

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

- (1) 微分方程式 $\frac{dx}{dt} = ax$ の一般解を求めなさい。ただし $a \neq 0$ は定数である。
- (2) 微分方程式 $\frac{dx}{dt} = x + be^t$ の一般解, および, $x(0) = x_0$ をみたす解を求めなさい。ただし $b \neq 0$ は定数である。
- (3) 連立微分方程式

$$\begin{pmatrix} \frac{dx}{dt} \\ \frac{dy}{dt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

の一般解を求めなさい。

II 複素平面 \mathbb{C} で定義された複素関数

$$\sinh z = \frac{e^z - e^{-z}}{2}$$

について, 以下の問いに答えなさい。

- (1) $\sinh z = 0$ を満たす z を求めなさい。
- (2) $\sinh z$ の $z = 0$ におけるテイラー展開を求めなさい。
- (3) 次の複素積分の値をそれぞれ求めなさい。

$$I_1 := \int_{|z-i|=3} \frac{\sinh z}{z} dz, \quad I_2 := \int_{|z-i|=3} \frac{z}{\sinh z} dz$$

Ⅲ 質量 m の質点の、時刻 t での位置を $\mathbf{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$ とする。この質点には、 \mathbf{E} 、 \mathbf{B} を定ベクトルとして、

$$\mathbf{E} + \mathbf{v}(t) \times \mathbf{B}$$

という力が働いている。 $\mathbf{v}(t) = \left(\frac{dx}{dt}(t), \frac{dy}{dt}(t), \frac{dz}{dt}(t) \right)$ は時刻 t での質点の速度である。

- (1) $\mathbf{E} = (E_x, E_y, E_z)$, $\mathbf{B} = (B_x, B_y, B_z)$ とし、座標成分ごとに質点の運動方程式を書きなさい。
- (2) $\mathbf{E} = (E_x, 0, 0)$, $\mathbf{B} = (0, 0, B_z)$ のとき、初期条件を

$$\mathbf{r}(0) = (0, 0, 0), \quad \mathbf{v}(0) = (0, 0, 0)$$

として $\mathbf{r}(t)$ を求めなさい。

Ⅳ 次の問いに答えなさい。

- (1) 電気抵抗 R と電気容量 C のコンデンサを直列につないだ RC 回路に交流電源 $E(t) = V_0 \cos \omega t$ を接続する。回路を流れる定常電流 $I(t)$ を求めなさい。ただし、 t は時刻、 V_0 , ω は正の定数である。
- (2) 定積分 $\int_{-2}^2 2^{-x^2} dx$ に対し、分割数 4 の台形公式による近似値を求めなさい。
- (3) $\mathbf{r}(t) = (t^2, t^5)$ ($0 \leq t \leq 2$) とパラメータ表示された曲線 C とベクトル場

$$\mathbf{V} = (y, -2x + y)$$

を考える。線積分 $\int_C \mathbf{V} \cdot d\mathbf{r}$ を求めなさい。ただし、 C の向きは原点が始点となるようにとる。

V 逆ポーランド記法で書かれた数式の計算を行うプログラムを作成したい。逆ポーランド記法は、たとえば

$$(1.3 + 2.99)(3 - 4.102/5.7)$$

という数式を

$$1.3 \ 2.99 \ + \ 3 \ 4.102 \ 5.7 \ / \ - \ *$$

のように書き表す記法である。ただし、ここでは非負の数値の四則演算だけを考え、数値は小数点以下があってもなくてもよいものとする。また、加減乗除の演算は、それぞれ +, -, *, / の記号で表し、数値や演算記号は、上の例のようにスペースで区切る。数式の終りを . で示す。

標準入力から逆ポーランド記法で書かれた数式を 1 つ読み込み、その計算結果を標準出力に書き出すプログラムを、C または Java のいずれかのプログラミング言語を用いて書きなさい。入力される数式中の数値は 100 個以下であり、0 による除算やオーバーフローは起らないものとしてよい。逆ポーランド記法の数式は、スタックを使って、次の手順を繰り返すことで計算できる。

