

令和5年度石川工業高等専門学校専攻科入学者選抜検査【学力による選抜】

解答した3科目の□にチェック（レ）をしてください。

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 機械力学（工業力学を含む） | <input type="checkbox"/> 5 電気回路 |
| <input type="checkbox"/> 2 材料力学 | <input type="checkbox"/> 6 電子回路 |
| <input type="checkbox"/> 3 熱流体（熱工学と流れ学） | <input type="checkbox"/> 7 プログラミング（アルゴリズムとデータ構造を含む） |
| <input type="checkbox"/> 4 電気磁気学 | <input type="checkbox"/> 8 デジタル回路（コンピュータアーキテクチャを含む） |

注意1 開始の合図があるまで開けてはいけません。

2 チェック（レ）のない科目は、採点の対象にはなりません。

3 3科目を超えてチェック（レ）をした場合は、すべての科目について採点を行いません。

4 検査が開始されたら、この表紙、選択した科目の問題用紙、下書用紙に志望専攻と受験番号を必ず記入してください。

令和5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. 半径 r , 質量 m , 重心を通り紙面に垂直な軸回りの慣性モーメントが I の一様な円柱が, 図1に示すような角度 ϕ の斜面の上を滑りつつ, 動摩擦力を受けて転がる。斜面と円柱の動摩擦係数を μ とする。斜面に沿って下る方向を x の正方向とし, 円柱の回転角 θ は反時計回りを正とする。また, 重力加速度 g が紙面下方向にはたらくものとする。時間を t とする。このとき, 以下の問いに答えよ。数式を解答する場合, 問題中の記号を用いて記述すること。

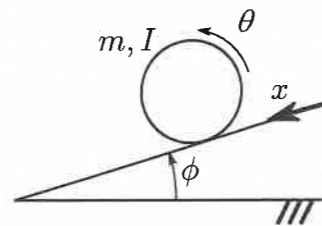


図1

- (1) この力学系の自由度を答えよ。

解答

- (2) 円柱にはたらく動摩擦力を求めよ。力の向きに注意すること。

解答

- (3) 円柱の重心の並進に関する運動方程式を求めよ。さらに, 初期条件を $x(0) = 0$ かつ $\dot{x}(0) = 0$ として運動方程式の解を求めよ。ただし動摩擦力は x の負方向を向くため $-F$ とすること。

運動方程式

解

- (4) 円柱の回転中心にはたらく動摩擦力によるモーメントを求めよ。ただし動摩擦力は $-F$ とすること。

解答

- (5) 円柱の重心を通り紙面に垂直な軸回りの運動方程式を求めよ。さらに, 初期条件を $\theta(0) = 0$ かつ $\dot{\theta}(0) = 0$ として運動方程式の解を求めよ。ただし, 動摩擦力によるモーメントは反時計回りとなるため τ とすること。

運動方程式

解

2. 図2左に示すように, 自然長 ℓ , ばね定数 k の質量の無視できる線形ばねの一端を天井に付けて吊るした。その後, 図2中央のようにばねのもう一端に質量 m の質点を取り付けて, x_{st} の位置でばね質点系が静止することを確認した。紙面下方向に重力加速度 g がはたらくとする。時間を t とする。このとき, 以下の問いに答えよ。数式を解答する場合, 問題中の記号を用いて記述すること。

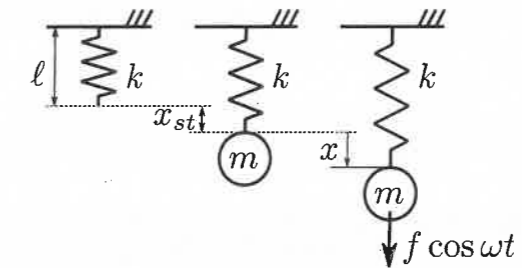


図2

- (1) ばねの復元力と重力のつり合いから, 静たわみ x_{st} を求めよ。ただし x_{st} は紙面下方向を正とする。

解答

- (2) さらに図2右に示すように, 振幅 f , 角周波数 ω の調和加振力 $f \cos \omega t$ を質点に加えたところ質点の変位 x で振動した。ただし x は紙面下方向を正とする。

