

令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 1 機械力学

得点	
----	--

1. 図1のように摩擦のない床上を自由に運動する質量 M の物体に長さ l , 質量 m の単振子を取り付けた。以下の問いに答えよ。ただし, θ は微小, 重力加速度は g とする。

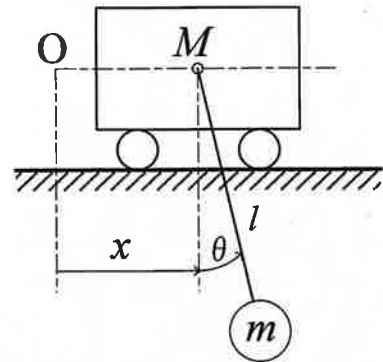


図1

- (1) 全運動エネルギー T を示せ。

- (2) 全ポテンシャルエネルギー U を示せ。

ただし, θ は微小のため, 三角関数は以下の近似を用いること。

$$\sin \theta \cong \theta, \cos \theta \cong 1 - \frac{\theta^2}{2}$$

- (3) 以下のラグランジュの方程式より, 運動方程式を求めよ。 q_r は一般座標, t は時間である。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_r} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_r} + \frac{\partial U}{\partial q_r} = 0$$

志望専攻	工学専攻	受検番号	
------	------	------	--

令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 2 材料力学

1. 直径 d の丸棒を軸方向に荷重 P で引張ったところ、縦ひずみ ϵ が生じた。この引張荷重 P を、問題文中の記号を使って表せ。ただし、丸棒の縦弾性係数を E 、円周率を π とする。

2. 動力 H を、角速度 ω で伝達する直径 d の丸棒がある。この丸棒の断面2次極モーメント I_P 、軸に生じるトルク T 、および最大のねじり応力 τ を、問題文中の記号を使って表せ。ただし、円周率を π とする。

得点	
----	--

3. 長さが L の片持ちはりがある。このはりの自由端に集中荷重 P が作用するとき、はりに蓄えられるひずみエネルギー U と、はりの自由端のたわみ w を、問題文中の記号を使って表せ。ただし、はりの縦弾性係数を E 、断面2次モーメントを I とする。

令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 3 流れ学

1. 図1のように、管路内径 D 、スロート（のど）部内径 d のベンチュリ管が水平に設置され、その内部を密度 ρ の流体が流れている。ただし、流れは理想流体の定常流であり、管路の各種損失は考慮しないとして、次の問いに答えよ。

(1) 流れの上流部①の圧力 P 、その流速 V 、スロート（のど）部②の圧力 p 、その流速 v として、①と②の間の同一流線上で成り立つベルヌーイの式を求めよ。

(2) 連続の式を用いて、 V と v の関係式を求めよ。

(3) 絞り直径比 $\beta = d/D$ を用い、スロート（のど）部②の流速 v を求めよ。

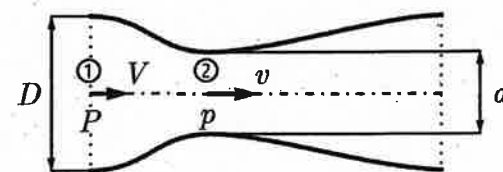


図1

志望専攻	工学専攻	受検番号	
------	------	------	--

得点	
----	--

2. 質量 M 、半径 R の球状物体全体が、比重 s の流体中で鉛直方向にゆっくりと運動しているとき、次の問いに答えよ。ただし、水の密度を ρ_0 、重力加速度を g 、円周率を π とする。

(1) 球状物体に働く重力の大きさ W を求めよ。

(2) 球状物体に働く浮力の大きさ B を求めよ。

(3) 鉛直上方を正として、球状物体に働く加速度 a を求めよ。

3. 出口断面積 A のノズルから、密度 ρ の流体が速度 v で水平に噴出している。これを固定された大きな平板壁に垂直にあてたとき、次の問いに答えよ。ただし、噴流は壁面に対して単位幅および単位厚さを持つ二次元噴流とし、各種損失は考慮しないとする。

