

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  
問題用紙

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	P. (1 / 11)

※ IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

I 図1に示すように、角周波数 $\omega$  [rad/s]の正弦波交流電圧源  $e(t) = \sqrt{2}E \cos(\omega t)$  [V] ( $E > 0$ )、抵抗(抵抗値 $R$  [ $\Omega$ ])、コンデンサ(キャパシタンス $C$  [F])からなる回路がある。この回路の定常状態について以下の設問に答えなさい。ただし、 $\omega CR = 1$ とする。

問1 電源側から見た回路の複素インピーダンスを、 $a + jb$ の形で $R$ を用いて表しなさい。

問2 電源から流出する電流 $i(t)$ の複素フェーザを、 $a + jb$ の形で $E, R$ を用いて示しなさい。ただし、 $e(t)$ の複素フェーザを $E + j0 = E$ とする。

問3 電源から流出する電流 $i(t)$ を、時間 $t$ の関数として求めなさい。 $e(t)$ に対して遅れ位相か進み位相かも述べ、その位相角を答えなさい ( $\tan^{-1}A$ の形で示しなさい)。

問4 回路全体で消費される有効電力と流入する無効電力とを複素電力から求めなさい。

問5 電源から出力される瞬時電力を時間 $t$ の関数として求め、その最大値、最小値、周期平均値を求めなさい。

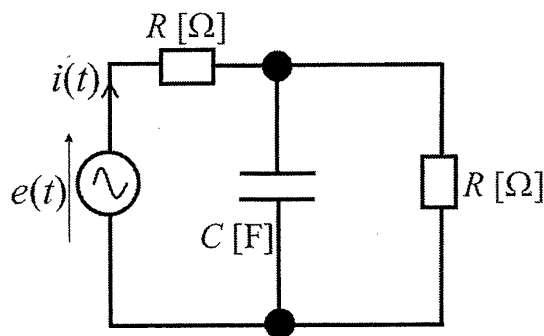


図1

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  
問題用紙

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	P.(2/11)

※ IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

II 図2に示す直流電圧源(電圧 $E$ [V]), 抵抗(抵抗値 $R$ [ $\Omega$ ]), インダクタ(インダクタンス $L$ [H]), コンデンサ(キャパシタンス $C$ [F]), スイッチ $S$ から構成される回路において,十分に時間が経過した後,時刻 $t=0$ でスイッチ $S$ を開けた。

この時,  $t=0$ において,  $q(0) = -CE$ ,  $i(0) = E/R$ とする。

ここで,  $t > 0$ の時について以下の設問に答えなさい。

- 問1 電荷 $q(t)$ を用いて回路方程式を示しなさい。  
 問2 電流 $i(t)$ が振動的となる条件を示しなさい。  
 問3 問2で求めた電流 $i(t)$ の振動周期 $T$ を求めなさい。  
 問4  $E=8$  V,  $R=4$   $\Omega$ ,  $C=0.1$  F,  $L=2$  Hとした時の電流 $i(t)$ を求めなさい。

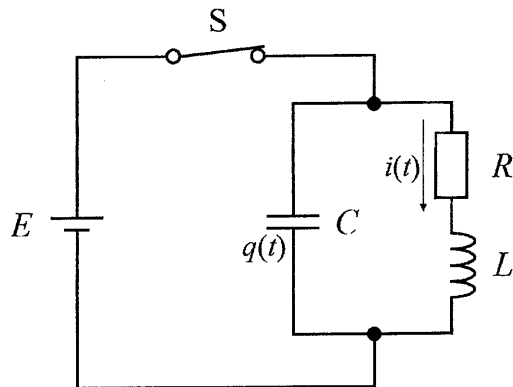


図2

問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻(一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ②電気磁気学	P. 3 / 11

※ IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

I 真空中の誘電率を $\epsilon_0$ として、以下の問に答えなさい。

問1 図1に示すように、真空中に置かれた無限に長い円筒形の内半径 $a$ と外半径 $2a$ の間に均一な正の体積電荷密度 $\rho$ が存在する。中心軸から最短距離(半径) $r$ 離れた位置 $0 \leq r \leq a$ ,  $a \leq r \leq 2a$ ,  $2a \leq r$ での電界の大きさ $E$ をそれぞれ求めなさい。