スペースを区切りとして、文字列 (数値や演算記号など) を 1 つ読み込む。

- 数式の終りの印 (.) であれば、スタックからポップした値を計算結果とする。
- 数値であれば、その値をスタックにプッシュする。
- 演算記号であれば、スタックから 2 つの数値をポップして、読み込んだ演算記号に応じた演算を行い、その演算結果の値をスタックにプッシュする。

VI ある CPU は、命令の実行過程を次のような 5 段階に分割してパイプライン処理を行う。

1. ア をフェッチする
2. ア をデコードし、イ から値を読み出す準備をする。
3. 演算を実行する
4. メモリにアクセスする
5. イ へ値を書き込む

- (1) パイプライン処理はどのようなことをねらった技術であるか説明しなさい。
- (2) ア と イ に入る適切な語をそれぞれ答えなさい。
- (3) この CPU の 3 つのレジスタ GR1, GR2, GR3 の値の和を計算して、計算結果を GR3 に格納するために、次のアセンブリ言語プログラムに相当する機械語プログラムを作成したが、期待した実行結果が得られないという。その理由として考えられることを述べなさい。

```

        ADDA    GR1, GR2
        ADDA    GR3, GR1

```

ただし、「ADDA r_1, r_2 」は、 r_1 と r_2 の値を加算し、結果を r_1 に書き込む命令である。

- (4) この CPU で次のようなアセンブリ言語プログラムに相当する機械語プログラムを実行すると、パイプライン処理が滞ることがあるという。その理由として考えられることを述べなさい。

```

        HOGE    命令1
                命令2
                命令3
        JZE     HOGE
                命令4
                命令5

```

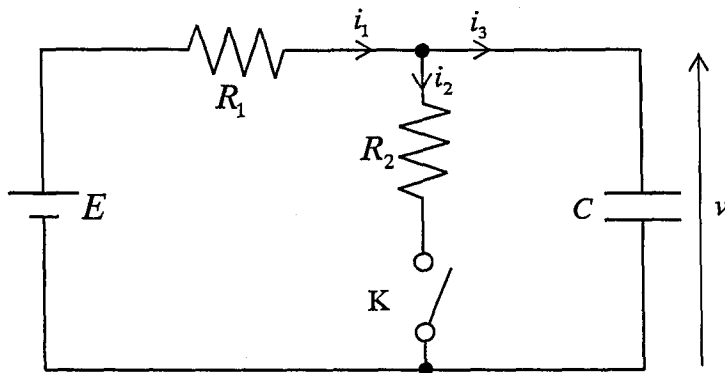
ただし、「JZE $addr$ 」は、直近の演算命令の演算結果が 0 の場合に $addr$ が示す番地へ分岐する命令である。

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)

図に示す RC 回路は、直流電源 E 、抵抗 R_1 、 R_2 、コンデンサ C 、スイッチ K から構成されている。充分な時間が経過したのち、 $t=0$ でスイッチ K を閉じた。コンデンサ C の端子電圧 v の過渡応答を調べよう。



- (1) 抵抗 R_1 を流れる電流 i_1 を E 、 v 、 R_1 を用いて表しなさい。
- (2) K を閉じた後に R_2 を流れる電流 i_2 を v 、 R_2 を用いて表しなさい。
- (3) 電流 i_1 、 i_2 の式を用いて、 K を閉じた後において C に流入する電流 i_3 の式を表しなさい。
- (4) 一方、コンデンサを流れる電流の大きさは v と C を用いて表される。このことより、 $t > 0$ における回路方程式を示しなさい。
- (5) この回路方程式は線形微分方程式であり、その一般解は、特解とその同次方程式の一般解との和で表される。まず、特解を求めなさい。
- (6) 同次方程式の一般解を求めなさい。
- (7) ところで、 v の初期値 ($t=0$ のときの v の値) v_0 はいくらになるかを示しなさい。
- (8) これらのことから、回路方程式の解である v の過渡応答を求めなさい。
- (9) この過渡応答の時定数 τ を式で示しなさい。
- (10) 求まった v の過渡応答の概略をグラフで示しなさい。図には v の初期値と定常値を明示しなさい。