- ① 変位 x の原点を静たわみ x_{st} の位置として, 質点の運動方程式を求めよ。

解答

- ② ①で求めた運動方程式の自由振動解(運動方程式で $f = 0$ とした場合の同次解)を求めよ。ただし初期条件を $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = v_0$ とする。

解答

- ③ ①で求めた運動方程式の定常振動解(運動方程式で $f \neq 0$ とした場合の特解)を求めよ。ただし, $\omega \neq \sqrt{k/m}$ とする。

解答

- ④ 加振力の角周波数 ω が $\sqrt{k/m}$ に近くなると定常振動解の振幅が非常に大きくなり, 機械の損傷等に繋がる場合がある。この現象の名称を答えよ。

解答

令和5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

得点

1. 図1に示すように、AO、BO および CO の3つの部材からなるトラス構造がある。 $\angle AOB = \angle COB = \theta$ 、 $\angle ABO = 90^\circ$ とする。各部材は断面積 A 、縦弾性係数 E の同一材料とする。点Oに鉛直荷重 P を加えるとき、以下の問いに答えよ。ただし、数式を解答する場合、問題中の記号を用いて記述すること。

- (1) 部材AOで生じる軸力を N_{AO} 、部材BOで生じる軸力を N_{BO} 、部材COで生じる軸力を N_{CO} とし、部材AOの伸び δ_{AO} 、部材BOの伸び δ_{BO} を求めよ。ただし、各部材で生じる変形は微小とし、部材の自重は考慮しなくてよい。また、解答には N_{AO} 、 N_{BO} 、 N_{CO} は用いてはならないものとする。

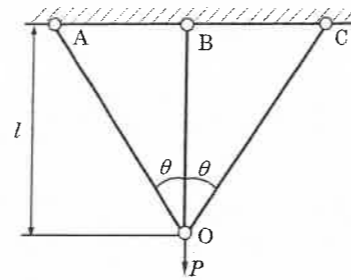


図1

解答 δ_{AO} δ_{BO}

- (2) 荷重点Oの鉛直変位 δ_o として正しい答えを次の選択肢から選び、記号に○を付けよ。
(選択肢)

ア. $\frac{AE}{(1+2\cos^3\theta)Pl}$ イ. $\frac{Pl}{(1+2\cos^3\theta)AE}$ ウ. $\frac{AE}{(1+2\cos^2\theta)Pl}$ エ. $\frac{Pl}{(1+2\cos^2\theta)AE}$

2. 外径が d_2 である中実丸軸と、外径が d_2 、内径が d_1 の中空丸軸がある。各々に同じねじりモーメント T を作用させるとき、以下の問いに答えよ。ただし、数式を解答する場合、問題中の記号を用いて記述すること。円周率を π とする。

- (1) 中実丸軸で生じる最大ねじり応力 τ を求めよ。

- (2) 中空丸軸に生じる最大ねじり応力 τ' を求めよ。ただし、中空丸軸の内外径比を $n = d_1/d_2$ とし、 n を使って解答することとする。

解答

- (3) 中空丸軸の内外径比 n を $1/2$ としたとき、中実丸軸と中空丸軸で生じる最大ねじり応力の比として最も近い答えを次の選択肢から選び、記号に○を付けよ。

(選択肢)

ア. 1.20 イ. 1.15 ウ. 1.10 エ. 1.00

3. 図2に示すように、長さ l の片持ちはり AB がある。はりの縦弾性係数を E 、断面二次モーメントを I とする。はりの全長にわたり等分布荷重 q を受けるとき、以下の問いに答えよ。数式を解答する場合、問題中の記号を用いて記述すること。はりの自重は考慮しなくてよい。

