

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

ひっきしけん
筆記試験

じゅけんばんごう 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（5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 $A = \begin{bmatrix} 4 & 9 \\ 8 & 3 \end{bmatrix}$ に対して、次の問い合わせに答えよ。

- (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 が正規行列 P によって対角化可能であるかどうかを調べ、可能な場合は、 P および $P^{-1}AP$ を求めよ。
- (4) $\frac{17}{8}A^n$ の(2, 1)成分を求めよ。

問2 次の不定形の極限値を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left\{ \frac{\sin(2020x)}{\sin(12x)} \right\}^2$$

問3 独立変数 x と t に対して、関数 $y = y(x, t)$ を以下の式で表す。

$$y = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \sin nx \cos nt + B_n \sin nx \sin nt)$$

ここで、 A_n, B_n は任意定数である。

関数 y が以下の偏微分方程式の解であることを証明せよ。

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

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	材料力学
------	------------------	------	------

問1 全長にわたって断面一定で図1に示す長さ $4l$ のはりが、位置CとDで支持され、両端がそれぞれ位置AおよびBに張り出している。CD間に単位長さ当たり q の等分布荷重が作用するとき、以下の問いに答えよ。なお、はりの自重は無視できるものとする。

- (1) 位置CおよびDの支点に作用する反力 R_C および R_D を求めよ。
- (2) はりに作用するせん断力 F と曲げモーメント M を求めよ。
- (3) はりの左端のたわみ δ_1 、およびはりの中段のたわみ δ_2 を求めよ。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。

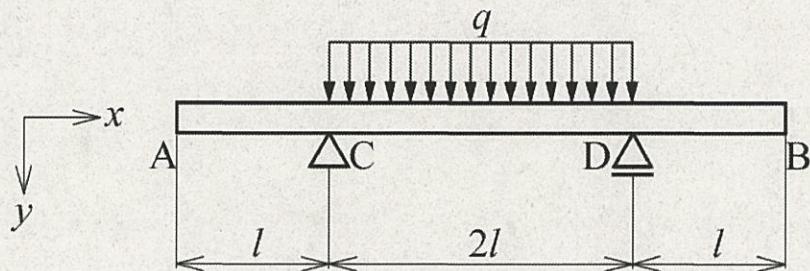


図1 支点間に等分布荷重が作用している両側に張り出したはり

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. 2/2

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2 問1の支点間に等分布荷重が作用している両側に張り出したはりの両端に、図2に示すように集中荷重 P がそれぞれ作用している。 P によって、はりの両端のたわみが 0 になるとき、以下の問いに答えよ。

- (1) P の大きさを q と l で表せ。
- (2) はりの中央のたわみ δ_3 を求めよ。

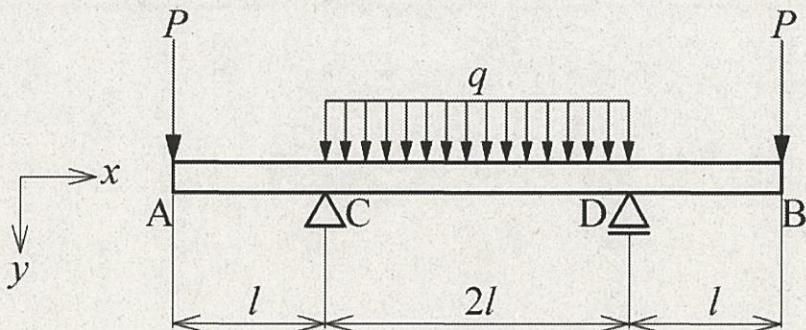


図2 両端に集中荷重、支点間に等分布荷重が作用している両側に張り出したはり

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 下図に示すように、直径 d で質量 m の薄い円板が長さ l の3本の糸で吊り下げられている。糸は円板の円周上に等間隔で取り付けられている。また、円板静止時における糸の取り付け方向は重力の作用方向と一致し、円板の垂直軸方向も重力の作用方向と一致している。円板の中心点を通る垂直軸まわりに、円板を微小角 θ 回転させて手を離すと回転振動する。円板の中心点を通る垂直軸まわりの慣性モーメントを J 、重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。ただし、 $l \gg d$ であり、糸の伸縮と質量はいずれも無視する。