II (電子工学)

以下の文章を読み、下記の問いに答えなさい。

金属と n 型半導体との () の大小関係が $\Phi_M < \Phi_S$ である場合を考える。この場合のエネルギー帯図(金属と n 型半導体は接触前)を図 1(a)に示す。半導体が負に帯電し、() 帯の底 E_C が高くなるため、金属-半導体界面には電子に対する障壁が生じない。この結果、電圧-電流特性が図 1(b)のようになる。この特性は、オームの関係を示している。そのため、このような接触を () 接触という。以上のように、金属と半導体との () の大小関係で、整流または () 接触となる。

(1) () 内に適当な言葉を以下から選び、本文中に記号で答えなさい。ただし同じ記号を何度選択してもよい。

- ア 仕事関数、 イ 伝導、 ウ オーミック、 エ フェルミ準位、 オ 価電子
 カ 整流、 キ 真空準位、 ク 電子、 ケ 正孔、 コ エネルギー関数、
 サ 半導体、 シ 金属

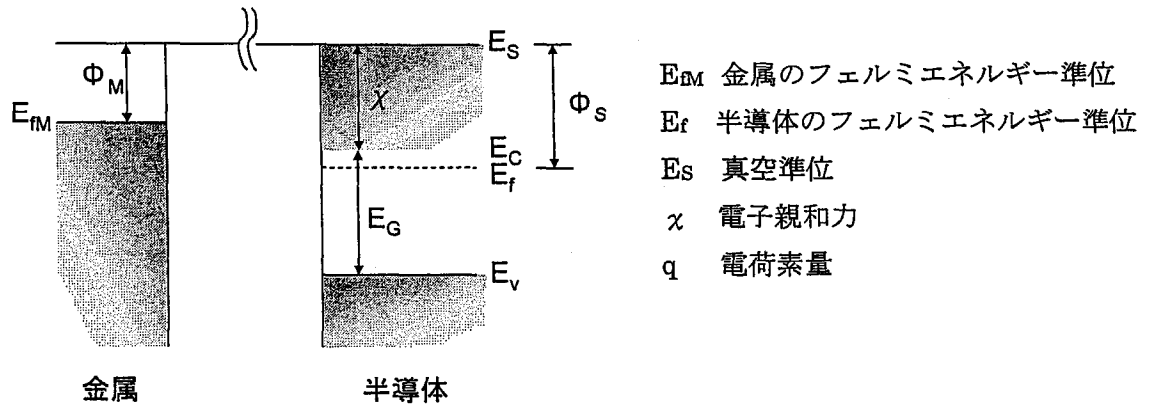


図 1(a) エネルギー帯図

(2) 図 1(b)に適当な電圧-電流特性を記入しなさい。ただし金属側が正になるように電圧を印加したとする。

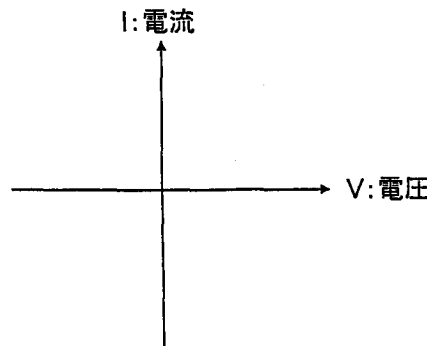


図 1(b) 電圧-電流特性

Ⅲ (通信工学)

ウェブ（ホーム）ページの閲覧においては、ウェブ・サーバとブラウザ間のデータ転送の過程がある。このデータ転送では、TCP/IPプロトコル階層のアプリケーション層、トランスポート層、インタネット層、ネットワーク・インタフェース層のプロトコルが使用される。

このとき、次の問いに答えなさい。

- 1) アプリケーション層で使用されるプロトコル名と、その役割を説明しなさい。
- 2) トランスポート層ではTCPというプロトコルが使用される。
この過程での、TCPの役割を説明しなさい。
- 3) インタネット層で使用されるプロトコル名と、その役割を説明しなさい。
- 4) ネットワークインタフェース層の役割を説明しなさい。

