令和５年度　山梨大学大学院医工農学総合教育部

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，計算用紙（３枚）は数学の封筒に，専門科目（５科目）の問題と解答用紙，計算用紙（４枚）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）に解答してください．選択した専門科目には下表の所定の欄に〇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．デジタル回路は専用の解答用紙に書き，数学，材料力学，機械力学，プログラミング，制御工学は汎用の解答用紙を用い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してください．問題用紙や計算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，計算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・解答用紙および計算用紙は解答・未解答によらずすべて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〇印をつける	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

【 前 期 募 集 】

令 和 5 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　直径 d [mm]の中実円筒の軸を使って，回転数 n [rpm]で回転動力 P [kW]を伝達するとき，以下の問いに答えよ．ただし，軸の横弾性係数を G [GPa]とすること．さらに，各問いに記載されている単位で解答すること．

(1) この軸に作用するトルク T [N·m]を求めよ．

(2) この軸の断面二次極モーメント I_p [mm^4]を求めよ．

(3) この軸に生じる最大せん断応力 $\tau_{\max}$ [MPa]を求めよ．

(4) この軸のねじれ角が Φ_l [rad]以下になるように制限したいとき，許容される軸の最大長さ l [mm]を求めよ．

(5) この軸の材質と外径 d [mm]はそのままで，内径 md $(0<m<1)$[mm]の中空円筒の軸に交換する．このとき中空円筒の軸に生じる最大せん断応力を $\tau'_{\max}$ とすると，(3)で求めた $\tau_{\max}$ に対する $\tau'_{\max}$ の比 $\tau'_{\max}/\tau_{\max}$ と m との関係をグラフで示せ．ただし，グラフは横軸を m 値とし，m 値に対する $\tau'_{\max}/\tau_{\max}$ の比の値がおおよそ分かるように描くこと．

令 和 5 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 図は平面内で動く1自由度減衰振動モデルである．均一素材で正方形の薄い剛体平板(以下，平板と略記)は上端の支持点Oを回転軸として吊るされており，平板は1辺の長さa，質量mである．平板の右端に粘性減衰係数cのダンパ，平板の下端にばね定数kのばねが図示した向きにそれぞれ取り付けてある．平板の上端から下端への向きが鉛直方向となるときをつり合いの位置とする．この位置からの回転角θ（反時計回りを正）は微小とするとき，以下の問いに答えよ．ただし，ダンパとばねの質量はそれぞれ無視できるものとし，重力加速度をgとする．

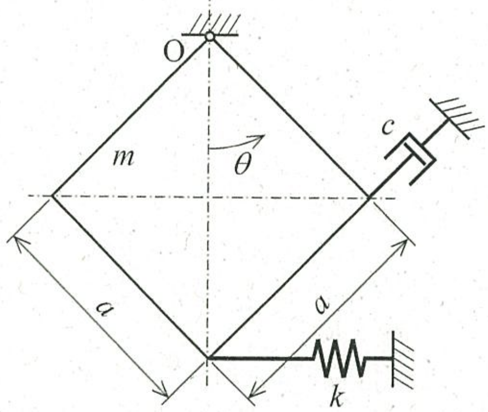

図　薄い正方形平板の回転振動モデル

(1) 平板に関する回転軸まわりの慣性モーメントJを求めよ．平板の重心を通り，かつ平板の法線方向の軸まわりの慣性モーメントは$ma^2/6$である．

(2) この系における運動方程式を求めよ．ただし，$\sin\theta \fallingdotseq \theta$, $\cos\theta \fallingdotseq 1$とする．

(3) この系における固有角振動数ω_nを求めよ．

(4) この系における減衰比ζを求めよ．

(5) この系における減衰固有角振動数ω_dを求めよ．

【 前 期 募 集 】

令和 5 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 に示す迷路において，スタートからゴールまでの経路を探索することを考える．迷路の各マス(ここではノードと呼ぶことにする)にはノード番号(〇数字で表現されている)が振ってある．実線は壁を表し，壁越しの移動はできない．