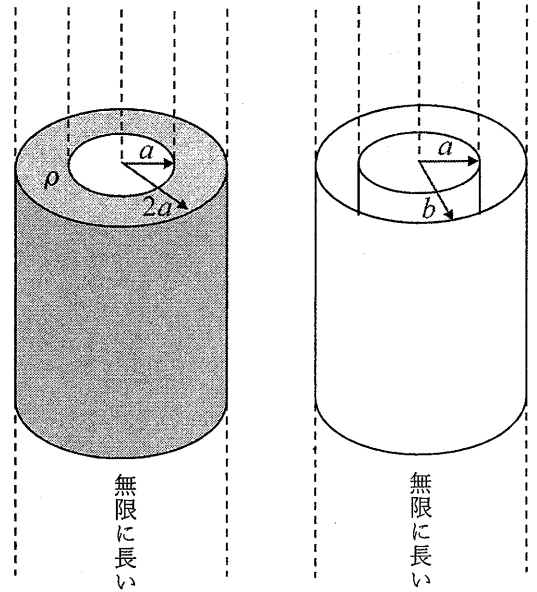


図1

図2

問2 図2に示すように、真空中に半径 $a$ と半径 $b$ の位置に極めて薄い2つの電極を有する無限に長い同軸円筒コンデンサがある。このコンデンサの単位長さ当りの静電容量 $C$ を求めなさい。

問3 図3に示すように、真空中の半径 $a$ の球内部に均一な負の体積電荷密度が存在する。その全電荷量は $-Q$ である。

球の中心点 $O$ から距離 $r$ 離れた球内部の位置に正の点電荷 $+Q$ を置いたとき、この正の点電荷に加わるクーロン力 $F$ の大きさと方向を求めなさい。ただし、 $r < a$ である。

問4 図4に示すように、真空中に球対称に分布した体積電荷密度 $\rho(r)$ が存在する。 $\rho(r)$ は半径 $r$ のみの関数である。このとき、球対称の中心点 $O$ を除いた任意の半径 $r$ の位置での電界の大きさは一定値 $E_0$ であった。 $\rho(r)$ の関数を求めなさい。

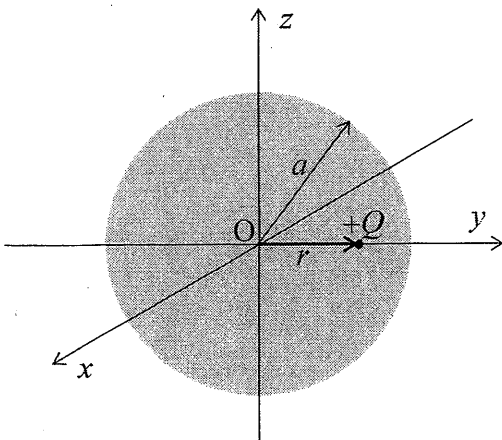


図3

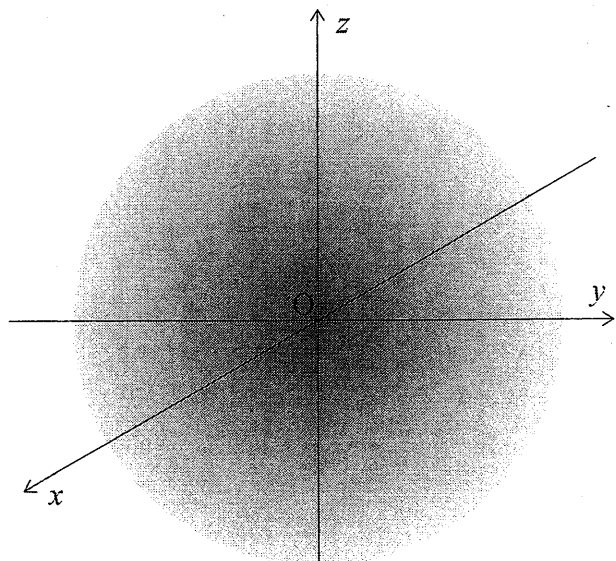


図4

問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ②電気磁気学	P. (4 / 11)

※ IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

II 以下の問に答えなさい。ただし、空間の透磁率を $\mu_0$ とする。

問1 図5に示すように、細い無限長直線導線Lと細い導線で作られた長方形回路ABCDが同一平面内に置かれている。このとき、以下の小問に答えなさい。ただし、長方形回路の辺ABは直線導線Lに平行であるものとする。

- (1) 直線導線Lに電流Iが図5の上向きに流れているとき、直線導線Lから距離rだけ離れた点に生じる磁界Hの大きさと向きを求めなさい。磁界の向きについては図で示しなさい。ただし、長方形回路ABCDには電流は流れていないものとする。
- (2) 直線導線Lと長方形回路ABCDの間の相互インダクタンスMを求めなさい。
- (3) 直線導線Lと長方形回路ABCDに共に電流Iが流れているとき、長方形回路に働く力Fの大きさと向きを求めなさい。ただし、電流の向きは図5の視点において、直線導線では上向き、長方形回路では時計回りとする。

問2 図6に示すように、4本の細い無限長直線導線P, Q, R, Sが、z軸に平行にxz平面内に置かれており、それぞれには図中に示す電流が流れている。ここでは、z軸の正の向きを電流の正の向きとし、 $I_1 > 0, I_2 > 0$ である。このとき、以下の小問に答えなさい。

- (1) x軸上に生じる磁界ベクトルのy方向成分 $H_y(x)$ をxの関数として求めなさい。
- (2) x軸上の $x=0$ 近傍で、 $H_y(x)$ の値がほぼ一樣になる条件は、

$$\left. \frac{dH_y}{dx} \right|_{x=0} = 0 \dots\dots i), \text{ かつ } \left. \frac{d^2H_y}{dx^2} \right|_{x=0} = 0 \dots\dots ii)$$

である。まず、条件i)が成立することを示した後、条件ii)を満たすための $I_1$ と $I_2$ の関係式を求めなさい。

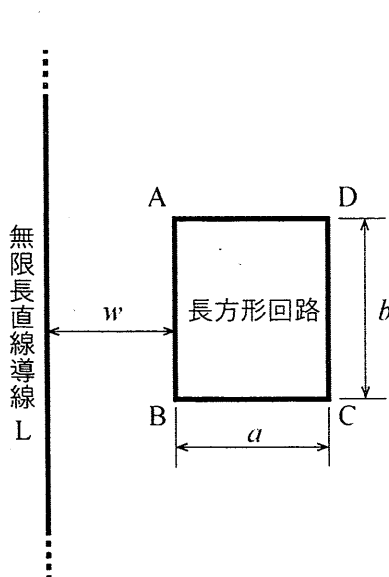


図5

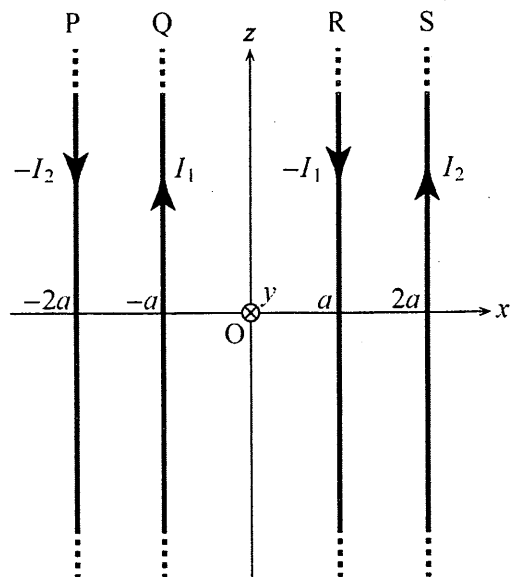


図6

問題用紙

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	P. (5/11)

※IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

I

図1に示す回路について、以下の設問に答えなさい。 $V_{DD}$ ,  $V_{BIAS}$ は直流電圧,  $v_{in}$ ,  $v_{out}$ は小信号交流電圧,  $i_{in}$ ,  $i_{out}$ は小信号交流電流である。信号周波数において、結合容量 $C_1$ と $C_2$ のインピーダンスは十分に小さく、無視することができる。MOSFETの小信号等価回路は、図2のように表される。抵抗に対して、並列記号(//)を使用してよい。また、角周波数は、 $\omega$ で表しなさい。

