

令和2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）

(1/1 ページ)

[1] 図1のような、直径 D 、長さ L をもつ A 部と直径 d 、長さ l をもつ B 部からなる段付き丸棒の両端が剛体壁に固定され、段部に荷重 W が作用している。棒の縦弾性係数を E 、円周率を π として、以下の問いに答えよ。

- (1) A 部および B 部に作用する応力 σ_A 、 σ_B を求めよ。
- (2) 荷重 W の作用点における変位 λ を求めよ。

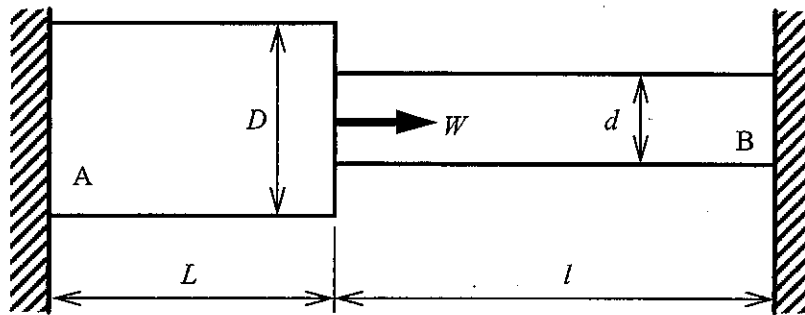


図1

[2] 図2のような、両端に曲げモーメント M_A 、 M_B が作用する単純支持はりがある（ただし、 $M_A > M_B$ ）。はりの断面は幅 b 、高さ h の長方形断面である。はりの長さを l 、縦弾性係数を E として、以下の問いに答えよ。

- (1) 支持点 A、B に作用する反力 R_A 、 R_B を求めよ。
- (2) せん断力線図 (SFD) を描け。
- (3) 曲げモーメント線図 (BMD) を描け。
- (4) はりに生じる最大曲げ応力 σ_{\max} を求めよ。
- (5) はりのたわみ y を求めよ。

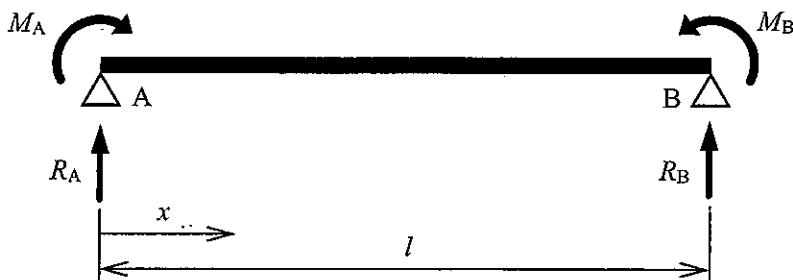


図2

熱・流体力学（問題用紙）

(1/2 ページ)

- [1] 図1に示すように、幅 B 、長さ L の平板が水平な床面上を一定速度 v で移動している。但し平板と床面の間は常に厚さ δ 、粘度 μ の油で満たされており、平板に接触する油の速度は平板の速度と等しく、平板と床面間の速度分布は直線的であるとする。
- (1) 平板を移動させるのに必要な力 F を求めよ。
- (2) 平板を移動させるのに必要な動力 P を求めよ。答えには F を用いてよい。

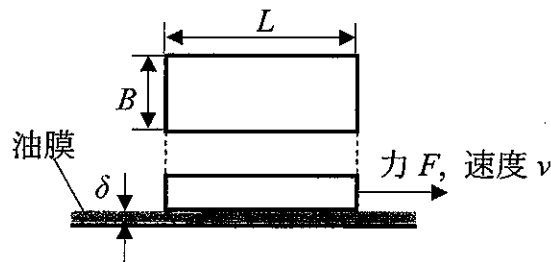


図1

- [2] 図2に示すような太管と細管が接続された管路内を空気が流れている。太管における圧力は大気圧 p_a と等しく、細管に取り付けたパイプには大気圧に解放された容器の水面から高さ h だけの水が吸い上げられている。空気と水の密度をそれぞれ ρ_a , ρ_w 、重力加速度を g とする。
- (1) p_a, h, ρ_w, g が既知の時、細管における圧力 p_2 を求めよ。その際、空気の密度は無視せよ。
- (2) 太管と細管の断面積 A_1, A_2 、および太管における流速 v_1 を用いて、細管における流速 v_2 を表せ。
- (3) $A_1, A_2, h, \rho_w, \rho_a, g$ が既知の時、太管における流速 v_1 を求めよ。