Ⅳ (情報工学)

11で始まるか、111を部分列として含む $\{0, 1\}$ 上の記号列の全体をLとする。Lを受理する状態数最小の有限オートマトンを求めなさい。

Ⅴ (計算機工学)

次の言葉の説明をしなさい。

1. プログラム内蔵方式
2. パイプライン処理方式
3. クライアント・サーバ・システム
4. 仮想記憶方式
5. 内部割り込み
6. ALU
7. 命令デコーダ

VI (応用数学)

ある信号が時間領域で $f(t)$ と表現されるとき、そのフーリエ変換 $F(\omega)$ は次の式で示される。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

ここで、 $\omega = 2\pi f$ で、 j は虚数単位を示すものとする。この式を用いてフーリエ変換の基本的な性質について考えてみよう。

- (1) $f_1(t)$ 、 $f_2(t)$ のフーリエ変換をそれぞれ $F_1(\omega)$ 、 $F_2(\omega)$ とし、 a_1 、 a_2 を実定数とする。このとき、 $a_1 f_1(t) + a_2 f_2(t)$ のフーリエ変換を求め、 $F_1(\omega)$ 、 $F_2(\omega)$ を用いて結果を表しなさい。
- (2) 上記(1)の意味することを言葉で説明しなさい。
- (3) $f(t)$ のフーリエ変換を $F(\omega)$ とし、 a を正の実定数とする ($a > 0$)。このとき、 $f(at)$ のフーリエ変換を求め、 $F(\omega)$ を用いて結果を表しなさい。
- (4) 上記(3)において、 $f(at)$ のフーリエ変換のスペクトルは元の $f(t)$ のフーリエ変換のスペクトルの形状に比べてどのような違いがあるか説明しなさい。必要に応じて図により示してもよい。ただし、 $0 < a < 1$ の場合と $a > 1$ の場合に分けて説明すること。

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。(それぞれ別の解答用紙に記入すること)

機械材料・強度学

- I. 欠陥の長さが板幅に比較して十分に小さい中央貫通き裂を有する平板の問題を考える。き裂の長さを $2a$, 平板の引張り公称応力を σ とする。き裂先端の応力拡大係数 K_I は $K_I = \sigma \sqrt{\pi a}$ で表されるとして、以下の問いに答えなさい。
- (1) 板の中央に長さ 20 mm の貫通き裂が発見された。この板の破壊靱性値が $K_{Ic} = 25 \text{MPa m}^{1/2}$ であるとき、板の引張り破壊応力を求めなさい。ただし、 $\sqrt{\pi} = 1.77$ とする。
- (2) この板が繰り返し完全片振り応力を受けるとき、疲労き裂進展の下限界値 $\Delta K_{th} = 6 \text{MPa m}^{1/2}$ として、疲労き裂が進展を開始する応力振幅を求めなさい。
- II. 単結晶におけるせん断応力 τ とシュミットの法則について説明しなさい。なお、円形単結晶の断面積を S , 引張り荷重を F , 引張り軸とすべり面の法線の角度を ϕ , 引張り軸とすべり方向のなす角を λ とする。
- III. 高温機器の設計において長時間クリープ強度外挿法のうちで、最も良く用いられる方法がラーソン・ミラー (Larson-Miller) 法である。絶対温度を T , 破断時間を t , 材料定数を C として、ラーソン・ミラーパラメータを説明しなさい。

材料力学

図1に示すようにピン接合されたトラス構造が鉛直な壁に支持されている。点Aに鉛直荷重 $W=100\text{ N}$ が加わったときの部材 AB および AC に生じる図示の方向の軸力をそれぞれ S および T とするとき、次の問いに答えなさい。ただし、 $\angle BAC=30^\circ$ 、 $\angle ABC=90^\circ$ とし、 $\sqrt{3}=1.73$ とする。

- (1) 点Aにおける水平方向および鉛直方向の力のつりあい方程式を示しなさい。
- (2) 軸力 S および T の値を求めなさい。
- (3) 軸力 S および T がそれぞれ引張りであるか、圧縮であるか答えなさい。