(1) ノズルから噴出する流体の体積流量 Q を求めよ。

(2) 平板壁に働く力の大きさ F を求めよ。

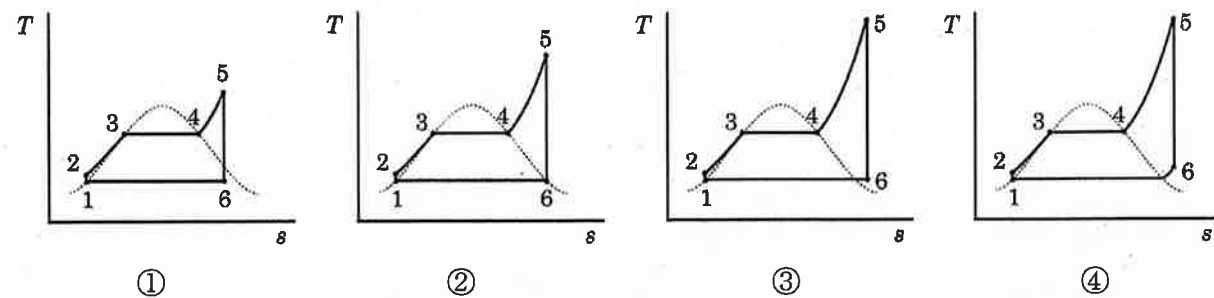
令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 4 熱力学

得点	
----	--

1. 蒸気原動所の理論サイクルであるランキンサイクルの基本構成は、ボイラ（主ボイラと過熱器）、タービン、復水器、ポンプからなる。ランキンサイクルに関する次の問いに答えよ。

(1) タービン出口の蒸気が過熱蒸気であるとした場合の $T-s$ 線図を下から選び、解答欄に記号で答えよ。ただし図中の点線は飽和曲線である。



(2) 上の $T-s$ 線図において過程1→2に対応する構成要素を下から選び、解答欄に記号で答えよ。

- ① 給水ポンプ ② 蒸気タービン ③ 復水器 ④ ボイラ

(3) ボイラにおける作動流体の熱力学的状態変化として適切なものを下から選び、解答欄に記号で答えよ。

- ① 等圧変化 ② 等温変化 ③ 等容変化 ④ 断熱変化

(4) タービン入口における蒸気の比エンタルピー h_i 、タービン出口における蒸気の比エンタルピー h_o 、復水器における飽和液の比エンタルピー h' とすると、このランキンサイクルの理論熱効率を下から選び、解答欄に記号で答えよ。ただしポンプ仕事は無視して良い。

- ① $(h_i - h_o) / h'$ ② $(h_o - h_i) / h'$ ③ $(h_i - h_o) / (h_i - h')$ ④ $(h_o - h_i) / (h_o - h')$

(5) ランキンサイクルの理論熱効率を向上させる方法として必ずしも正しくないものを下から選び、解答欄に記号で答えよ。

- ① 蒸気エジェクタなどを利用して復水器の真空度を高める
 ② タービン入口温度一定のまま圧力を上げ、タービン出口蒸気の乾き度を下げる
 ③ タービンで膨張中の蒸気の一部を抽気し、その熱量を給水の加熱に利用する
 ④ タービン羽根の耐熱限界の範囲において、タービン入口の温度を高める

【解答欄】

(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--

2. 冷凍サイクルに関する次の問いに答えよ。

(1) 外気温 T_1 [K]に対して室温 T_2 [K]を維持する逆カルノーサイクル冷凍機の成績係数を下から選び、解答欄に記号で答えよ。

- ① $1 - T_1 / T_2$ ② $1 - T_2 / T_1$ ③ $T_2 / (T_1 - T_2)$ ④ $T_1 / (T_1 - T_2)$

(2) 成績係数が8の冷凍機を用いて室温を定常に維持する場合を考える。部屋と外気は断熱壁で仕切られており、室内にある人体や照明、電気機器からの総発熱量1.6 kWとしたとき、この冷凍機が最低必要とする駆動電力（動力）を下から選び、解答欄に記号で答えよ。

