

専門 II	(数理情報学専攻)
-------	-----------

※ 6 題中 3 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くこと。解答用紙は 1 題につき 1 枚を使用しなさい。

I 次の問いに答えなさい。

(1) 複素関数  $\sinh z = \frac{e^z - e^{-z}}{2}$  の  $z = 0$  におけるテイラー展開を書きなさい。

(2) 複素積分  $\int_{|z|=1} \frac{\sinh z}{z^2} dz$  の値を求めなさい。

(3) 複素積分  $\int_{|z|=1} \frac{\sinh z}{z^4} dz$  の値を求めなさい。

(4) 複素積分  $\int_{|z|=1} \frac{z^2}{\sinh z - z} dz$  の値を求めなさい。

II 次の問いに答えなさい。

(1)  $x = x(t)$  に関する次の微分方程式の一般解を求めなさい。

$$\frac{dx}{dt} = -x$$

(2)  $y = y(t)$  に関する次の微分方程式の一般解を求めなさい。

$$\frac{dy}{dt} = -y + \sin t$$

(3) (2) の  $y(t)$  が周期  $2\pi$  の周期解となる初期値  $y(0) = a$  を求めなさい。ただし、周期  $2\pi$  の周期解とは、任意の  $t$  に対して、 $y(t) = y(t + 2\pi)$  が成り立つ解である。

Ⅲ 位置が  $r = (x, y, z)$  のとき力  $F(r)$  を受けて運動する、質量1の質点を考える。ただし、 $F(r) = (-4x, -4y, -4z)$  である。時刻  $t$  における質点の位置ベクトルを  $r(t)$  とするとき次の問いに答えなさい。

- (1) 質点の運動方程式を書きなさい。
- (2)  $r(t) = (3\cos(\omega t), 2\sin(\omega t), 0)$  が運動方程式を満たすように定数  $\omega > 0$  を定めなさい。
- (3) 力  $F(r)$  のポテンシャルを求めなさい。
- (4) (2) の  $r(t)$  に対して、質点の運動エネルギーと位置エネルギーを求めなさい。また、原点に関する角運動量ベクトルを求めなさい。

#### Ⅳ 関数

$$f(t) = \left(1 + \frac{1}{3} \cos \frac{t}{8} + \frac{1}{4} \sin \frac{t}{4}\right) \cos 2t$$

について次の問いに答えなさい。

- (1)  $f(t+16\pi) - f(t)$  を計算しなさい。
- (2) 三角関数の積を和に直す公式を利用して  $f(t)$  をフーリエ級数展開しなさい。

Ⅴ 英語で書かれた文書の語数を数えて出力するプログラムをC言語またはJava言語を用いて書きなさい。ただし、文書はASCII文字の並びとして標準入力から読み込み、その語数は標準出力に出力するものとする。また、スペースあるいは改行文字で区切られた、それら以外の文字の並びを1語と数えるものとする。たとえば、以下のような入力に対する出力は11となる。

"I'm 100% sure," he said.

But I doubted what he said.

VI 次は、要素数  $n$  の整数配列  $a$  に関するある手続きである。ただし、 $i, j, k$  は整数変数であり、配列  $a$  の添字は 0 から始まるものとする。また、 $n \geq 2$  とする。

(手続き) 0 から始めて、 $n-2$  までの各整数を  $i$  として、次の 1~3 の手順を行う。

1.  $k \leftarrow i$
2.  $i+1$  から始めて、 $n-1$  までの各整数を  $j$  として、次の (\*) の手順を行う。  
(\*)  $a[j]$  と  $a[k]$  を「比較」して、 $a[j]$  の方が小さければ  $k \leftarrow j$  とする。
3.  $a[i]$  と  $a[k]$  の値を「交換」する。

- (1) この手続きは、配列中のデータに対して、どのような処理を行なうことを意図したものであると考えられるか。
- (2) この手続きで、「比較」と「交換」はそれぞれ何回行われるか。 $n$  の式で表しなさい。
- (3) この手続きにおいて、「比較」1回につき  $T_c$  秒、「交換」1回につき  $T_s$  秒かかるとする。これら以外の処理にかかる時間がこれらに比べて十分小さく無視できるとして、この手続きの実行に要する時間を

$$T(n) = an^2 + bn + c \quad [\text{秒}]$$

とおくとき、 $a, b, c$  を  $T_c, T_s$  を用いて表しなさい。

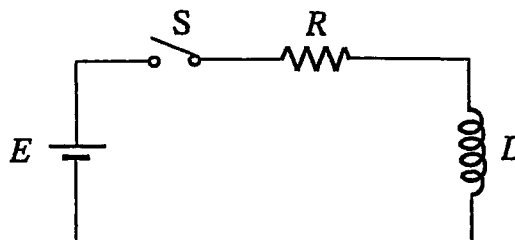
- (4) あるコンピュータでこの手続きを実行してみると、 $n = 100000$  のとき 10 秒かかった。 $n = 500000$  ではおよそ何秒になると考えられるか。

専門 II (電子情報学専攻)
-----------------

次の6問のうち4問を選んで解答しなさい。別紙の解答用紙は1問につき1枚ずつ使用し、必ず問題番号を記入しなさい(解答が白紙であっても、すべての用紙に受験番号、氏名、問題番号を記入すること)。

