

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、計算用紙(3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○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、制御工学は専用の解答用紙に書き、数学、材料力学、機械力学、プログラミングは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 ○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 3 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 行列  $A = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -2 & 3 \end{bmatrix}$  に対して、次の問いに答えよ。

- (1) 行列  $A$  におけるすべての固有値  $\lambda_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ ) を求めよ。
- (2) (1)の固有値  $\lambda_i$  に対する固有ベクトル  $\mathbf{u}_i$  を求めよ。
- (3) 行列  $A$  が正規行列  $P$  によって対角化可能ならば、 $P$  および  $P^{-1}AP$  を求めよ。
- (4)  $B^2=A$  を満たす行列  $B$  を求めよ。

問 2  $n$  ( $n \geq 2$ )個の異なる実数  $a_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ )を含む関数  $f(x, y)$  を式(1)で表す。

$$f(x, y) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi y) - \frac{1}{2y} \sum_{i=1}^n (a_i - x)^2 \quad (y > 0) \quad (1)$$

$x = C$ ,  $y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i - C)^2$  のとき、式(1)が最大値をとることを示せ。

ただし、 $C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$  である。

問 3 独立変数を  $x$  として、関数  $y = y(x)$  を考える。以下の微分方程式 (定数  $K \neq 0$ ) について次の問いに答えよ。

$$y'' - 21y' + Ky = 8e^{20x}$$

- (1)  $y'' - 21y' + Ky = 8e^{20x}$  の特殊解  $y_p(x)$  を求めよ。
- (2)  $y'' - 21y' + Ky = 0$  の一般解  $y_n(x)$  を求めよ。
- (3)  $K=110$ ,  $y|_{(x=0)} = 0$ ,  $y'|_{(x=0)} = 0$  であるとき、 $y(x)$  の一般解を求めよ。

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、長さ $L$ で一様断面の片持ちはり全体に分布荷重 $w_1$ (はりの自由端Aで0, 固定端Bで $w$ となるよう直線的に変化する)と、自由端Aに上向きの集中荷重 $P_1$ を加える。このはりに関する以下の問いに答えよ。ただし、はりの縦弾性係数を $E$ , 断面二次モーメントを $I$ とする。

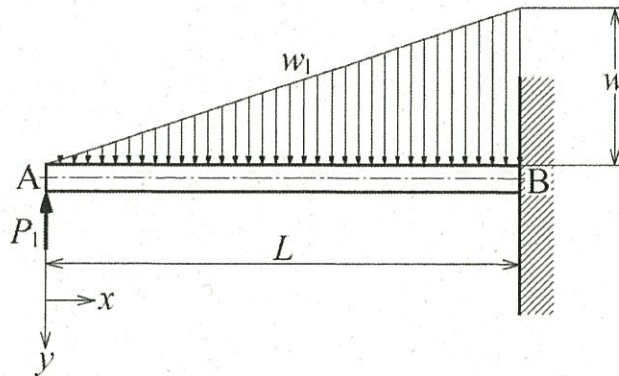


図1 分布荷重 $w_1$ と集中荷重 $P_1$ が作用している片持ちはり

- (1) このはりの自由端Aから距離 $x$ の断面に作用しているせん断力 $F$ , および曲げモーメント $M$ を求めよ。
- (2) このはりの自由端Aのたわみが0になるときの $P_1$ を求めよ。
- (3) 図2に示すように、このはり全体に分布荷重 $w_2$ (図1の分布荷重 $w_1$ を左右反転)と、はりの自由端Aに上向きの集中荷重 $P_2$ を加えたとき、自由端Aのたわみを0にするには、 $P_2$ を $P_1$ の何倍の大きさにすればよいか答えよ。

