

# 平成30年度専攻科入学者選抜（学力選抜）検査問題

## 電子機械システム工学専攻

# 専 門 科 目

### (注意)

- 1 問題用紙は、指示があるまで開かないこと。
- 2 下記の8科目から3科目を選択して解答すること。  
材料力学  
熱・流体力学  
工業力学  
電気磁気学  
電気回路  
電子回路  
制御工学  
情報工学
- 3 解答は、すべて解答用紙に記入すること。
- 4 電卓は使用できない。

# 材料力学（問題用紙）

(1/2ページ)

[1]図 1 に示す剛体壁 A, B に固定された, 異材接合された丸棒について, 材料境界面に相当する C 点において  $P$  の軸力 (軸方向水平荷重) が図の向きに作用している。AC 間の部材の縦弾性係数, 長さをそれぞれ  $E_1, l_1$ , また BC 間の部材の各数値を同様に  $E_2, l_2$  とする。また, 丸棒の断面積は各部において  $S$  で均一である。これについて以下の問いに答えよ。なお, 剛体壁間の距離は  $l_1+l_2$  であり, 異材部は完全に接合されており剥離しない。また, 力は図に示す矢印の向きを正符号とする。

- (1) 剛体壁 A, B に生じる反力  $R_A, R_B$  とその向きを矢印を用いて図示し, 軸力  $P$  について, 力の釣合いを式で示せ。
- (2) 反力  $R_A, R_B$  を求めよ。
- (3) C 点の変位  $\delta$  を求めよ。

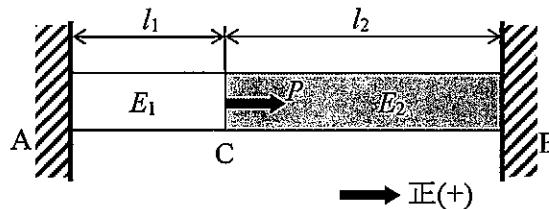


図 1

# 材料力学（問題用紙）

(2/2ページ)

[2] 図 2, 図 3 に示す片持ちはりについて以下の問いに答えよ。  $x, y$  座標ははりの先端 A 点を原点にとり, 図の矢印の向きを正符号とする。ただし, モーメントの取扱いについては図 4 に示す通り, はりを下に凸の形に曲げようとする向きを正符号とする。また, 集中荷重  $P$ , 一様分布荷重  $w$  は各図に示す矢印の向きを正符号とする。

- (1) 図 2(a) に示す集中荷重  $P$  を受けるはりにおいて, 曲げモーメント  $M_a$  の分布を表す式を求めよ。
- (2) 図 2(b) に示す一様分布荷重  $w$  を受けるはりにおいて, 曲げモーメント  $M_b$  の分布を表す式を求めよ。
- (3) 図 3 に示す, 複合荷重を受けるはりにおいて, 曲げモーメント  $M_c$  の分布を表す式を求めよ。必要に応じて (1), (2) の結果を用いてよい。
- (4) 図 3 において, はりのたわみに関する基礎方程式 (微分方程式) を示せ。ただしはりの材料の縦弾性係数を  $E$ , はりの断面 2 次モーメントを  $I$  とする。
- (5) 図 3 において, はりのたわみ角  $\theta$  を表す式を求めよ。
- (6) 図 3 において, はりのたわみ  $y$  を表す式を求めよ。