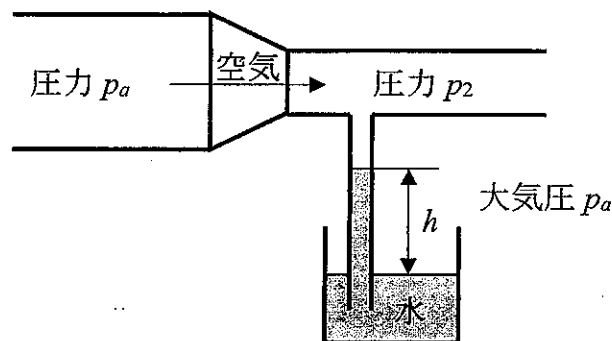


図2

熱・流体力学（問題用紙）

(2/2 ページ)

[3] 理想気体の準静的過程において、次の①～⑤の各特徴が当てはまる過程名を等温、等圧、等積、断熱の4つの中から選べ。

- ①気体は周囲に仕事をしない
- ②気体の内部エネルギーが変化しない
- ③気体への加熱量と気体のエンタルピー変化が等しい
- ④圧縮すると気体の温度が上昇する
- ⑤気体を加熱すると気体の圧力が上がる

[4] 質量 m 、定圧比熱 c_p 、定積比熱 c_v の理想気体が、圧力一定のもとで絶対温度が T_1 から T_2 に変化した。このとき次の (1) ～ (5) を求めよ。但し、(4) と (5) の答えには Q と ΔU を用いてよい。

- (1) 体積は何倍になるか
- (2) 気体への加熱量 Q
- (3) 気体の内部エネルギー変化 ΔU
- (4) 気体がした仕事量 L
- (5) 気体のエンタルピー変化 ΔH

工業力学（問題用紙）

(1/1 ページ)

[1] 図1は、厚さ一様な半径 $2R$ の円板から、半径 R 、半径 $R/2$ の2つの円板をくり抜いたものである。この板の重心の座標 (x_G, y_G) を求めよ。

[2] 図2に示すように、点C、Eに荷重 P が作用する片持式トラスに対して次の問いに答えよ。

- (1) 片持式トラスに働く支点の反力 Y_A, X_A, X_B を求めよ。
- (2) AB、AC間の部材力 F_{AB}, F_{AC} を求めよ。

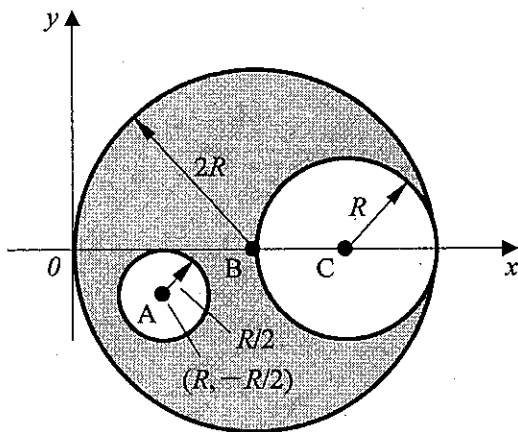


図1

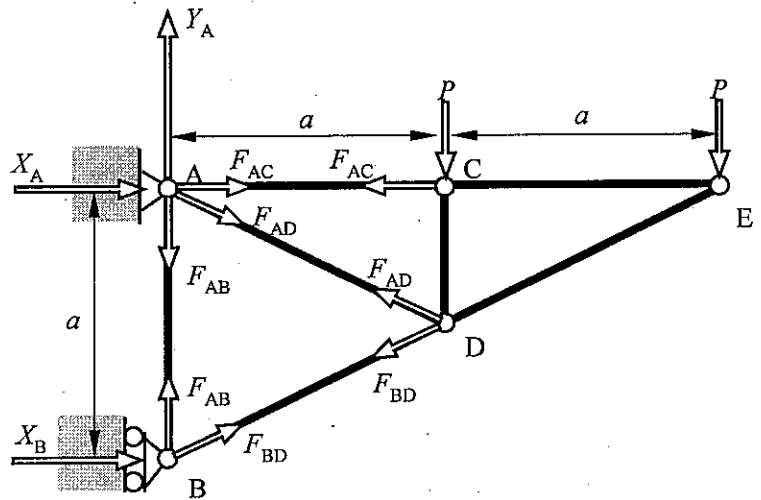


図2

[3] 図3のように、半径 R 、慣性モーメント I のドラムに、質量が無視出来て伸びのないロープを巻き、その端に質量 m の物体を吊る。このとき、鉛直下向きの重力加速度を g として次の問いに答えよ。