## I (電気回路)

下図に示す抵抗  $R$ 、インダクタ  $L$  および直流電圧源  $E$  から構成される回路において、 $t = -0$  に  $R$ 、 $L$  に流れる電流は 0 とする。 $t = 0$  においてスイッチ  $S$  を閉じ、定常状態に落ち着くまでの過渡状態を考える。次の問に答えなさい。



- (1) インダクタに流れる電流  $i(t)$  とそれにかかる電圧  $v(t)$  の関係を示しなさい。
- (2) 電流  $i(t)$  の微分方程式を求めなさい。
- (3) (2) の微分方程式の一般解が  $i(t) = \frac{E}{R} + Ae^{-\frac{R}{L}t}$  であることを示しなさい。また、積分定数  $A$  を求めなさい。
- (4) 抵抗  $R = 20 [\Omega]$ 、自己インダクタンス  $L = 100 [\text{H}]$ 、 $E = 100 [\text{V}]$  のとき、スイッチ  $S$  を閉じた後、定常状態となる最終電流の大きさを求めなさい。
- (5) スイッチ  $S$  を閉じた後、電流が最終電流の 9 割に達するのに必要な時間を求めなさい。ただし、 $\log_e 10 = 2.3$  とする。

## II (電子工学)

(a) 本文の括弧内に適当な語句(以下の下線部より選択)を記入しなさい。

電気抵抗の原因は、結晶格子の周期性の乱れによる( )の散乱である。銅の電気抵抗の温度変化であるが、70K 以上では抵抗は温度に比例する。これは( )によるものである。20K 以下では一定値をとるが、この原因は、格子欠陥・不純物原子・結晶粒界などによるものである。不純物または格子不整による電気抵抗の大きさを( )という。0K 付近の抵抗値を実測すると、結晶中の( )や不純物の( )を推測することができる。

濃度、 残留抵抗、 伝導電子、 格子欠陥、 格子振動

(b) 上記内容を以下の条件を考慮してグラフ化しなさい。

横軸：温度(0-140K までを図示すること)

縦軸：室温における抵抗値を基準にした相対抵抗値

## III (通信工学)

TCP/IP 階層モデルの(1)アプリケーション層、(2)トランスポート層および(3)インターネット層の役割を、各階層の違いがわかるようにそれぞれ説明しなさい。

また、各層でどのような設定・実装がなされているか、説明しなさい。

## IV (情報工学)

二つの完全事象系

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ p(A_1) & p(A_2) \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} B_1 & B_2 \\ p(B_1) & p(B_2) \end{bmatrix}$$

を考える。ここに、 $p(E)$  は事象  $E$  の確率を表す。

$$p(A_1) = \frac{3}{8}, \quad p(B_1|A_1) = \frac{2}{3}, \quad p(B_2|A_2) = \frac{2}{5}$$

とする。ただし、 $p(F|E)$  は事象  $E$  が起こるといふ条件下での事象  $F$  の確率を表す。

$$\alpha = \log_2 3, \quad \beta = \log_2 5$$

とおく。このとき、次の問に答えなさい。

- (1)  $A$  のエントロピー  $H(A)$  を、 $\alpha$  と  $\beta$  を用いてできるだけ簡単に表しなさい。
- (2) 事象  $A_1$  と事象  $B_2$  の同時確率  $p(A_1, B_2)$  を求めなさい。
- (3) 事象  $A_2$  と事象  $B_1$  の同時確率  $p(A_2, B_1)$  を求めなさい。
- (4) 事象  $B_1$  の確率  $p(B_1)$  を求めなさい。
- (5)  $A$  と  $B$  の結合エントロピー  $H(A, B)$  を、 $\alpha$  を用いてできるだけ簡単に表しなさい。

V (計算機工学)

オペレーティング・システムに関して、次の言葉の説明をなさい。

1. アドレス変換テーブル
2. キャッシュメモリ
3. タイマー割り込み
4. 特権命令
5. ページ・フォールト
6. システム・コール (SVCコール)
7. アクセス制御リスト
8. オブジェクト・プログラム
9. プロセス・スケジューリング
10. コンパイラ

VI (応用数学)

次の複素関数  $f(z)$  を考える。

$$f(z) = \frac{1}{z(1-z)}$$

- (1) この関数の特異点の位置と、各特異点における留数を答えなさい。
- (2) 点  $z$  ( $|z| < 1$ ) における  $f(z)$  を、原点  $z=0$  を中心とするローラン級数に展開しなさい。
- (3) 点  $|z-1| < 1$  における  $f(z)$  を、 $z=1$  を中心とするローラン級数に展開しなさい。

専門 II (機械システム工学専攻)
--------------------

「機械材料・強度学」「材料力学」「熱力学」「流体工学」「機械力学」「制御工学」の6分野から3分野を選んで解答しなさい。

また、分野ごとに別の解答用紙に記入のこと。

機械材料・強度学
----------

I. 降伏応力 600 MPa の炭素鋼でできた無限平板に全長 20 mm の中央貫通き裂がある場合の不安定破壊の問題を考える。

- (1) き裂から十分遠方で一様な引張り応力  $\sigma_n = 250$  MPa (き裂面に垂直方向応力) を受けたときに、この板は不安定破壊した。この時の破壊じん性値  $K_c$  を求めなさい。ただし  $\sqrt{\pi} = 1.77$  とする。
- (2) 同じ破壊じん性値と、同じ板厚の半無限板に長さ 50 mm の貫通片側き裂が発生した。この板が不安定破壊を起こす十分遠方での引張り応力 (き裂面に垂直方向応力) の限界値  $\sigma_c$  を求めなさい。ただし、 $\sqrt{5\pi} = 3.96$  とする。