- 問1 図1の回路の小信号等価回路を示しなさい。  
 問2 問1で求めた小信号等価回路のY行列の要素を全て求めなさい。Y行列は、要素 $y_{11}$ ,  $y_{12}$ ,  $y_{21}$ ,  $y_{22}$ を用いて次のように定義される。

$$\begin{pmatrix} i_{in} \\ i_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_{in} \\ v_{out} \end{pmatrix}$$

- 問3 出力端子(OUT)とグランド(GND)の間に、負荷抵抗 $R_L$ を接続したときの電圧利得 $G_V$ を、Y行列の要素 $y_{11}$ ,  $y_{12}$ ,  $y_{21}$ ,  $y_{22}$ と負荷抵抗 $R_L$ のうち必要なものを用いて表しなさい。  
 問4 電圧利得 $G_V$ の高域遮断角周波数を、 $C_{gs}$ ,  $C_{ds}$ ,  $g_m$ ,  $r_{ds}$ ,  $R_G$ ,  $R_D$ ,  $R_L$ のうち必要なものを用いて表しなさい。

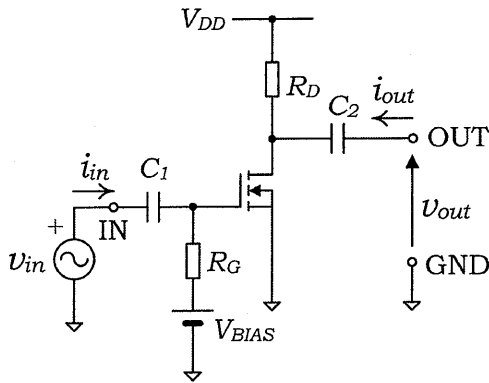


図1

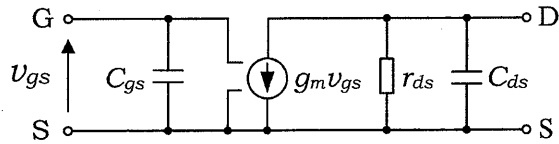


図2

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 問題用紙		
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	P. (6/11)

※IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

II

図3は演算増幅器(オペアンプ)を用いたパルス発振回路である。オペアンプの電源電圧を $\pm V_{op}$ としたとき、 $v_p > v_n$ において $v_o = +V_{op}$ 、 $v_p < v_n$ において $v_o = -V_{op}$ となる。差動利得は無限大、入力インピーダンスは無限大とする。以下の設問に答えなさい。

- 問1 回路のコンデンサに電荷が蓄積する過程を考える。 $v_p > v_n$ のとき、 $v_n$ の時間変化( $v_n(t)$ )に対する回路方程式を示しなさい。
- 問2 時刻 $t = 0$ において、 $v_o(0) = +V_{op}$ 、 $v_p(0) = -v_n(0)$ とする。但し、 $v_p(0) > 0$ とする。このとき、回路方程式を解いて、 $v_n(t)$ を求めなさい。
- 問3 パルス発振回路の周期 $T$ を $C, R_1, R_2, R_3$ を用いて示しなさい。
- 問4  $v_p(t), v_n(t)$ の波形を時間 $t$ の関数として概形を描きなさい。

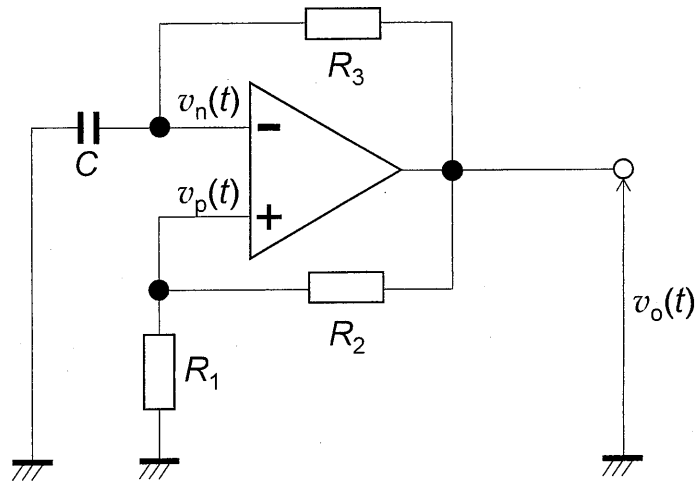


図3

問題用紙

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	P.(7/11)