- (1) ロープに働く張力を T としたとき、物体の並進方向に関する運動方程式を求めよ。
- (2) ロープに働く張力を T としたとき、ドラムの回転方向に関する運動方程式を求めよ。
- (3) 物体の加速度 a とドラムの角加速度 α の関係を求めよ。
- (4) 物体の加速度 a を、物体の質量 m 、ドラムの半径 R 、慣性モーメント I 、重力加速度 g を用いて答えよ。

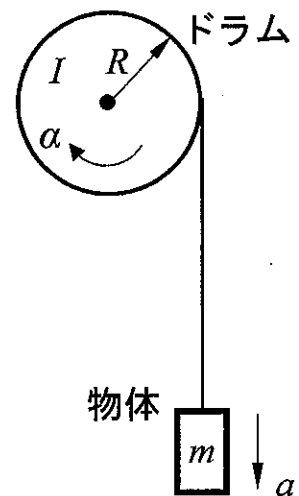
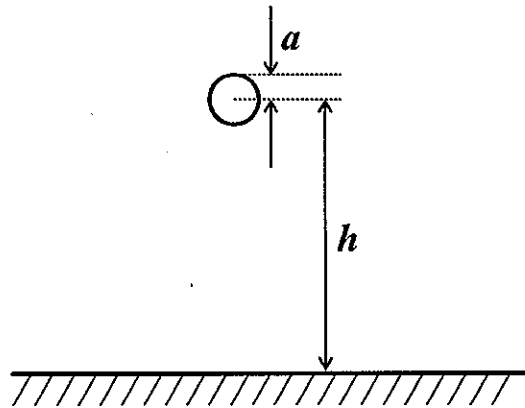


図3

電気磁気学（問題用紙）

(1/2ページ)

[1] 地表 h [m] の高さに水平に張られた半径 a [m] の長い導線が単位長さ当たり大地に対して持つ単位長さ当りの静電容量 C [F/m] を求めよ。誘電率は真空の誘電率 ϵ_0 [F/m] を使うこと。ただし、 $a \ll h$ とする。



[2] 面積 S [m²]、間隔 d [m] の平行平板コンデンサの間に面積 S [m²]、厚さ t [m] の金属板を平行に挿入した。次の問いに答えよ。ただし、誘電率は真空の誘電率 ϵ_0 [F/m] を使うこと。

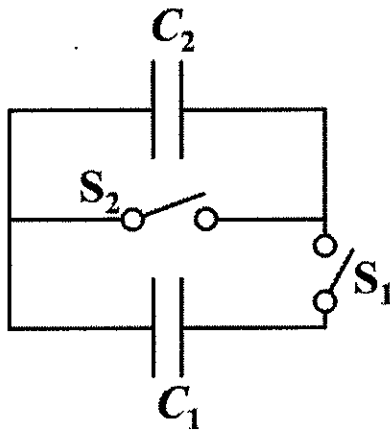
- (1) 金属板を平行に挿入した後の平行平板間の静電容量を求めよ。
- (2) 金属板を挿入した後の静電容量は、金属を挿入する前の何倍になっているか求めよ。
- (3) 平行平板を接地し、金属板を片方の平行平板から距離 x [m] 離れた位置に固定した。さらに金属板に電荷 Q [C] を与えた時、平行平板間に蓄えられる静電エネルギー U [J] を求めよ。

電気磁気学（問題用紙）

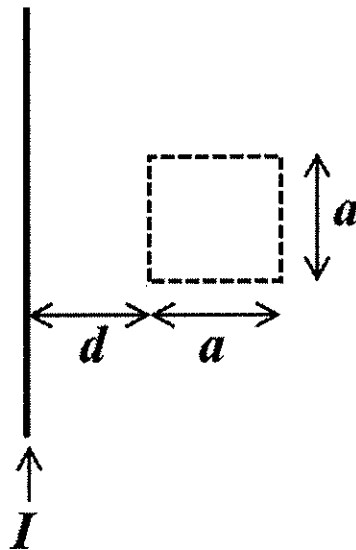
(2/2 ページ)

