0	B_1	B_0	X_1	X_0	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1

問２　出力X_1とX_0についてカルノー図で簡単化した積和形式の論理式を答えなさい。

$X_1 = A_1B_1$

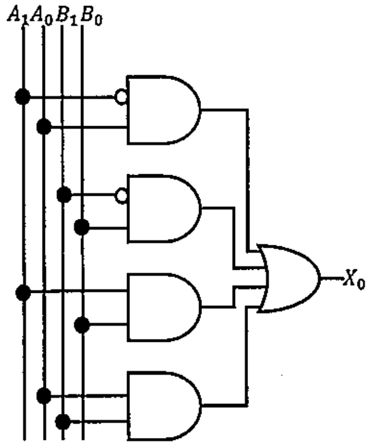
A_1A_0＼B_1B_0	00	01	11	10
00				
01				
11			1	1
10			1	1

$X_0 = \overline{A_1}A_0 + \overline{B_1}B_0 + A_1B_0 + A_0B_1$

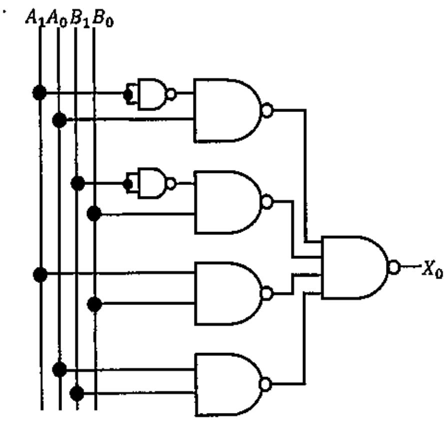
A_1A_0＼B_1B_0	00	01	11	10
00		1		
01	1	1	1	1
11		1	1	1
10		1	1	

令和６年度（１０月期入学）及び令和７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

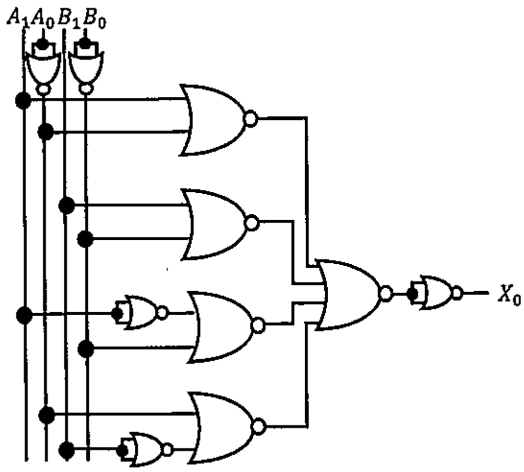
問３　出力X_0について簡単化した積和形式の論理式に基づく論理回路図を答えなさい。



問４　出力X_0について NAND ゲートのみを用いた論理回路図を答えなさい。



問５　出力X_0について NOR ゲートのみを用いた論理回路図を答えなさい。



令和６年度（１０月期入学）及び令和７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

II　1 ビットの入力Aと 1 ビットの出力Yを持ち，Aが 1 のとき 1 カウントダウンし，Aが 0 のとき値を保持する 4 進ダウンカウンタを考える。カウンタの値(Q_1, Q_0)（Q_1が上位ビット）を回路の状態とし，現状態が(1,1)のときYの値を 1 とし，それ以外のときYの値を 0 とする。このとき以下の問に答えなさい。

問１　出力Yを含めた状態遷移表を答えなさい。

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

問２　Aに 1,0,1,1,0,1,0,0,1,0 を順番に入力したとき，Aの各入力値に対するYの出力値を順番にすべて答えなさい。ただしAに最初の値を入力する前の回路の状態を(0,0)とする。

1,1,0,0,0,0,0,0,1,1（状態は 11,11,10,01,01,00,00,00,11,11）

問３　簡単化した積和形式の応用方程式（現状態と入力を用いて次状態を表した式）を答えなさい。

$$Q_1' = Q_1\bar{A} + Q_1Q_0 + \overline{Q_1}\,\overline{Q_0}\,A \qquad Q_0' = Q_0\bar{A} + \overline{Q_0}\,A$$

Q_1Q_0＼A	0	1
00		1
01		
11	1	1
10	1	

Q_1Q_0＼A	0	1
00		1
01	1	
11	1	
10		1

問４　簡単化した積和形式の出力Yの論理式を答えなさい。

$Y = Q_1Q_0$

問５　D フリップフロップを２個使ってこの回路を作るとき，上位ビットのD端子（D_1）への入力の論理式を答えなさい。ただし排他的論理和を用いること。

$D_1 = Q_1\bar{A} + Q_1Q_0 + \overline{Q_1}\ \overline{Q_0}\,A = Q_1(\bar{A} + Q_0) + \overline{Q_1}\,\overline{Q_0}\,A = Q_1\overline{\overline{Q_0}\,A} + \overline{Q_1}\,\overline{Q_0}\,A = Q_1 \oplus \overline{Q_0}\,A$