平成１６年度
名古屋大学大学院情報科学研究科
複 雑 系 科 学 専 攻
入 学 試 験 問 題

専　　門

平成１５年８月１１日(月)
１２：３０～１５：００

注　意　事　項

１．試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはならない。

２．試験終了まで退出できない。

３．問題冊子、解答用紙３枚、草稿用紙３枚が配布されていることを確認せよ。

４．問題は 数１（数学の基礎）、物１～物４（物理学の基礎）、化１～化５（化学の基礎）、生１～生３（生物学の基礎）、情１～情３（情報学の基礎）、人１～人２（人類学の基礎）、工１～工３（工学の基礎）の２１問ある。このうち３問を選択して解答せよ。選択した問題の番号を解答用紙の指定欄に記入せよ。

５．解答用紙３枚の指定欄に受験番号を記入せよ。解答用紙に受験者の氏名を記してはならない。

６．解答用紙は試験終了後に３枚まとめて提出せよ。

７．問題冊子、草稿用紙は試験終了後に持ち帰ってよい。

数 1

[1] 次の行列Aについて、以下の問に答えなさい。

$$A=\begin{bmatrix} 0 & b & b-c \\ b & 0 & b \\ b-c & b & 0 \end{bmatrix} \quad (b \neq 0, c \neq 0)$$

1） 行列Aの固有値を求めなさい。

2） 行列Aを対角化できない条件を示しなさい。

[2] 変数xの関数$y(x)$に関する次の微分方程式について考える。

$$\frac{d}{dx}\left[\frac{1}{x^2-3a^2}\frac{dy}{dx}\right]=0 \quad (0 \leq a < \frac{1}{3})$$

1） $y(0)=0, y(1)=1$のもとで上記微分方程式を解き、$y(x)$を求めなさい。

2） $0 \leq x$において$y(x)$の概略図を描きなさい。

3） $0 \leq x$において$0 \leq y(x)$となるようなaを求めなさい。

物 1

一様重力中 (重力加速度 g) で、質量 m の質点が水平面内 (x-y 面内) で糸につながれて、回転半径 R_0、角速度 ω_0 で等速回転しており、円軌道の中心には鉛直 (z 軸方向) に置かれた滑らかな筒を通して糸に質量 M のおもりが下げられ、手で支えられている。この状態から、手をゆっくり下げていき適当な位置までおろした所で手を離すと、おもりと円運動している質点とがつりあった。摩擦は考えないとして、以下の問いに答えよ。

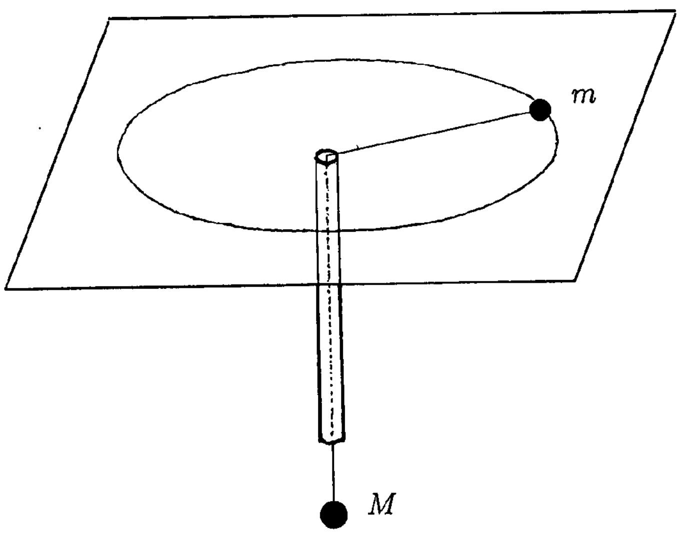
[1] この質点の運動について、角運動量ベクトルが保存していることを示し、その角運動量ベクトルを求めよ。