[3] 静電容量 C_1 [F] のコンデンサを電圧 V_0 [V] で充電した後、図のような回路を構成した。次の①～④を行った後のコンデンサ C_1 の両端電圧を求めよ。

- ① S_1 を閉じ、 C_2 を充電する。
- ② S_1 を開いて S_2 を閉じ、 C_2 を放電する。その後また S_2 を開く。
- ③ ① を繰り返す。
- ④ ② を繰り返す。



[4] 無限長直線導体に電流 I [A] が流れている。導体から d [m] 離れた位置にある、一辺の長さ a [m] の正方形の面を通る磁束 ϕ [Wb] を求めよ。ただし、透磁率は真空の透磁率 μ_0 を使うこと。



電気回路 (問題用紙)

(1/2ページ)

[1] 図1(a)に示す回路を図1(b)に示す等価電圧源に変換する。

ここで、 $\dot{V}_1=20+j15$ [V]、 $\dot{Z}_1=5$ [Ω]、 $\dot{Z}_2=-j10$ [Ω]、 $\dot{Z}_3=j4$ [Ω]とする。

\dot{Z}_0 [Ω]及び \dot{V}_0 [V]の値を求めよ。

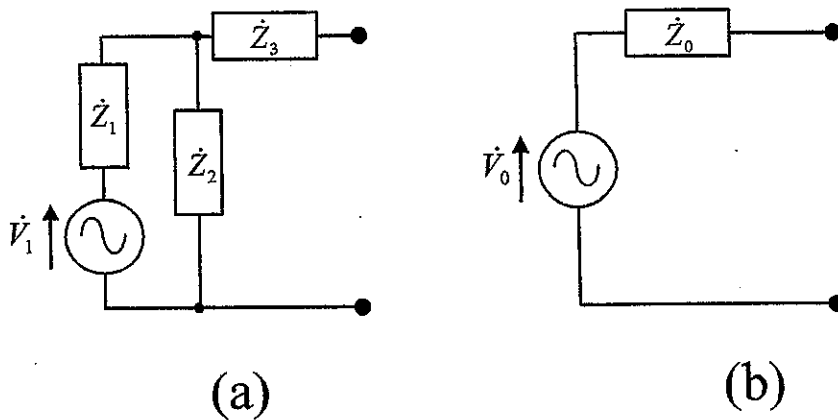


図1

[2] 交流電源と自己インダクタンスがそれぞれ $L_1=0.05$ [H]、 $L_2=0.02$ [H]、 $L_3=0.01$ [H]のコイルが図2のように接続されている。ここで、 L_1 のコイルと L_2 のコイルは電磁誘導結合しており、相互インダクタンスは $M=0.03$ [H]である。

交流電源の電圧が $\dot{V}_0=2+j4$ [V]、角周波数が $\omega=1000$ [rad/s]のときの、電源電流 \dot{I}_0 [A]の値を求めよ。

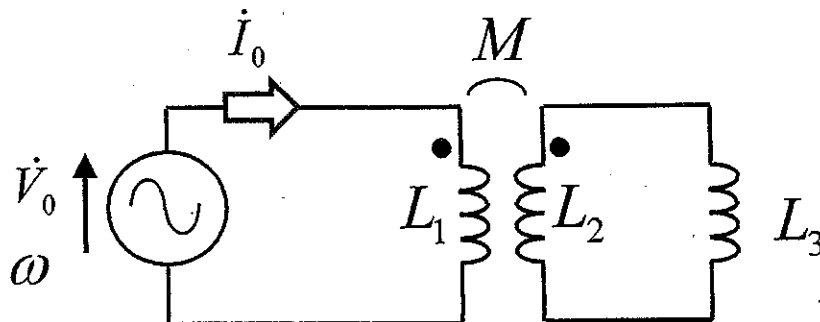


図2

電気回路（問題用紙）

(2/2 ページ)

[3] 図3のように抵抗 $R_p[\Omega]$ と静電容量 $C[F]$ で表されるコンデンサ及び抵抗 $R_s[\Omega]$ とインダクタンス $L[H]$ で表されるコイルとで構成される回路がある。

