専門選択 （数理情報学専攻）

※ 9題中4題を選択して解答しなさい．所定の解答用紙に問題番号と解答を書きなさい．解答用紙は1題につき1枚を使用しなさい．

I つぎの問に答えなさい．

(1) $x = x(t)$ に関するつぎの微分方程式の解を求めなさい．

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -x + t, \\ x(0) = 2. \end{cases}$$

(2) $y = y(t)$ に関する微分方程式の解を求めなさい．ただし，a は実の定数とする．

$$\begin{cases} \dfrac{dy}{dt} = -y, \\ y(1) = a. \end{cases}$$

(3) $t = 1$ で不連続な関数

$$g(t) = \begin{cases} t & (-\infty < t \leqq 1) \\ 0 & (1 < t < \infty) \end{cases}$$

が与えられている．この $g(t)$ を用いて $u = u(t)$ に関する微分方程式

$$\begin{cases} \dfrac{du}{dt} = -u + g(t), \\ u(0) = 2 \end{cases}$$

を考える．$t = 1$ の点を除いてこの微分方程式を満たす連続な解を求めなさい．

試験日：2006年2月18日（土）

II つぎの問に答えなさい．

(1) つぎの複素積分の値を求めなさい．

(i) $\displaystyle\int_{|z|=1} \frac{\cos z}{z}\,dz$　　　(ii) $\displaystyle\int_{|z|=1} \frac{e^z}{z^2}\,dz$

(2) 複素関数 $f(z)$ は単位円板 $\{\,z \in C \mid |z| \leqq 1\}$ で正則とする．曲線 $C : z = e^{it},\ 0 \leqq t \leqq 2\pi$ 上の積分

$$\int_C f(z)\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2z}\right)^2 dz$$

を t に関する積分に書き直しなさい．

(3) (2) の $f(z)$ について

$$\int_0^{2\pi} f(e^{it})\cos^2\frac{t}{2}\,dt = \pi f(0) + \frac{\pi}{2}\frac{df}{dz}(0)$$

が成り立つことを示しなさい．

III つぎの問に答えなさい．

(1) 実定数 a, b, c に対して $f(x) = x^3 + ax^2 + bx + c$ とする．$f(x) > 0$ となる x が存在することを示しなさい．

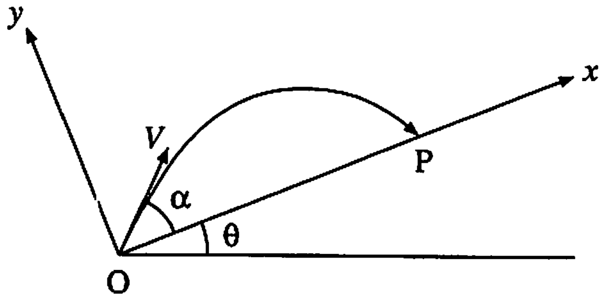
(2) (1) の $f(x)$ について，$f(x) = 0$ は少なくとも 1 つ実数解を持つことを示しなさい．

(3) 実数係数の n 次代数方程式

$$x^n + a_1x^{n-1} + \cdots + a_{n-1}x + a_n = 0$$

は，n が奇数のとき少なくとも 1 つ実数解を持つことを示しなさい．

IV　水平面と角度 θ をなす斜面上の点 O から斜面と角度 α をなす方向へ初速度の大きさ V で質量 m のボールを投射する．重力加速度の大きさを g，$\alpha+\theta<\dfrac{\pi}{2}$ として，以下の問に答えなさい．



(1) 図のように x 座標，y 座標をとる．時刻 t におけるボールの位置を $(x(t), y(t))$ とするとき，$x(t), y(t)$ が満たす微分方程式を書きなさい．

(2) (1) の微分方程式を解き，$x(t), y(t)$ を求めなさい．

(3) ボールを投射してからボールが最初に斜面に落ちるまでの時間を求めなさい．

(4) ボールが最初に斜面に落ちる位置を P とする．OP が最大になるような α を θ で表しなさい．

V $f(x)=0$ の近似解を求めるニュートン法

$$x_{n+1} := x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \qquad (n=1,2,3,\cdots)$$

についてつぎの問に答えなさい．

(1) $f(x)=x^2$，$x_1=1$ のとき，x_n を n で表しなさい．

(2) $f(x)=x(x+2)$，$x_1=1$ のとき，x_{n+1} を x_n で表しなさい．さらに，

$$x_n \leq 2\left(\frac{1}{2}\right)^{2^{n-1}} \qquad (n=1,2,3,\cdots)$$

であることを示しなさい．

VI ある銀行の窓口で，1件のサービスに要する時間 X は指数分布に従う．すなわち，X の確率密度関数は

$$p(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & 0 < x < \infty \\ 0 & -\infty < x \leq 0 \end{cases}$$