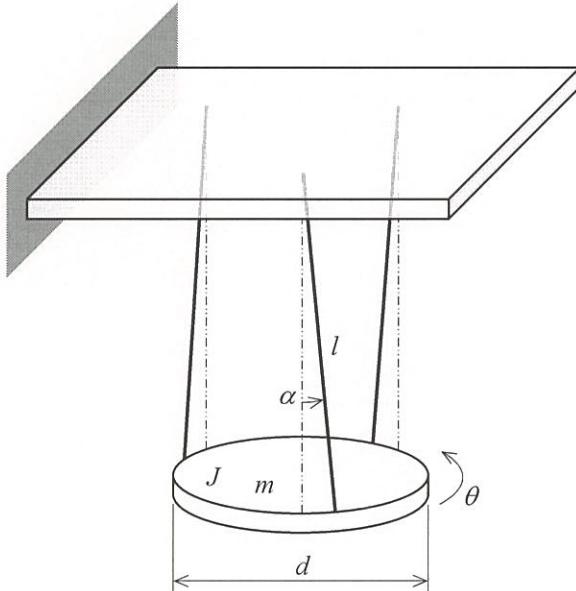


図 3本の糸で吊り下げられた薄い円板

- (1) θ 回転したときの糸の傾き角を α とする。このときの α を d, l, θ で示せ。
- (2) 円板の運動方程式を示せ。ただし、 α は微小角 ($\sin \alpha \approx \alpha, \cos \alpha \approx 1, \tan \alpha \approx \alpha$) とする。
- (3) 円板の固有周期 T_n を示せ。ただし、 $J = md^2/8$ である。
- (4) l が2倍になった場合、 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 下図に示す木構造(二分木)において、幅優先探索を用いて各ノードが持つ値 (“A”など)を表示することを考える。

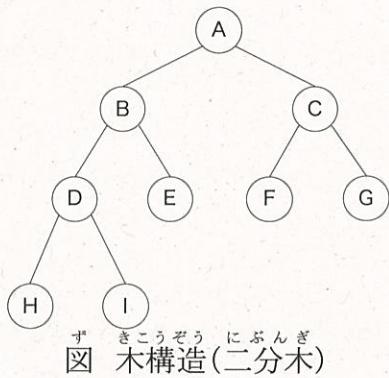


図 木構造(二分木)

(1) 幅優先探索で、値 “A”を持つノードから二分木を走査し、全てのノードの値を表示するとき、表示されるノードの値の順序を A~I を用いて示せ。ただし、子ノードが 2 つある場合は左の子ノードを優先して表示するものとする。

(2) リスト 1 に幅優先探索でノードの値を表示するアルゴリズムを示す。リスト 1 の(a)～(d)の各空欄に、適切な処理を説明する文を書け。なお、待ち行列を Q, あるノードを指すポインタを P, P が指すノードの左の子ノードへのポインタと右の子ノードへのポインタをそれぞれ P->left, P->right と表記できるものとする。

リスト 1: 幅優先探索のアルゴリズム

01: ノード A のポインタを Q に入れる (エンキュー)

02: while([] (a))

03: {

04: [] (b)

05: P が指すノードの値を表示する

06: [] (c)

07: [] (d)

08: }

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
------	------------------	------	---------

問2 2つの自然数 x, y (ただし $x > y > 0$) の最大公約数 (Greatest Common Divisor, GCD) をユークリッドの互除法で求めることを考える。これは、ある2つの自然数 x, y が与えられたとき、 $x \div y$ の余りを z とおき、さらに $y \rightarrow x$, $z \rightarrow y$ と置き換える、という処理を繰り返したとき、 $x \div y$ の余りが 0 になったときの y が最大公約数となる、という手法である。

リスト2にユークリッドの互除法の関数calc_GCDを示す。リスト2の(e)(f)(g)の各空欄に入る適切な処理を書け。ただし、この処理は、処理を説明する文でも、コードでもどちらでも良いこととする。また、空欄には複数の処理が入ってもよい。

なお、リスト2の関数を他の関数内から呼び出す書き方は次のとおりである。

```
int gcd = calc_GCD(2301, 885);
```

この例は、2301と885の最大公約数を求め変数 gcd に代入する処理である。

リスト2: ユークリッドの互除法により最大公約数を求める関数

```

01: int calc_GCD(int x, int y)
02: {
03:     int z;
04:     if ( [ ] (e) [ ] )
05:     {
06:         [ ] (f) [ ]
07:     }
08:     else
09:     {
10:         [ ] (g) [ ]
11:     }
12: }
```

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	デジタル回路
------	------------------	------	--------

問1 4桁の2進数入力 $X_3X_2X_1X_0$ がある。 X_3 が最上位ビット、 X_0 が最下位ビットを表す。つまり、入力 [1010] は 10進数での 10 を表し、入力 [0001] は 10進数での 1 を表す。

4桁の2進数入力で、0から12までの整数が入力され、「3の倍数(multiple)」が入力された場合に出力 Z が 1、「3の倍数」以外が出力された場合に出力 Z が 0 になる回路を作りたい。ただし、入力 0 は、3の倍数とする。以下の問いに答えよ。解答は専用の解答用紙に記入せよ。

- (1) 「3の倍数」検出回路のブロック図を描け。
入力は X_i (添え字 i には適切な数字を記入)、出力は Z で表せ。
「3の倍数」検出器自体は 3の倍数検出器 で表して良い。
- (2) 解答用紙の真理値表を完成させよ。「出力が定まらない入力の組合せ」に対する出力は、冗長 (don't care) と考え、「*」で表せ。
- (3) (2)で作成した真理値表を利用して論理式を記せ。
- (4) (3)で求めた論理式をカルノ一図 (Karnaugh map) を示して簡単化せよ。
「出力が定まらない入力の組合せ」に対する出力は、冗長 (don't care) と考え、「*」で表せ。最も簡単化した論理式を記せ。
- (5) (4)で簡単化した論理式から、基本ゲート (AND, OR, NAND, NOR, NOT) を用いて 3 の倍数検出器の回路図を描け。
- (6) (4)で簡単化した論理式から、解答用紙に示した PLA (Programmable Logic Array) を用いて 3 の倍数検出器の回路を作成せよ。

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. 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2 JK フリップフロップを利用して以下のように記入せよ.
解答は専用の解答用紙に記入せよ.