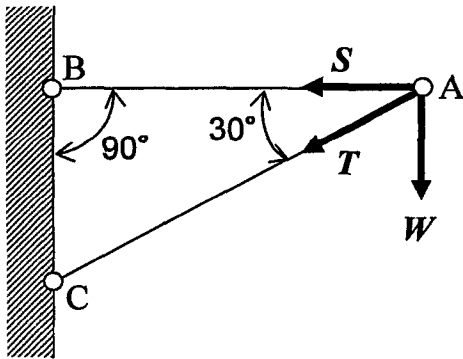


図1

熱力学

図1の p - v 線図に示すように、 $1 \rightarrow 2$ 及び $3 \rightarrow 4$ の断熱過程と $2 \rightarrow 3$ の等圧過程、 $4 \rightarrow 1$ の等積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 、定圧比熱を C_p 、比熱比を κ 、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) このサイクルの名称を答えなさい。
- (2) このガスサイクルによってなされる単位質量あたりの仕事を計算しなさい。
- (3) このガスサイクルの熱効率 η を比熱比 κ と温度 T を用いて表しなさい。
- (4) 熱効率 η を縮切比 $\sigma = v_3 / v_2$ 、圧縮比 $\varepsilon = v_1 / v_2$ 、比熱比 κ を用いて表しなさい。
- (5) このガスサイクルの熱効率を向上させるための方法を説明しなさい。

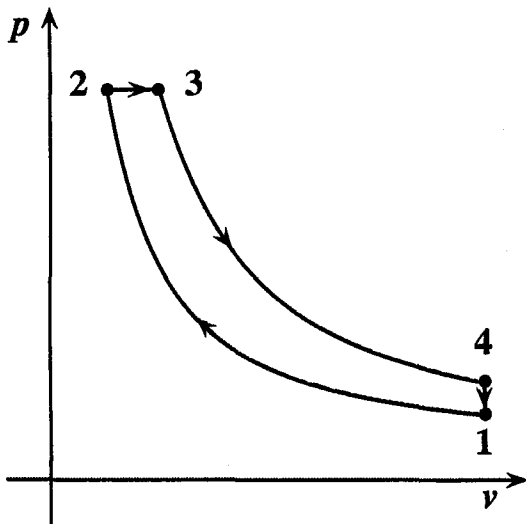


図1

流体工学

- I. 水が流速 12m/s で水平におかれた半径 15mm の円管から半径 30mm の円管に急拡大する。細い方の円管の圧力が 0.15MPa のとき、拡大後の流速、レイノルズ数、質量流量、圧力の各々を求めなさい。ただし、管摩擦および管の拡大による損失は無視し、水の動粘度は $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 、水の密度は 1000kg/m^3 、円周率は π を用いなさい。
- II. 圧力 40.5kPa の水を消火ホースの先端の穴(直径 40mm)から鉛直上向きに流出させ、圧力ヘッドが全部速度ヘッドに変わったとする。流出口や空気などの抵抗を無視し、そのときのホース先端の水の速度、およびどのぐらいの高さまで水が吹き上がるかを求めなさい。
- III. 次の各問いに答えなさい。
- (1) 水柱 10mm を Pa の単位で表しなさい。
 - (2) 標準大気でゲージ圧 2.0 atm の気体の圧力を、 MPa の単位を用いて、ゲージ圧と絶対圧で表しなさい。
 - (3) 密度が 800 kg/m^3 、動粘度 $2.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ の油の粘度を単位も含めて表しなさい。ただし、単位には Pa を含めたものを用いること。

機械力学

図1に、組み合わせばねから構成される1自由度の不減衰系を示す。ばね定数 $k = 200 \text{ N/m}$ 、質量 $m = 20 \text{ kg}$ のとき、以下の問いに答えなさい。ただし、 t は時間、 $x(t)$ はつりあ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) この系の自由振動の固有角振動数 ω_0 [rad/s]、固有振動数 f_0 [Hz]、周期 T [s] を求めなさい。ただし、円周率 $\pi = 3.14$ とする。
- (4) 自由振動の初期条件 ($t = 0$ のときの変位と速度) を初期変位 x_0 、初期速度 v_0 とするとき、 x_0 と v_0 を使用して振動変位の式 $x(t)$ を求めなさい。
- (5) 初期条件が、 $t = 0$ で初期変位 10 cm 、初期速度 $v_0 = 0 \text{ cm/s}$ のとき、振動変位 $x(t)$ を $t = 0$ から2周期分について図示しなさい。

