

修士課程入学筆記試験問題(表紙)

メカトロニクス工学コース

筆記試験

受験番号	
------	--

- ① 解答時間は、9：30～11：30の2時間です。
- ② 数学の問題と解答用紙は数学の封筒に、専門科目（5科目）の問題と解答用紙は専門科目の封筒に入れてあります。
- ③ 数学と専門科目（5つの専門科目から2科目を選択する）に解答して下さい。選択した専門科目には下表の所定の欄に○印をつけてください。専門科目は3科目以上選択・解答した場合は、採点されませんので注意してください。
- ④ 異なる科目に対する解答用紙に記入した場合、採点されませんので注意してください。材料力学、機械力学、プログラミング、デジタル回路、制御工学は専門用の解答用紙に書き、科目名を記載するのを忘れないでください。科目名が記載されていないと採点されませんので注意してください。
- ⑤ 解答は必ず解答用紙に記載ください。問題用紙に記載されている内容は採点対象にはなりません。
- ⑥ 封筒（数学と専門科目）、本表紙、解答用紙には受験番号を必ず書いて下さい。記入がない場合、採点されませんので注意してください。
- ⑦ 定規・コンパス・電卓等は使用できません。
- ⑧ 試験終了後、数学の問題・解答用紙はすべて数学の封筒に、専門科目の問題と解答用紙は解答・未解答によらずすべての問題・解答用紙を専門科目の封筒に入れて提出してください。本表紙は、専門科目の封筒に入れてください。

選択した専門科目に ○印をつける	専 門 科 目
	材 料 力 学
	機 械 力 学
	プ ロ グ ラ ミ ン グ
	デ ジ タ ル 回 路
	制 御 工 学

令和 2 年 度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/1

コ ー ス 等	メカトロニクス工学 コース	試 験 科 目	数学
---------	------------------	---------	----

問 1 次の問いに答えよ.

- (1) 原点 O の直交座標系 x, y, z に関して, 3 点 $A(12, 14, 2019)$, $B(10, 9, 2020)$, $C(14, 24, 1997)$ を通る平面の法線ベクトルを求めよ.
- (2) (1)の平面の方程式を求めよ.

問 2 数列 $\{a_n\}$ と $\{b_n\}$ をそれぞれ次式により定める.

$$a_n = \sum_{i=1}^{2n} \frac{(-1)^{i-1}}{i} = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \cdots + \frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n}$$

$$b_n = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n+i}$$

$a_n = b_n$ ($n=1, 2, 3, \dots$) となることを示せ.

問 3 次の問いに答えよ.

- (1) 任意定数 k_1, k_2 を含む関数 $g(x)$ を次式で表す.

$$g(x) = k_1 e^{2019x} \cos(2019x) + k_2 e^{2019x} \sin(2019x)$$

$g(x)$ が次の微分方程式を満たすとき, 係数 R_1, R_2 を求めよ.

$$g'' + R_1 g' + R_2 g = 0$$

- (2) 関数 $y(x)$ は, (1)で求めた係数 R_1, R_2 を持つ次の微分方程式を満たす.

$$y'' + R_1 y' + R_2 y = 4040 \times 2019^2 \sin(2019x)$$

$y(x)$ の特殊解 $y_p(x)$ を求めよ.

- (3) (2)の微分方程式に対して, $y|_{(x=0)} = 0, y'|_{(x=0)} = 0$ を満たすとき, $y(x)$ の一般解を求めよ.

令和 2 年 度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/1

コ ー ス 等	メカトロニクス工学 コース	試 験 科 目	材料力学
---------	------------------	---------	------

問 1 図 1 に示すように、外径 d_{Ao} 、内径 d_{Ai} 、長さ L の中空円筒の軸 A に、同一材料でできた直径 d_B 、長さ L の中実円筒の軸 B が同じ軸心で挿入されており、それぞれの一端が剛体壁に固定され、他端が剛体板 C に固定されている。C にねじりモーメント T が作用するとき、以下の問いに答えよ。ただし、A、B の横弾性係数を G とする。また、円周率を π とすること。