- (1) 角周波数を $\omega[\text{rad/s}]$ としたとき、この回路の合成複素アドミッタンス $\dot{Y} = G + jB$ [S]を計算し、そのサセプタンス $B[S]$ の値を求めよ
- (2) この回路の ab 端子に交流電源を接続したとき、電源電圧と電源電流が同位相となる角周波数 $\omega_0[\text{rad/s}]$ の値を求めよ。

ただし、 $R_s^2 < \frac{L}{C}$ とする。

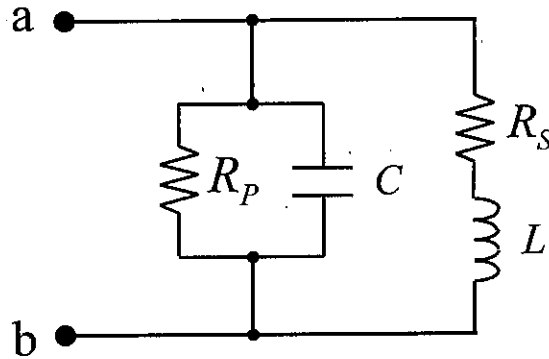


図3

電子回路（問題用紙）

(1/2 ページ)

[1] 図1に示すエミッタ接地方式のトランジスタのhパラメータについて、解答用紙の表1の①～⑩に適切な記号や名称等を記入せよ。単位が無い場合は「なし」と記入すること。

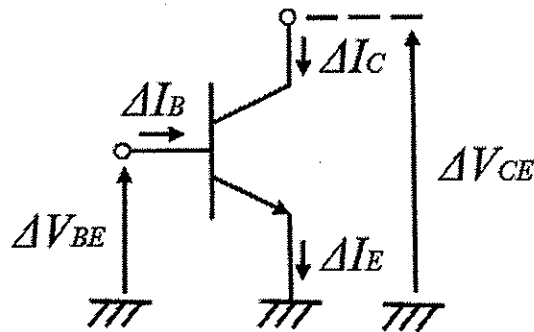


図1 エミッタ接地方式のトランジスタ

[2] 図2に示すエミッタ接地増幅回路について以下の問いに答えよ。

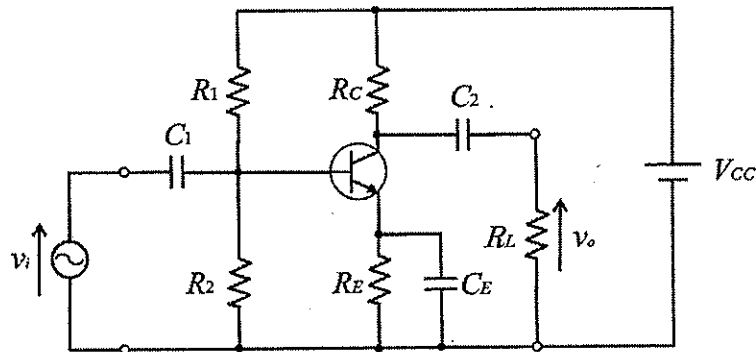


図2 エミッタ接地増幅回路

- (1) コンデンサ C_E の名称を答えよ。
- (2) コンデンサ C_E が回路中にある理由を簡潔に答えよ。
- (3) 図2のバイアス回路（直流回路）を図示せよ。
- (4) バイアス回路において、抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めよ。ただし I_B をバイアス回路におけるベース電流とし、 $I_1 \gg I_B$ とする。

電子回路（問題用紙）

(2/2 ページ)

[2]

(5) バイアス回路において、抵抗 R_C に流れる電流 I_C を求めよ。ただし $I_B \gg I_C$ とする。また、バイアス回路におけるコレクターエミッタ間の電圧を V_{CE} とする。