[2] 手を下げていく途中で等速円運動の回転半径が r のときの角速度 ω を求め、円運動する質点を支えている糸の張力 T を求めよ。

[3] おもりと円運動する質点がつりあったときの回転半径 R_1 求めよ。またそのときの角速度 ω_1 を求めよ。

[4] 回転半径 R_0 から R_1 に至る過程で、張力 T がした仕事 W を求めよ。

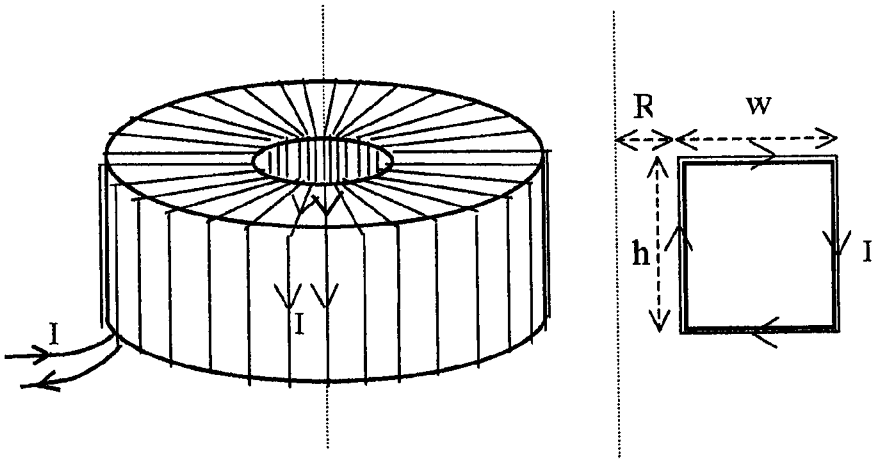
[5] つりあいの位置から、おもりをわずかに下げて離すと、上下に微小振動する。この振動数を求めよ。



物２

図Ａのように、ドーナツ型の巻き枠に導線を全巻数Ｎ回巻いたコイルがあり、電流Ｉを流した。点線で表された軸を通る断面の右半分を描いたのが図Ｂであり、コイル一巻き分は長方形の形をしていてその高さはｈ、幅はｗである。長方形の内側の辺は軸に平行で、軸からの距離はＲである。巻き線の間隔は半径の増大とともに広がるように、軸を中心とした円周方向には間隔が一様で十分密に導線は巻かれている。真空の透磁率をμ_0とする。

[1] 真空の場合、巻き枠の中で軸からｒだけ離れた位置の磁場Ｈを計算せよ。
[2] 同じ場合、同じ場所での磁束密度Ｂを求めよ。
[3] 同じ場合、このコイルの自己誘導係数を計算せよ。
[4] 巻き枠の中が比透磁率μ_rの磁性体で満たされている場合、巻き枠の中で軸から　ｒだけ離れた位置の磁場Ｈを計算せよ。
[5] 同じ場合、このコイルの自己誘導係数を計算せよ。



図Ａ　　　　　図Ｂ

物3

1 次元井戸型ポテンシャル
$$V(x) = \begin{cases} -V & (|x| > d) \\ 0 & (|x| \leq d) \end{cases}$$

に関する 1 次元シュレディンガー方程式を考える。

$$\{-\frac{\hbar^2}{2m}(\frac{d}{dx})^2 + V(x) - E\}\psi(x) = 0 \tag{1}$$

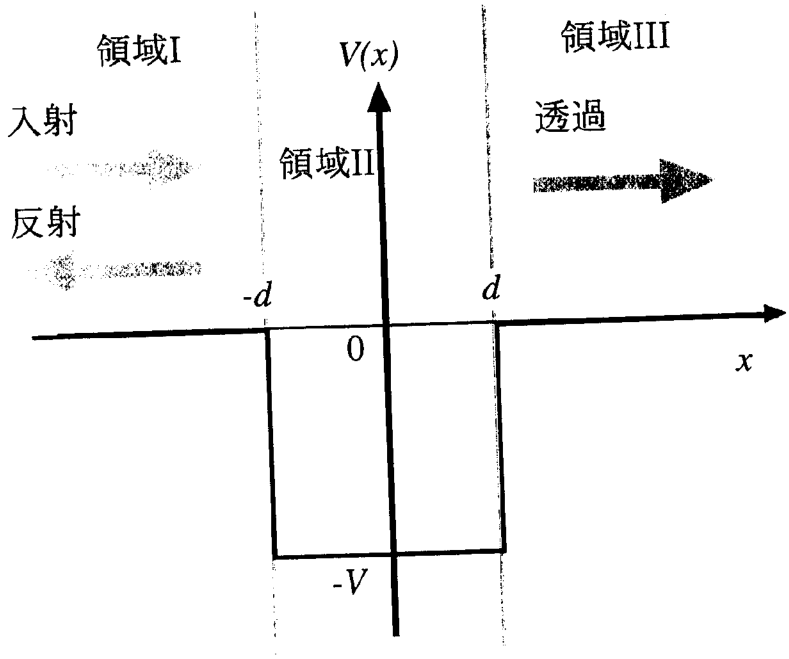
ただし，m は粒子の質量，$E > 0$，$V > 0$，$d > 0$ とする。$k = \sqrt{2mE/\hbar^2}$ とおくと，$V(x) = 0$ の領域での解は，A，Bを定数として，$A\exp(ikx) + B\exp(-ikx)$ とかける。$|A|^2$，$|B|^2$は，それぞれ，正方向，負方向に走る粒子の確率に比例するものと解釈できる。今，$x = \infty$ のみから粒子が入射する場合を考える。ただし，$x = \pm d$ で，波動関数は 1 回微分まで連続である。ここで，領域 I は $x < -d$，領域 II は$-d < x < d$，領域 III は $d < x$ の範囲とする。