- ① 0.2 kW ② 1.6 kW ③ 5.0 kW ④ 12.8 kW

【解答欄】

(1)		(2)	
-----	--	-----	--

3. 図1に示すような熱機関の理論サイクル(1→2→3→1)を考える。作動流体は比熱比 κ の理想気体であるとする。次の問いに答えよ。

(1) この熱機関の $p-v$ 線図を下の図に描け。

ただし図中に状態点2, 3を付記せよ。

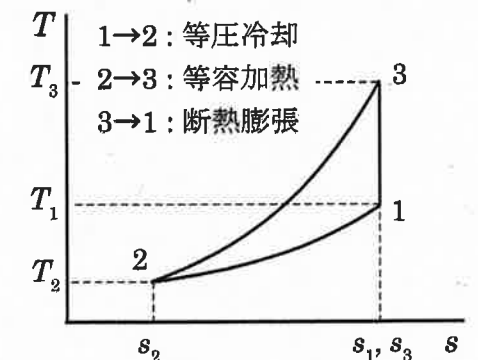
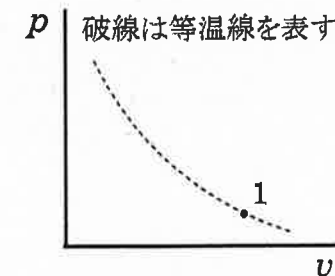


図1 $T-s$ 線図

(2) この熱機関の最低温度 T_2 を、圧縮比 ε と温度 T_1 を用いて表現せよ。

(3) この熱機関の理論熱効率 η_{th} を、 ε と κ を用いて表現せよ。

令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 5 電気磁気学

得点	
----	--

1. 図1に示すように無限長同軸円筒導体間を比誘電率 ϵ_s の誘電体で絶縁し、内導体、外導体に単位長さあたりそれぞれ $\lambda[\text{C/m}]$, $-\lambda[\text{C/m}]$ の電荷を与えた。内導体の半径を $a[\text{m}]$, 外導体の内半径, 外半径をそれぞれ $b[\text{m}]$, $c[\text{m}]$ として以下の問いに答えよ。ただし真空の誘電率を $\epsilon_0[\text{F/m}]$ とする。

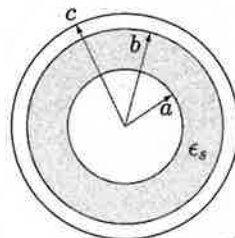


図1 無限長同軸円筒導体

- (1) 内導体の中心からの距離を $r[\text{m}]$ として、誘電体中の電界の大きさ E を求めよ。

- (2) 内導体と外導体の電位差 V を求めよ。

- (3) 無限長同軸円筒導体の単位長さあたりの静電容量 C を求めよ。

2. 図2に示すように y 軸上には電流 $I[\text{A}]$ が流れている無限長導体, xy 平面上には無限長導体から距離 $d[\text{m}]$ を隔てて1辺の長さを $a[\text{m}]$ とする正方形コイルがある。以下の問いに答えよ。ただし正方形コイルの巻き数は1回とし、真空の透磁率は $\mu_0[\text{H/m}]$ とする。

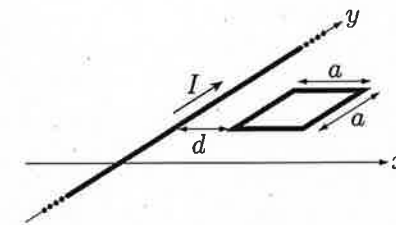


図2 無限長導体と正方形コイル

- (1) 無限長導体からの距離を $x[\text{m}]$ として、電流 I がつくる磁束密度の大きさ B を求めよ。

- (2) 正方形コイルに鎖交する磁束 Φ を求めよ。

- (3) 無限長導体を流れる電流が $I = I_0 \sin(\omega t)[\text{A}]$ で表されるとき正方形コイルに誘起される起電力 U を求めよ。