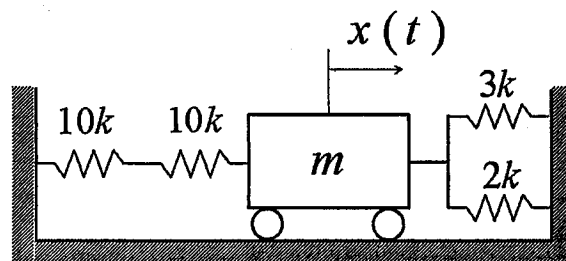


図 1

制御工学

I. 次の伝達関数 $G(s)$ で表される系について、ステップ応答 $y(t)$ を求めなさい。

$$G(s) = \frac{s+2}{s^2+2s+2}$$

[参考：ラプラス変換]

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

II. 図1に示すグラフについて、以下の問いに答えなさい。

- (1) 安定性を判別するこの図の名称を答えなさい。
- (2) 曲線Aは何を表し、どのように描くのか答えなさい。
- (3) 下記の値を図から読み取りなさい。
 - ① ゲイン余有
 - ② 位相余有
 - ③ ピークゲイン
 - ④ ゲイン交点(交さ)周波数
 - ⑤ ピーク周波数

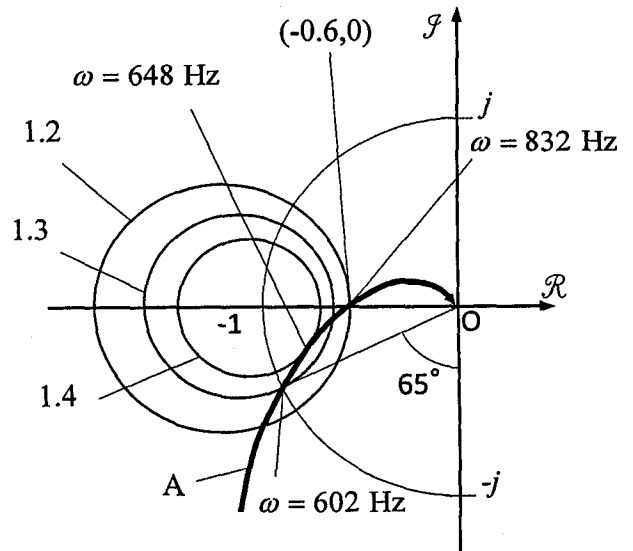


図1

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、解答する問題を必ず記入した上で解答しなさい。

問題1 [無機・無機材料系1]

- I なぜ希ガス元素のNeが2原子分子をつくらないのかを Ne_2 分子のエネルギー準位図を書いて、説明しなさい。ただし、Neの2sと2p軌道の軌道ポテンシャルエネルギーをそれぞれ -49eV 、 -22eV としなさい。
- II $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ イオンは正八面体型の高スピン錯体である。 $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ イオンの電子配置 $[(e_g)^x(t_{2g})^y]$ および不対電子の数を決定し、配位子場安定化エネルギーを配位子場分裂パラメーター Δ_o を用いて求めなさい。ただし、Feの原子番号Zは26である。

問題2 [無機・無機材料系2]

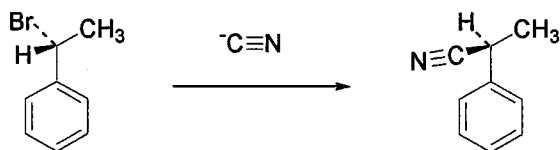
- I セラミックスの焼結方法を1つ挙げ、その特徴と工程について説明しなさい。また、一般に粒子間で焼結が進行する理由について述べなさい。
- II 圧力が一定の条件における2成分系の相図のうち、共晶反応と包晶反応の両方を含む相図を描き、共晶温度と包晶温度を示しなさい。また、包晶反応が起こっているときの組織を図示しなさい。