解答が書ききれない場合は，この答案用紙の裏面を使用してもよい。

[1] 領域 I，領域 II，領域 III ついて，それぞれの解の形を書け。

[2] $x = \pm d$ での条件を付加して，解きなさい。

[3] この解釈に基づいて，このポテンシャルについて，反射率，透過率を定義し，求めなさい。

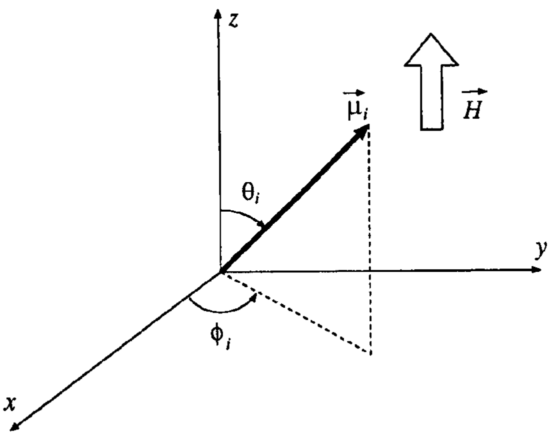


物4

一様な磁場 $\vec{H} = (0, 0, H)$ の中に、互いに独立な N 個の磁気モーメントの集団 $\vec{\mu}_i$ ($|\vec{\mu}_i| = \mu,\ i = 1, \ldots, N$) があり、各磁気モーメントは自由に回転できるとする。この系のエネルギーが、極座標 (下図参照) を用いて

$$E = -\sum_{i=1}^{N} \vec{\mu}_i \cdot \vec{H} = -\sum_{i=1}^{N} \mu H \cos\theta_i$$

で与えられ、温度が T に保たれている場合、これをカノニカル分布によって取り扱い、以下の問に答えよ。



[1] 系の分配関数 Z が

$$Z = \left[\frac{4\pi}{\beta\mu H}\sinh(\beta\mu H)\right]^N$$

と表されることを示せ。ここで、ボルツマン定数を k_B として、$\beta = 1/(k_B T)$ である。

[2] 系の内部エネルギー $U = \langle E \rangle$ を求めよ。ただし $\langle \cdots \rangle$ はカノニカル平均を表す。

[3] 磁化の大きさ M は

$$M = \sum_{i=1}^{N} \mu \cos\theta_i$$

である。$\langle M \rangle$ を求めよ。

[4] 磁化率

$$\chi = \lim_{H \to 0} \frac{\langle M \rangle}{H}$$

を求めよ。(ヒント：$x \ll 1$ のとき $\sinh x = x + \frac{1}{6}x^3 + \cdots$、$\cosh x = 1 + \frac{1}{2}x^2 + \cdots$)

化 1 単純ヒュッケル法を用いて分子イオン H_3^+, H_3^- の分子軌道を求めよう。i 番目の水素の 1s 軌道をχ_i とし、分子軌道が式 (1) で表されるとする。ここで C_i は軌道係数である。またそれらのクーロン積分と共鳴積分が式 (2), (3) で表されるとする。

$$\phi = C_1\chi_1 + C_2\chi_2 + C_3\chi_3 \tag{1}$$

$$\int \chi_i h \chi_i d\tau = \alpha < 0 \qquad (i=1,\ 2,\ 3) \tag{2}$$

$$\int \chi_i h \chi_j d\tau = \beta < 0 \qquad (\text{原子 } i, j \text{ が結合している時}) \tag{3}$$