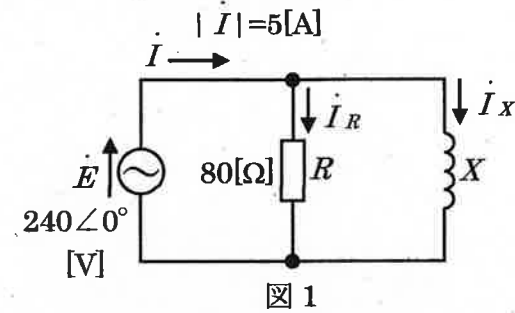
令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 6 電気回路

得点	
----	--

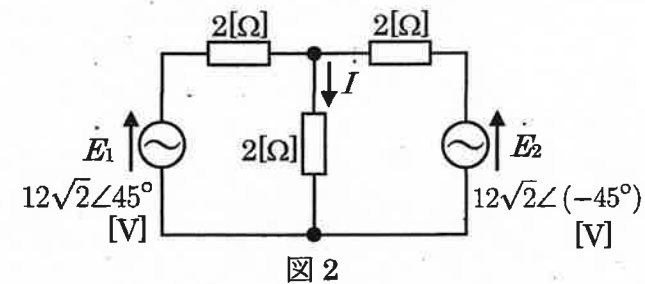
1. 図1に示すように、抵抗 R とリアクタンス X の並列回路に $240[\text{V}]$ の正弦波電圧を加えたところ、電流 I の大きさが $5[\text{A}]$ となった。以下の問いに答えよ。

(1) R に流れる電流 $I_R[\text{A}]$ の大きさ、および X に流れる電流 $I_X[\text{A}]$ の大きさを求めよ。



(2) この回路の有効電力 $P[\text{W}]$ を求めよ。

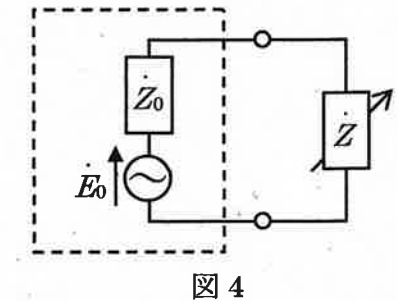
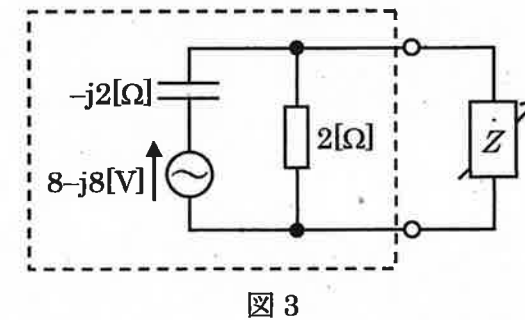
2. 図2の回路の電流 $I[\text{A}]$ を、重ねの理を用いて求めたい。導出過程および $I[\text{A}]$ の値を示せ。



3. 図3に示す回路の破線部を、図4のような等価回路に変換したい。以下の問いに答えよ。

(1) 等価回路の $E_0[\text{V}]$ および $Z_0[\Omega]$ を求めよ。

(2) インピーダンス Z を変化させて Z の有効電力 P が最大になるようにしたい。 P が最大となるときの $Z[\Omega]$ および有効電力 $P[\text{W}]$ を求めよ。