II. 断面積  $A_0$  の軟鋼丸棒試験片の引張り試験結果は縦軸に公称応力  $\sigma_n$ 、横軸に公称ひずみ  $\epsilon_n$  を用いた線図で表される。標点間距離を  $L_0$  として、次の問いに答えなさい。

- (1) 応力—ひずみ線図を描いて、比例限度、上降伏点、下降伏点、引張り強さについて説明しなさい。
- (2) 真応力  $\sigma$  と真ひずみ  $\epsilon$  を公称応力と公称ひずみで表しなさい。
- (3) 塑性変形開始後、破断に至るまでの真応力と真ひずみの関係は、しばしば  $n$  乗則と呼ばれ、式 (1) で表される。ただし、 $K$  と  $n$  は定数である。

$$\sigma = K\epsilon^n \quad (1)$$

引張り強さ  $\sigma_B$  は  $K$  と  $n$  を用いて式 (2) で表されることを証明しなさい。

$$\sigma_B = K \left( \frac{n}{\epsilon} \right)^n \quad (2)$$



材料力学

図1のように先端Aに鉛直で下方向の集中荷重 $W=1.2\text{ kN}$ が加わる水平な片持ち梁ABについて次の問いに答えなさい。ただし、梁の長さは $L=500\text{ mm}$ とし、荷重端Aからの水平距離を $x\text{ [mm]}$ とする。また、梁の断面形状は矩形とし、断面の高さは $h=12\text{ mm}$ 一定で、幅 $b$ は次式で表される変断面とする。

$$b = 0.1x \text{ [mm]}$$

- (1) この梁の固定端Bに生じる図示の方向の支持反力 $R_B$ 、支持曲げモーメント $M_B$ の値を求めなさい。
- (2) 荷重端Aから $x\text{ [mm]}$ の距離にあるC点の断面に生じる曲げモーメントの式を示すとともに、曲げモーメント図の概形を描きなさい（フリーハンドで可）。ただし曲げモーメントは下に凸となる方向を正とする。
- (3) 上記(2)のC点の断面に生じる曲げ応力の最大値 $\sigma_1$ を表す式を求めなさい。
- (4) この梁全体中で上記(3)の曲げ応力の最大値 $\sigma_{1,\max}$ を求めるとともに、その発生位置 $x$ の値を示

しなさい。ただし、矩形断面梁の断面二次モーメントは次式で表される： $I = \frac{bh^3}{12}$

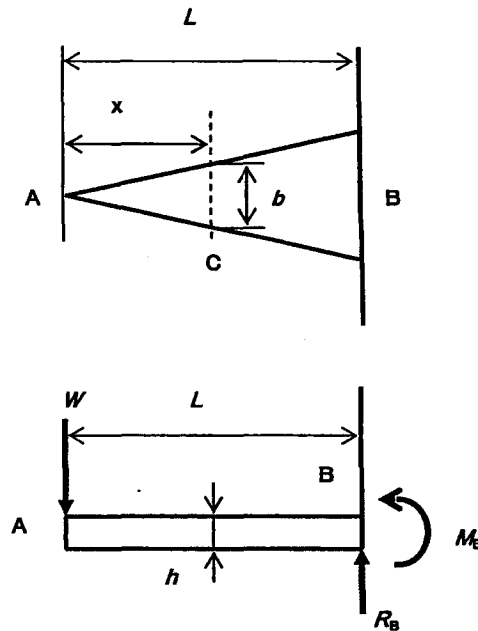


図1

熱力学

図1に示すように、 $1 \rightarrow 2$ ,  $3 \rightarrow 4$ の等積過程と $2 \rightarrow 3$ ,  $4 \rightarrow 1$ の等温過程からなる理想気体を用いたガスサイクルについて考える。定積比熱を $C_v$ 、気体定数を $R$ 、比体積を $v$ 、圧力を $p$ 、温度を $T$ とし、状態1における圧力、温度、比体積をそれぞれ $p_1$ ,  $T_1$ ,  $v_1$ などと表すとき、以下の問いに答えなさい。

- (1)  $1 \rightarrow 2$ の過程において系に流入する熱量 $q_{12}$ を、 $T_1$ などを用いて表しなさい。
- (2)  $2 \rightarrow 3$ の過程において、圧力 $p$ と比体積 $v$ の間で成り立つ関係式を示しなさい。
- (3)  $2 \rightarrow 3$ の過程において系に流入する熱量 $q_{23}$ を、 $T_2$ などを用いて表しなさい。
- (4) このガスサイクルの熱効率を計算しなさい。
- (5)  $3 \rightarrow 4$ の過程において放出される熱量の全てを、 $1 \rightarrow 2$ の過程で再利用できるとき、このサイクルの熱効率を計算しなさい。
- (6) このサイクルの $T$ - $s$ 線図(温度-比エントロピー)の概略を表しなさい。対応する状態の数字を記入すること。