その他の共鳴積分はゼロとする。

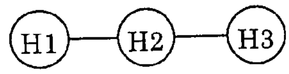


図 1：直線型構造

問 1-1 分子イオンが、結合長が等しい直線型構造と仮定しよう (図 1)。式(1)の軌道エネルギーを C_i, α, βで表せ。

問 1-2 軌道の規格化条件下で、この軌道エネルギーに変分法を適用し、分子軌道を求めるための永年方程式を導け。

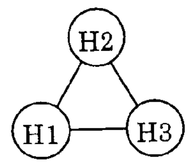


図 2：正三角形型構造

問 1-3 その永年方程式を解き、軌道エネルギーを求めよ。必要なら次の行列式の公式を使え。

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = aei + bfg + cdh - ceg - afh - bdi$$

問 1-4 永年方程式を解くと、3 つの軌道の軌道係数は、安定な順に次の値となる。

$$(C_1, C_2, C_3) = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}\right), \left(\frac{1}{\sqrt{2}}, 0, -\frac{1}{\sqrt{2}}\right), \left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}\right)$$

H_3^+, H_3^-の正、負電荷は、どの水素原子に幾ら分布しているか図示せよ。

問 1-5 結合長が等しい正三角形の構造 (図 2) では、3 個の軌道エネルギーは次式で与えられる： $\varepsilon_1=\alpha+2\beta$, $\varepsilon_2=\alpha-\beta$, $\varepsilon_3=\alpha-\beta$。直線型と正三角形型の構造で、クーロン積分と共鳴積分が同じと仮定し、H_3^+は正三角形型が、H_3^- は直線型が安定である理由を、軌道エネルギーを用いて説明せよ。

化2 次の文章を読んで，以下の問に答えよ。

一般に，化学反応は正反応だけが起こっているわけではなく，$\boxed{（ア）}$反応も同時に起こっている。しかし，実験に用いる温度や圧力のもとで，平衡がいちじるしく$\boxed{（イ）}$物の側に片寄っている場合には，反応は正方向にだけ起こっているといってもよい。しかし，反応が平衡に達したとき，反応物の濃度が無視できないほど大きい場合には，実験によく合う速度式を導くために逆反応の速度も考慮しなくてはならない。このような反応を$\boxed{（ウ）}$反応という。

いま，反応

$$A \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} B \qquad (1)$$

が，正逆ともに一次反応である場合，正反応の速度定数をk_1，$\boxed{（ア）}$反応の速度定数をk_{-1}とすると，化学種Aの反応速度式は，[A]と[B]を用いて

$$-\frac{d[A]}{dt} = \left(\qquad (エ) \qquad \right) \qquad (2)$$

と表わされる。平衡状態では，正反応と$\boxed{（ア）}$反応の速度が等しくなるから，

$$\frac{d[A]}{dt} = \left(\qquad (オ) \qquad \right) \qquad (3)$$

となる。このときの化学種AとBの濃度を$[A]_{eq}$と$[B]_{eq}$とすると

$$\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}} = \left(\qquad (カ) \qquad \right) \qquad (4)$$

となる。

さて、化学種Aの初期濃度を$[A]_0$とし，初めに化学種Bは存在しなかったとすると，(2)式の右辺から[B]を消去すると，

$$-\frac{d[A]}{dt} = \left(\qquad (キ) \qquad \right) \qquad (5)$$

と表わされる。したがって，(5)式を積分すると，

$$(k_1 + k_{-1})t = \ln\frac{[A]_0 - m}{[A] - m}, \quad ただし, \quad m = \frac{k_{-1}[A]_0}{\left(\boxed{\quad (ク) \quad}\right)} \qquad (6)$$

が得られる。

問2-1　$\boxed{（ア）}$から$\boxed{（ウ）}$に適当な語句を入れよ。

問2-2　$\boxed{（エ）}$から$\boxed{（ク）}$に適当な式を入れよ。

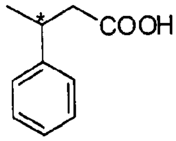
問2-3　（4）式で与えられる比のことを何というか記せ。

問2-4　（6）式を変形して，[A]を表わす式を導け。また，[B]を表わす式を導け。

問2-5　問2-4で求めた[A]と[B]の式において，長時間経った後，すなわち，$t \to \infty$のときの化学種Aと化学種Bの平衡濃度$[A]_{eq}$と$[B]_{eq}$を求めよ。またその比$[B]_{eq}/[A]_{eq}$を求め，$\boxed{（カ）}$と等しくなることを確かめよ。