令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 7 電子回路

得点

1. 図1に示す帰還バイアス型エミッタ接地増幅回路について、以下の設問に答えよ。ただし、 $r_s = 600[\Omega]$, $R_L = 100[\text{k}\Omega]$, $R_C = 1.00[\text{k}\Omega]$, $R_E = 100[\Omega]$, $E = 10.0[\text{V}]$, $V_{BE} = 0.700[\text{V}]$, 直流電流増幅率 $h_{FE} = \beta = 200$, エミッタ接地入力開放逆方向電圧伝達比 $h_{re} = 0$, エミッタ接地出力短絡電流伝達比 $h_{fe} = 200$, エミッタ接地出力短絡入力抵抗 $h_{ie} = 1.00[\text{k}\Omega]$, エミッタ接地入力開放出力コンダクタンス $h_{oe} = 0[\text{S}]$, $R_1 = 8580[\Omega]$, および $R_2 = 1200[\Omega]$ とする。有効桁数は3桁とする。

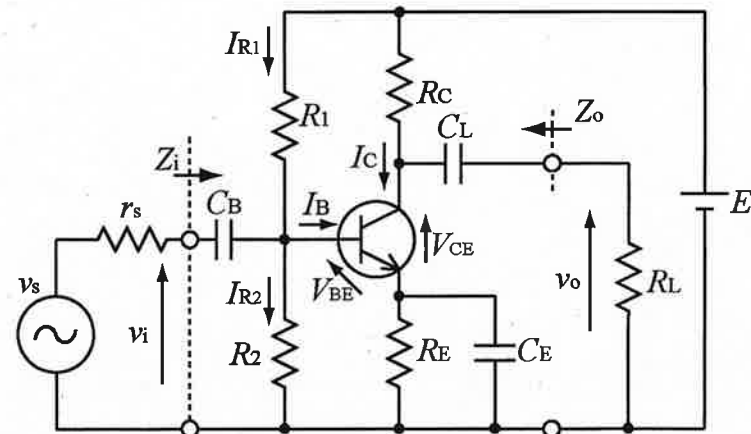


図1. 帰還バイアス型エミッタ接地増幅回路

- (1) $v_i = 0[\text{V}]$ のとき, $I_C = 5.00[\text{mA}]$ となった。このとき, 以下の値を計算せよ。

$$V_{CE} =$$

$$I_B =$$

$$I_{R1} =$$

$$I_{R2} =$$

- (2) 入力インピーダンス Z_i を求めよ。

- (3) 出力インピーダンス Z_o を求めよ。ただし, コンデンサの交流インピーダンスはすべて $0[\Omega]$ とする。

2. 図2の理想オペアンプを使った増幅回路について、以下の設問に答えよ。

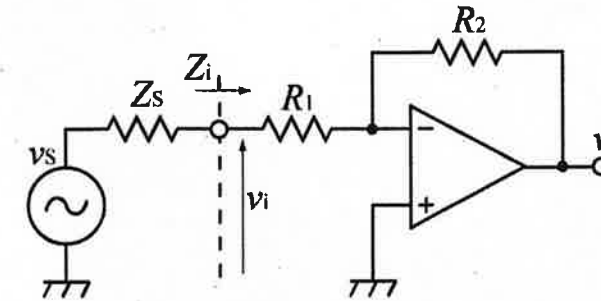


図2. オペアンプ増幅回路

- (1) 電圧増幅率 v_o/v_i を求めよ。

- (2) 入力インピーダンス Z_i を求めよ。

- (3) 信号源電圧 v_s と出力電圧 v_o の関係 v_o/v_s を求めよ。

- (4) 非反転入力端子と反転入力端子の電位差を求めよ。

令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 8 プログラミング

得点	
点	

1. 以下に示す C 言語のプログラムは、選択ソートにより昇順ソートを行うものである。以下の問いに答えよ。

(1) 空欄 ① と ② 内に当てはまるべき記号・文字などをそれぞれ答えよ。

①

②

(2) データの個数を N とするとき、選択ソートにおける要素の比較回数と、最大の交換回数をそれぞれ答えよ。

比較回数：

交換回数：

(3) 選択ソートは、安定であるか、安定でないかを答えよ。

(4) 選択ソートの最悪、最良時間計算量をそれぞれ O 記法で答えよ。

最悪時間計算量：O()