である．ただし，$\lambda > 0$ である．つぎの問に答えなさい．

(1) X の平均を μ，分散を σ^2 とする．

$$\mu = \frac{1}{\lambda}, \qquad \sigma^2 = \frac{1}{\lambda^2}$$

であることを示しなさい．

(2) 1件のサービスに要する時間の平均が5分であるとき，1件のサービスに10分以上かかる確率を求めなさい．

VII 2変数の論理関数 $f(x, y)$ には，以下の f_0，f_1，…，f_{15} の16通りがある．

入力		各論理関数の出力															
x	y	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}
0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

ただし，1で真を，0で偽を表すものとする．

(1) 論理積 (AND)，論理和 (OR)，排他的論理和 (XOR) の演算は，f_0，f_1，…，f_{15} のどれに相当するか，それぞれ答えなさい．

(2) 例えば，$f_4(x, y) = f_1(f_1(x, x), y)$ のように，f_4 を f_1 のみを用いて構成することができる． 同様にして，f_{14} を f_7 のみを用いて構成しなさい．

(3) 1ビット全加算器の入力 a，b，桁上げ入力 c_{in} の値に対して，加算結果 s と桁上げ出力 c_{out} がどのようになるかを真理値表で表しなさい．

(4) (3) の全加算器の出力 s と c_{out} を，上記の関数 f_0，f_1，…，f_{15} と入力 a，b，c_{in} を必要なだけ組み合わせて，それぞれ構成しなさい．

VIII 長さ n の整数列 a_1，a_2，a_3，…，a_n が配列の先頭から順に格納されているとき，$a_k \leqq a_{k+1} \leqq a_{k+2} \leqq \cdots \leqq a_{k+m}$ をある k に対して満たすような m のうち，最大のものを求めたい． ただし，$0 \leqq m$，$1 \leqq k$，$k+m \leqq n$ である．

(1) これをどのような手順で行えばよいかを考え，その手順を説明しなさい．

(2) このようなことを行うプログラムを，整数 n と配列 a を引数として受け取り，戻り値として m を戻す関数やクラスメソッドなどの形で書きなさい． ただし，プログラミング言語としては，C，Java，Pascal，Fortran のいずれかを用いなさい．

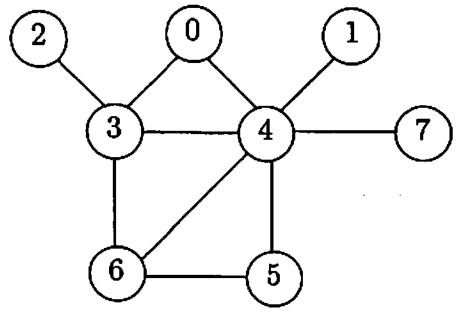
IX　無向グラフを対象としたつぎのような探索アルゴリズムについて考える．ただし，節点数 n の無向グラフの各節点には，節点番号 $0, 1, 2, \ldots, n{-}1$ が振られているものとする．このアルゴリズムで使用する配列の添字は 0 から始まり，1 次元配列 T の添字が i の要素を $T(i)$ で，2 次元配列 A の第 1 の添字が i，第 2 の添字が j の要素を $A(i, j)$ で表す．また，$A(i, j)$ には，節点番号が i の節点と節点番号が j の節点の間に枝があれば 1，そうでなければ 0 が格納されているものとする．

無向グラフの探索アルゴリズム

入力:　無向グラフ中の節点数 n
　　　探索の始点となる節点の番号 m
　　　節点の接続情報を格納した大きさ $n \times n$ の 2 次元配列 A
補助:　大きさ n の 1 次元配列 T
　　　節点番号を要素とする待ち行列 Q

1. 待ち行列 Q を空にするとともに，配列 T の要素すべてに 0 を代入する．
2. $T(m)$ に 1 を代入し，待ち行列 Q に m を追加する．
3. 待ち行列 Q が空になるまで，以下の操作を繰り返す．
   3–1. 待ち行列 Q の先頭から節点番号を 1 つ抜き取り i とする．
   3–2. $j = 0, 1, 2, \ldots, n{-}1$ の各 j (小さい順) に対して，もし $T(j) = 0$ かつ $A(i, j) = 1$ であれば，$T(j)$ に 1 を代入し，待ち行列 Q の末尾に節点番号 j を追加する．

(1) つぎの無向グラフについて考える．節点番号 6 の節点を始点として，この探索アルゴリズムを適用したとき，手順の 3–1 で待ち行列 Q から取り出される節点番号を取り出される順に示しなさい．



(次ページに続く)