問題 3 [有機・高分子系 1]

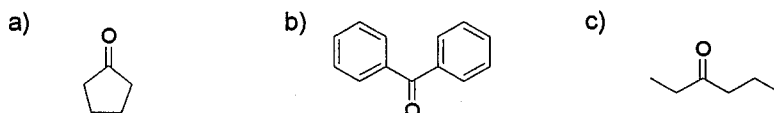
I エーテルを合成する一般的な方法である Williamson 合成を用いて、次の化合物を合成する反応式を書きなさい。

- (a) メチルイソプロピルエーテル (b) アニソール (メチルフェニルエーテル)

II (*R*)-1-ブロモ-1-フェニルエタンにシアン化物イオン (CN⁻) を反応させると、不斉炭素原子の立体配置が反転した(*S*)-2-フェニルプロパンニトリルが生成した。このような反転が起こる理由について、反応機構を図で示すとともに 50 字程度で説明しなさい。



III Grignard 試薬は、炭素-炭素結合を作るための試薬として有名である。まず、Grignard 試薬の一般的な作り方について説明しなさい。さらに、次の化合物 a), b)および c) に対する臭化メチルマグネシウムの付加で得られる生成物をそれぞれ書きなさい。なお、不斉炭素原子をもつ生成物ができる場合は、その 2 つの鏡像体の構造を書きなさい。



問題4 [有機・高分子系2]

- I ポリビニルアルコールについて次の問いに答えなさい。
- (1) ポリビニルアルコールはポリ酢酸ビニルをけん化して得られる。その反応式を書きなさい。
 - (2) ポリビニルアルコールは親水基が多く水溶性であり、繊維などの原料としては使用できない。水溶性を下げるためにはホルマー化が行われる。その反応式を書きなさい。
- II ポリアクリロニトリルについて次の問いに答えなさい。
- (1) ポリアクリロニトリルの構造式を書きなさい。
 - (2) ポリアクリロニトリルのアニオン重合で、末端アニオンが自己停止反応で環化する反応式を書きなさい。
 - (3) ポリアクリロニトリルは炭素繊維の原料として用いられる。炭素繊維を生成する反応式を書きなさい。

問題5 [分析・物理化学系1]

- I Brønsted 酸および塩基、Lewis 酸および塩基の定義を書き、それぞれについての代表的な例となる化合物を一つずつ示しなさい。
- II 光吸収の最も基本的な公式であるランベルト - ベールの式を書き、それぞれの記号について説明しなさい。
- III 次の7種の電磁波(光)を高エネルギー(短波長)の順に並べ替えなさい。また、それぞれの電磁波が分析試料に照射されたとき、試料中の原子または分子において起こる主な現象とそこから得られる分析情報を示しなさい。ただし、ラジオ波とマイクロ波については、試料が強い磁場中にあるものとする。

ラジオ波・可視光・ γ 線・マイクロ波・X線・紫外線・赤外線

問題 6 [分析・物理化学系 2]

- I 完全気体 (理想気体) の等温体積変化に伴うモルギブズエネルギー変化 ΔG_m を下記の手順にしたがって求めた。以下の各問いに答えなさい。気体定数は $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- (1) ΔG_m をモルエンタルピー変化 ΔH_m 、温度 T 、およびモルエントロピー変化 ΔS_m を用いて表しなさい。
 - (2) ΔH_m をモル内部エネルギー変化 ΔU_m ならびに圧力 P とモル体積 V_m の積の変化 $\Delta(PV_m)$ で表しなさい。
 - (3) 温度 T においてモル体積が $V_{m,1}$ から $V_{m,2}$ に変化したとき、 ΔH_m を求めなさい。
 - (4) 温度 T においてモル体積が $V_{m,1}$ から $V_{m,2}$ に変化したとき、 ΔS_m を表す式を求めなさい。
 - (5) 以上の結果から、モル体積が $V_{m,1}$ から $V_{m,2}$ に変化したとき、 ΔG_m を表す式を求めなさい。
 - (6) 温度 300 K において、1.0 mol の完全気体の体積を 10 dm^3 から 20 dm^3 に膨張させたときの ΔG_m を計算しなさい。必要なら $\ln 2 = 0.693$ を用いなさい。