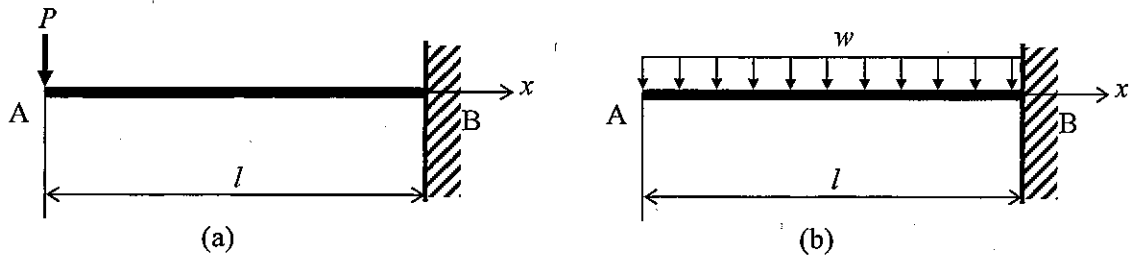


図 2

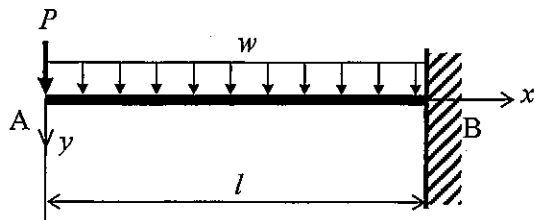


図 3

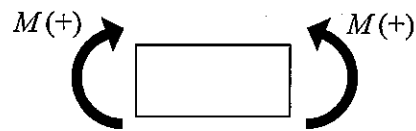


図 4

# 熱・流体力学（問題用紙）

(1/2ページ)

- [1] 図1に示すような絞り機構を用いた流量計測装置がある。 $A, a$  は断面積、 $V, v$  は速度、 $h$  はヘッド差である。ベルヌーイの定理が成り立つものとして、流体は水として体積流量  $Q$  を求めよ。

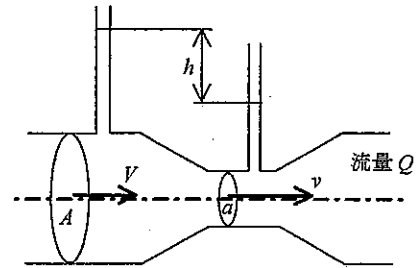


図 1

- [2] 図2に示すような固定ノズルから速度  $V$  で水を水受けに噴射したら水受けは速度  $u$  で運動するペルトン水車を考える。水の密度を  $\rho$ 、体積流量を  $Q$  とし、水の方法は反転するとして、水受けが受ける力を求めよ。

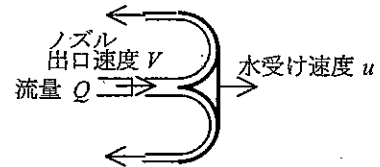


図 2

- [3] 図3に示すような面積  $A$  が一定の水槽の底近辺に面積  $a$  の小穴が空いている。水槽水面は小穴から高さ  $h$  の高さである。水槽水面が  $H_1$  から  $H_2$  に変化する時にかかる時間を次の手順で求めよ。

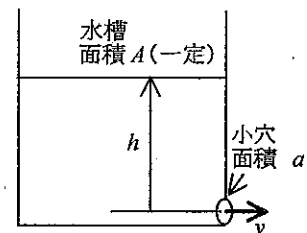


図 3

- (1) 小穴からの流出速度  $v$  を求めよ。
- (2)  $dt$  時間の間に  $-dh$  だけ  $h$  が低下する。今、 $dt$  時間の流出量と水槽面の低下による水量は等しい。という式を示せ。
- (3) 以上で求めた式を初期条件  $t=0$  で  $h=H_1$  で解き、かかる時間を求めよ。

# 熱・流体力学（問題用紙）

(2/2ページ)

[4] 図4に示すような  $Pv$ -線図において  
 ①から②へと理想気体の作動流体が  
 断熱変化をしながら外部に仕事をする  
 タービンがある。以下の質問に解答  
 せよ。

- (1) 断熱変化における熱力学の第1  
 法則の式を書き下せ。
- (2) 上の回答に、理想気体の状態方  
 程式を代入して可逆断熱変化時  
 の  $P$  と比容積  $v$  の関係を求め  
 よ。定圧比熱と定積比熱の比は  
 $\kappa$  とせよ。