※ I, IIの解答は別々の解答用紙に書きなさい。

I 2元マルコフ情報源  $S = \{x_1, x_2\}$  が状態遷移行列  $Q = \begin{bmatrix} 1/4 & 3/4 \\ 3/5 & 2/5 \end{bmatrix}$  を持つ。行列  $Q$  の  $i$  行  $j$  列の値は、状態

遷移確率  $P(x_j|x_i)$  を表している。さらに、通信路行列が図1の  $T = \begin{bmatrix} 1/3 & 2/3 \\ 2/3 & 1/3 \end{bmatrix}$  である通信路を介して、

$S = \{x_1, x_2\}$  に属する記号を送信したとき、これを受信した記号  $y_j$  は受信記号集合  $Y = \{y_1, y_2\}$  に属しているとする。以下の設問に答えなさい。

問1 情報源  $S$  のシャノン線図を描き、さらに、定常状態における発生確率  $P(x_1)$  と  $P(x_2)$  を求めなさい。

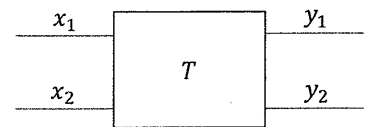


図1

問2 この情報源  $S$  の発生エントロピー  $H(S|S)$  を求めなさい。ただし、解答に現れる対数は3以上の素数  $m$  に対する  $\log_2 m$  の形で表すこと。

問3 情報源  $S$  の発生確率が定常状態の場合、受信記号の発生確率  $P(y_1)$  と  $P(y_2)$  を求めなさい。

問4 情報源  $S$  の発生確率が定常状態の場合、受信記号集合のエントロピー  $H(Y)$  を求めなさい。ただし、解答に現れる対数は3以上の素数  $m$  に対する  $\log_2 m$  の形で表すこと。

II 形式言語とオートマトンについて、以下の設問に答えなさい。

問1 アルファベット  $\{a, b, c\}$  上の言語  $L = \{x \mid x \text{ は部分文字列として } aa \text{ も } ab \text{ も } ac \text{ も含まない文字列}\}$  を考える。

(1) 言語  $L$  に含まれる文字列で長さが3となるものをすべて列挙しなさい。

(2) 言語  $L$  を表す正規表現を示しなさい。

(3) 言語  $L$  を認識する決定性有限オートマトンを図示しなさい。ただし、開始状態にはそれと分かる目印を付け、受理状態は2重丸で示すこと。さらに、各状態からは全てのアルファベット文字の遷移が存在していなければならないものとする。

問2 変数集合  $\{S, A, B\}$ 、終端記号集合  $\{a, b, c\}$ 、生成規則集合  $\{S \rightarrow C, A \rightarrow a, B \rightarrow b, C \rightarrow c|aCA|aCBA\}$ 、開始変数  $S$  で定義される文脈自由文法  $G$  について考える。

(1)  $G$  によって生成される終端記号列を、長さが短い順に4つ列挙しなさい。

(2)  $G$  によって生成される終端記号列  $aaacabaa$  の最左導出を示しなさい。

(3)  $G$  を Chomsky の標準形に変形しなさい。

## 問題用紙

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

P. (8 / 11)

※ I と II の解答は別々の解答用紙に書きなさい。

I C 言語で書かれたプログラム1において、func1 は入力された要素数 n の整数配列 x の平均値を求める関数である。以下の設問に答えなさい。

問1 func3 の戻り値を引数 x, y を用いて表しなさい。また、61 行目において出力される値を答えなさい。

問2 func4 において、func5 が func1 と同じ値を返すためには、21 行目の [空欄1] にどのような文を入れればよいか答えなさい。

問3 63 行目において出力される値を答えなさい。

問4 func7 について、64 行目において出力される値が 63 行目において出力される値と同じになるためには、46 行目の [空欄2] にどのような文を入れればよいか答えなさい。