(2) (1) の探索の過程で，待ち行列 Q が最も長くなった時点での Q の内容を示しなさい．

(3) このアルゴリズムを，C，Java，Pascal のいずれかのプログラミング言語を用いて実現しなさい． ただし，手順の 3-1 を行った後に，取り出した節点番号 i を出力するようなプログラムにしなさい． 変数 n，m，i，j および配列 A，T は正しく宣言されているものとして，このアルゴリズムを実行する部分のプログラムだけを書けばよい．また，待ち行列の操作に関しては，以下の 3 つのサブルーチン (関数やメソッドなど) が用意されているものとして，これらを呼び出すようにしなさい．

init	待ち行列を初期化 (空の状態に) する．
enqueue	非負の整数値 x を引数として受け取り，x を待ち行列に追加する．
dequeue	待ち行列の先頭要素を取り除き，取り除いた要素の値を戻り値として返す． 待ち行列が空の場合は -1 を返す．

試験日：2006年2月18日（土）

専門選択 （電子情報学専攻）

次の７問のうち４問を選んで解答しなさい。別紙解答用紙には必ず解答する問題番号を記入した上で解答しなさい。

I

｛０，１｝上の正規表現 0(0+1)1*0 で表されている言語を受理する有限オートマトンを求めなさい。

II

下記の設問に答えなさい。

(1) プログラム内蔵式コンピュータの特徴を述べなさい。

(2) 下記の論理式を簡単にしなさい：

$$A + A \cdot \overline{B} + B \cdot C + \overline{C}$$

ここで，A,B,C は論理変数である。

(3) 順序回路の基本的な構成を説明しなさい。

(4) NAND ゲートを用いて，クロック付き RS フリップフロップを実現しなさい。

(5) マスタスレーブ RS フリップフロップの動作を説明しなさい。

試験日：2006年2月18日(土)

Ⅲ

次の言葉を説明しなさい。
（１）　システムコール
（２）　割り込みハンドラ
（３）　スタックとキュー（待ち行列）
（４）　リエントラントプログラム
（５）　ページテーブル（page table）
（６）　完全二分木
（７）　タイムシェアリングシステム
（８）　ＯＳＩのトランスポート層
（９）　ＯＳＩのアプリケーション層
（１０）動的リンクライブラリ

Ⅳ

次の言葉を説明しなさい。
（１）　搬送波（carrier）
（２）　ASK（Amplitude Shift Keying）
（３）　FSK（Frequency Shift Keying）
（４）　PSK（Phase Shift Keying）
（５）　直列伝送と並列伝送
（６）　パケット交換と回線交換
（７）　経路制御(ルーティング)
（８）　フロー制御

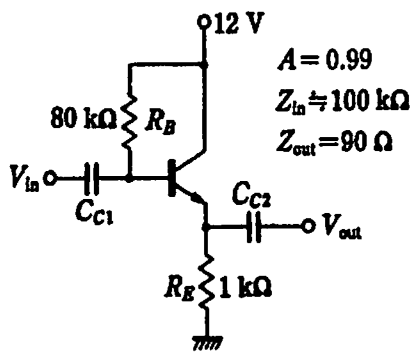
Ⅴ

右図の回路は、使用トランジスタの電流増幅率βを100としたときのエミッタフォロワの設計例である。この設計図について以下の問題に答えなさい。

（１）エミッタの電圧を６Ｖとした動作点におけるベース電流I_Bを求めなさい。（５点）

（２）この回路でβを350としたとき、同じ動作点にするためのベース抵抗R_Bの値を計算しなさい。（５点）

（３）また（２）の動作における増幅度Aと入力インピーダンスZ_{in}、出力インピーダンスZ_{out}を求めなさい。（15点）



Ⅵ

(1) n型半導体のエネルギーバンド（エネルギー帯）の図を書きなさい。E_c（伝導帯の下端のエネルギー）、E_v（価電子帯の上端のエネルギー）、E_i（真性フェルミエネルギー）、E_f（フェルミエネルギー）、E_d（ドナー準位）をその図に示しなさい。

(2) p 型半導体のエネルギーバンドの図を書きなさい。同じく、E_c、E_v、E_i、E_f、E_a（アクセプタ準位）をその図に示しなさい。

(3) pn 接合のエネルギーバンドの図を書きなさい。ただし、pn 接合に電圧は印加しないものとする。空乏層をその図に示しなさい。ドナー密度やアクセプタ密度が変化すると、空乏層がどうなるかを、エネルギーバンドの図を書いて説明しなさい。

Ⅶ

3 つの複素数 $z_1=-4$、$z_2=-2$、$z_3=-2+i2\sqrt{3}$ に対応する点が複素平面上にある。これら 3 点を通る円周を C として、次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

(1) 円周 C を複素平面上に描きなさい。

(2) 変数 t が $-\pi<t\leq\pi$ の範囲で変化するとき、複素数 $z(t)=z_0+Re^{it}$ （z_0 は複素数の定数、R は正の定数）の軌跡が円周 C と一致するように、z_0 と R の値を決めなさい。