- (1) A から x の位置の曲げモーメント M_x を求めよ。

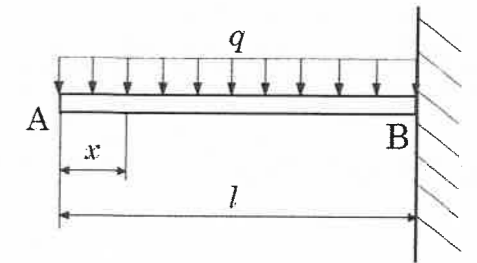


図2

解答

- (2) A から x の位置のたわみ角 θ_x 、およびたわみ w_x を求めよ。

解答 θ_x w_x

- (3) 最大たわみ角 θ_{max} 、および最大たわみ w_{max} を求めよ。

解答 θ_{max} w_{max}

解答

令和5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 熱流体

得点	
----	--

1. 単位質量の理想気体の等温変化を考える。変化開始時の状態1の気体の圧力, 比容積(単位質量あたりの体積)をそれぞれ p_1, v_1 , 終了時の状態2の比容積を $v_2 (> v_1)$ とする。このとき, 以下の問いに答えよ。数式を解答する場合, 問題中の記号を用いて記述すること。

(1) 気体が外部になす仕事 w_{12} を求めよ。

解答

(2) 気体に与えられた熱量 q_{12} を求めよ。

解答

(3) 気体のエントロピー変化 $s_2 - s_1$ を求めよ。ただし気体定数を R とする。

解答

2. 断熱圧縮 1→2, 等圧加熱 2→3, 断熱膨張 3→4, 等圧冷却 4→1 の過程からなる熱機関サイクルの $T-s$ 線図を図1に示す。このとき, 以下の問いに答えよ。数式を解答する場合, 問題中の記号を用いて記述すること。

(1) このサイクルの名称を以下の選択肢から選び記号に○を付けよ。

(選択肢)

a. ブレイトンサイクル

b. ランキンサイクル

c. オットーサイクル

d. ディーゼルサイクル

(2) このサイクルの最高温度 T_3 (状態3)と最低温度 T_1 (状態1)の比 (T_3 / T_1) を求めよ。ただし作動流体は理想気体とみなし, 状態1の圧力, 比容積をそれぞれ p_1, v_1 , 状態2の圧力を p_2 , 2→3で単位質量あたりの作動流体に与えられる熱量を q , 作動流体の比熱比を κ とする。

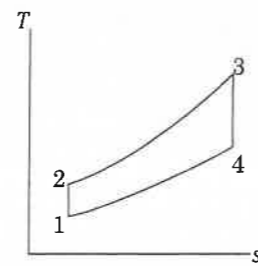


図1

解答

3. 図2に示すように密度 ρ の液体を貯めているタンクの傾斜壁に半径 R の円形窓が設置されている。傾斜壁と水平面とのなす角は $\theta (0 < \theta < 90^\circ)$ とし, 窓の中心は, 壁と液面が交わる位置から壁に沿って H 離れた位置にある。重力加速度を g , 円周率を π とする。このとき, 以下の問いに答えよ。数式を解答する場合, 問題中の記号を用いて記述すること。

(1) 窓にはたらく全圧力 F_p を求めよ。

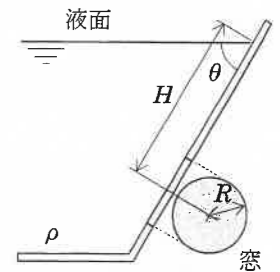


図2

解答

(2) 壁と液面が交わる位置から窓の圧力中心までの距離 y_c を求めよ。円の断面二次モーメントは $\pi R^4/4$ である。

解答

4. 図3に示すようにサイフォンの原理を利用して, 断面積が一定な管を通してタンクから密度 ρ の液体を排出している。管摩擦などによる流体のエネルギー損失は無視する。タンクは十分に大きく液面の低下は無視出来るとする。重力加速度は g とする。このとき, 以下の問いに答えよ。数式を解答する場合, 問題中の記号を用いて記述すること。