化3

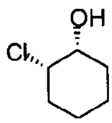
【1】 下記のラセミ混合物から一方のエナンチオマーを分離する手法について、例を挙げて述べよ。



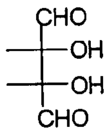
【2】ピリジン、ピロール、メチルアミンを塩基性が強い順に並べてその理由を述べよ。

【3】次の化合物の不斉中心の絶対立体配置をR, S表示法で示せ。

(1)

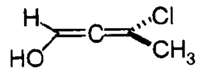


(2)



(フィッシャーの投影式)

(3)



【4】以下にそれぞれの化合物のシクロヘキサンへの水素化熱が示してある。いずれも発熱反応である。化合物2の水素化による反応熱が1のそれの2倍よりも小さいのはなぜか。3の水素化による反応熱が2のそれよりも小さいのはなぜか。

1: -28.6 Kcal/mol

2: -54.9 Kcal/mol

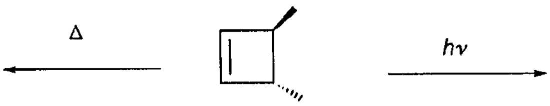
3: -49.3 Kcal/mol

化４

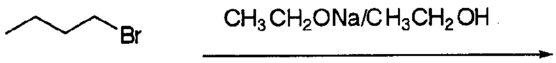
【１】次の問のうち３問を選び答えなさい。

（１）　主な反応生成物を書き、反応機構を有機化学的に説明せよ。

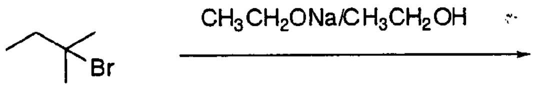
（２）　次の条件における主反応生成物を書き、反応機構の違いを有機化学的に説明せよ。



（３）　次の化合物 [A], [B]を同じ条件で反応させたときそれぞれ主に何が生成するか答えよ。

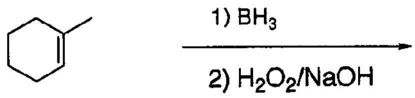


[A]

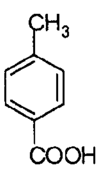


[B]

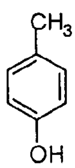
（４）次の反応において主生成物として得られると予想される化合物は何か。立体化学も含め答えよ。



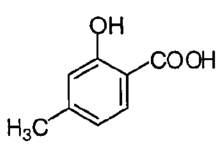
（５）次の化合物[A], [B], [C] のモノニトロ化反応における主生成物は何か答えよ。



[A]



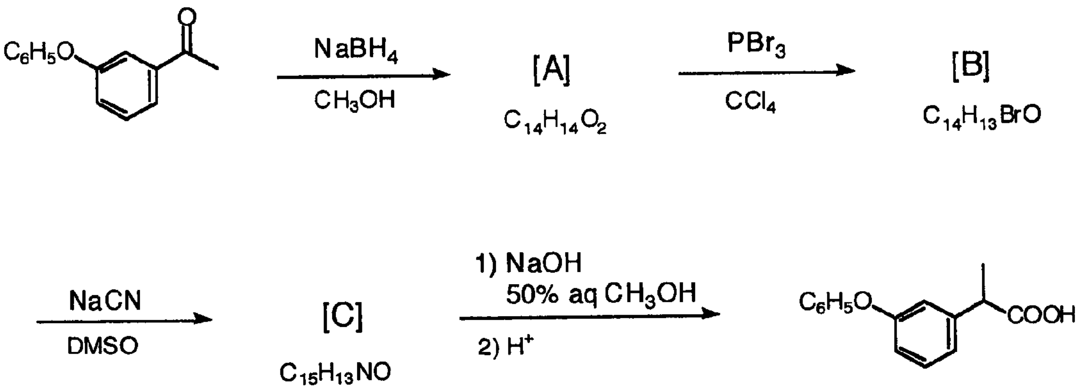
[B]



[C]

化5

【1】解熱鎮痛消炎剤ヘノプロヘンは以下に示したような方法で合成される。設問（1）、（2）に答えよ。

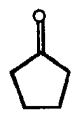


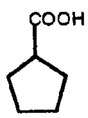
ヘノプロヘン

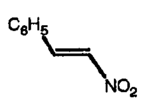
（1）合成中間体[A] ～[C]を構造式で示せ。

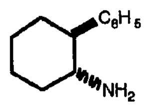
（2）上記の方法において、有機金属反応を用いると中間体[B]から（中間体[C]を経ることなく）直接ヘノプロヘンを得ることも可能である。その方法を示せ。