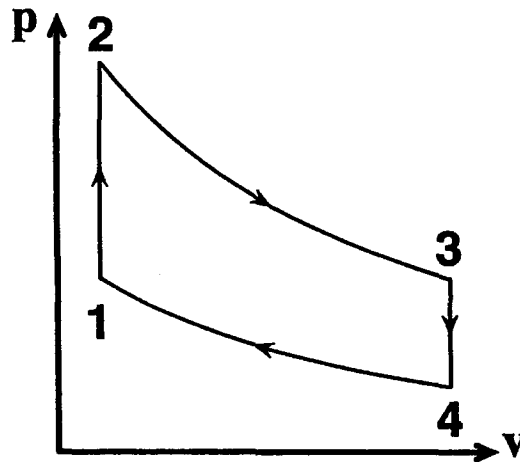


図1

流体力学

I. 図1に示すように断面積  $A_1$  [m<sup>2</sup>]の円管の一端にノズルが取り付けられて、断面積  $A_2$  [m<sup>2</sup>] ( $A_1 > A_2$ )のノズルの先から質量流量  $G$  [kg/s]で水が水平に噴流となって出ている。ただし、水の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]とし、摩擦などの損失はないものとする。

- (1) 円管における平均流速  $u_1$  [m/s]を求めなさい。
- (2) 上記の  $u_1$ を用いて、ノズル出口での平均流速  $u_2$  [m/s]を求めなさい。
- (3) 噴流が水平から  $\theta$ の傾きをもつ平板に当たっているとき、その平板が水平方向に受ける力  $F_x$  [N]と上向きに流れる体積流量  $Q_1$  [m<sup>3</sup>/s]を求めなさい。ただし、 $u_1$ や  $u_2$ は用いないこと。

II. 内径 100 mm、長さ 200 m の水平におかれた円管に水が 1 cm/s で流れている場合について、次の問いに答えなさい。ただし、水の密度を 1000 kg/m<sup>3</sup>、粘度を  $1 \times 10^{-3}$  Pa·s とする。

- (1) レイノルズ数を求めなさい。
- (2) 管摩擦係数を求めなさい。
- (3) 摩擦圧力損失を求めなさい。

III. 図2においてタンクの底のゲージ圧と絶対圧を求めなさい。ただし、図中の  $h_1 \sim h_3$  の各長さの単位は m、U字管の水銀の密度を  $\rho_{Hg}$  [kg/m<sup>3</sup>]、空気密度を  $\rho_A$  [kg/m<sup>3</sup>]、油の密度を  $\rho_O$  [kg/m<sup>3</sup>]、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、大気圧を  $P_0$  [Pa]とする。

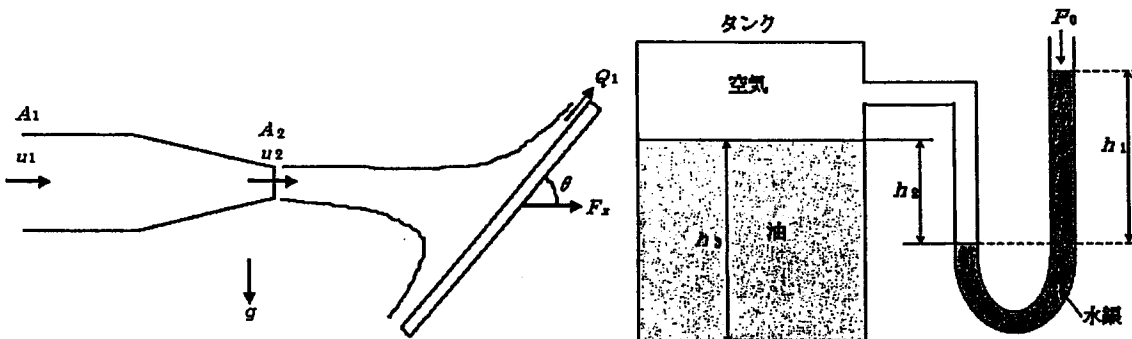


図1

図2

機械力学

I. 図1に示す不減衰一自由度系において、ばね定数  $k=3000$  N/m, 質量  $m=30$  kg のとき, 次の問いに答えなさい。但し,  $t$  は時間,  $x(t)$  は釣り合い位置からの振動変位を示す。

- (1) この系の自由振動の運動方程式を記述し, 固有角振動数  $\omega_0$  [rad/s], 固有振動数  $f_0$  [Hz], 周期  $T$  [s] を求めなさい。但し, 円周率  $\pi=3.14$  とする。
- (2) 初期条件が,  $t=0$  で初期変位 10 cm, 初期速度  $v_0=0$  cm/s のとき, 振動変位の式  $x(t)$  を求めなさい。
- (3) このときの振動変位  $x(t)$  を,  $t=0$  から 1 秒間にわたり図示しなさい。

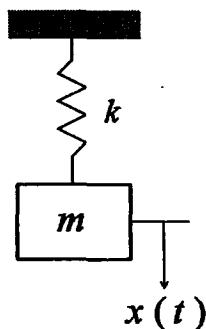


図1 不減衰一自由度系

II. 図2に, 組み合わせばねとダッシュポットから構成される一自由度の粘性減衰系を示す。この系のばね定数  $k=1000$  N/m, 質量  $m=10$  kg, 粘性減衰係数  $c=20$  Ns/m のとき, 次の問いに答えなさい。但し,  $t$  は時間,  $x(t)$  は釣り合い位置からの振動変位を示す。