(1) タンク内液面より h_2 だけ低い管出口での流速 v を求めよ。

解答

(2) タンク内液面より h_1 だけ高い位置の管内圧力 p' を求めよ。

解答

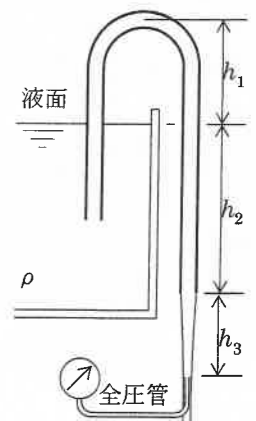


図3

(3) 管出口より h_3 だけ低い位置に設置した全圧管で測定される圧力 p'' を求めよ。

解答

令和5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 電気磁気学

1. 図1に示すように内導体と外導体の間が真空の同心球導体系がある。内導体に $+Q$ [C], 外導体に $-Q$ [C] の電荷を与えたとき以下の問いに答えよ。ただし内導体の中心からの距離を r [m] とし, 内導体の半径を a [m], 外導体の内半径, 外半径をそれぞれ b [m], c [m], 真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

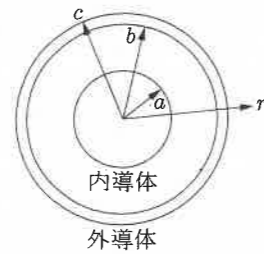


図1 同心球導体系

- (1) 外導体の内側表面上 ($r = b$) における総電荷量 Q_i , および外側表面上 ($r = c$) における総電荷量 Q_o を求めよ。

- (2) $a \leq r \leq b$ における電界の大きさ E を求めよ。

- (3) 内導体と外導体の電位差を求めよ。

得点	
----	--

2. 図2のように半径 a [m] の無限長円柱導体に一様な電流 I [A] が流れている。無限長円柱導体の中心からの距離を r [m] として以下の問いに答えよ。ただし真空の透磁率を μ_0 [H/m] とする。

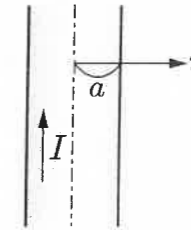


図2 無限長円柱導体

- (1) $r \geq a$ における磁束密度の大きさ B を求めよ。

- (2) 図3のように無限長円柱導体の中心から b [m] 離れた点 P と1つの頂点が一致する位置に1辺の長さが b [m] の正方形のコイルを置いた。このコイルに鎖交する磁束 Φ を求めよ。

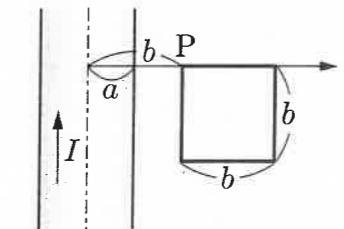


図3 無限長円柱導体とコイル

令和5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 電気回路

1. 図1の回路において、 $\dot{E} = 10 \angle 0 \text{ V}$, $R_1 = 10 \ \Omega$, $R_2 = 20 \ \Omega$, $L = 40 \text{ mH}$, $C = 200 \ \mu\text{F}$, $\omega = 500 \text{ rad/s}$ のとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 抵抗 R_1 とコイル L の並列接続の合成インピーダンス Z_1 [Ω]を複素数表示で求めよ。

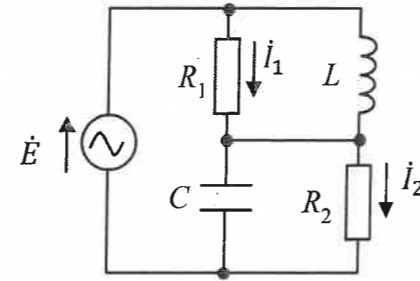


図1

- (2) 抵抗 R_2 とコンデンサ C の並列接続の合成インピーダンス Z_2 [Ω]を複素数表示で求めよ。

- (3) 電流 i_1 [A]を複素数表示で求めよ。

- (4) 電流 i_2 [A]を複素数表示で求めよ。

2. 図2の回路において、 $\dot{E} = 10 \angle 0 \text{ V}$, $R = 30 \ \Omega$, $L = 100 \text{ mH}$, $C = 100 \ \mu\text{F}$ のとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 電圧 \dot{E} と電流 i が同相になるときの角周波数 ω [rad/s]を求めよ。