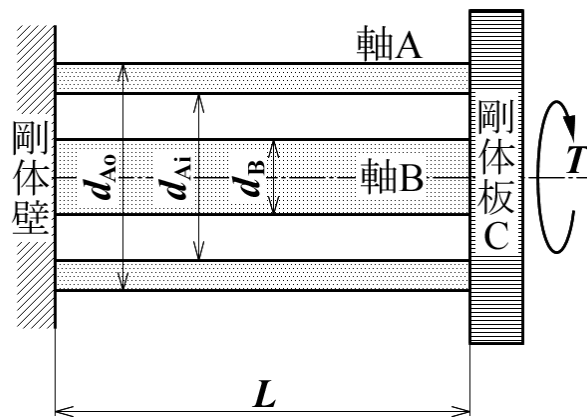


図 1 中空円筒の軸と中実円筒の軸を組み合わせた軸のねじり

- (1) A と B に作用するねじりモーメント T_A 、 T_B を求めよ。
- (2) A と B の最大せん断応力 τ_{Amax} 、 τ_{Bmax} を求めよ。
- (3) A と B を組み合わせた軸のねじれ角 ϕ を求めよ。

令和 2 年 度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/1

コ ー ス 等	メカトロニクス工学 コース	試 験 科 目	機械力学
---------	------------------	---------	------

問 1 図 1 は一様な棒と質点からなる 2 自由度自由振動系モデルである. 質量 m_1 で長さ l の棒は壁にピンで支持され, ピンまわりに回転可能である. この棒は中央で天井からばね定数 k_1 のばねによって支持され, 棒の先端にばね定数 k_2 のばねを介して質量 m_2 の質点がつるされている. また, 平衡状態で棒は水平である. 平衡位置から棒の回転角 (時計回りを正) と質点の変位 (下方向を正) をそれぞれ θ, x として, 以下の問いに答えよ. ただし, θ は微小角で, 質点は上下方向のみ移動し, ばねの自重は無視する.

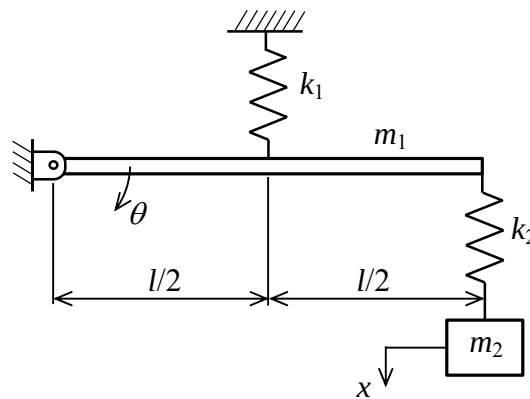


図 1 2 自由度自由振動系モデル

- (1) 棒が静かに θ 回転したとき, ばね定数 k_1 のばねに働く力を, k_1, θ, l で示せ.
- (2) (1) の条件下で, 質点が静かに x 変位したとき, ばね定数 k_2 のばねに働く力を, k_2, x, θ, l で示せ.
- (3) 棒と質点の運動方程式をそれぞれ示せ. ただし, 棒のピン支持まわりの慣性モーメント J は $J = m_1 l^2 / 3$ である.
- (4) θ, x はそれぞれ振幅 A, B で角振動数 ω の正弦振動するものとして, 振動数方程式を示せ.
- (5) $k_1 = 4k, k_2 = k, m_1 = 6m, m_2 = m$ としたとき, この系の 1 次固有角振動数 ω_1 および 2 次固有角振動数 ω_2 をそれぞれ示せ.