(6) 図3はこの回路の出力特性に動作点と直流負荷線を書き込んだものである。直流負荷線の傾きと切片を答えよ。

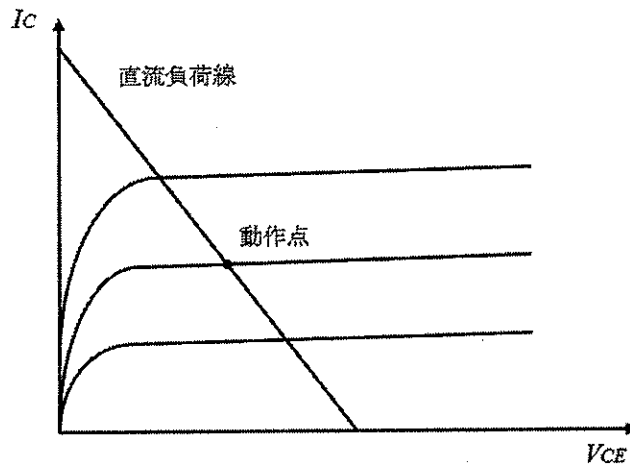


図3 動作点と直流負荷線を書き込んだ出力特性

(7) 図2の交流回路（等価回路）を図示せよ。ただし、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せよ。また、トランジスタは h_{ie} 、 h_{fe} の2つのパラメータで表わし、 h_{re} 、 h_{oe} の2つのパラメータは十分小さいとして無視せよ。交流回路のベース電流は i_b として記入せよ。

(8) (7) の回路の電圧増幅率 $\frac{v_o}{v_i}$ を導出せよ。

(9) (7) の交流回路に図2の C_1 を加えた交流回路について考える。この回路において C_1 の影響により決まる低域遮断周波数 f_{c1} を導出せよ。ただし、低域遮断周波数は (8) の電圧増幅率が $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍となる周波数とする。

制御工学（問題用紙）

(1/2 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、以下の問に答えなさい。ただし初期値はゼロ ($y(0) = 0$) とする。

$$\frac{dy(t)}{dt} = -0.5y(t) + 2u(t)$$

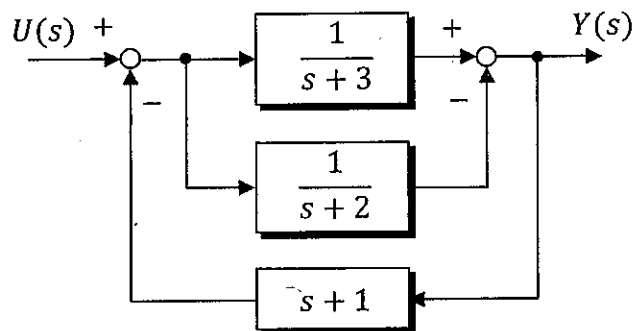
- (1) このシステムの時定数 T と定常値（定常ゲイン） K を求めなさい。
- (2) 単位ステップ応答 $y(t)$ を求めなさい。
- (3) (2) の時間応答の概略図を解答用紙のグラフに描きなさい。ただし $t=T$ のときの $y(t)$ の値および定常値が分かるように目盛を振り数値を示すこと。必要であれば $1 - e^{-1} = 0.632$ を使っても良い。

[2] 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、以下の問に答えなさい。ただし初期値は全てゼロとする。

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} = -8\frac{dy(t)}{dt} - 12y(t) + 8u(t)$$

- (1) 伝達関数 $G(s) (= Y(s)/U(s))$ を求めなさい。なお $U(s), Y(s)$ はそれぞれ $u(t), y(t)$ のラプラス変換 $\mathcal{L}[u(t)] = U(s), \mathcal{L}[y(t)] = Y(s)$ を表す。
- (2) インパルス応答 $y(t)$ を求めなさい。

[3] 次のブロック線図で表される制御系について以下の問に答えなさい。



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

制御工学（問題用紙）

(2/2 ページ)

[4] 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。

$$G(s) = \frac{2}{s + 0.2}$$

- (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 $u(t) = 1\sin 20t$ を加えたとき、定常状態の出力が $y(t) = R\sin(20t + \varphi)$ と得られた。このときの R の値を求めなさい。

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、以下の問いに答えよ。

- (1) 16進数 FFD を 10進数に変換せよ。
- (2) 10進数-48を2の補数表現を用いた8ビットの2進数に変換せよ。
- (3) 53.375 を正規化2進数に変換し、指数と仮数の2進数をそれぞれ答えよ。
- (4) 各色 12bit で FullHD サイズ (1920×1080画素) の RGB カラー画像を無圧縮で保存する際に必要な容量は何 MB か計算せよ。ここで 1MB は 10^6 B とする。

[2]各目が均等に出る六面、八面、十二面、二十面ダイスがある。目は1から順に面数分あるとして以下の問いに答えよ。ただし、 $\log_2 3 = 1.58$ 、 $\log_2 5 = 2.32$ とする。

- (1) それぞれのダイスについて、3の目が出た時の自己情報量を求めよ。
- (2) 二十面ダイスにおいて、「出目が12以下であるかどうか」という予測を行なったとき、この予測のエントロピー（平均情報量）を求めよ。

