

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(2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4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 $A = \begin{bmatrix} 20 & 22 \\ -5 & -7 \end{bmatrix}$ 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 λ_i ($i=1, 2, 3, \dots$) を求めよ。
- (2) (1)の固有値 λ_i に対する固有ベクトル u_i を求めよ。
- (3) 行列 A^3 および A^{-1} を求めよ。

問2 任意の x について、 $f(x) = e^x$ とすれば、以下の関係式が成り立つ。

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(0)}{n!} x^n \quad (\text{ただし, } 0! = 1)$$

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x$$

次の問いに答えよ。

- (1) $y = \cos 21x$ を x の 2 次式で近似せよ。
- (2) (1)の結果を用い、 $\cos 0.21$ を求めよ。

問3 以下の微分方程式について次の問いに答えよ。

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + 22y = g(x)$$

- (1) $\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + 22y = 0$ の一般解 $y_n(x)$ を求めよ。
- (2) $\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + 22y = g(x)$ の特殊解 $y_p(x)$ が $y_p(x) = \cos 22x$ であるとき、 $g(x)$ を求めよ。
- (3) (2)で求めた $g(x)$ に対して、初期値が $y|_{(x=0)} = 0$, $y'|_{(x=0)} = 0$ であるとき、 $\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + 22y = g(x)$ の解を求めよ。

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 図に示すように、段付き丸棒の両端が剛体壁に固定されている。この棒の B と C に、それぞれ外力 P_B , P_C が図のように作用するものとする。棒のヤング率を E とし、AB, BC, CD 区間の長さをそれぞれ l , $2l$, l 、断面積を S , $2S$, $S/2$ とするとき、以下の問いに答えよ。

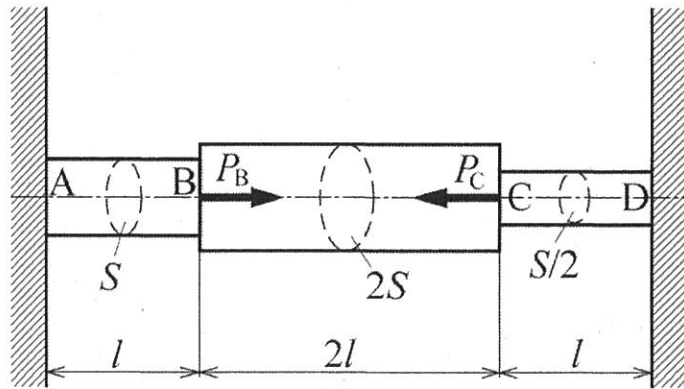


図 両端が固定されている段付き丸棒

- (1) P_B だけが B に作用するとき、固定端 A および D に生じる反力 R_A および R_D を求めよ。
- (2) P_C だけが C に作用するとき、AB, BC, CD 区間の伸び λ_{AB} , λ_{BC} , λ_{CD} を求めよ。
- (3) P_B が B に、 P_C が C に、同時に作用するとき、固定端 A および D に生じる反力 R_A' , R_D' を求めよ。さらに、このときの B および C の変位(右向きを正とする) δ_B および δ_C を求めよ。

令和4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 図は両端固定の弦上に小球を取り付けた振動モデルである。距離 l の剛体壁間に、強い張力 F で弦が張られている。弦の上端から距離 a ($0 < a < l$)の位置に質量 m の小球が取り付けられてあり、小球は左右方向に振動する。弦が一直線の状態から小球中心までの微小変位を x (右方向を正)、小球の弦とのなす微小角度を図のように θ_1 、 θ_2 (反時計回りを正)とするとき、以下の問いに答えよ。ただし、 $F \gg mg$ (g は重力加速度)とする。弦の伸縮と質量、および小球の大きさはいずれも無視する。