問5 65 行目および53 行目においては、ともに変数 n の値を出力する。それぞれの行において出力される値を答えなさい。また、その理由について説明しなさい。

```

1 #include <stdio.h>
2
3 double func1(unsigned *x, unsigned n) {
4     unsigned s = 0;
5     unsigned i;
6     for (i = 0; i < n; i++) s += x[i];
7     return (double)s/(double)n;
8 }
9
10 unsigned func3(unsigned x, unsigned y) {
11     if (x == 0) return y;
12     return func3(x-1, y+1);
13 }
14
15 unsigned func2_3(unsigned *x, unsigned n) {
16     if (n == 0) return 0;
17     return func3(*x, func2_3(x+1, n-1));
18 }
19
20 unsigned func4(unsigned x, unsigned y) {
21     [空欄1]
22 }
23
24 unsigned func2_4(unsigned *x, unsigned n) {
25     if (n == 0) return 0;
26     return func4(*x, func2_4(x+1, n-1));
27 }
28
29 double func5(unsigned *x, unsigned n) {
30     return (double)func2_3(x, n)
31         /(double)func2_4(x, n);
32 }
33
34 unsigned func6(unsigned x, unsigned y) {
35     if (x == 0) return 0;
36     return func3(func6(x-1, y), y);
37 }
38
39 unsigned func2_6(unsigned *x, unsigned n) {
40     if (n == 0) return 1;
41     return func6(*x, func2_6(x+1, n-1));
42 }
43
44 void func7(unsigned *n, unsigned *p) {
45     if (*n == 0) return;
46     [空欄2]
47     func7(n, p);
48 }
49
50 unsigned func8(unsigned n) {
51     unsigned p = 1;
52     func7(&n, &p);
53     printf("%d¥n", n);
54     return p;
55 }
56
57 int main(void) {
58     unsigned x[] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6 };
59     unsigned n = sizeof(x)/sizeof(*x);
60     printf("%.2f¥n", func1(x, n));
61     printf("%d¥n", func3(x[1], x[2]));
62     printf("%.2f¥n", func5(x, n));
63     printf("%d¥n", func2_6(x, n));
64     printf("%d¥n", func8(n));
65     printf("%d¥n", n);
66     return 0;
67 }

```



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  
**問題用紙**

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	P. (9 / 11)

※ I と II の解答は別々の解答用紙に書きなさい。

II 以下の設問に答えなさい。

問1 次の(ア)～(エ)のソートアルゴリズムについて、以下の設問に答えなさい。

(ア) 挿入ソート (イ) クイックソート (ウ) ヒープソート (エ) バブルソート

- 分割統治法に基づくソートアルゴリズムを(ア)～(エ)より一つ選択し答えなさい。また、その理由を選択したアルゴリズムの処理に照らして簡潔に説明しなさい。
- 入力データ数 $n$ に対して最悪時間計算量が $O(n \log n)$ であるアルゴリズムを(ア)～(エ)の中から全て選びなさい。

問2 完全2分探索木について、以下の設問に答えなさい。ただし、完全2分探索木においては全ての葉に対して根から葉までの距離は木の高さに等しく、かつ葉以外の節点はちょうど2つの子を持つ。また、子を持つ全ての節点 $v$ に対して、 $v$ の左の子孫に割り当てられるデータは $v$ のデータよりも小さく、 $v$ の右の子孫に割り当てられるデータは $v$ のデータよりも大きいという関係が保たれ、各節点に割り当てられるデータに重複はないものとする。

- 15個のデータ1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15が割り当てられた総節点数15の完全2分探索木を図示しなさい。
- 高さ $h$ の完全2分探索木の総節点数を求めなさい。ただし、 $h$ は非負の整数とする。
- ある完全2分探索木に対して、割り当てられていないあるデータを探索したときに、このデータと比較された節点の個数が $c$ であったとする。この完全2分探索木の総節点数を求めなさい。ただし、 $c$ は正の整数とする。