【2】次の(1)～(5)のうち３問を選び有機合成経路を考えよ。

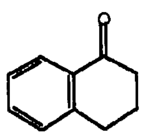
(1)  から 

(2) $Br(CH_2)_4Br$ から 

(3) 

から 

(4) $C_6H_5CH{=}CH_2$ から $C_6H_5CH(OH)CH_2N(CH_3)_2$

(5)  から 

生１

わが国における森林は、いくつかの森林帯に区分しうる。それぞれの森林帯ごとに、その相観、群系、および優占種等を示してその成り立ちについて述べよ。また、森林帯の成立に関与している要因がそれぞれの相観にどのように反映しているか考察せよ。

生２

次の文を読み、以下の各問に答えよ。

mRNA の塩基配列は、アミノ酸配列に翻訳される際に、三塩基で一組の（ア）の連続として認識される。すなわち、リボソームが mRNA に沿って（イ）の方向に移動するのと同時に、それぞれの（ア）は、リボソームの（ウ）において、特定の tRNA 上の相補的な（エ）と結合し、また解離する。この過程で、リボソームの（オ）が持つ触媒作用により、それぞれの <u>tRNA に特異的に結合していたアミノ酸</u>が次々と付加される。こうして、mRNA の塩基配列に対応するアミノ酸配列を持つタンパク質が合成される.

［１］（ア）～（オ）に該当する語を次の括弧から選んで入れよ。
[N 末端→C 末端、C 末端→N 末端、5'→3'、3'→5'、コドン、アンチコドン、大サブユニット、小サブユニット]
ア：　　　イ：　　　ウ：　　　エ：　　　オ：

［２］（ア）は全部で６４通りあるが、これよりずっと少ない種類の tRNA で全ての（ア）に対応できる．この理由を書け.

［３］下線の結合は、何という酵素によって触媒されるか？また、この結合は翻訳において、塩基配列を特定のアミノ酸に対応させることの他に、もう一つの重要な意味を持つ。それは何か？

［４］次の三つの項目から二つ選び、各項目内の用語を互いに関連づけて説明せよ。
- a) ペプチジル基転移酵素、A 部位（A site）、P 部位（P site）
- b) ミスセンス変異、ナンセンス変異、フレームシフト変異
- c) サプレッサー変異、サプレッサーtRNA

生 3

（1）～（5）から三つ選び，それぞれの手法の目的、原理、手順を詳しく説明せよ.

（1） サザンブロッティング解析（サザン解析）
（2） ノーザンブロッティング解析（ノーザン解析）
（3） cDNA ライブラリの作製とスクリーニング
（4） ゲノム DNA ライブラリの作製とスクリーニング
（5） ポリメラーゼ・チェイン・リアクション（PCR）

情 1

[1] x についての滑らかな連続関数 $f(x)$ において，$f(x)=0$ の解 $x=\alpha$ を求めることを考えます．$x=\alpha$ を内部に含む区間 $[x_0, x_1]$ において $f(x_0)f(x_1)<0$ であるときに，区間 $[x_0, x_1]$ をその中間点で分割しながら，$f(x)=0$ の解の近似値を求める 2 分法について，適宜変数を導入した上で，アルゴリズムを示しなさい．

[2] 上の[1]でのアルゴリズムに従い $f(x)=x^2-2.0$ としたときの解を求める場合に，適当な初期区間から初めて，区間の分割を 2 回行うまでの計算過程を示しなさい．

[3] 上の[1]における $f(x)=0$ の解を求める方法には，2 分割法以外にも，線形逆補間法，セカント法，Newton-Raphson 法などがあります．これらのうちの 1 つを選び，その考え方を述べなさい．

[4] x，y についての滑らかな連続関数 $g(x,y)$，$h(x,y)$ に対して，$g(x,y)=0$，$h(x,y)=0$ の解を，2 変数を対象とした Newton-Raphson 法により求めるための方法を示しなさい．