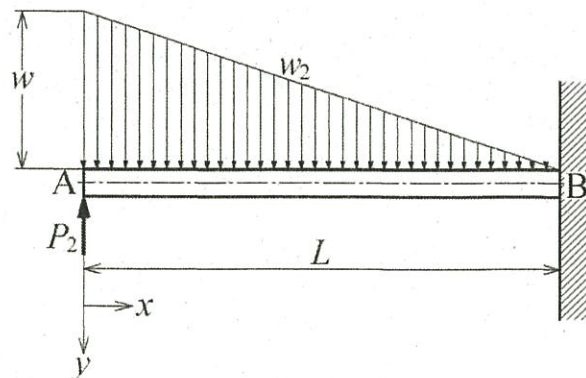


図2 分布荷重 $w_2$ と集中荷重 $P_2$ が作用している片持ちはり

令和3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 下図は丸棒と2個の滑車の配置である。角度 $\theta$ のV溝を有する同じ形状の2個の滑車が間隔 $l$ で設置され、それぞれの滑車は角速度 $\omega$ で反対方向に回転している。質量 $m$ の丸棒の重心 $G$ を2個の滑車の中心位置からずらして各滑車上に同時に載せると、摩擦によって丸棒は左右方向に振動する。丸棒の変位を $x$ (右方向を正)、滑車1と滑車2から丸棒が受ける摩擦力の大きさをそれぞれ $F_1, F_2$ 、丸棒と各滑車との動摩擦係数を $\mu$ 、重力加速度を $g$ として、以下の問いに答えよ。ただし、丸棒は滑車のV溝部で接触する。丸棒の慣性は無視する。

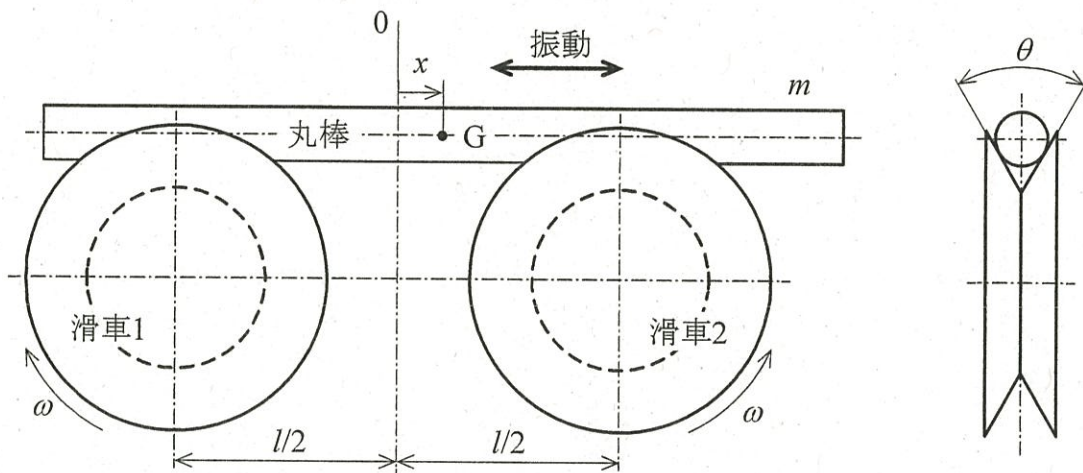


図 丸棒と2個の滑車の配置

- (1) 丸棒と滑車1との接触部における垂直抗力の大きさを $N_1$ とするとき、 $F_1$ を $\mu, N_1$ で示せ。同様に、丸棒と滑車2との接触部における垂直抗力の大きさを $N_2$ とするとき、 $F_2$ を $\mu, N_2$ で示せ。
- (2) 丸棒の運動方程式を示せ。ただし、 $F_1, F_2, N_1, N_2$ は使用しないこと。
- (3) 丸棒の固有周期 $T_n$ を示せ。
- (4) 丸棒の $m$ が2倍になった場合、 $T_n$ はどのように変化するかを説明せよ。