- (1) この系の等価ばね定数  $k_e$  の値を求めなさい。
- (2) この系の自由振動の運動方程式を記述しなさい。
- (3) この系の, 臨界減衰係数  $c_{cr}$  と減衰比  $\zeta$  の値を求めなさい。

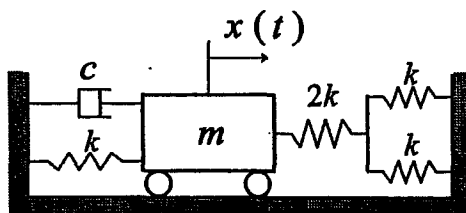


図2 一自由度の粘性減衰系

制御工学

I. 図1に示すように、 $2 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ の慣性モーメント $I_1$ を持つ薄い円板と  $3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ の慣性モーメント $I_2$ を持つ厚い円板を  $8 \text{ N}\cdot\text{m}/\text{rad}$ のねじりばね係数 $k$ を持つねじりばねで結合した回転系を考える。 $\tau$  [ $\text{N}\cdot\text{m}$ ]を駆動モータの入力トルク、 $\theta_1$  [rad]を薄い円板の回転角、 $\theta_2$  [rad]を厚い円板の回転角としたとき、 $\tau$ を入力、 $\theta_1$ を出力とする伝達関数 $G_1$ と、 $\tau$ を入力、 $\theta_2$ を出力とする伝達関数 $G_2$ を求めなさい。ただし、指定されたもの以外の剛性や粘性や慣性モーメントは考慮する必要はない。

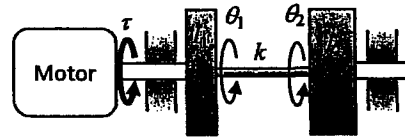


図1

II. 次の伝達関数のステップ応答を表す $y(t)$ の式を求めなさい。ただし、必要であれば以下のラプラス変換の式を参考にしなさい。

$$G(s) = \frac{7s^2 + 17s + 78}{(s+3)(s^2 + 4s + 13)}$$

[参考：ラプラス変換]

$$\mathcal{L}[u(t)] = \frac{1}{s}, \quad \mathcal{L}[e^{-\alpha t}] = \frac{1}{s+\alpha}, \quad \mathcal{L}[\cos \beta t] = \frac{s}{s^2 + \beta^2}, \quad \mathcal{L}[e^{-\alpha t} f(t)] = F(s+\alpha)$$

以上

**専門 II (物質化学専攻)**

次の6問のうち3問を選んで答えなさい。別紙解答用紙には必ず解答する問題を記入した上で解答しなさい。

**問題1 [無機・無機材料系1]**

I 金属錯体の錯形成の安定度は、金属イオンの種類や配位子の種類など多くの因子に影響される。次の各項目が安定度に及ぼす要因について説明しなさい。

- (1) Irving-Williams 系列
- (2) HSAB 則
- (3) キレート効果

II 金属錯体の金属イオンと配位子の組成比を吸光度法で決定する方法について述べなさい。

III 次の語句について説明しなさい。

- (1) 分光化学系列
- (2) 活性酸素
- (3) 18 電子則

**問題2 [無機・無機材料系2]**

I 結晶構造に関する次の問に答えなさい。

- (1) 立方最密充填構造における剛体球の充填率を計算しなさい。
- (2) 岩塩構造では、陰イオンが立方最密充填構造を形成しているとき、陽イオンはその八面体サイトのすべてに充填された構造になっている。①このとき、陽イオンに配位している陰イオンの数はいくつになるか答えなさい。②また、陰イオンの半径を  $r$  とするとき、八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。
- (3) ZnSは、その構造の違いから閃亜鉛鉱とウルツ鉱の2つの鉱物が知られており、多形をとる化合物の代表例である。それらの構造におけるZn原子とS原子の充填構造の違いを説明しなさい。

II 圧力が一定の条件における2成分系の相図のうち、①包晶反応の相図を描きなさい。②また、包晶反応が起こっているときの組織を図示しなさい。

問題 3 [有機・高分子系 1]

I 有機化学のほとんどの反応は、求核試薬が求電子試薬に2つの電子を供与して結合をつくる極性機構でおこる。しかし、ペリ環状反応は、この機構と異なり環状の遷移状態を経由する協奏機構でおこる。

(1) 以下の、反応は同旋的、逆旋的のいずれで起こるか説明しなさい。また、シクロブテン生成物の立体化学を示し、その生成物を与える理由について $\pi$ -分子軌道を用いて説明しなさい。



(2) 化合物(A)は、ペリ環状反応の1つであるシグマトロピー反応を起こし、2つの異性体を生成する。その異性体の構造を解答用紙に書きなさい。ただしDは、 $^2\text{H}$ である。



II 乾燥 THF 中に臭化ベンジル ( $\text{PhCH}_2\text{Br}$ ) とシアン化ナトリウムを加え、加熱すると分子式が  $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$  であり、 $2100\text{ cm}^{-1}$  に特徴的な赤外吸収をもつ化合物 A が得られた。これを酸で加水分解すると  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$  の分子式をもつ化合物 B が得られた、この化合物の  $^{13}\text{C}$  NMR スペクトルを図 1 に示した。化合物 A と B の構造式を解答用紙に書きなさい。