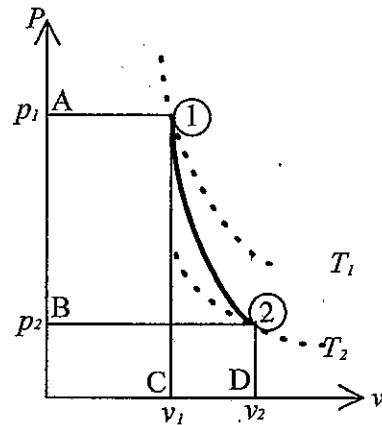


図 4

- (3) ①から②に変化する間に作動流体が外部にする  
 絶対仕事を定積比熱  $c_v$  と温度で表せ。
- (4) 絶対仕事を表している面積の4個のかどを解答せよ。
- (5) ①から②に変化するときに失った工業仕事を定圧比熱  $c_p$  と温度で表せ。
- (6) 工業仕事（今回は断熱変化なのでエンタルピと同じ）を表している面積の4個  
 のかどを解答せよ。

# 工業力学（問題用紙）

(1/3 ページ)

- [1] 図1のように質量が無視できる長さ  $L$  の棒が垂直な壁に立てかけられており、床との接点を  $A$ 、壁との接点を  $B$ 、床と棒がなす角度を  $\theta$  とする。棒には点  $A$  から長さ  $x$  の位置に質量  $m$  の重りが吊り下げられている。棒が  $A$  点で床から受ける力については、その水平左向き成分を  $F_{AH}$ 、鉛直上向き成分を  $F_{AV}$  とし、棒が  $B$  点で壁から受ける力については、その水平右向き成分を  $F_{BH}$ 、鉛直上向き成分を  $F_{BV}$  とする。重力加速度を  $g$  として、次の設問に答えよ。
- (1) 棒に働く水平方向の力の釣り合い式を示せ。
  - (2) 棒に働く鉛直方向の力の釣り合い式を示せ。
  - (3) 棒に働く点  $A$  周りのモーメントの釣り合い式を示せ。
  - (4) 棒と壁の間の摩擦がなく、 $x$  は棒が倒れないでいられる最大の長さになっている時、棒と床の間の静摩擦係数  $\mu$  および、 $m$  と  $g$  のみを使って  $F_{AV}$  と  $F_{BH}$  を表せ。
  - (5)  $\mu$ 、 $\theta$ 、 $L$  のみを使って (4) における  $x$  を表せ。

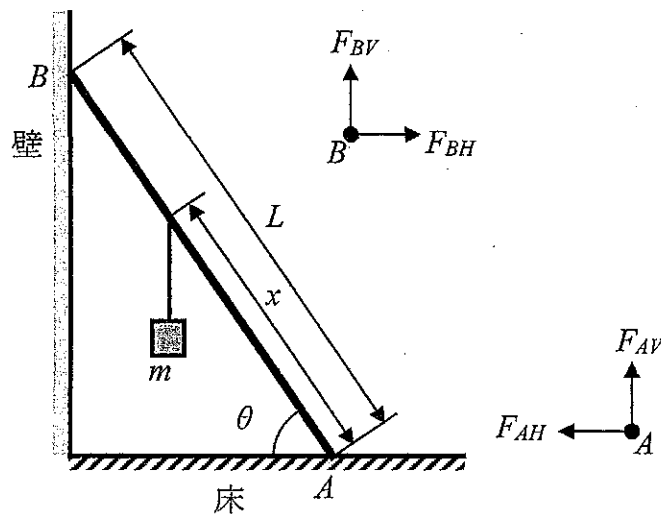


図 1

## 工業力学（問題用紙）

(2/3 ページ)

- [2] 図2のようにウィンチ（巻き上げ機械）を用いて、ロープに吊るされた質量  $m$  の荷物を引き上げる。ロープの単位長さあたりの質量は  $\rho$  で、吊るしたロープの長さは最初  $L$  であった。このとき、次の設問に答えよ。ただし重力加速度を  $g$  とする。
- (1) 引き上げた長さが  $x$  のときにウィンチがロープを引く力  $F$  を求めよ。
  - (2) 最初の状態からロープを長さ  $S$  だけ引き上げる間にウィンチがなした仕事  $W$  を求めよ。
  - (3) ロープの引き上げ速度が  $v$  で一定の場合、引き上げ長さが  $x$  のときのウィンチの動力  $P$  を求めよ。答えには (1) で求めた  $F$  を用いてよい。