最良時間計算量：O()

```
#include <stdio.h>
#define N 7
void selection(int data[]) {
    int i, j, min, temp;
    for (i = 0; i < N-1; i++) {
        min = i;
        for (j = i+1; j < N; j++) {
            if (data[j] < data[min]) {
                ①;
            }
        }
        temp = data[i];
        data[i] = ②;
        ② = temp;
    }
}

int main(void) {
    int i;
    int data[] = {2, 5, 3, 4, 6, 7, 1};
    selection(data);
    for(i = 0; i < N; i++) {
        printf("%d ", data[i]);
    }
    return(0);
}
```

<実行結果>
1 2 3 4 5 6 7

2. 以下の C 言語のプログラムは、データ構造である連結リストを用いてスタックを実装したものである。以下の問いに答えよ。

(1) 実行結果が得られるように空欄 ① ～ ③ 内に当てはまるべき記号・文字などをそれぞれ答えよ。

①

②

③

(2) 配列を使った実装と比べ、連結リストで実装した場合の利点を述べよ。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
typedef struct node {
    int data;
    struct node *next;
} NODE;
NODE *head = NULL;

void add(int x) {
    NODE *p = (NODE *)malloc(sizeof(NODE));
    ① = x;
    p->next = head;
    head = p;
    printf("add:%d\n", x);
}