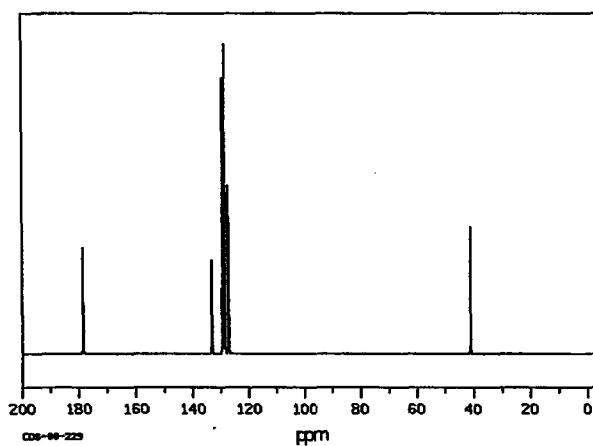


図 1 化合物 B の  $\text{CDCl}_3$  溶媒中での  $^{13}\text{C}$  NMR スペクトル

## 問題4 [有機・高分子系2]

I ラジカル重合に関する次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

溶液中における開始剤を用いたラジカル重合の主な素反応は、開始反応、成長反応、連鎖移動反応、停止反応である。開始剤濃度およびモノマー濃度が反応速度に与える影響を考えてみよう。ただし、連鎖移動反応および不均化による停止反応は起こらないものとし、開始剤効率を1とする。

〔開始反応〕開始剤が分解してラジカルを生じる。ラジカルの発生速度（単位時間当たりの濃度増加） $v_r$ は、速度定数を $k_i$ 、開始剤濃度を $[I]$ とすると、次式で表される。

$$v_r = 2k_i [I] \quad (1)$$

〔成長反応〕ラジカルをもつ化学種がモノマーと反応して重合度が一つ増加したラジカルを生じる。ポリマーの成長速度 $v_p$ はモノマー濃度 $[M]$ の減少速度に等しく、速度定数を $k_p$ 、ラジカルをもつ化学種の濃度を $[P^*]$ とすると、反応速度式は(2)のように表される。

$$v_p = k_p \boxed{1} \quad (2)$$

〔停止反応〕ラジカルをもつ化学種同士が反応して失活し、ポリマー分子を生じる。ラジカルの減少速度 $v_t$ は、速度定数を $k_t$ とすると(3)のように表される。

$$v_t = k_t [P^*]^2 \quad (3)$$

ここで、反応時間の大部分においてラジカル濃度が一定に保たれている①と仮定すると $v_r = v_t$ とおける。よって、(1)、(3)式より、

$$[P^*] = (2k_i/k_t)^{1/2} \boxed{2} \quad (4)$$

(4) および (2) 式より、

$$v_p = (2k_i/k_t)^{1/2} k_p \boxed{3} \quad (5)$$

が得られる。したがって、反応初期におけるポリマーの成長反応の反応速度 $v_p$ は、モノマー濃度を4倍にすると $\boxed{4}$ 倍になり、開始剤濃度を4倍にすると $\boxed{5}$ 倍になることがわかる。

- (1)  $\boxed{1}$  ～  $\boxed{5}$  に当てはまる数値または式を答えなさい。
- (2) ラジカル重合の開始剤の名称または化学式を一つ書きなさい。
- (3) 下線①について、なぜそのように考えられるのか答えなさい。
- (4) 得られたポリマーの平均分子量と反応時間の関係を述べなさい。



問題5 [分析・物理化学系1]

I 弱酸である炭酸の水溶液がある。炭酸の初濃度を $[H_2CO_3]_0$ 、逐次酸解離平衡定数をそれぞれ $K_{a_1}$ 、 $K_{a_2}$

( $K_{a_1} \gg K_{a_2}$ ) としたとき、次の問に答えなさい

- (1) 炭酸の逐次解離平衡式を書きなさい。
- (2) 炭酸の逐次解離平衡定数式を書きなさい。
- (3) この溶液の電荷均衡式を書きなさい。
- (4) この溶液の質量均衡式を書きなさい。
- (5) 適切な近似を用いて、この溶液のpHを $[H_2CO_3]_0$ 、 $K_{a_1}$ 、 $K_{a_2}$ などの記号で表しなさい。

II 2つの化合物(化合物Bと化合物C)を含み、ランベルト-ベールの式が成り立つ溶液がある。なお、吸光度の測定はすべて1cmセルを用いて行った。

化合物Bの $1.0 \times 10^{-3}$  M (=mol/L) 溶液の500nmと650nmにおける吸光度は、それぞれ0.500と0.200である。また、化合物Cの $4.0 \times 10^{-4}$  M溶液の500nmと650nmにおける吸光度は、それぞれ0.100と0.400である。化合物Bと化合物Cが混合した溶液の吸光度を測定したところ、500nmと650nmにおいて、それぞれ0.450と0.900であった。

- (1) 単独溶液の吸光度測定データより、化合物Bと化合物Cのそれぞれの測定波長におけるモル吸光係数を求めなさい。
- (2) 化合物Bと化合物Cのモル吸光係数のデータを用いて、混合溶液のそれぞれの測定波長における連立方程式を立て、混合溶液中の2つの化合物の濃度を求めなさい。

問題6 [分析・物理化学系2]

I ある気体の温度を  $T_1$  から  $T_2$  に、体積を  $V_1$  から  $V_2$  に変化させたところ、圧力は  $P_1$  から  $P_2$  に変化した。この変化に伴う気体のモルエンタルピー変化  $\Delta H_m$  を次の二つの段階に分けて計算した。