得点	
----	--

- (2) 上記(1)の角周波数の場合、電流 i [A]を複素数表示で求めよ。

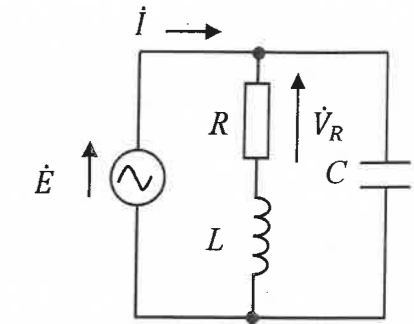


図2

- (3) 上記(1)の角周波数の場合、電圧 \dot{V}_R [V]を複素数表示で求めよ。

3. 図3の回路で、 $\dot{E} = 5 \angle 0 \text{ V}$, $R = 20 \ \Omega$, $C = 4 \text{ mF}$, $\omega = 100 \text{ rad/s}$, 巻数比 $n = N_1 / N_2 = 2$ のとき、変圧器を理想変圧器と扱えるものとして以下の問いに答えよ。

- (1) 電流 i_1 [A]を複素数表示で求めよ。

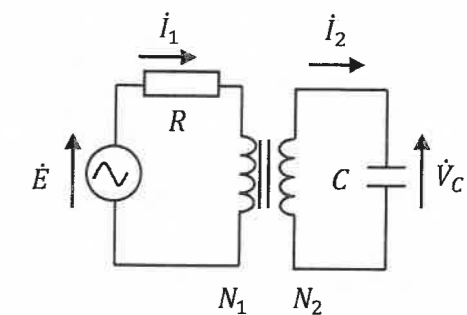


図3

- (2) 電流 i_2 [A]を複素数表示で求めよ。

- (3) 電圧 \dot{V}_C [V]を複素数表示で求めよ。

令和5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 電子回路

得点	
----	--

1. 図1に示すダイオード回路について、各部の電流を有効桁数3桁で求めよ。ただし、 $E = 8.00 \text{ V}$, $R_1 = 2.00 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1.00 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1.00 \text{ k}\Omega$, ダイオードの順方向降下電圧 $V_D = 0.700 \text{ V}$ とする。

$I =$

$I_R =$

$I_D =$

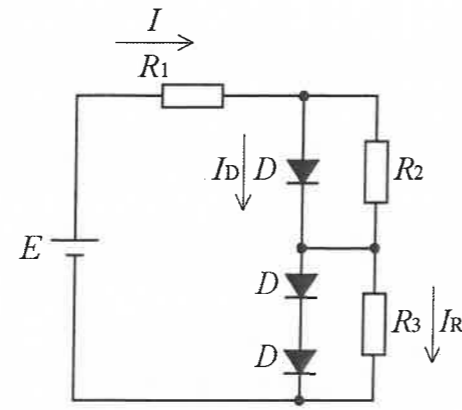


図1 ダイオード回路

2. 図2に示すコレクタ接地増幅回路について、以下の設問に答えよ。トランジスタの内部等価回路は、エミッタ接地パラメータの出力短絡入力抵抗 h_{ie} , 入力開放逆方向電圧伝達比 h_{re} , 出力短絡電流伝達比 h_{fe} , 入力開放出力コンダクタンス h_{oe} を用いる。ただし、 $h_{re} = 0$, $h_{oe} = 0 \text{ S}$ とする。