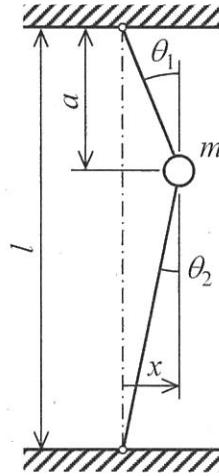


図 両端固定の弦上に小球を取り付けた振動モデル

- (1) $\sin\theta_1$ と $\sin\theta_2$ に関して、それぞれ x, l, a を用いて示せ。
ただし、微小角度 θ のとき $\theta \doteq \sin\theta \doteq \tan\theta$ とする。
- (2) 小球の運動方程式を示せ。ただし、 θ_1, θ_2 は使用しないこと。
- (3) 小球の固有角振動数 ω_n 、および固有周期 T_n を示せ。
- (4) 小球の位置を $a=l/2$ から $a=l/4$ に変更した場合、 T_n はどのように変化するかを簡潔に説明せよ。

令和 4 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に示すような単方向連結リスト(以下, 連結リストと示す)を考える. ポインタ p があるセルを指していたとき, そのセルの値を $p \rightarrow \text{value}$, そのセルの後ろに連結しているセルを $p \rightarrow \text{next}$ で表せるとする. $p \rightarrow \text{next}$ がどのセルも指していないときは NULL を指すものとする. value は整数値であるとし, head は図1の連結リストの先頭を指すポインタである. さらに, 連結リストの各セルは, 先頭から末尾に向かってセルの値が大きくなるように連結されており, 同じ value を持つセルは同じ連結リストには存在しないものとする.

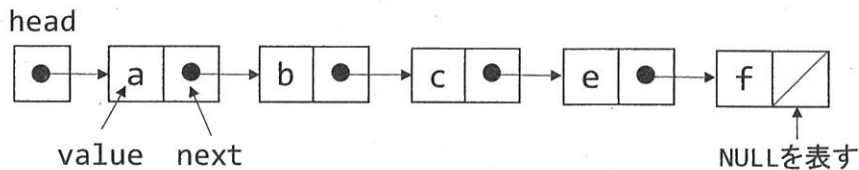


図 1

(1) 図1の連結リストに d の値 ($a < b < c < d < e < f$) を持つセルを挿入したい. 次の問いに答えよ.

(1-1) ポインタ p を, 挿入したい場所の直前のセルを指すようにしたい. 以下のプログラムの空欄(a), (b)に入るコードを示せ.

```
01: p = head;
02: while( (a) )
03: {
04:     (b)
05: }
```

(1-2) ポインタ p が挿入したい場所の直前のセルを指しているとする. d の値を持つセルを挿入したい. 以下のプログラムの空欄(c), (d)に入るコードを示せ. (c), (d)にはそれぞれ1つの処理のみを示すこと. なお, 01行目の処理は d の値を持つセルを生成し, それをポインタ n が指すための処理である.

```
01: n = make_cell(d);
02: (c)
03: (d)
```

(1-3) d の値を持つセルが挿入された後の連結リストを図1に倣って描け. 連結リストの先頭はポインタ $head$ が指すものとする. さらに, ポインタ p, n が指すセルも示すこと.

令和 4 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
------	------------------	------	---------

(2) 問(1-3)の状態の連結リストにおいて、 d 未満の値を持つセルをすべて削除したい。次の問いに答えよ。なお、連結リストはコンピュータのメインメモリ上で実現されているとして、削除とは、連結リストから切り離すだけではなく、セルそのものをメモリ上から完全に削除する(これには `free` 関数を利用)という意味である点に注意せよ。

(2-1) 問(1-3)の状態の連結リストを、図 2 に示すように、 d 未満の値を持つセルから成る連結リストと、 d 以上の値を持つセルから成る連結リストの、2 つの連結リストに分けたい。これを実現するコードを記せ。必要に応じて `p` などのポインタを定義し使用してもよい。コードは問(1-1), (1-2)と同様の様式で記すこと。ただし、 d 未満の値を持つセルからなる連結リストの先頭を `del_head` が、 d 以上の値を持つセルからなる連結リストの先頭を `head` が指すものとする。