情 2

〔1〕 以下の用語又はプログラムの一部について説明しなさい。

1)プロトタイプ宣言

2)#include<stdio.h>

3)アドレス渡しと値渡し

〔2〕 次のプログラムは main()関数と maxvec()関数からなる。このうち、maxvec()関数は、配列変数 array(倍精度実数型で最大サイズは16)とその大きさn(整数型)をmain()関数から受け取り、配列変数 array の成分のうちの最大値を求めて、その演算結果を main()関数に返す。main()関数は、配列変数の大きさnと配列変数 array の成分をキーボードから入力し、それを maxvec()関数に渡す。そして、演算結果を画面に表示する。以下のプログラムの空欄を埋めなさい。

```
#include<stdio.h>
double maxvec(double array[], int n);
______(1)______
  int i, n;
  double array[16];
  scanf("%d", &n);
  for(i=0; i<n; i++)    scanf("%lf", &array[i]);
  printf("Max = %f¥n", ______(2)______);
}
double maxvec(double array[], int n){
  int     i;
  double max;
  max = array[0];
  for(______(3)______){
          if(______(4)______) max = array[i];
  }
  ______(5)______
}
```

〔3〕 整数 n(n>1)を main()関数から受け取り、1 から n までの総和を計算する関数 sum を作成しなさい。ただし、関数 sum は再帰的プログラミングによって実現しなさい。sum を用いる main()関数の例を以下に示す。

```
#include<stdio.h>
int sum(int n);
main(){
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  printf("Sum = %d¥n",sum(n));
}
```

情３

セルオートマトンに関する次の３つの問いに答えよ．なお，２次元セルオートマトンの一種であるライフゲームのルールは右表の状態遷移で定義される．

現ステップのセル状態	周囲８セル中状態１のセル数	次ステップのセル状態
1	2, 3	１のまま
	0,1,4,5,6,7,8	０になる
0	3	１になる
	0,1,2,4,5,6,7,8	０のまま

[1] ライフゲームにおいて，下図の「現在」に示すパターン（黒丸：状態１のセル，白丸：状態０のセル）は「時計」と呼ばれる．時間が経過したときのパターンを挙動の理解に必要なだけ（最大３ステップ後まで）下図中に書き込んだ後，解答用紙に，どのようにパターンが推移するかを述べよ（たとえば，同一のパターンに戻るならば，何ステップ後にどのパターンに戻るか，あるいは，途中でパターンが固定するならば，何ステップ後からどういうパターンに固定するかを記述すること）．

現在	１ステップ後	２ステップ後	３ステップ後
○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○
○○●○○○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○
○○○●●○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○
○●●○○○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○
○○○●○○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○
○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○

[2] 一般に，セルオートマトンのルールは，自セルを含めた近傍セルの全パターンに対する遷移後の状態の割当てを定義する．全状態遷移（$2^9=512$）のうち『静止状態（ここでは０とする）へ割当てない状態遷移』（＝『０以外の状態へ割当てる状態遷移』）の割合は「λパラメータ」と呼ばれ，セルオートマトンの挙動分類のための一つの尺度として使われる場合がある．ライフゲームに関するλパラメータをその定義（上記の表）から計算せよ．

[3] ミクロなレベルのルールを記述して複雑な現象にアプローチする，セルオートマトンによるモデリングのようなボトムアップな手法が，マクロなレベルでの微分方程式の解析に基づくアプローチのようなトップダウンな手法に比べて優れているのはどういう点か述べよ．

人1

DNA 分析が考古学に応用されている具体的な例を挙げ、この分析方法のすぐれている点・問題点・将来の可能性について述べよ。

人 2

「稲作を伴う弥生時代の始まりが紀元前 10 世紀」との新説が最近発表されたが、この説の妥当性やその与える影響について論じなさい。

工1

[1] 図1のような，幅 b，高さ h の一様な長方形断面を有する長さ L の片持ちはりの先端に力 P が作用する場合を考える．Bernoulli-Euler の仮定に基づくはり理論によれば，図1に示す xyz 座標系に対して，z 方向の変位 w は曲げモーメント M，縦弾性係数 E，断面2次モーメント I によって次式で表せる．

$$\frac{\mathrm{d}^2 w}{\mathrm{d}x^2} = \frac{M}{EI}$$

次の問いに答えよ．

1) Bernoulli-Euler の仮定について説明せよ．
2) このはりにおける断面2次モーメント I を b, h を用いて表せ．
3) せん断力 F の $0 \leq x \leq L$ における分布を P を用いて表せ．
4) 曲げモーメント M の $0 \leq x \leq L$ における分布を P を用いて表せ．
5) z 方向の変位 w の $0 \leq x \leq L$ における分布を P, E, I を用いて表せ．