令和 2 年 度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/2

コ ー ス 等	メカトロニクス工学 コース	試 験 科 目	プログラミング
---------	------------------	---------	---------

問 1 図 1 に示す木構造（二分木）において，幅優先探索および深さ優先探索（通りがけ順，in-order で行う）を用いて木のすべてのノードの値を表示するプログラムを考える．ただし，図 1 に示すように木の各ノードは A～H の値を持ち，また，左の子と右の子があった場合は左の子を優先して表示するものとする．

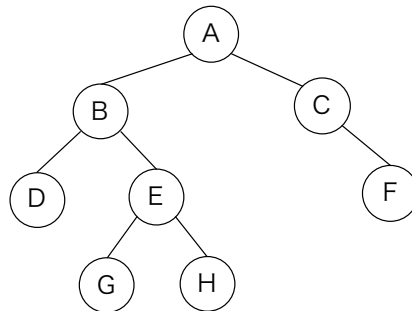


図 1 二分木

次のプログラムに関する説明および次ページの C 言語ライクのプログラム（リスト 1，リスト 2）を読み，問いに答えよ．

【プログラムに関する説明】

- リスト 1 と リスト 2 の各関数において，ポインタ p は初期値として木のルート（根）を指しているものとする．
- ポインタ p が何も指していない場合， p は **NULL** を持つ．
- ポインタ p の左の子を「 $p->left$ 」，右の子を「 $p->right$ 」と表記する．
- 「 Q 」はキューである． Q の初期値は空であるとする．このとき Q は **NULL** を持つ．なお Q はどの関数からも参照できるものとする．
- Q への値の追加を行う関数を $enq()$ とする．また Q から値を取り出す関数を $deq()$ とする． $enq()$ は引数としてノードへのポインタをとる．例えば $enq(p)$ とすると， p が指すノードを Q に追加する． $deq()$ は Q から取り出したノードを返す．このとき Q が空の場合は **NULL** を返す．
- p の指すノードの値を表示する関数を $nprint(p)$ とする．

令和 2 年 度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 2/2

コ ー ス 等	メカトロニクス工学 コース	試 験 科 目	プログラミング
---------	------------------	---------	---------

- (1) 図 1 に示す木構造において，幅優先探索を用いて，すべてのノードが持つ値を表示するとき，A～H を用いて表示される順番を示せ．
- (2) 図 1 に示す木構造において，深さ優先探索を用いて，すべてのノードが持つ値を表示するとき，A～H を用いて表示される順番を示せ．
- (3) リスト 1 は幅優先探索を行い，順にノードの値を表示する関数 `b_search` である．リスト 1 の(a)～(d)の空欄を埋めよ．
- (4) リスト 2 は深さ優先探索を行い，順にノードの値を表示する関数 `d_search` である．リスト 2 の(e)～(g)の空欄を埋めよ．

```

/** リスト 1 */
b_search(p)
{
    (a)
    while ( (b) )
    {
        p = deq();
        nprint(p);
        if (p->left != NULL)
            (c)
        if (p->right != NULL)
            (d)
    }
}

```

```

/** リスト 2 */
d_search(p)
{
    while( (e) )
    {
        (f)
        nprint(p);
        (g)
    }
}

```

令和 2 年 度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/1

コ ー ス 等	メカトロニクス工学 コース	試 験 科 目	デジタル回路
---------	------------------	---------	--------

問 1 電卓やデジタル時計には、図 1 に示す 7 セグメント表示器が使用されている。

入力 4 ビットの組み合わせ {A, B, C, D} により該当のセグメント（‘a’ から ‘g’ まで）が点灯する．ここでは，セグメント点灯状態を“0”とし，セグメント消灯状態を“1”とする．

「1」の表示の場合，セグメント ‘b’ と ‘c’ が“0”になる．ただし，{1, 0, 1, 0}，{1, 0, 1, 1}，{1, 1, 0, 0}，{1, 1, 0, 1}，{1, 1, 1, 0}，{1, 1, 1, 1} の入力は冗長(don’ t care)とする．以下の問いに答えよ．

「デジタル回路」専用の解答用紙その 1, その 2 に解答せよ．

- (1) セグメント ‘a’ から ‘g’ までの真理値表を記せ．
冗長 (don’ t care) は ‘*’ で記せ．
- (2) (1) で記した真理値表から，セグメント ‘a’ に関する論理式を示せ．ここで記した論理式には冗長 (don’ t care) は含めないものとする．
- (3) (2) で求めた論理式をカルノー図を示して，簡単化した論理式を示せ．
カルノー図中では，冗長 (don’ t care) は ‘*’ で記せ．
- (4) 残りのセグメント ‘b’ ～ ‘g’ も同様に，簡単化した論理式のみを示せ．
カルノー図を解答用紙に示す必要はない．
- (5) (3), (4) で求めた論理式から，解答用紙に示した PLA (Programmable Logic Array) を用いて 7 セグメント表示器の回路を作成せよ．
PLA の交差部分は，交点を「●」で記せ．