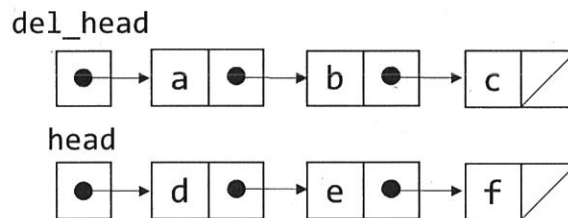


図 2

(2-2) d 未満の値を持つセルを削除するコードを記せ。なお、セルの削除には `free` 関数を用いること。ポインタ `p` があるセルを指しているとするとき、`free(p);` の処理によってそのセルが完全に削除される。必要に応じて `p` などのポインタを定義し使用してもよい。コードは問(1-1), (1-2)と同様の様式で記すこと。

令和4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	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 次の表記方法および条件にしたがって1本100円と1本110円のジュース、および1個50円のキャンディを売る自動販売機の状態遷移図を作図したい。

解答用紙の状態遷移図を完成させなさい。

[入力の表記方法]

- ・硬貨：'50'，'100'
 - ・ジュース選択ボタン：100円のジュースは'S₁₀₀'，110円のジュースは'S₁₁₀'
 - ・キャンディ選択ボタン：'S₅₀'
 - ・釣り銭ボタン：'C'
 - ・条件10 (No.2/2 参照) に示す一定時間経過したことを示す：'T'
- 補足) 1回の入力は上に示す' 'では含まれた記号，数字のいずれか一つである。

[出力の表記方法]

- ・品物：100円のジュースは'J₁₀₀'，110円のジュースは'J₁₁₀'，50円のキャンディは'D₅₀'，ない場合は'0'と表記
 - ・釣り銭：'数字'で表記，ない場合は'0'と表記
- 補足) ジュースとキャンディ，釣り銭の両方とも出ない場合がある。

[状態遷移図での入力と出力の表記方法]

'入力/出力品物，出力釣り銭'とする。

例えば，100円を入力した場合の表記は，100/0,0 であり，50円投入されている状態で「釣り銭ボタン」が入力された場合の表記は，C/0,50 である。

[状態遷移図での状態の表記方法]

- ・X円投入されている状態を Q_X と表記
- ・X円投入されているタイマー待ちの状態を Q_{tX} と表記

令和4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	デジタル回路
------	------------------	------	--------

問1 (問題文続き)

条件1: 電源投入後, Q_0 に遷移する.

条件2: 硬貨投入後, 何も入力しなければ状態は変化しない.

条件3: 50円, 100円の硬貨のみ投入可能である.

条件4: 入力可能な硬貨は, 50円, 100円の硬貨1枚ずつである.

条件5: 途中で気が変わった場合のために「釣り銭ボタン 'C'」がある. 「釣り銭ボタン 'C'」が入力された場合, 現在自動販売機に入力されている金額すべてを出力する.

条件6: ジュース, およびキャンディを購入可能な金額が自動販売機に入力されていない場合に, 「ジュース選択ボタン 'S₁₀₀' , 'S₁₁₀' , および「キャンディ選択ボタン 'S₅₀'」を入力しても状態は変わらない.

条件7: 50円が投入されている状態で, 「キャンディ選択ボタン 'S₅₀'」が入力された場合, キャンディを出力する.

条件8: 100円が投入されている状態で, 「キャンディ選択ボタン 'S₅₀'」が入力された場合, キャンディを出力し, 状態は一時的に, 50円タイマー待ちの状態 Q_{t50} に遷移する.

条件9: 150円が投入されている状態で, 「ジュース選択ボタン 'S₁₁₀'」が入力された場合, 110円のジュースと釣銭を出力する.

条件10: 150円が投入されている状態で, 「ジュース選択ボタン 'S₁₀₀'」が入力された場合, 100円のジュースを出力し, 状態は一時的に, 50円タイマー待ちの状態 Q_{t50} に遷移する.