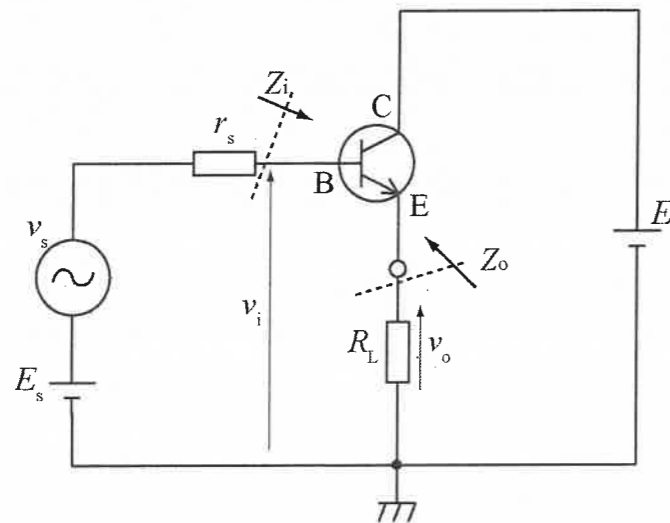


図2 コレクタ接地増幅回路

- (1) 小信号電圧増幅率 v_o/v_i を求めよ。

- (2) 出力インピーダンス Z_o を求めよ。

3. 図3に示すオペアンプ回路について、以下の設問に答えよ。ただし、オペアンプは理想特性とする。

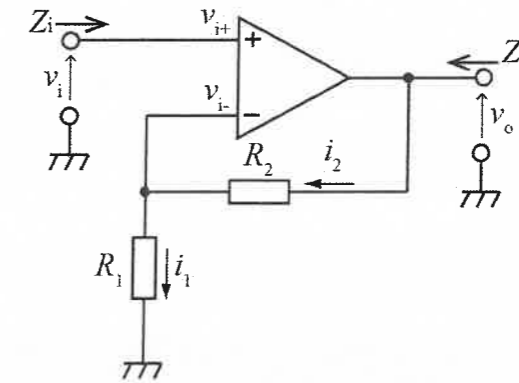


図3 オペアンプ回路

- (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) 出力インピーダンス Z_o を求めよ。

- (4) 反転入力端子と非反転入力端子の電位差はほぼ 0 V となる。この状態の名称を答えよ。

- (5) $R_1 = \infty \Omega$, $R_2 = 0 \Omega$ としたときの、回路の名称を答えよ。

令和5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 プログラミング

得点

1. 以下に示す C 言語のプログラムは、挿入ソートにより昇順にソートを行うものである。実行すると【実行結果】に示す結果が出力された。このとき、以下の問いに答えよ。

(1) 空欄 ① から ⑤ に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

④

⑤

```
#include <stdio.h>

void swap(int *x, int *y){
    int tmp = ① ;
    *x = *y;
    *y = tmp;
}

void sort(int *x){
    int i, j;
    for(i = 1; i < 5; i++){
        j = i;
        while( (j > 0) && (②) ){
            swap(③);
            j = j - 1;
        }
    }
}

int main(void){
    int i;
    int x[5] = {3, 2, 1, 4, 5};

    sort(④);

    for(i = 0; i < 5; i++){
        printf("%d ", x[⑤]);
    }
    return 0;
}
```

【実行結果】

1 2 3 4 5

(2) データの個数を n とするとき、挿入ソートの「最良時間計算量」と「最悪時間計算量」をオーダ記法でそれぞれ答えよ。

最良時間計算量：

最悪時間計算量：

(3) 挿入ソートは安定なソートであるか。安定なソートであれば○を、そうでなければ×と答えよ。

2. 以下の C 言語のプログラムを実行した時の実行結果を答えよ。

```
#include <stdio.h>

void recur(int n){
    if(n > 0){
        recur(n-2);
        printf("%d ", n);
        recur(n-1);
    }
}

int main(void){
    recur(3);
    return 0;
}
```