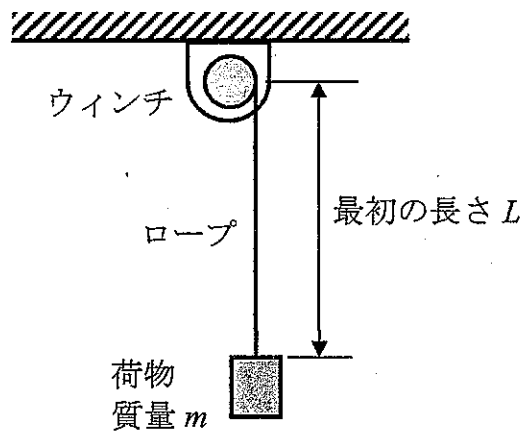


図 2

# 工業力学（問題用紙）

(3/3 ページ)

[3] 図3のようにロープを巻き付けた半径  $r$  と  $R$  の一体定滑車と、質量  $m$  の動滑車を組み合わせた滑車系がある。重力加速度を  $g$  とする。ロープ先端を時間  $S$  かけて長さ  $L$  だけ一定速度で引き下げたとき、次の設問に答えよ。

- (1) 図中のロープを引く力  $F$  を求めよ。
- (2) 動滑車はどれだけ持ち上がるか。
- (3) 引き下げに要する動力を求めよ。答えには力  $F$  を用いてよい。
- (4) 「ロープ先端を引き下げるのになした仕事は動滑車の \_\_\_\_\_ エネルギーの増加という形で滑車系に貯えられる。」この文の下線部に入る適切な語句を書け。

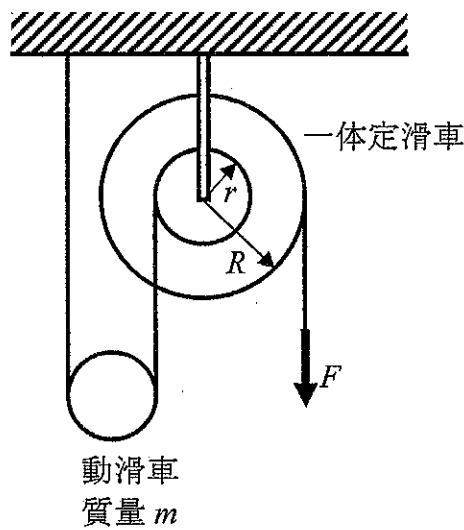


図 3



# 電気磁気学 (問題用紙)

(1/2 ページ)

- [1] 真空中で半径  $a$  [m] の導体球が電荷  $Q$  [C] を持っている。この導体球の中心からの距離を  $r$  [m]、真空中の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m] として以下の問いに答えよ。
- (1) この導体球の内外の電場の大きさ  $E$  [N/C] を求めよ。
  - (2) 横軸を  $r$  [m]、縦軸を  $E$  [N/C] として (1) の結果を図示せよ。
  - (3) この導体球の内外の電位  $V$  [V] を求めよ。
  - (4) 横軸を  $r$  [m]、縦軸を  $V$  [V] として (3) の結果を図示せよ。
- [2] 強さ  $B$  [T] の一様な磁場の中に、電荷  $q$  [C] を持ち、量  $m$  [kg] の荷電粒子が進入した。荷電粒子の入射方向は磁場に垂直であり、荷電粒子は磁場中で速度  $v$  [m/s] の円運動をしている。この荷電粒子の運動について以下の問いに答えよ。
- (1) 荷電粒子が磁場中で受ける力  $F$  [N] の大きさを求めよ。
  - (2) 円運動の半径  $r$  [m] を求めよ。
  - (3) 円運動の回転周期  $T$  [s] を求めよ。

# 電気磁気学 (問題用紙)

(2/2 ページ)

[3] 図1に示すような2本の平行な導体のレールと導体の棒と抵抗からなる装置を考え質量  $m$  [kg]、長さ  $l$  [m] の棒が紙面の表から裏に向かう一様な磁場  $B$  [T] 中におかれ、レール上において右向き初速度  $v_0$  [m/s] で放される。抵抗の値を  $R$  [ $\Omega$ ]、レールと棒の摩擦はないものとして以下の問いに答えよ。