- (1) 図1に示すJKフリップフロップの特性表の空欄を埋めよ.
 $Q^{(t)}$ を現在の状態とする.
- (2) 図1に示すJKフリップフロップを利用して16進カウンタ(0から15までの数をカウント)を設計したい. 解答用紙の(2)に示すタイミングチャートを完成させ, 回路図を描け. なお, 出力は, 'A', 'B', 'C', 'D'とする. 最下位ビットが'A'であり, 最上位ビットが'D'である.
- (3) 図1に示すJKフリップフロップに強制的にリセット(出力=L)するクリア端子を加えたJKフリップフロップを図2に示す. 図2に示すクリア端子付きJKフリップフロップを利用して非同期5進カウンタ(0から4までの数をカウント)を設計したい. 解答用紙の(3)に示すタイミングチャートを完成させ, 回路図を描け. なお, 出力は, 'A', 'B', 'C'とする. 最下位ビットが'A'であり, 最上位ビットが'C'である.

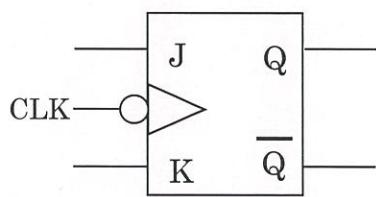


図1 JK フリップフロップ

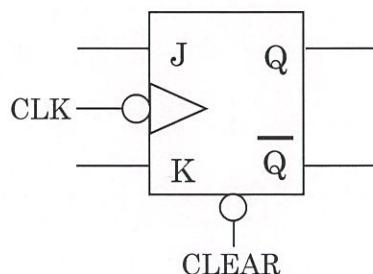


図2 クリア端子付き JK フリップフロップ

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	制御工学
------	------------------	------	------

問1 以下の(1)~(6)について答えよ。解答は専用の解答用紙に記入せよ。

- (1) 図1のように入力 $u_1(t)$ 、出力 $y_1(t)$ とするシステム P_1 がある。システム P_1 に対して、図2(a)に示す入力信号を与えると図2(b)の出力信号が得られた。考えられるシステム P_1 の伝達関数 $G_1(s)$ を示せ。

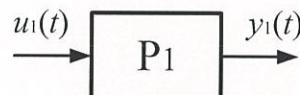


図1 システム P_1 の入出力

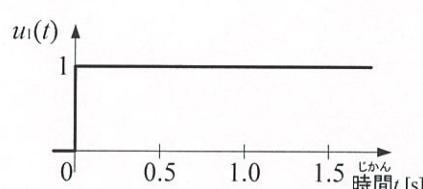


図2(a) 入力信号

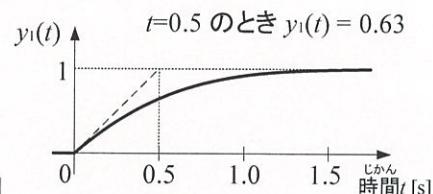


図2(b) 出力信号

- (2) システム P_1 における $u_1(t)$ と $y_1(t)$ の関係を微分方程式の形で示せ。

- (3) システム P_1 の周波数特性(ゲインと位相)をボード線図で示せ。

- (4) システム P_1 を用いて図3のようなフィードバック系を構成するとき、この系全体の伝達関数 $G(s)$ を示せ。ただし、比例ゲイン K は定数とする。最終的に伝達関数 $G_1(s)$ は展開すること。

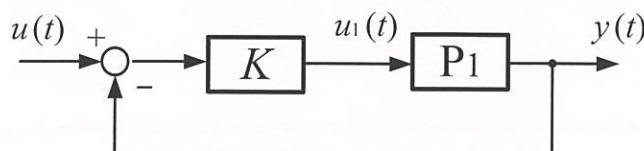


図3 システム P_1 を用いたフィードバック系

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	せいぎょこうがく 制御工学
------	------------------	------	------------------

- (5) 図3の入力 $u(t)$ に対し図2(a)と同じ入力信号を与えた場合、出力 $y(t)$ の定常偏差、および、応答速度(時定数)は、 K の値の大小によりどのように変化するか理由と共に述べよ。
- (6) 図3の比例ゲイン K の代わりにPID制御則を適用する場合、時刻 t におけるシステム P_1 への入力 $u_1(t)$ を $u(t), y(t)$ から求める式を示せ。ただし、PID制御則の比例、積分、微分の各ゲインを K_p, K_i, K_d とする。
 さらに、比例制御に積分要素を加えた場合、比例制御に積分要素と微分要素を加えた場合、それぞれどのような効果が期待できるのかを述べよ。