(3) $z(t)$ の絶対値が最小となるときの t の値と、そのときの $z(t)$ の値を求めなさい。

(4) 経路 C を反時計回りに回るとして、次の(a)～(c)の複素積分を計算しなさい。

(a) $\oint_C \frac{5}{z}dz$　　(b) $\oint_C \frac{6\pi}{z+3-i2}dz$　　(c) $\oint_C \frac{1}{z^2+z-6}dz$

試験日：2006年2月18日（土）

専門選択（機械システム工学専攻）

次の7問の科目のうち4科目の問題を選択して解答しなさい．なお各解答用紙に必ず選択科目名を記入したうえで解答しなさい．

1．機械力学

図1のような、実体振り子（物理振り子、剛体振り子）を考える。

1）鉛直線からの振れの角を θ とする。重力 mg の支点 O まわりのモーメント M は、いくらか。ここで、θ と M の正・負の符号は、反時計回りを正と定義する。

2）O 点まわりの慣性モーメントを J とするとき、O 点まわりの回転の運動方程式を求めよ。なお、これ以後、振れの角 θ は、十分微小であると仮定する。

3）実体振り子の固有円振動数 ω (rad/s) の式を求めなさい。

4）実体振り子の固有振動数 f (Hz)、周期 T (s) を求めなさい。

5）O 点まわりの慣性モーメント J を、T を用いて表しなさい。

6）ある剛体の質量 $m = 374$ g、O 点から重心 G までの距離 $R = 28.9$ cm である。この剛体の振動試験を5回行い、振動周期 T を測定した。T の測定結果は、1.25, 1.33, 1.28, 1.23, 1.27 s（秒）であった。この剛体の O 点まわりの慣性モーメント J を計算で求めなさい。ここで、$g = 9.80$ m/s^2 として計算しなさい。数値計算の結果には、かならず単位を明示すること。また、有効数字を考慮すること。

7）O 点まわりの慣性モーメント J と重心 G まわりの慣性モーメント J_G との関係を、式の形で表せ。

8）6）の場合について、重心 G まわりの慣性モーメント J_G を、計算で推定しなさい。

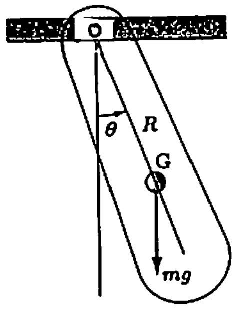


図1　実体振り子

2．材料力学

図１に示すように P=60kN の荷重を受ける U リンクについて、U リンクの上部断面（A）の直径 d_A およびボルト（B）の直径 d_B を求めなさい。ただし、U リンクの許容引張り応力を σ_A=200MPa、ボルトの許容せん断応力を τ_B=100MPa とする。また、簡単のため π=3 として計算してよいものとする。

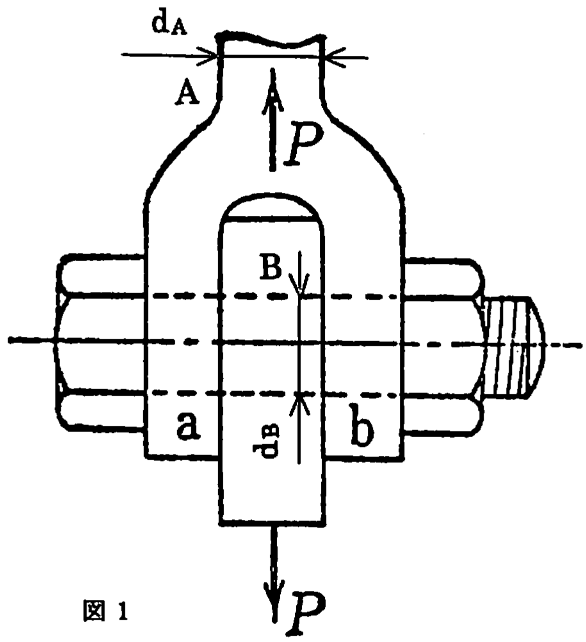


図１

3．材料強度学

次の文章の（　　）の部分に最も適する答えを、番号と対応させて記しなさい。

（1）断面積Aの軟鋼の丸棒に引張荷重Pが作用する場合を考える。丸棒の軸直角断面に生じている応力σは（ ① ）式で求められる。丸棒に刻まれていた標点間の軸方向距離L_0は、引張荷重によってLに伸びるが、このときの引張方向のひずみεは（ ② ）式で表される。引張荷重が小さい間は、$\sigma = E\varepsilon$の比例関係が成り立ち、この定数Eを（ ③ ）という。

（2）丸棒には（1）で述べた引張方向のひずみεのほかに、引張方向に直角な方向には、材料が縮むことによるひずみε'が発生する。εに対するε'の比の絶対値を（ ④ ）といい、軟鋼での値は約（ ⑤ ）である。

（3）引張荷重を増加していくと、（1）で述べた比例関係が成立しなくなり、荷重に比べてひずみが大きく増加し、塑性変形が始まる。塑性変形が始まるときの応力を（ ⑥ ）という。塑性状態から荷重を除去した後では、標点間の軸方向距離L_0は伸びてL'になっている。このときのひずみを（ ⑦ ）という。