3. 探索アルゴリズムについて、以下の問いに答えよ。

(1) 番兵が有効な探索アルゴリズムを(ア)~(エ)の中から1つ選び、その記号を解答欄に書け。

(ア) 深さ優先探索 (イ) 2分探索 (ウ) 線形探索 (エ) ハッシュ探索

解答欄

(2) 2分探索の説明として適切なもの(ア)~(エ)の中から全て選び、該当する記号を解答欄に書け。

(ア) 探索対象のデータ列の末尾から探索を開始する。
 (イ) 線形探索よりも常に速く探索できる。
 (ウ) 探索対象のデータ列は事前に整列(ソート)されている必要がある。
 (エ) データの個数が4倍になると最大探索回数は2回増える。

解答欄

4. データ構造について、以下の問いに答えよ。

(1) LIFO の処理に適したデータ構造を(ア)~(エ)の中から1つ選び、その記号を解答欄に書け。

(ア) スタック (イ) ヒープ (ウ) キュー (エ) 2分探索木

解答欄

(2) 全ての葉が同じ深さを持ち、葉以外の全ての節点が2つの子を持つ2分木を考える。このような2分木の葉の総数 m を、深さ k を用いた式で表せ。ただし、k は根から葉までの深さを表すものとし、根の深さは0とする。

令和5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 デジタル回路

1. 次の問いに答えよ。

(1) 161.8 (10進数) を 16進数に変換して答えよ。

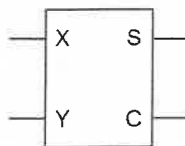
ただし、小数点以下第3位を切り捨て、小数点以下第2位までを答えよ。

(2) 1111 0100 (2の補数のビット列) を 10進数に変換して答えよ。

(3) 論理式 $X=(A+B)(A+C)$ を簡単化したものを書け。

(4) 論理式 $X = \overline{A(B+C)}$ を論理回路に変換して書け。

(5) 加算する値を X, Y, 桁上げを C, 和を S とする以下の半加算器を用いて、全加算器を設計し、論理回路図を書け。ただし、全加算器においては加算する値を X, Y, 下からの桁上げを C, この全加算器からの桁上げを C', 和を S' で表記すること。



半加算器

2. JK フリップフロップについて次の問いに答えよ。

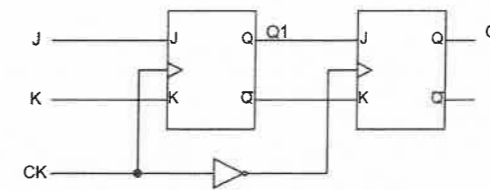
(1) 入力を J, K, 現在の状態を Q_n , 次の状態を Q_{n+1} としたときの JK フリップフロップの真理値表を完成させよ。

得点	
----	--

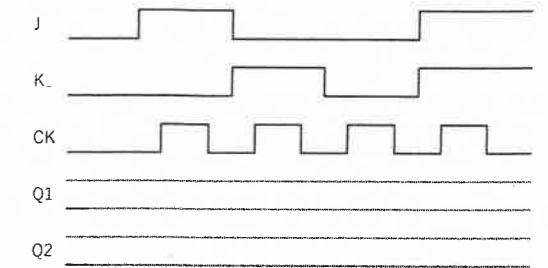
JK フリップフロップの真理値表

入力		出力
J	K	Q_{n+1}
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

(2) 下図左のマスタースレーブ JK フリップフロップ回路に対して、下図右のタイミングチャートのように入力を与えたとき、Q1 と Q2 の波形を記述し、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回路はエッジトリガ型であるものとする。



マスタースレーブ JK フリップフロップ回路



タイミングチャート

3. コンピュータアーキテクチャについて次の問いに答えよ。

(1) あるコンピュータでは1つの命令を実行するとき、①命令の取出し、②命令の解読、③アドレスの計算、④オペランドの取り出し、⑤演算の実行、⑥演算結果の格納、の順序で実行される。図のパイプライン処理を利用して9命令実行する場合の実行時間[ns]を求めよ。ただし、各ステップの実行時間は 10 ns であり、パイプライン処理の実行を乱す分岐命令などはないものとする。



(2) メインメモリのアクセス時間が 100 ns, キャッシュメモリのアクセス時間が 20 ns, キャッシュメモリのヒット率が 80% のときの実効アクセス時間を求めよ。