- (1) 時間  $t$  [s] における棒の速度を  $v$  [m/s] とし棒に生じる誘導起電力の大きさ  $E$  [V] を求めよ。
- (2) レール、棒、そして抵抗で構成される回路で誘導電流  $I$  [A] の流れる方向は時計回りか、それとも反時計回りか答よ。
- (3) 誘導電流  $I$  [A] の大きさを求めよ。
- (4) 棒に作用する力  $F$  [N] を求めて棒の運動方程式を立てよ。
- (5) (4) の方程式を解き、棒の速度  $v$  [m/s] を時間  $t$  [s] の関数として表わせ。

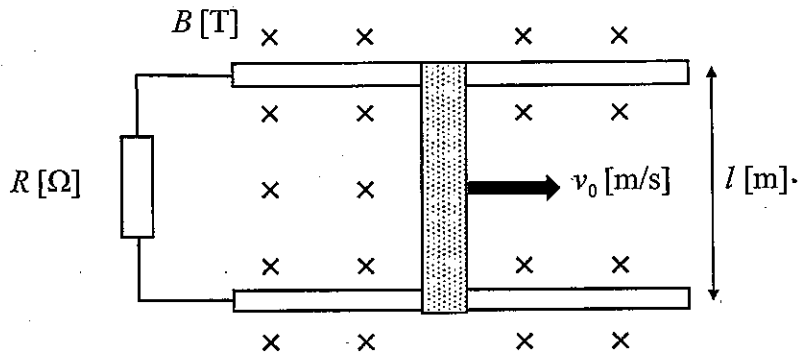


図1

# 電気回路 (問題用紙)

(1/2ページ)

[1] 図1の回路について次の問いに答えよ。

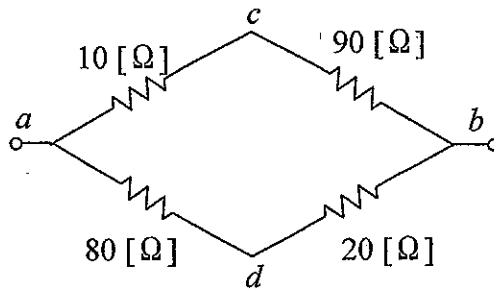


図1

- (1)  $a$ - $b$ 間の合成抵抗の値を求めよ。
- (2) 次に、 $c$ - $d$ 間に  $10\text{ [}\Omega\text{]}$ を挿入した時、 $a$ - $b$ 間の合成抵抗の値を求めたい。計算過程を説明し、その結果の値を示せ。

[2] 図2の回路について次の問いに答えよ。

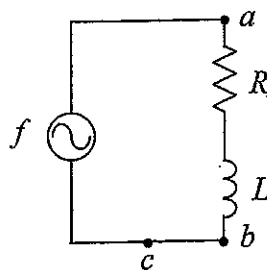


図2

- (1) 図2の回路の  $b$ - $c$ 間に直列にコンデンサ  $C_1$ を挿入した時、この回路の直列共振周波数  $f_1$ はどのような式で与えられるか。その導出過程と結果の式を示せ。
- (2) 図2の回路の  $a$ - $b$ 間に並列にコンデンサ  $C_2$ を挿入した時、この回路の並列共振周波数  $f_2$ はどのような式で与えられるか。その導出過程と結果の式を示せ。

## 電気回路 (問題用紙)

(2/2ページ)

[3] 図3の回路について次の問いに答えよ。

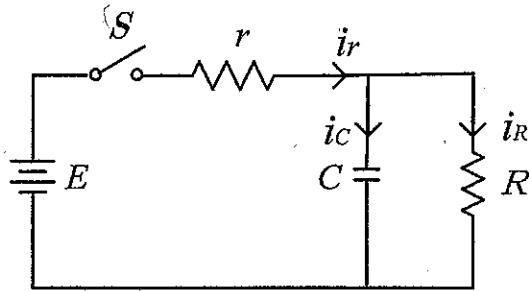


図3

- (1) 時間  $t=0$  でスイッチ  $S$  を閉じ、その後の電流  $i_r$ ,  $i_C$ ,  $i_R$  を未知数として、回路図より3つの連立方程式を立てよ。また、コンデンサの電流  $i_C$  とコンデンサの電荷  $q$  の関係式を示せ。なお、コンデンサの電荷  $q$  は、時間  $t=0$  で、 $q=0$  とする。
- (2) 抵抗とコンデンサの性質を考え、時間  $t=0$  における初期電流  $i_r$ ,  $i_C$ ,  $i_R$  の値は、それぞれいくつか。また、 $t=\infty$  における定常時の電流  $i_r$ ,  $i_C$ ,  $i_R$  の値は、それぞれいくつか。理由を付記して示せ。