問3 図1に示す辺重み付きグラフに対して、以下の設問に答えなさい。

- 点aと点bの間の距離を求めなさい。
- 点aから各点への最短路で構成される木を図1の不要な辺を削除して図示しなさい。

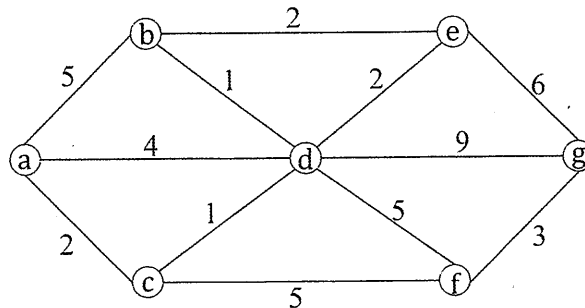


図1

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  
問題用紙

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 10/11

※ IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

I プログラム内蔵方式計算機に関する以下の設問に答えなさい。

- 問1 命令フェッチと命令デコードの手順を説明しなさい。説明には、実行中の命令アドレスを格納するプログラムレジスタ PR, メモリアドレスレジスタ MAR, 主記憶 RAM, メモリデータレジスタ MDR, 命令レジスタ IR, 命令デコーダ ID を含めること。
- 問2 2本の汎用レジスタ GR0 と GR1 を有し、レジスタ間加算命令  $GR0=GR0+GR1$  を1クロックで実行できる計算機の構成図を描きなさい。図には、算術論理演算ユニット ALU を含めること。ALU は加算を1クロックで完了できるものとする。命令フェッチと命令デコードを考慮する必要はない。
- 問3 2の補数形式による演算結果が負であるときに1になる符号フラグ S, 演算結果が零であるときに1になるゼロフラグ Z を用いて、演算結果が零以下であるときに分岐する条件分岐命令の動作を説明しなさい。実行中の命令アドレスを格納するレジスタをプログラムレジスタ PR とし、分岐先アドレスは絶対アドレス ADDR であるとする。
- 問4 実効アドレスの計算に加減算が必要なアドレス指定方式の名称と、実効アドレスの計算方法を1つ示しなさい。
- 問5 アドレスが16ビットである計算機に、キャッシュラインサイズが16バイトで、64セットを有するキャッシュメモリを搭載した。このときのアドレスのフィールド分割を図示しなさい。図には、フィールド名とビット数を明記すること。
- 問6 パイプラインを導入することによって、レイテンシとスループットがどのような影響を受けるかを説明しなさい。

問題用紙

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

P. (11/11)

※ IとIIの解答は別々の答案用紙に書きなさい。

II 0または1の信号値の系列を入力し、これまでに入力された1の回数を4で割った余りが0のときに1サイクル遅れて1を出力する順序論理回路を考える。入力信号と出力信号の系列の例を以下に示す。

入力：・・・01101011010001101・・・

出力：・・・11000001000000011・・・

入力信号をA、出力信号をYとする。このとき以下の間に答えなさい。

問1 この回路の状態遷移表を示しなさい。このとき現在の状態を表す変数を  $Q_1, Q_0$ （最上位ビットは  $Q_1$ ）、次の状態を表す変数を  $Q_1', Q_0'$  で表し、4で割った余りを状態とみなしなさい。例えば現在の余り（状態）が2 ( $10_{(2)}$ ) のときに、1が入力された場合、次の余り（状態）は3 ( $11_{(2)}$ ) になる。

問2 この回路の応用方程式を示しなさい。ただし排他的論理和を用いて式中に現れる変数の数を最小化しなさい。

問3 この回路の出力の論理式を示しなさい。

問4 この回路の論理回路図を示しなさい。ただしフリップフロップには立ち上がりエッジトリガのDフリップフロップを用いなさい。

問5 問4の回路の入出力関係を表すタイミング図を示しなさい。タイミング図にはクロックCKの立ち上がりエッジに同期して上記例の下線を引いた8個の値の系列を入力したときのCK, A,  $Q_1, Q_0, Y$  の波形を示しなさい。このとき最初の状態を00としなさい。