（4）銅合金やアルミニウム合金などでは⑥が明瞭に現れない。この場合は、⑦が一般的に0.2%となるときの応力を（ ⑧ ）と定義し、⑥として用いる。

（5）軟鋼や銅合金、アルミニウム合金などの材料では、材料が破断するまでに大きな塑性変形が生じる。このような性質の材料を（ ⑨ ）という。一方、鋳鉄やセラミックスなどの材料では、ほとんど塑性変形しないで材料が破断する。このような性質の材料を（ ⑩ ）という。

（6）（1）で述べた丸棒の一部に丸い穴が空いている場合には、穴の周辺部で応力が大きくなる。このように、局部的に応力が大きくなることを（ ⑪ ）という。

（7）材料が繰返し荷重を受けると、荷重が小さくても破壊が生じることがある。このような破壊を（ ⑫ ）という。一般に鉄鋼材料において、応力を10^7回繰返しても破壊しない応力の最大値を（ ⑬ ）といい、動的荷重を受ける機械・構造物の設計基準として使われる。

（8）材料に長時間一定荷重を加えておくと、ひずみが時間とともに増加する。この現象を（ ⑭ ）といい、材料を高温で使用する場合には問題になってくる。

4．熱工学

1. 図のように区間12の流路系を蒸気が流量 $G = 0.2$ [kg/s]で流れているとする。流路は断熱されており、途中に小型蒸気タービンを設けて仕事W [kW]を取り出しているとする。入口の比エンタルピーを h_1 [kJ/kg]、出口の比エンタルピーを h_2 [kJ/kg]、入口の流速を c_1 [m/s]、出口の流速を c_2 [m/s]、入口の位置を z_1 [m]、出口の位置を z_2 [m]として、以下の問いに答えなさい。

(1) エネルギー式を[kJ/kg]の単位で立てなさい。

(2) $h_1 = 2827$ [kJ/kg]、$h_2 = 2312$ [kJ/kg]、$c_1 = 400$ [m/s]、$c_2 = 100$ [m/s]、$z_1 = 2$[m]、$z_2 = 4$ [m]とするとき、位置エネルギーは他のエネルギーに比べて無視できることを示しなさい。

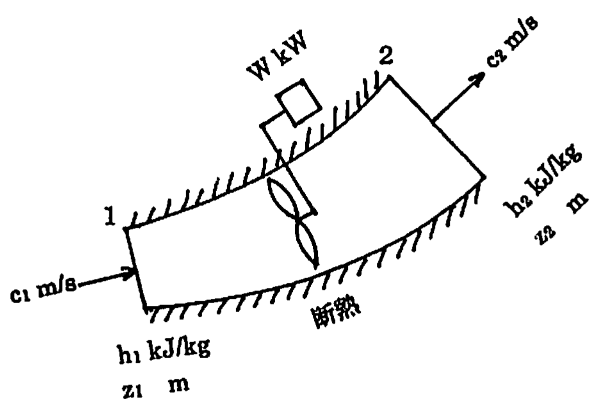
(3) 位置エネルギーを無視して、仕事W [kW]を求めなさい。

2. 空気を作業流体とするオットーサイクルがある。以下の問いに答えなさい。

(1) その熱効率 η_o を与える式を示しなさい。

(2) 理論平均有効圧力 P_{mt} を与える式を導きなさい。
ただし、空気の比熱比を κ、圧縮比を ε、吸込み圧力を P_1、吸込み(外気)温度を T_1、ガス定数を R、受熱量を Q_1 とする。

(3) このサイクルの概略を T−s 線図に示しなさい。ただし、サイクルの方向を示す矢印を4ケ所に付けなさい。また、行程を示す番号1～4を付しなさい。



試験日：2006年2月18日(土)

5．流体工学

1．　水が流速 0.1m/s で直径 10cm の円管から直径 20cm の円管に急拡大するとき、拡大後の流速、流量、拡大による損失ヘッドの各々を求めなさい。ただし、管摩擦による損失は無視し、水の密度は 1000kg/m^3、損失係数は 0.49 とする。

2．　図１のように管内の水圧を水銀マノメータで測定したところ、H=20cm、H'=50cm となった。管内の水圧を絶対圧およびゲージ圧で求めなさい。ただし、水の密度は 1000kg/m^3、水銀の比重は 13.6 とする。

3．　図２のような噴水の噴出速度 v と噴出高さ H を求めなさい。ただし、水の密度は 1000kg/m^3、空気抵抗などによる損失は無視するものとする。

4．　直径 300mm の鉄管内を流速 2.5m で水が流れるとき、100m あたりの圧力損失を求めなさい。ただし、水の密度は 1000kg/m^3、管摩擦係数は 0.03 とする。