令和 3 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(二分探索木)において, (1) 深さ優先探索を用いて木のノードが持つ値すべてを表示, (2) ノードの追加, (3) 任意のノードを削除することを考える。ただし, 木の各ノードは整数値を持つ。また, 左右の子ノードが存在する場合は左を優先とする。

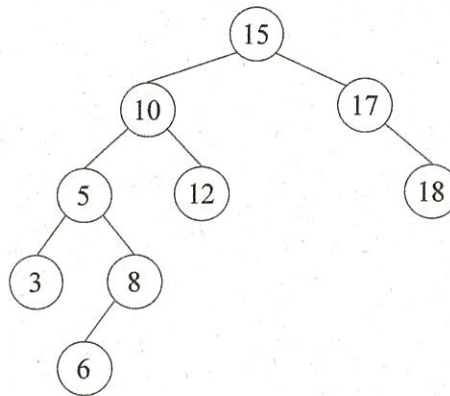


図 1 二分探索木

(1) 図 1 に示す二分探索木において, 3 通りの深さ優先探索(行きがけ順(pre-order), 通りがけ順(in-order), 帰りがけ順(post-order))を用いて木のノードが持つ値すべてを表示したとき, それぞれの探索方法で表示される順番を, ノードの値を用いて示せ。

(2) 図 1 に⑦のノードを追加したい。

(2-1) リスト 1 はノードの追加を行う C 言語ライクのプログラムである。このプログラムと説明をよく読み, (a), (b) の各空欄に入るコードを記せ。

【リスト 1 の説明】

- ▶ add\_node 関数は v で指定した整数値を持つノードを追加する関数である。
- ▶ ある一つのノードを指すポインタを P とする。P が何も指していないとき P の値は NULL である。
- ▶ v は追加するノードが持つ整数値である。
- ▶ P の指すノードの値を「P->value」で表現する。
- ▶ P の左右の子ノードを, それぞれ「P->left」, 「P->right」で表現する。
- ▶ 新しくノードを生成する関数を「make\_node」とする。引数 v で新しいノードにセットする整数値を指定する。
- ▶ add\_node 関数は, ノード P のポインタを返す。

(2-2) ⑦のノード追加後の木の全体図を, 図 1 に倣って描け。

令和 3 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
------	------------------	------	---------

## リスト 1 木にノードを追加するプログラム

```

01: add_node (P, v)
02: {
03:     if(P == NULL)
04:         P = make_node(v);
05:     else if( P->value >= v )
06:         P =  (a)
07:     else
08:          (b)
09:     return P;
10: }

```

(3) 図 1 に示す二分探索木から⑩のノードを削除したい。

(3-1) リスト 2 は⑩のノードを削除する C 言語ライクのプログラムである。このプログラムと説明をよく読み、(c), (d), (e), (f) の各空欄に入るコードを記せ。

## 【リスト 2 の説明】

- ポインタ P が指すノードの値を「P->value」で表現する。ポインタ M, Q も同様である。
- P の左右の子ノードをそれぞれ「P->left」, 「P->right」で表現する。M, Q も同様である。
- 01 行目は、初期状態として、削除対象の⑩のノードを指すポインタを P としている。
- 02 行目は、P の左部分木の中から最大の値を持つノードを特定し、M がそれを指す処理である。さらに、M の親ノードを Q が指すようにする。
- 03 行目は、P が指すノードの値を、M が指すノードの値に置き換える処理である。
- 04 行目は、不要になったノードを、二分探索木から切り離す処理である。
- 05 行目は、不要になったノードを、free 関数を使って削除する処理である。

## リスト 2 ⑩のノードを削除するプログラム

```

01: P = ⑩; // これで P が⑩のノードを指すものとする
02: for( (c));
03:  (d)
04:  (e)
05: free( (f));

```

(3-2) ⑩のノード削除後の木の全体図を、図 1 に倣って描け。

令和 3 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、下図に示す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。ここで示し  
た論理式には冗長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記して、簡単化した論理式を示せ。  
カルノー図中では、冗長は ‘\*’ で記せ。
- (4) 残りのセグメント ‘b’ から ‘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記す必要はない。
- (5) (3), (4) で求めた論理式から、基本ゲート (AND, OR, NAND, NOR, NOT) を用いて  
入力 {A, B, C, D} と出力 ‘a’, ‘b’, ‘c’ の関係を表す回路を作成せよ。