## 電子回路 (問題用紙)

(1/2ページ)

[1] 図 1 に示す増幅回路について、以下の問いに答えよ。

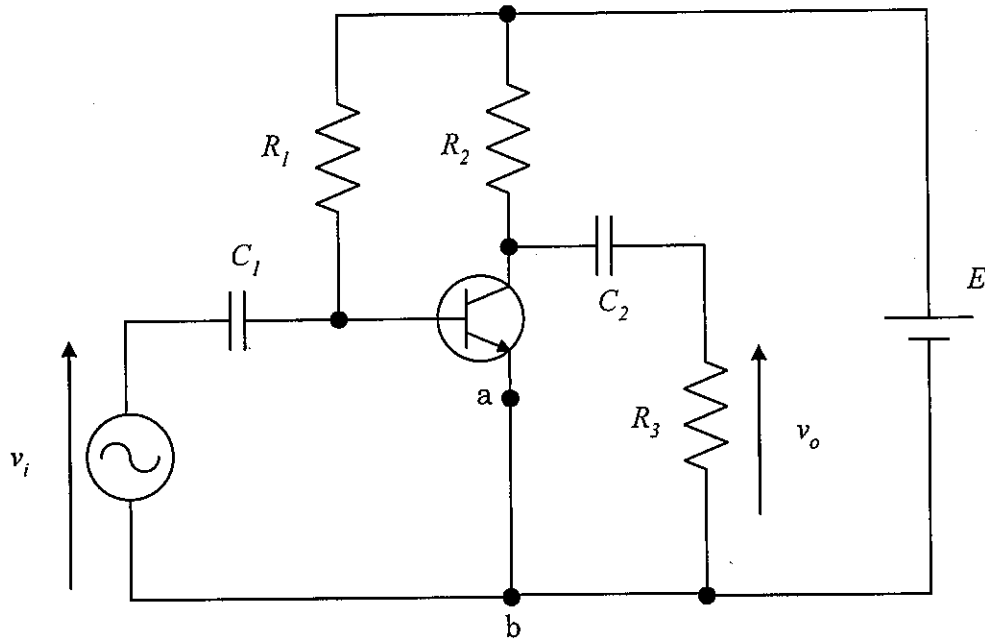


図 1 増幅回路

- (1) この回路におけるバイアス回路(直流回路)を図示せよ。解答には図 1 の量記号を用いること。
- (2)  $v_i$  を中域の小振幅信号としたとき、この回路の交流回路をトランジスタの  $h$  パラメータを用いた等価回路で示せ。ただし、ベース電流を  $I_b$ 、入力インピーダンスを  $h_{ie}$ 、電流増幅率を  $h_{fe}$  とする。また、出力アドミタンス  $h_{oe}$ 、電圧帰還率  $h_{re}$ 、コンデンサのリアクタンス成分は十分小さいとして無視してよい。解答には図 1 の量記号を用いること。
- (3)  $h_{fe} = 150$ 、 $h_{ie} = 6.30[\text{k}\Omega]$ 、 $R_1 = 1.50[\text{M}\Omega]$ 、 $R_2 = 6.00[\text{k}\Omega]$ 、 $R_3 = 14.00[\text{k}\Omega]$ 、のとき電圧増幅度  $A$  を求めよ。
- (4) 端子 ab 間に  $R_4 = 0.50[\text{k}\Omega]$  の抵抗を挿入したとき、 $R_4$  の両端に生じる電圧による帰還率  $\beta$  を求めよ。有効桁数は 3 桁とする。
- (5) 端子 ab 間に  $R_4 = 0.50[\text{k}\Omega]$  の抵抗を挿入したとき、回路全体の電圧増幅度  $A'$  を求めよ。有効桁数は 3 桁とする。