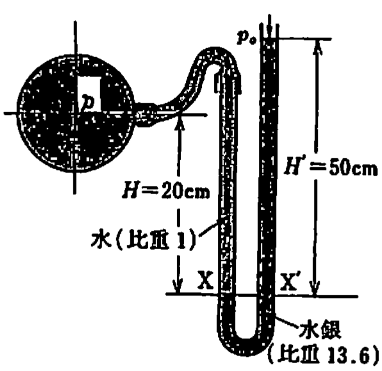


図１

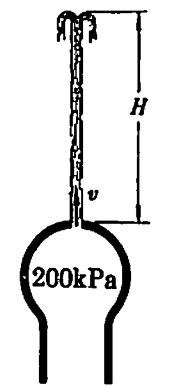


図２

6．制御工学

1．図１に関して下記の質問に答えなさい.

（1） この図の名称は何ですか．また，どんな特性を表すものですか.

（2） 図から閉ループ系のピークゲインとピーク周波数を求めなさい.

（3） 安定性を示す 2 つの指標を図から読み取り，安定判別を行いなさい.

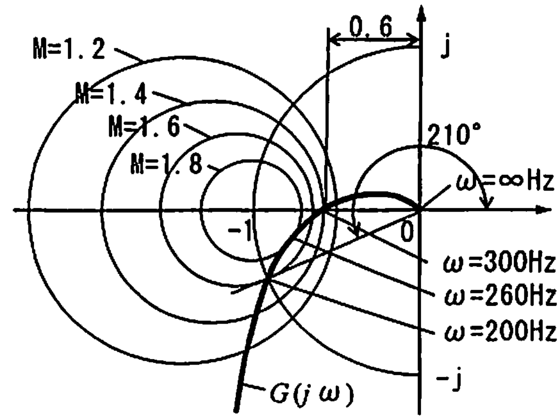


図１

2．図２に示す系について下記の質問に答えなさい.

（1） この制御系は目標値に対して何型ですか．また外乱に対して何型ですか.

（2） 上記の型に対応して，目標値に対する定常偏差定数と外乱に対する定常偏差を求めなさい.

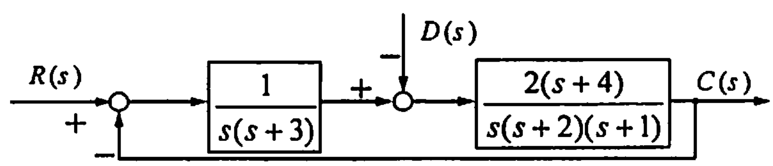


図２

7．機械材料学 (材料物性学を含む)

1．構造用炭素鋼：Ｓ４５Ｃ（Ｃを約０．４５mass%含む普通炭素鋼）を８５０℃に1時間保持後，大気中に取り出し室温まで空冷処理したときの材料中の組織について，以下の問いに答えよ．

１－１：もっとも多い相はなにか（名称を正確に答えること）．
１－２：組織の中で，二つの相からなる特徴的な組織の名称とその組織学的特徴について述べよ．

２．上と同じ鋼（Ｓ４５Ｃ）の丸棒（断面積：１０mm^2，秤点間距離：５０mm）を室温で降伏点まで引っ張り変形を施したとき，
２－１：試料の伸びひずみ（%）および秤点間距離ののび量を求めよ．
２－２：試料の秤点間の体積中に蓄えられる弾性エネルギーを求めよ．なお，降伏点までフックの法則が成り立つものとする．答えは $MPa=N/mm^2$ であることに注意して，SI 単位（J）を用いること．J=N·m

Ｓ４５Ｃ鋼のヤング率：２００ＧＰａ
同　降伏応力：　　　４９０ＭＰａ
である．

専門選択 （物質化学専攻）

次の７問のうち４問を選んで解答しなさい。別紙解答用紙には必ず解答する問題番号を記入した上で解答しなさい。

問題１［グリーンケミストリー］

I　太陽エネルギーは量的に無尽蔵であり、公害の恐れの少ないクリーンなエネルギー源である。この太陽エネルギーの有効利用は、地球環境保全やエネルギー問題の観点から重要な課題である。

(1) 太陽エネルギーの有効利用の一つの方法として太陽電池がある。現在、一般的によく利用されている太陽電池は、n型シリコン半導体とp型シリコン半導体を接合したp-n接合太陽電池である。このp-n接合太陽電池による光発電の原理を、半導体のバンド構造図を用いて説明しなさい。

(2) 太陽エネルギーのもう一つの利用法として、高速道路の防音壁に塗布することによるNO_x濃度の低減化や、住環境中での汚れや悪臭物質の分解に利用される光触媒が知られている。光触媒とはどのようなものか説明しなさい。

(3) 酸化チタン（TiO_2）はバンドギャップが3.2 eVの半導体であり、光触媒としてよく用いられる物質である。酸化チタン光触媒により有効に利用される太陽光の波長は約何nm以下となるか計算しなさい。ただし、プランク定数は6.6×10^{-34} J s、1 eV = 1.6×10^{-19} J 、光の速度は3.0×10^{8} m s^{-1}として計算しなさい。