int main(void) {
    NODE *p = (NODE *)malloc(sizeof(NODE));
    add(1);
    add(2);
    add(3);
    for(p=head; p!=NULL; ② ) {
        printf("%d", ③ );
    }
    return(0);
}
```

<実行結果>
add:1
add:2
add:3
321

令和2年度専攻科 学力検査による選抜 問題

電子機械工学専攻 9 デジタル回路

1. 以下の(1)～(3)に答えよ。

(1) 20.19 (10進数) を16進数に変換せよ。ただし、小数点以下第3位を切り捨て、小数点以下第2位までを答えよ。

(2) あるコンピュータでは、8ビットの2進数で数を表しており、負数には2の補数を用いている。このコンピュータにおいて、ビット列 11101001 が表す数を10進数で答えよ。

(3) 論理式 $A\bar{C} + ABC + \bar{A}\bar{B}\bar{C}$ を以下のカルノー図を用いて最小化し、その結果の論理式を示せ。

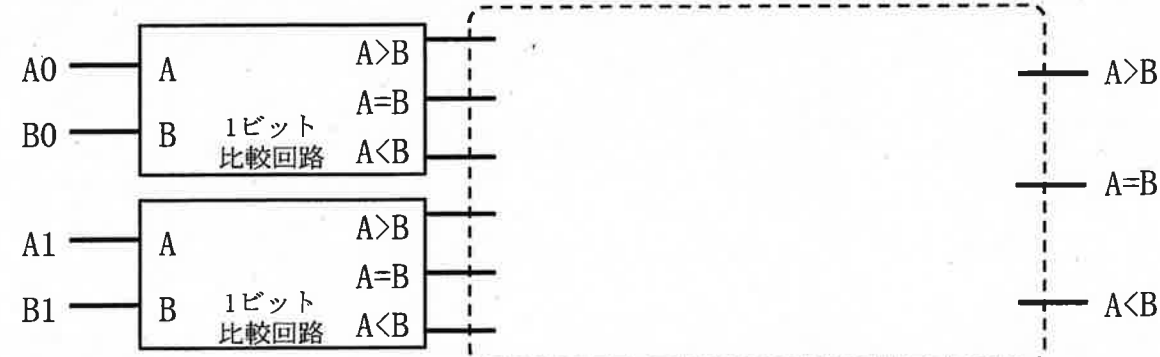
AB \ C	00	01	11	10
0				
1				

論理式の解答欄：

2. 比較回路について、(1)と(2)に答えよ。

(1) 1ビット比較回路の論理回路図を示せ。ただし、入力をAとB、出力をA>B, A<B, A=Bとし、全ての入出力を回路図中で明示すること。

(2) 1ビット比較回路2個に論理回路を追加して、2ビット比較回路を作りたい。ただし、入力はA=(A1, A0)とB=(B1, B0) (A1, B1が上位ビット)、出力はA>B, A<B, A=Bである。以下の点線枠内に当てはまる論理回路を計10個以内の2入力AND, 2入力OR, NOTを用いて示せ。



3. フリップフロップおよび順序回路について、(1)と(2)に答えよ。

(1) 現在の状態(Qn)から次の状態(Qn+1)へ遷移する際にフリップフロップの入力が満たす条件をまとめた表を励起表という。表1に示すJK-FFの励起表を完成させよ。ドントケアについては「X」で表せ。

(2) 図1に示す順序回路に対して、図2に示すタイミングチャートのように入力を与えたとき、Q1とQ2の波形を記入し、タイミングチャートを完成させよ。ただし、回路中のフリップフロップは全てエッジトリガ型であるとする。

表1 JK-FFの励起表

Qn	Qn+1	J	K
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

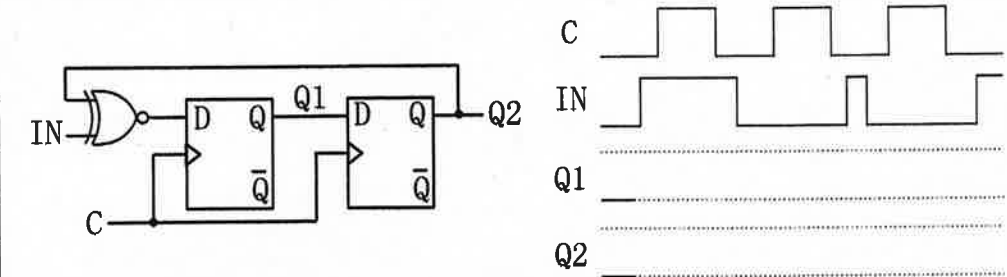


図1 順序回路

図2 タイミングチャート

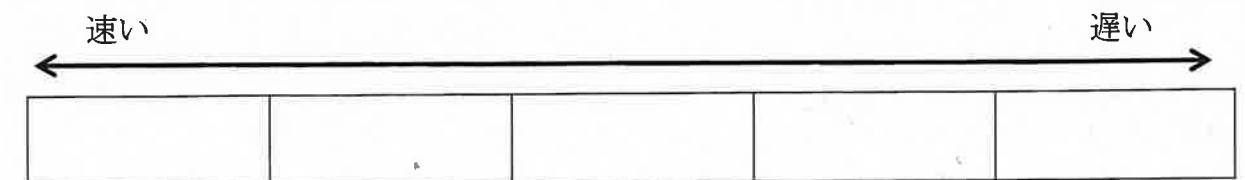
4. コンピュータアーキテクチャについて、(1)～(3)に答えよ。

(1) 命令セットにおけるRISCとCISCの比較に関するA～Dの記述のうち、RISCにより当てはまるものを全て選び、その記号を答えよ。

解答欄：

- A. 命令制御部にマイクロプログラム制御方式が採用されることが多い
- B. 多様で複雑な命令を多く含む
- C. 制御回路を単純化でき、その結果、命令実行時間を短くできる
- D. パイプライン処理化が容易である

(2) メモリ装置として「主記憶装置」「補助記憶装置」「レジスタ」「一次キャッシュ」「二次キャッシュ」を有するとき、これらをアクセス速度の速いものから順に並べ替えよ。



(3) キャッシュメモリのアクセス時間が4[ns]、主記憶装置のアクセス時間が20[ns]のコンピュータがある。キャッシュメモリのヒット率が95%であるとき、期待できる有効アクセス時間を求めよ。