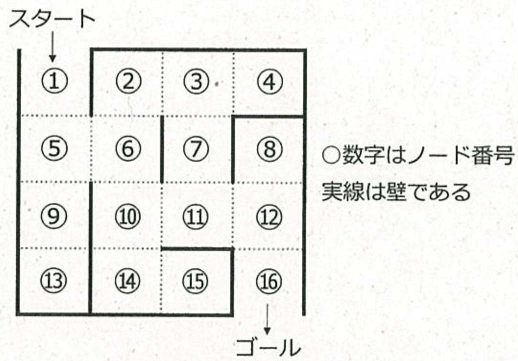

図 1 迷路

リスト 1

```
v_search(node)
{
    printf(node);
    do{
        n = extract(node);
        if(n != NULL)
              (a)
    }while(   (b)   );
}
```

(1) 図 1 の迷路の経路を，深さ優先探索で探索したい．以下の問いに答えよ．

(1-1) リスト 1 のコード(関数)は深さ優先探索で経路探索を行うコードである．リスト 1 のプログラムの空欄(a), (b)に入るコードを示せ．変数 node に，あるノードが格納されていると すると，関数 printf(node)はそのノードの番号を表示する．関数 extract(node)は node の隣接ノードを取り出す関数であるが，過去に取り出された(探索された)隣接ノードは処理済みのため取り出さない．複数の隣接ノードがある場合はノード番号が小さいものを優先して取り出す．取り出す隣接ノードがない場合は，extract(node)は NULL を返す．

(1-2) (1-1)で説明した関数が実行されたとき，どのような順番でノードが表示されるのかを，ノード番号を用いて示せ．なお，v_search 関数は，最初に v_search(①)で呼び出されるとする．(解答例：①→②→…)

(1-3) (1-1)で説明した関数が実行されたときの探索の様子をグラフ(木)で図示せよ．なお，v_search 関数は，最初に v_search(①)で呼び出されるとする．

令和 5 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

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

(2) 図 1 の迷路の経路を，幅優先探索で探索したい．以下の問いに答えよ．

(2-1) リスト 2 のコード（関数）はキューを使って幅優先探索でゴールまでの経路探索を行うコードである．リスト 2 のプログラムの空欄(c), (d), (e)に入るコードを示せ．変数 node に，あるノードが格納されているとすると，キューにノードを追加する関数を enqueue(node)，キューからノードを取り出す関数を dequeue()で表し，キューが空でないとき，関数 dequeue()は取り出したノードを返す．キューが空のとき，関数 dequeue()は NULL を返す．関数 printf(node)と extract(node)は，リスト 1 のコードと同じ処理を行うものとする．

(2-2) (2-1)で説明した関数が実行されたとき，どのような順番でノードが表示されるのかを，ノード番号を用いて示せ．(解答例：①→②→…)

(2-3) (2-1)で説明した関数が実行されたときの探索の様子をグラフ（木）で図示せよ．

リスト 2

```
b_search()
{
    node = ①;
    enqueue(node);
    while (1){
        [        (c)        ]
        if(node != NULL)
            break;
        printf(node);
        do{
            n = extract(node);
            if(n != NULL)
                [      (d)      ]
        }while([      (e)      ]);
    }
}
```

【 前 期 募 集 】

令 和 5 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

※ 本科目は「デジタル回路」専用の解答用紙に解答すること．

問１　4桁（4本）の2進数入力 $X_3X_2X_1X_0$ がある．X_3 が最上位ビット，X_0 が最下位ビット，つまり，入力[1010]は，10進数での10を表し，入力[0001]は，10進数の1を表す．素数が入力されたときに出力Zが「1」，素数以外が入力されたときに出力Zが「0」になる回路を作りたい．以下の問いに答えよ．