問題２〔物理化学系１〕

I　（1）大量の硫酸バリウムを 100 ml の脱イオン水に加えて十分に攪拌した溶液がある。この溶液中に存在する硫酸イオンとバリウムイオンの濃度を求めなさい。
ただし、溶解度平衡式、電荷均衡式、沈殿生成反応式などは省略せずに記入すること。

（2）2.0×10^{-3} M (M = mol・dm^{-3}) の塩化カルシウムと塩化バリウム混合溶液 100 ml がある。ここへ2.0×10^{-3}Mの硫酸ナトリウム溶液 100 ml を加えた。このとき、溶液中に存在している塩化物イオン、カルシウムイオン、バリウムイオン、硫酸イオンおよびナトリウムイオンの濃度をそれぞれ求めなさい。
なお、これらの問題において水の解離を考える必要はない。また、硫酸カルシウムの溶解度積の値を K_{SP} = 2.5×10^{-5} M^2、硫酸バリウムの溶解度積の値を K_{SP} =$1.0\times10^{-10}$$M^2$として計算しなさい。

II　物質Ａの 1.0×10^{-3} M溶液の可視光吸収スペクトルを測定したところ、500 nm および 600 nm において 0.200 と 0.300 の吸光度を示した。また同様に、物質Ｂの 2.0×10^{-3} M溶液の可視光吸収スペクトルを測定したところ、500 nm および 600 nm において 0.800 と 0.200 の吸光度を示した。物質ＡとＢを含み、それぞれの濃度がわからない混合溶液の可視光吸収スペクトルを測定したところ、500 nm および 600 nm において 0.3 と 0.2 の吸光度を示した。これらのデータより、混合溶液中の物質ＡとＢの濃度を求めなさい。ただし、溶液中で物質ＡとＢは反応せず、相互作用も全くないものとする。また、測定の際に用いたセルは、1 cm セルである。

問題３［物理化学系２］

I 図ａおよび図ｂのうち、どちらか一方は水の相図を、他方は二酸化炭素の相図を、それぞれ模式的に表したものである。次の各問に答えなさい。

（１）図ａ中のＡ点は物質固有の点である。Ａ点の名称を答えなさい。また、この点での物質の状態について説明しなさい。

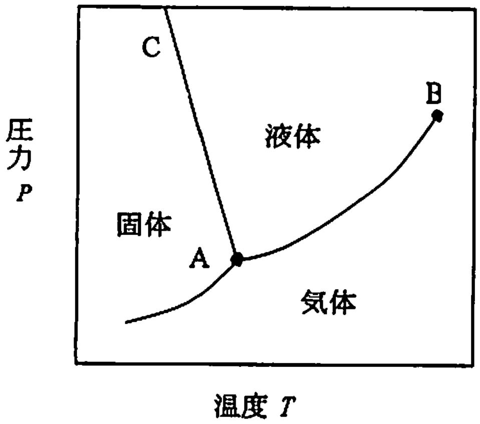
（２）図ａ中のＢ点は物質固有の点である。Ｂ点の名称を答えなさい。また、Ｂ点の温度以上で気体を加圧した場合の状態変化について説明しなさい。

（３）水の相図は図ａ、図ｂのどちらであるか答えなさい。また、そのように判断した理由を述べなさい。

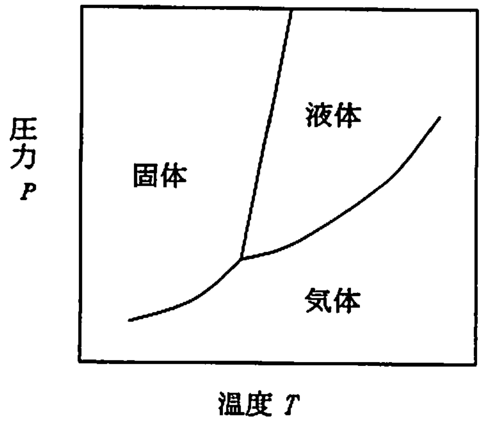
（４）ドライアイスが固体から液体を経ずに気体になる現象を相図を用いて説明しなさい。

（５）相境界 AC の曲線の傾き $\mathrm{d}P/\mathrm{d}T$ を、融解エンタルピー $\Delta_{fus}H$、融解に伴うモル体積変化 $\Delta_{fus}V$ および融解温度 T_{fus} で表しなさい。

（６）氷の融解エンタルピーを 6.0 k Jmol、0℃における氷および水のモル体積をそれぞれ $2.0\times10^{-5}\,\mathrm{m^3mol^{-1}}$ および $1.8\times10^{-5}\,\mathrm{m^3mol^{-1}}$ とすると、1 atm において 0℃である氷の融点を－1℃に下げるためには、圧力をいくらにする必要があるか計算しなさい。