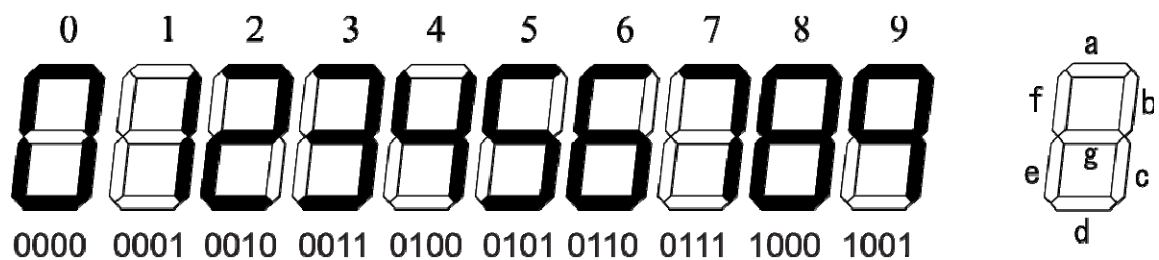


図 1 各入力に対する 7 セグメント表示器の点灯と各セグメントの名称

令和 2 年 度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/1

コ ー ス 等	メカトロニクス工学 コース	試 験 科 目	制御工学
---------	------------------	---------	------

問 1 図 1 の加速度センサを搭載した台車について, 加速度センサ出力 $a(t)$ から台車位置を推定してフィードバックすることにより, 位置制御したい. 台車はモータを動力とし, モータは入力電圧 $e(t)$ に比例して軸トルク $p(t)$ を出力し, 台車は $p(t)$ に比例して加速する. 台車の車輪には粘性摩擦係数 c の摩擦が作用する. 図 2 のように台車の質量を m , 目標位置を $x(t)$, 台車の位置を $y(t)$ として, 係数 K, K_m, K_g, K_a には次の関係がある.

$$e(t) = K \left\{ x(t) - \frac{1}{K_a} \iint a(t) dt^2 \right\}$$

$$p(t) = K_m e(t)$$

$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} = K_g p(t) - c \frac{dy(t)}{dt}$$

$$a(t) = K_a \frac{d^2 y(t)}{dt^2}$$

任意の関数 $f(t)$ のラプラス変換を $F(s)$ と記すこととして, 以下の問いに答えよ.

- (1) $X(s)$ を入力, $Y(s)$ を出力として, このシステムのブロック線図を描け.
- (2) このシステムの閉ループ伝達関数を求めよ.
- (3) このシステムの安定性を評価せよ.
- (4) このシステムの定常速度偏差 e_{sv} を求めよ.

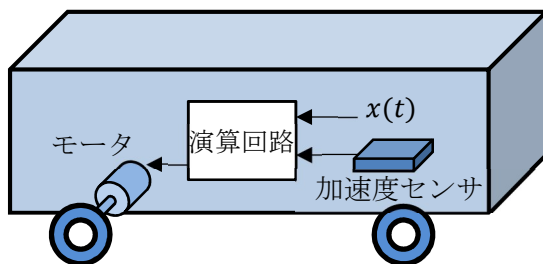


図 1 加速度センサを搭載した台車

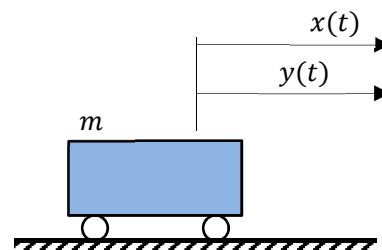


図 2 台車の目標位置 $x(t)$ と
台車の位置 $y(t)$