(1) 素数検出回路のブロック図を描け．素数検出器自身は $\boxed{\text{素数検出器}}$ で表せ．
入力は X_i（i には適切な数字を記入），出力は Z で表せ．

(2) 入力が0から15までの場合の真理値表を表1に，入力が0から9までに限定された場合の真理値表を表2に作成せよ．
真理値表には入力の値が昇順になるように記せ．
ドントケア（don't care）（冗長，禁止状態）な組に対する出力値は，“*”で表せ．

(3) (2)で作成した真理値表を利用して，表1の論理式を示せ．

(4) (2)で作成した表1，表2の真理値表から，最も簡単化した論理式を求めたい．
それぞれカルノー図を利用して簡単化せよ．
カルノー図は簡単化できる個所をループで囲うこと．

(5) (4)で簡単化した表1，表2の論理式から，解答用紙に示したPLA（Programmable Logic Array）を用いて素数検出器の回路を作成せよ．

(6) (4)で簡単化した表1，表2の論理式を利用してNANDゲートとNORゲートのみを利用して素数検出器の回路をそれぞれ作成せよ．ただし，入力にNOT（否定）を付けても良い．

【 前 期 募 集 】

令 和 5 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に示す底面積がA[m^2]である円筒形のタンクを考える.

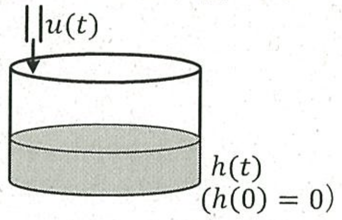

図 1　流出のないタンクシステム

(1) タンクに給水量$u(t)$[m^3/s]で水が流入しているとき, 入力を給水量, 出力を水面の高さ$h(t)$[m]としたときの伝達関数 $G(s)$を求めよ.

(2) 図1のタンクの底に排水管が取り付けられたとする(図 2). 排水管の流出量を$v(t)$[m^3/s]とし, その$v(t)$は水面の高さ$h(t)$[m]に比例し, 流出抵抗R[m/(m^3/s)]に反比例するものと仮定する. 伝達関数$G(s)$を求めよ.

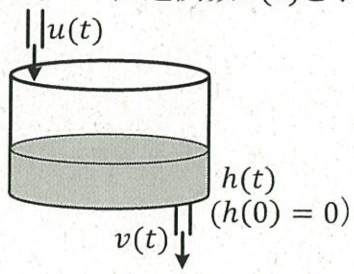

図 2　流出のあるタンクシステム

(3) 目標水位を r_0 とし, 水面の高さとの差 $e(t)=r_0-h(t)$ を用いて入力を $u(t)=K\int_0^t e(\tau)d\tau$ (Kは定数) と定めるとき, 目標水位に対するフィードバック制御系(図 3)が構成できる. このときの目標値に対する偏差の伝達関数を求めよ.

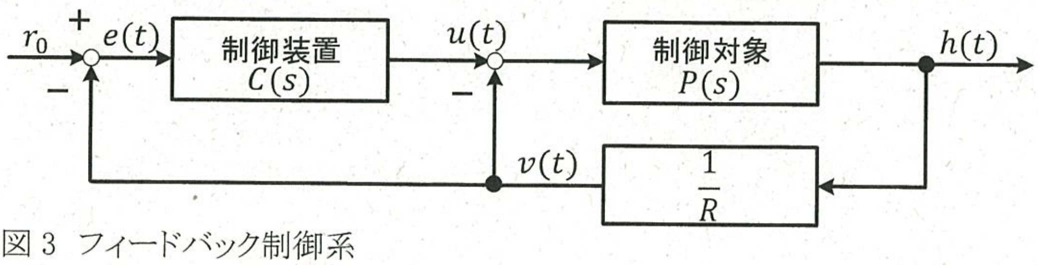

図 3　フィードバック制御系

(4) (3)で構成したフィードバック制御系において定常偏差が0となることを, 最終値定理を用いて示せ.