[3]TCP/IP について以下の問いに答えよ。

- (1) TCP/IP の4階層モデルにおける各階層の名称を以下の語群から選び答えよ。
語群: プレゼンテーション層、ネットワークインタフェース層（リンク層）、
 トランスポート層、セッション層、インターネット層、アプリケーション層
- (2) 4階層モデルの第2層、第3層の代表的なプロトコルを答えよ。
- (3) ルーターは一般的に第何層で動作する機器であるか答えよ。
- (4) IP アドレス 202.209.173.100、サブネットマスク 255.255.192.0 のとき、ネットワークアドレスを答えよ。

[4]以下は C 言語プログラムの一部である。実行結果を示せ。

```
int i, j, n;
for (i = 4; i > 0; i--){
    for (j = 1; j <= i; j++){
        n = 10*i + j;
        printf("%d ", n);
    }
    putchar('\n');
}
```

情報工学（問題用紙）

(2/3 ページ)

[5]二分法は中間値の定理を利用して、方程式 $f(x) = 0$ の解を求める手法である。両端で $f(x)$ の符号が異なる区間 $[a, b]$ の中間値 c を計算し、 $[a, c]$ または $[c, b]$ のうち両端で符号が異なる区間について中間値計算を繰り返す。1回の処理により区間長は半分となり、反復により最終的には解へと収束していく。 $2x^3 - 7x + 2 = 0$ の $[-1, 1]$ における解を求めるプログラムの(1)～(4)に当てはまる式を候補から選び記号で答えよ。

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define EPS 1E-8

double Func(double x){
    return (2*x*x*x - 7*x + 2);
}

int main(void){
    double a=-1, b=1, c, e;
    do {
        c = (1);
        if ( Func(a) * Func(c) < 0 ){
            (2);
        } else {
            (3);
        }
    }while( (4) >= EPS );
    printf("Answer: %f\n", (1));
    return 0;
}
```

候補:

- a. $(a+b)/2.0$
- b. $b*a/2.0$
- c. $\text{fabs}(a+b)/2.0$
- d. $\text{fabs}(b-a)/2.0$
- e. $a = b$
- f. $b = c$
- g. $c = a$
- h. $a = c$
- i. $b = a$
- j. $c = b$

情報工学（問題用紙）

(3/3 ページ)

[6]ガウスの消去法により 3 元 1 次連立方程式 $Ax = b$ を解くプログラムを C 言語で実装したい。前進消去と後退代入部分において、(1) ~ (4) に当てはまる式を候補から選び記号で答えよ。なお、係数行列 A は実数配列 A に、定数項 b は実数配列 b に格納されており、 α および temp は実数変数、 i, j, k は整数変数である。また、解 x は実数配列 b に代入されるものとする。

```

/* 前進消去 */
for (i = 0; i < 3; i++) {
    for ( (1) ; j < 3; j++) {
        alpha = (2) ;
        printf("%f\n", alpha);
        for (k = i; k < 3; k++) {
            A[j][k] = A[j][k] + alpha * A[i][k];
        }
        b[j] = b[j] + alpha * b[i];
    }
}

```

```

/* 後退代入 */
b[2] = (3) ;
for (i = 1; i >= 0; i--) {
    temp = b[i];
    for (j = (1) ; j < 3; j++) {
        temp = temp - A[i][j] * b[j];
    }
    b[i] = (4) ;
}

```

候補:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| ア. $j=0$ | サ. $-A[i][i]/A[j][i]$ |
| イ. $j=i+1$ | シ. $-A[j][i]/A[i][i]$ |
| ウ. $j+i-1$ | ス. $-A[j][i]/A[j][j]$ |
| エ. $j=i$ | セ. $-A[j][j]/A[j][i]$ |
| オ. $b[2] / A[0][0]$ | ソ. $-A[i][j]/A[j][j]$ |
| カ. $b[2] / A[1][1]$ | タ. $-A[i][j]/A[i][i]$ |
| キ. $b[2] / A[2][2]$ | チ. $\text{temp}/A[i][i]$ |
| ク. $b[0] / A[0][0]$ | ツ. $\text{temp}/A[j][j]$ |
| ケ. $b[0] / A[1][1]$ | テ. $\text{temp}/A[k][k]$ |
| コ. $b[0] / A[2][2]$ | |