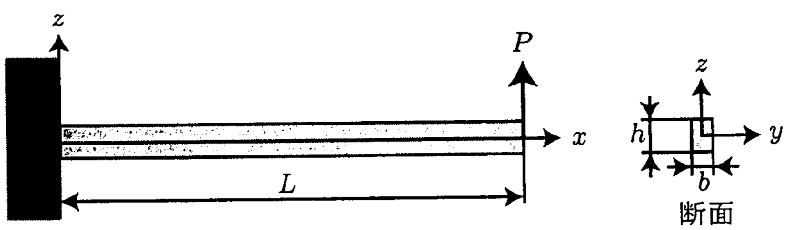


図1

[2] 平面応力状態の応力テンソルが次のように与えられているとき，主応力 σ_1, σ_2 を求めよ．

$$\begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2\sigma_0 & -\sigma_0 \\ -\sigma_0 & 2\sigma_0 \end{bmatrix}$$

ただし，σ_0 は応力の次元を有した定数である．

工2

二次元渦なし流れに関する以下の問いに答えなさい．

[1] 速度ポテンシャルについて説明しなさい．

[2] 流れ関数について説明しなさい．

[3] 速度ポテンシャル ϕ および流れ関数 ψ は，ラプラス方程式を満たすことを示しなさい．

[4] 等ポテンシャル線（ϕ ＝一定）と流線（ψ ＝一定）は直交することを示しなさい．

工3

図のように，それぞればね定数K[N/m]とダンパ係数C[N・sec/m]のばねとダンパが接続され，ダンパの一端が固定されている。ばねの両端をそれぞれAとBとし，それらの点を原点とする座標系 O-x，O-y を設ける。以下の問いに答えよ。なお，ばねの質量および空気抵抗は無視する。

[1] ダンパに加わる力fを変数x，y，およびばね定数Kで表せ。

[2]また，$f = C\dfrac{dy}{dt}$であることに注意して，[1]の結果をこれに代入することによって，このばね-ダンパ系の微分方程式を求めよ。

[3]上の[2]の結果をラプラス変換せよ。なお，yの初期値を$y(0)$とせよ。

[4] $y(0)=0$とし，xとyをそれぞれ入力と出力とするとき，このばね-ダンパ系の伝達関数を求めよ。

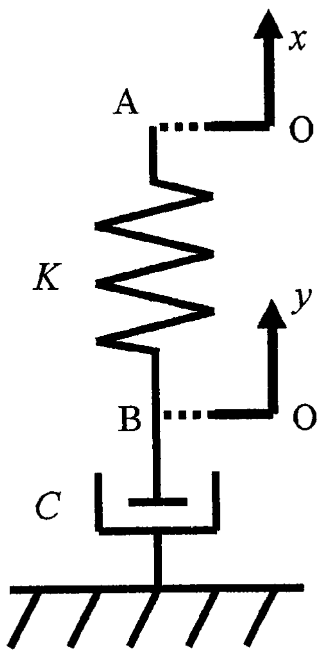
[5]入力xを単位ステップとするときの出力$y(t)$を計算し，$y(t)$の時間変化の略図をかけ。

[6][4]で求めた伝達関数に入力

$x(t) = e^{j\omega t}$　　（jは虚数単位$\sqrt{-1}$である）

を与えた場合のゲインと位相変化を表す式を求めよ。

さらに，それらの結果をもとに$G(s)$のボード(Bode)線図の略図をかけ。



参考　ラプラス変換表

時間関数	ラプラス変換された関数	時間関数	ラプラス変換された関数
$\delta(t)$	1	te^{-at}	$1/(s+a)^2$
$u(t)$	$1/s$	$\sin\omega t$	$\omega/(s^2+\omega^2)$
t	$1/s^2$	$\cos\omega t$	$s/(s^2+\omega^2)$
$(1/2)t^2$	$1/s^3$	$e^{-at}\sin\omega t$	$\omega/\{(s+a)^2+\omega^2\}$
e^{-at}	$1/(s+a)$	$e^{-at}\cos\omega t$	$(s+a)/\{(s+a)^2+\omega^2\}$
df/dt	$sF(s)-f(0)$	$\int f(t)dt$	$\dfrac{F(s)}{s}+\dfrac{f^{-1}(0)}{s}$