## 電子回路 (問題用紙)

(2/2ページ)

[2] 図 2 に示す演算増幅器(オペアンプ)を用いた回路について、演算増幅器の増幅度を  $A_0$ 、入力インピーダンスを  $Z_i$ 、出力インピーダンスを  $Z_o$  として以下の問いに答えよ。

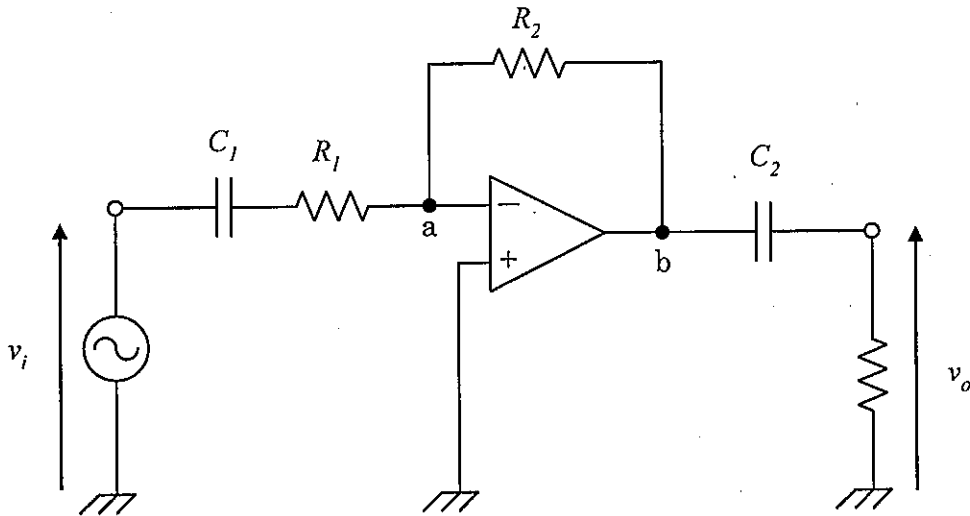


図 2 演算増幅器を用いた回路

- (1) 理想的な演算増幅器において  $A_0$ 、 $Z_i$ 、 $Z_o$  はそれぞれ  $\infty$  と 0 のどちらになるか。解答欄の適切な方に丸をつけること。
- (2) 演算増幅器が理想的で、 $R_1=10[\text{k}\Omega]$ 、 $R_2=200[\text{k}\Omega]$  のときの電圧利得を求めよ。ただし、ただし、 $\log_{10}2=0.301$ 、有効数字は 2 桁とし、動作帯域においてコンデンサによるリアクタンス成分は無視できるとする。
- (3)  $v_i$  と  $v_o$  の位相差を求めよ。
- (4) 入出力に挿入されているコンデンサの役割を説明せよ。

# 制御工学（問題用紙）

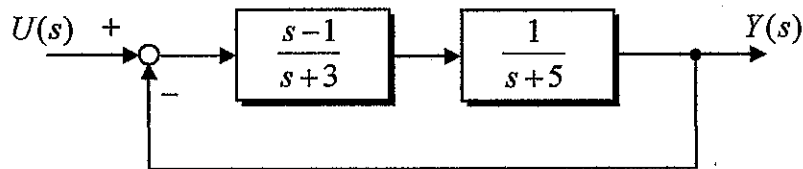
(1/1ページ)

[1] 入力  $u(t)$  と出力  $y(t)$  の関係が次の微分方程式で表されるとき、以下の間に答えなさい。  
ただし初期値はゼロ ( $y(0)=0$ ) とする。

$$\frac{dy(t)}{dt} = -5y(t) + 15u(t)$$

- (1) 伝達関数  $G(s) (= Y(s)/U(s))$  を求めなさい。
- (2) 時定数  $T$  を求めなさい。
- (3) 単位ステップ応答  $y(t)$  を求めなさい。
- (4) (3) の時間応答の概略図を解答用紙のグラフに描きなさい。縦横軸にそれぞれ 1ヶ所以上目盛を振り数値を示すこと。