条件11: 150円が投入されている状態で, 「キャンディ選択ボタン 'S₅₀'」が入力された場合, キャンディを出力し, 状態は一時的に, 100円タイマー待ちの状態 Q_{t100} に遷移する.

条件12: Q_{t50} および Q_{t100} の状態で「釣り銭ボタン 'C'」が入力されると, 現在自動販売機に入力されている金額すべてを出力する.

Q_{t50} および Q_{t100} の状態で一定時間経過すると, 現在自動販売機に入力されている金額すべてを出力する.

条件13: Q_{t100} の状態で「ジュース選択ボタン 'S₁₀₀'」が入力された場合, 100円のジュースを出力する.

条件14: Q_{t100} の状態で「キャンディ選択ボタン 'S₅₀'」が入力された場合, キャンディを出力し, 状態は一時的に, 50円タイマー待ちの状態 Q_{t50} に遷移する.

条件15: Q_{t50} の状態で「キャンディ選択ボタン 'S₅₀'」が入力された場合, キャンディを出力する.

令和4年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部

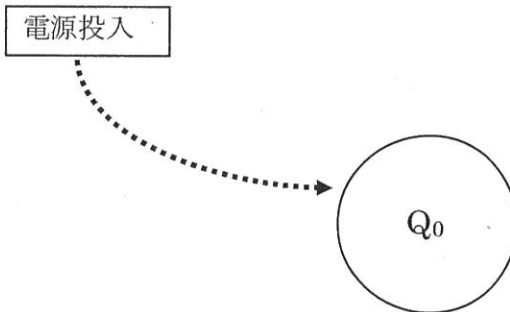
修士課程（工学専攻） 前期募集

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。)



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に示す水平面上を移動する質量 M の台車を考える。この台車には、ばね係数 K のばねとダンパ係数 C のダンパが接続されている。また、時刻 t において、この台車に力 $f(t)$ を与えたときの、台車の変位を $x(t)$ とし、力 $f(t)$ により変位 $x(t)$ を制御したい。ただし、床との摩擦および空気抵抗は無視する。以下の問いに答えよ。

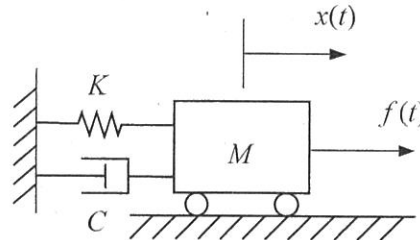


図1 ばねとダンパが接続された台車

- (1) $F(s)$ を入力, $X(s)$ を出力としたとき, このシステムの伝達関数 $G(s)$ を求めよ。
- (2) 図2に上記システムを用いた制御ブロック図を示す。台車の変位計測センサの伝達関数を $H(s)$, 制御ゲインを K_p , $x(t)$ の目標位置を $x_r(t)$ として閉ループ伝達関数 $G_c(s)$ を $G(s)$, $H(s)$, K_p を用いて示せ。ただし, 図中の $X_m(s)$ は, 変位計測センサの出力である。

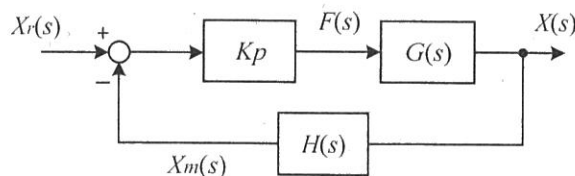


図2 変位計測センサと制御ゲインを用いた閉ループ

- (3) 上記の変位計測センサは一次遅れ系で, その時定数を τ とするとき, このセンサの伝達関数 $H(s)$ を示せ。ただし, センサの出力は, 静的な状態で十分な時間の経過後に, $x(t)$ と一致する。
- (4) 変位計測センサの時定数 τ が十分小さく遅れが無視できるとき, この閉ループのシステムが安定となる K_p の範囲を示せ。
- (5) (4)の安定かつ, 極が実根となる K_p を用い, $x_r(t)$ に 0 から 1 に変化するステップ信号を入力したときのシステムの定常偏差 e を求めよ。