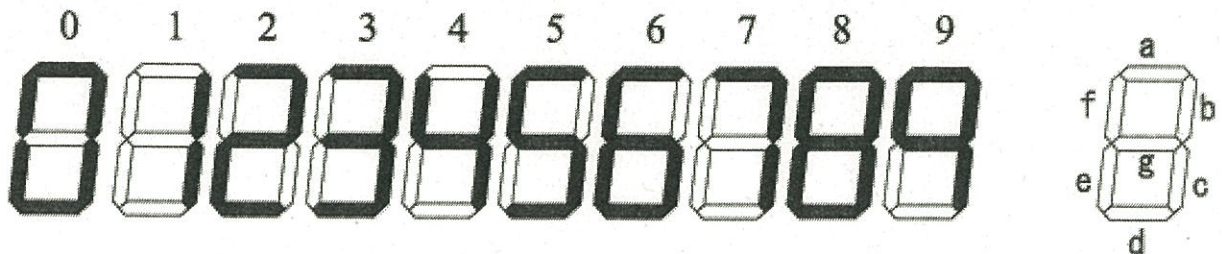


図 各入力に対する7セグメント表示器の点灯と各セグメントの名称

令和3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 下図に示す鉛直方向に可動する移動台 A と、移動台 A からばねとダンパで吊り下げられた質量  $m$  の剛体 B の動きを考える。ここで、 $k$  はばね係数、 $c$  はダンパ係数、 $x(t)$  は時刻  $t$  における移動台 A の位置、 $y(t)$  は剛体 B の位置を表す。また、 $x(t)=0$  で移動台 A、剛体 B とも静止状態にあるときの剛体 B の位置を  $y(t)$  の原点とする。

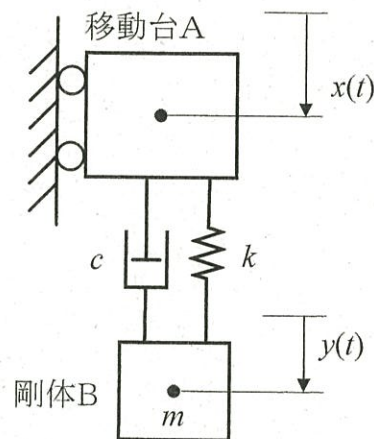


図 ばねとダンパで保持された剛体のモデル

任意の関数  $h(t)$  のラプラス変換を  $H(s)$  と表すこととし、 $t=0$  のとき  $x(t)=y(t)=0$  で移動台 A、剛体 B とも静止しているものとする。以下の問いに答えよ。  
「制御工学」専用の解答用紙に解答せよ。

- (1)  $X(s)$  を入力、 $Y(s)$  を出力として伝達関数  $G(s)$  を求めよ。
- (2)  $y(t)$  の目標位置を  $y_r(t)$  とし、下式に従って  $x(t)$  を与えるとき、解答用紙のブロック線図を完成させよ。

$$x(t) = K_p \{y_r(t) - y(t)\} \quad (K_p > 0)$$

- (3) 上記のシステムの閉ループ伝達関数を示せ。
- (4) 上記のシステムにおいて、 $y_r(t)$  として  $t=0$  で単位ステップ入力を与えたとき、 $K_p$  の値により  $y(t)$  はどのような時間変化となるか。  $y(t)$  の変化の概形をグラフに示し、振動の有無、振動する場合はその角速度、減衰速度、及び  $t \rightarrow \infty$  での  $y(t)$  について説明せよ。