〔第一段階〕 まず、体積を  $V_1$  に保ったまま温度を  $T_1$  から  $T_2$  に変化させた。

〔第二段階〕 次に、温度を  $T_2$  に保ったまま体積を  $V_1$  から  $V_2$  に変化させた。

この気体が完全気体（理想気体）であり、モル定圧熱容量を  $C_{P,m}$ 、モル定積（定容）熱容量を  $C_{V,m}$  とするとき、以下の間に答えなさい。

- (1) エンタルピー  $H$  の定義式を書きなさい。
- (2) エンタルピー変化は、変化前後の系の状態がそれぞれ同じであれば、変化の経路によらず一定である。このような性質をもつ物理量を何というか答えなさい。
- (3) 完全気体（理想気体）における  $C_{P,m}$  と  $C_{V,m}$  の関係を答えなさい。
- (4) 〔第一段階〕 の変化に伴うモルエンタルピー変化  $\Delta H_{V,m}$  を求めなさい。
- (5) 〔第二段階〕 の変化に伴うモルエンタルピー変化  $\Delta H_{T,m}$  を求めなさい。
- (6) 全過程のモルエンタルピー変化  $\Delta H_m$  を求めなさい。

**専門 II** (情報メディア学専攻)

問題 I、II は必ず解答しなさい。さらに、問題 III、IV、V から 1 問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 問につき 1 枚使用しなさい。

## 問題 I

(1) 二つの整数型引数を受け取り、その最大公約数を返す C の関数または Java のメソッド `int gcd(int x, int y)` を作成しなさい。解答は関数またはメソッド本体だけでよく、引数は正の整数が必ず与えられるとして作成してよい。

(2) 次の二問から一つを選んで答えなさい。両方解答した場合、(a) を選んだものとします。

(a) オブジェクト指向における継承の概念とはどのようなものか述べなさい。また、継承が可能なることによってどのような利点があるかを述べなさい。

(b) 浮動小数点におけるバイアス方式とはどのようなものか、そして、どのような利点があるかを簡潔に述べなさい。

## 問題 II

下記の設問から 3 問選択して説明しなさい。

- (1) OSI の 7 層構造、インターネットの 5 層構造、その間の対応関係を図示して説明しなさい。
- (2) プライベートアドレス用アドレス空間の 1 つである "171.16.0.0/12" で割り当てることができるアドレス数を求めなさい。
- (3) IP における動的経路制御アルゴリズムは、①距離ベクトル型 ②リンク状態型 ③パスベクトル型に分類できるが、この 3 種類のアルゴリズムの内、1 つを選び説明しなさい。
- (4) RTP/RTCP が提供する QoS 制御技術を 3 つ挙げ説明しなさい。
- (5) RTT が 0.5 ミリ秒の衛星回線において、ウィンドウサイズがその最大値 (65535 バイト) に等しいとき、TCP の最大スループットを求めなさい。

問題Ⅲ

連続な確率変数  $x$  の確率密度関数が次式で与えられるとする。

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (\mu, \sigma^2 : \text{定数}) \quad (1)$$

確率密度関数の性質から、 $p(x)$  は次式を満たす。

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(x) dx = 1 \quad (2)$$

また、平均は、

$$\int_{-\infty}^{\infty} xp(x) dx = \mu \quad (3)$$

となり、分散は、

$$\int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 p(x) dx = \sigma^2 \quad (4)$$

となる。

では、微分エントロピー

$$H = - \int_{-\infty}^{\infty} p(x) \ln p(x) dx \quad (5)$$

はどうなるか求めなさい。

なお、 $\ln x$  は自然対数関数を表し、 $\log_e x$  である。

問題Ⅳ

- (1) 毎日 24 時間稼働しているシステムがある。10 日間で 5 回故障し、故障すると回復するまでに 1 時間かかる。
  - (a) このシステムの平均故障間隔 (MTBF) を求めなさい。
  - (b) このシステムの故障率  $\lambda$  を求めなさい。
  - (c) このシステムの稼働率  $A$  を求めなさい。
- (2) 稼働率が 90% のシステムがある。平均修理時間 (MTTR) = 5 (時間) であるとき、MTBF を求めなさい。
- (3) 稼働率が 80% のシステムがある。MTBF = 2000 (時間) であるとき、MTTR を求めなさい。

問題Ⅴ

- (1) 次に示す有限無向グラフ  $G(V, E)$  の図を描きなさい。  
 $V = \{a, b, c, d, e\}$   
 $E = \{(a, b), (a, d), (b, a), (b, c), (b, d), (b, e), (c, b), (c, e), (d, a), (d, b), (e, b), (e, c)\}$
- (2) このグラフで切断点はあるか、あればすべて書きなさい。
- (3) このグラフ直径を求めなさい。

**専門 II (環境ソリューション工学専攻)**

以下の大問 I~IV の中から 3 問を選択して、解答しなさい。なお、それぞれの大問は別々の解答用紙に解答し、解答用紙には解答した大問番号を明記すること。

I 以下の問い(問1~4)について、答えなさい。

水処理では、懸濁物質の分離・除去の操作には浮上分離、あるいは沈降分離が用いられる。そこで水中に懸濁している土壌粒子を例として、沈降分離について考えてみたい。

水中を沈降していく、単一の土壌粒子を想定する。下向き(沈降方向)を正とすると、土壌粒子には、下向きの力として重力  $F_g$ 、上向きの力には抵抗力  $F$  と  $\text{①}$   $F_b$  とが働いている。下向きの力と上向きの力が釣り合ったとき、一定の速度で沈降する。