図ａ



図ｂ

問題４〔無機化学系１〕

I　表１に遷移金属イオン（M^{2+}）とアセチルアセトン[CH_3 (C=O) CH_2 (C=O)CH_3]との錯生成定数の値を示す。この表を見て、それぞれの特徴を述べ、考察しなさい。ただし、K_1 および K_2 は逐次生成定数を、β は全生成定数を表す。

表１．錯生成定数から

	M^{2+}					
生成定数	Mn^{2+}	Fe^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}
$\log K_1$	4.21	5.07	5.40	5.72	8.16	4.68
$\log K_2$	3.09	3.60	4.14	3.94	6.60	3.24
$\log \beta$	7.30	8.67	9.54	9.66	14.76	7.92

II　遷移金属元素の主な特徴を三つ挙げ、それらがどのように利用されているか例を示し説明しなさい。

問題５〔無機化学系２〕

I　結晶構造に関する次の問に答えなさい。

（１）六方最密充填構造における原子の充填率を計算しなさい。

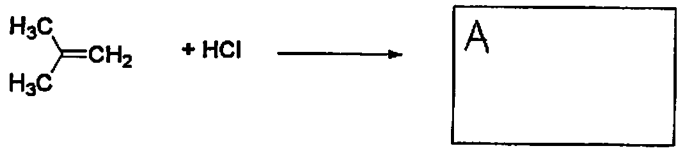
（２）閃亜鉛鉱型構造では、陰イオンが立方最密充填構造を形成しているとき、陽イオンはその四面体サイトの一つおきに充填された構造になっている。陰イオンの半径を r とするとき、四面体サイトに充填できる陽イオンの最大半径を r を用いて表しなさい。ただし、陰イオン、陽イオンとも剛体球で変形しないものとする。

II　2成分系の固溶体と共晶反応を含む相図を描きなさい。また、ギブスの相律を示し、共晶点での自由度を求めなさい。ただし、圧力は一定とする。

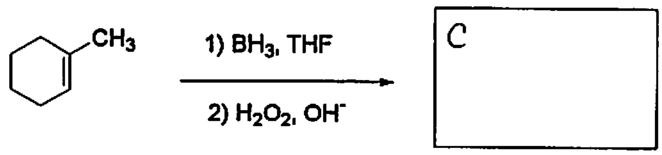
試験日：2006年2月18日（土）

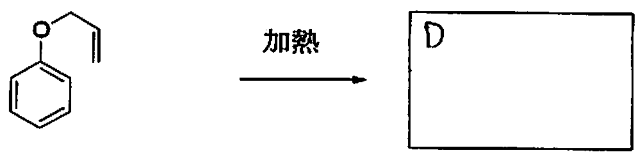
問題 6［有機・高分子化学系 1］

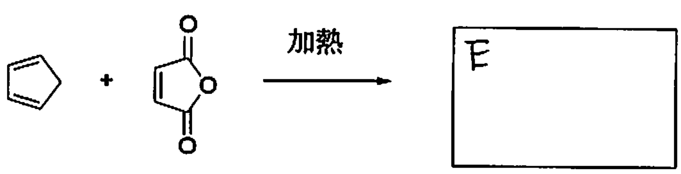
I　次の反応式中の A, B, C, D および E の構造式を立体化学にも注意して書きなさい。

(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

(5) 

II　2−メチルブタン(イソペンタン)を C2-C3 結合に沿って眺めて、以下の問いに答えなさい。

a) 最も安定な配座の Newman 投影式を描きなさい。

b) 最も不安定な配座の Newman 投影式を描きなさい。

c) $CH_3 \leftrightarrow CH_3$ の重なり相互作用が 11 kJ mol^{-1} で、$CH_3 \leftrightarrow CH_3$ のゴーシュ相互作用のエネルギーが 3.8 kJ mol^{-1} であるとして、C2-C3 結合について 360° 回転する間の角度と、そのときのエネルギーの関係を表す定量的なエネルギー図を描きなさい。

問題７　[有機・高分子系２]

I　ポリスチレンは三大汎用高分子の１つである。ここでスチレンからラジカル重合によりポリスチレンを合成したとする。得られたポリスチレンの立体規則性を求めるために^{13}C NMR 測定を行うと mm=0.2、mr=0.4、rr=0.4 となった。ここで m はメソ二連子を、r はラセモ二連子を表す。以下の問に答えなさい。

(1)　ラジカル重合において用いられる開始剤の化合物名と構造式を１つ答えなさい。

(2)　スチレンの重合開始反応、成長反応、停止反応を示しなさい。ただし開始剤は R:R と表記して答えなさい。

(3)　メソ二連子(m)とラセモ二連子(r)を図示して、特徴を説明しなさい。

(4)　このポリスチレンの m と r の値を求めなさい。