[2] 次のブロック線図で表される制御系について以下の間に答えなさい。



- (1) 入力  $U(s)$  から出力  $Y(s)$  への伝達関数  $G(s)$  を求めなさい。
- (2) この制御系の安定性を判別しなさい。

[3] 次の伝達関数で表されるシステムについて以下の間に答えなさい。

$$G(s) = \frac{5}{s+0.5}$$

- (1) ボード線図のゲイン線図を、折れ線近似を用いて解答用紙の片対数グラフに描きなさい。
- (2) このシステムに正弦波入力  $u(t) = 1\sin 50t$  を加えたときの、定常状態の出力  $y(t)$  の振幅の大きさを求めなさい。

## 情報工学（問題用紙）

(1/3ページ)

[1] 数値のデジタル表現について、設問に答えよ。

- (1) 10 進数 155 を 2 進数, 8 進数, 16 進数で表せ.
- (2) 10 進数  $-108$  を, 2 の補数表現を用いた 8 ビットの 2 進数で表せ.
- (3) 10 進数 2.715 を, 仮数部の整数部が 1 となるように正規化した浮動小数点表現で表せ. ただし, 仮数部の小数部は 6 ビットで打ち切ること.
- (4) 音楽 CD には, サンプルング周波数  $44.1 \times 10^3$  [Hz], 量子化レベル 16 ビットでステレオ音声は 74 分間記録できる. サンプルング周波数を  $192 \times 10^3$  [Hz], 量子化レベルを 24 ビットに変更した場合に記録時間はどれだけとなるか, 秒単位まで求めよ.

[2] 1~6 の目が均等に出るサイコロを 3 回続けて振り, 出目の積を求めるとき, 積が奇数となる生起確率  $P_1$  とその情報量  $I_1$  [bit], および積が偶数となる生起確率  $P_2$  とその情報量  $I_2$  [bit] を求め, 平均情報量 (エントロピー)  $H$  [bit] を求めよ. ここで, 生起確率  $P$  の事象による情報量は  $-\log_2 P$  [bit] であり,  $\log_2 3 \doteq 1.58$ ,  $\log_2 5 \doteq 2.32$ ,  $\log_2 7 \doteq 2.81$  とする.



## 情報工学（問題用紙）

(2/3ページ)

[3] 次に示す C 言語のコードを実行した後の各変数の値を 10 進数で示せ。値が確定できない変数については「不定」と示すこと。配列は各要素を個別に示すこと。

(1)

```
int i,j,k=0x0f;
double v,w;
v = k;
i = k/8;
j = k/8.0 + 0.5;
k = (k%10)*10 + k/10;
w = (int)((v/8.0)*10 + 0.9)/10.0;
```

(2)

```
int a=21,b=35,i=0,n,r;
do {
    r = a%b;
    a = b;
    b = r;
    n += r;
    i++;
} while (r > 0);
```

(3)

```
int a[8]={ 0 };
int i,j;
for (i = 1; i < 8; i++) {
    for (j = i; j < 8; j += i) {
        a[j] += i;
    }
}
```

## 情報工学（問題用紙）

(3/3ページ)

[4] 次に示す C 言語のユーザ定義関数について、設問に答えよ。

```
unsigned long fact(unsigned long n) {  
    if ( ① ) return 1UL;  
    return n*fact(n - 1);  
}  
  
unsigned long perm1(int n, int k) {  
    return fact(n)/fact(n - k);  
}  
  
unsigned long perm2(int n, int k) {  
    unsigned long ans = 1UL;  
    do {  
        ②  
    } while (k > 0);  
    return ans;  
}
```

- (1) 関数 fact は引数 n の階乗を戻り値にしたい。この関数を正しく動作させるために①に当てはまる最善の式を示せ。
- (2) 関数 perm1 は n 個の中から k 個 ( $0 < k < n$ ) を選んで並べる順列の総数を戻り値とする。この関数定義では時間計算量が大きいが、その理由を具体的に説明せよ。また、この関数定義では正しい計算結果が得られない場合があるが、その原因をできるだけ具体的に説明せよ。
- (3) 関数 perm1 の問題点を改善した関数 perm2 を正しく動作させるため、②に当てはまる式や文を示せ。ただし 1 行で書けるとは限らない。