土壌粒子は完全な球形で、その半径を  $r$ 、比重を  $\rho_s$  とし、一定の沈降速度  $v$  で沈降していると仮定する。また周囲の水の比重は  $\rho_w$  とし、その粘性係数を  $\mu$  とする。また重力加速度を  $g$  とする。

このとき、抵抗力  $F$  は(1)式で表される。

$$F = 6\pi\mu \cdot r \cdot v \quad (1)$$

また土壌粒子に働く  $\text{①}$   $F_b$  は、その土壌粒子と同じ体積の水の質量に重力加速度  $g$  をかけたものであるから、(2)式で表すことができる。

$$F_b = \text{②} \cdot g \quad (2)$$

一方、重力  $F_g$  は土壌粒子の質量に  $g$  をかけたものであるから、

$$F_g = \text{③} \cdot g \quad (3)$$

(1)、(2)、および(3)式から、 $v$  について解けば

$$v = \text{④} \quad (4)$$

となる。(4)式は一般にストークスの式と言われる。

問1 空欄①~④にあてはまる、最も適切な語句、数式を書きなさい。

問2 この土壌粒子の  $v$  を大きくする条件のひとつには、粒子半径  $r$  を大きくすることが考えられる。粒子半径のみが2倍になったとき、その  $v$  は何倍になるか、答えなさい。

問3 一般に、土壌粒子の表面は負に帯電しているため、相互に反発しあう。このとき帯電している土壌粒子同士に作用する静電氣的な力を何というか、書きなさい。

問4 土壌粒子同士に作用する力を弱めれば、土壌粒子同士が会合してみかけの土壌粒子半径をおおきくすることができるため、水処理ではイオンを加えて凝析をおこなう。より少量で大きな凝析効果を得るためには、どのようなイオンを加えたらよいか、その要件を少なくとも2つ書き、理由を説明しなさい。

II 次の問いに答えなさい。

問1 我々が持続可能な社会を構築するにあたって、現在の日本の社会はどのような点で問題があり、それをどのように解決していくべきと考えるか、以下のトピックスを参考にした上であなたの意見を述べなさい。また、あなたの意見を端的に示すキーワードを三つ書きなさい。

トピックス(1)

2003年の世界水フォーラムで元世界銀行副総裁のウィリアム・コスグローブ氏は「日本は世界一の水輸入国である自覚を持つべきだ」との警告を与えた。

トピックス(2)

トウモロコシ、サトウキビなどをエネルギー作物として栽培することで、世界の食糧事情は不安定な状況に陥っているとされる。

トピックス(3)

レアメタルの確保は世界的に重要な課題であり、各国における資源の囲い込みは我が国の産業に大きな影響を与えるおそれがある。

問2 一般廃棄物最終処分場の建設にあたって、地盤調査を行ったところ、建設予定地の地盤は、透水係数が  $5 \times 10^{-4}$  m/s で厚さが 4 m であった。その下の帯水層の厚さは 15 m であった。この予定地で処分場を建設する際に必要な底部遮水工を提案しなさい。

III 生態学的なキーワードに関する以下の問いに答えなさい。

問1 近年、「里山」というキーワードが一般化してきた。もっぱら近郊低地に散在する林を指していることが多い。

- 1) 里山は、天然林とどのように異なるものか、説明しなさい。
- 2) 近年の多くの里山においてどのようなことが問題となっているか、説明しなさい。

問2 自然再生事業のみならず、さまざまな土地改変事業においても、当初計画どおりに事業を進めるのではなく、順応的管理 (adaptive management) という手法がよく用いられるようになってきた。

- 1) この順応的管理とはどういうことか、説明しなさい。
- 2) 順応的管理を行うためには、近隣に土地改変などの事業を行っていない対照区 (コントロール区) が必要である。これはなぜか、説明しなさい。

IV 次の文を読み、以下の問い（問1～3）に答えなさい。

河川および流域の生態系は、集水域の人間活動に影響を受けて大きく変化してきた。河川および流域生態系を復元する近年の取り組みの1つに、河川を再蛇行化させる実験がある。例えばアメリカ南部のある河川では、ダムなどの河川横断構造物による流量の制御をやめ、かわりに河川下流部周辺の土地を買い上げた。

問1 下線部に関して、流量の制御を控えることは、河川内部の物理構造にどのような効果を及ぼすか、生態学的な観点から考察しなさい。ただし、次の3語を用い、およそ50～100字で述べなさい。

語句 [瀬、浸食、底質]

問2 下線部に関して、流量の制御を控えることは、河川周辺の物理構造にどのような効果を及ぼすか、生態学的な観点から考察しなさい。ただし、次の2語を全て用いて、およそ40～80字で述べなさい。

語句 [後背湿地、移行帯(エコトーン)]

問3 下線部に関して、流量の制御を控えることは、河川内の生物群集にどのような効果を及ぼすか、生態学的な観点から考察しなさい。ただし、次の2語を全て用いて、およそ80～150字で述べなさい。

語句 [ニッチ(生態的地位)、極相]