【前期募集】

令和５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） 前 期 募 集

受験番号	

入学試験解答用紙

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	採　点	

問（ １ ） 解 答　　（注意：各問について各１枚の解答用紙を使用すること。）

(1)ブロック図

(2) 表 1（入力：0 から 15）

X_3	X_2	X_1	X_0	Z

表 2（入力：0 から 9）

X_3	X_2	X_1	X_0	Z

(3)
表 1 の論理式　Z=

(4)
表 1 の最も簡単化した論理式　Z=

表 2 の最も簡単化した論理式　Z=

※ 裏面も使用するときは、☑を付して下さい。　　☑ 裏面あり

【 前 期 募 集 】

令 和 5 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	数　　学

問 1 $y_i = y_i(x)\ (i = 1, 2, 3)$に対して，以下の式が成り立つ．

$$\begin{bmatrix} \dfrac{dy_1}{dx} \\ \dfrac{dy_2}{dx} \\ \dfrac{dy_3}{dx} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & 0 \\ -1 & 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$$

y_1，y_2，y_3 を求めよ．

問 2 $f(x) = (1 + x)^b$ $\left(-1 < x < 1,\ b\text{は実数}\right)$に対して，テーラー展開

$f(x) = \displaystyle\sum_{k=0}^{\infty} a_k x^k$ を考える．ただし $a_k = f^{(k)}(0)/k!$ である．

以下の問いに答えよ．

(1)　a_0，a_1，a_2，a_3，a_4 を求めよ．

(2)　$\sqrt[5]{1.5}$ の近似値を有効数字 3 桁まで求めよ．

【 前 期 募 集 】

令 和 5 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	数学

問 3 下図に示すバネにつけた重りの運動を数学的に解析する．バネと重りは粘性のある流体に浸かっている．床と重りの間に働く摩擦力がないものとし，バネに作用する粘性も無視する．ここで，バネのばね定数 K ，重りの質量を M とする．この場合，重りにはその運動と逆向きに粘性力が働き，その大きさは重りの速さに比例すると考える．

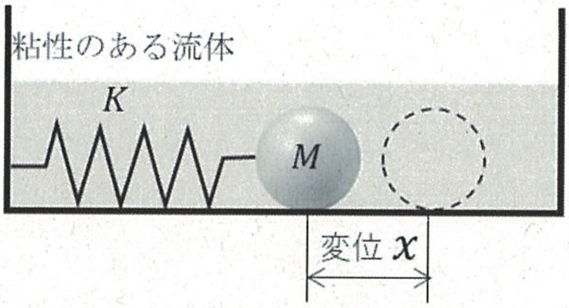

図　粘性流体に浸かったバネと重り

はじめ，釣り合いの位置に静止している重りに水平方向に外力$f(t)$ [N]を加えると，重りは下式に従い運動する．

$$M\frac{d^2x(t)}{dt^2}+B\frac{dx(t)}{dt}+Kx(t)=f(t)$$

ここで，x [m]は重りの釣り合いの位置からの変位，t [s]は時間，B ($B>0$) [kg/s]は比例係数である．

(1) $M\dfrac{d^2x(t)}{dt^2}+B\dfrac{dx(t)}{dt}+Kx(t)=0$ のとき，
一般解$x_n(t)$を求めよ．

(2) $f(t)=2.023\cos(Dt)$ $(D>0)$のとき，$M\dfrac{d^2x(t)}{dt^2}+B\dfrac{dx(t)}{dt}+Kx(t)=f(t)$に対して，特殊解$x_p(t)$を求めよ．

(3) $M=4$ kg，$K=25$ N/m，$B=20$ kg/s，$D=2.5\ \mathrm{s}^{-1}$とする．
$t=0$ のとき，$x(t)=0$，$\dfrac{dx(t)}{dt}=0$ である．
$x_n(t)$と$x_p(t)$の時間的変化をそれぞれグラフで示せ．