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 枚を使用しなさい。

I 洪積世に存在したある島でマンモスを主食とする種族が集団生活をしていた。この島では冬を越すために一人当たり食料として三頭のマンモスを、越冬前に捕獲する必要がある。もし、一人当たり三頭取れなかった場合、年齢の若い順に三頭ずつ割り当てるが、三頭の割り当てが得られなかった者は越冬できず、翌年に生存していないものとする。また、絶滅を防ぐため、島内のマンモスは総数の二分の一以上捕獲しないというルールを設けている。

島の人口は、毎年、越冬した人数の 1.2 倍に増加するが、マンモスの頭数は越冬した頭数 N の値により次の式で翌年の頭数が決まる。

a. $0 \leq N \leq 999 \Rightarrow 0$ (絶滅)

b. $1000 \leq N \leq 15000 \Rightarrow (6 - \frac{N}{3000}) \times N$ 頭

c. $15001 \leq N \Rightarrow 15000$ (島のマンモス生息数の最大は 15000 頭)

この島で、ある基準年(0 年とする)の越冬前に島民が 1000 人、マンモスが 10000 頭存在したとする。この時、 x 回の越冬後の島民数を返す C の関数もしくは Java のメソッド

```
int human(int x)
```

と、 x 回の越冬後のマンモスの頭数を返す関数もしくはメソッド

```
int mammoth (int x)
```

を作成しなさい。

(注 1). 捕獲されたマンモス以外はすべて越冬できるものとする

(注 2). マンモス三頭を得られた島民はすべて越冬できるものとする

(注 3). 計算において、少数以下は切り捨てとする

(注 4). 変数の型変換は正確に行うこと

II 下記の設問から3問選択して説明しなさい。

(1) TCP/IPにおいて、トランスポート層プロトコルのPDUが2300バイトの場合、それが、A, B, Cのサブネットを通過して宛先まで行く場合、最終的にいくつのIPパケットになってたどり着くかを調べなさい。ただし、IPパケットは24バイト長のヘッダを持つと考える。また、A, B, CのMTUは、それぞれ、1500, 256, 2000バイトとする。

(2) データ伝送における誤り検出方式としての、垂直パリティ方式、水平パリティ方式について説明しなさい。なお、下記7ビットを単位とするビット列を伝送するものとし、偶数パリティをセットしなさい。

データ (1000011) (0001110) (1010011) (1001010) (1001000)

(3) ネットワーク構成において、網状構成と星状構成、それぞれの長所と短所を説明しなさい。

(4) SSHやTelnetを実行する場合、Nagelアルゴリズムを無効にすることができる。その理由を説明しなさい。

(5) RTP/RTCPが提供するエンド・エンドQoS制御技術を簡潔に説明しなさい。

(6) イーサネットARPの機能について簡潔に説明しなさい。

- III
- (1) コンピュータにより大規模なデータを扱う様々なアプリケーションにおいては、データベース管理システムを介したデータベースを用いることが多い。このことが、コンピュータで単にファイル中のデータを利用するだけの場合に比べて持つ利点について簡潔に述べなさい。
- (2) 実体-関連モデル (E-R モデル) を用いて、商店における顧客と商品に関する、実体-関連図を描きなさい。ただし、商品、顧客をそれぞれ実体、受注を関連とし、商品に関しては商品番号、価格を、顧客に関しては顧客番号、氏名、住所を、受注に関しては受注番号、数量をそれぞれの属性とする。また図中、主キーにはアンダーラインを引きなさい。

- IV 小問 (a) 次式で表される信号 $x(t)$ のフーリエ変換 $X(j\omega)$ を求めなさい。

$$x(t) = e^{-at}u(t), \quad a > 0$$

なお、 $u(t)$ は、次式で定義されるステップ関数である。

$$u(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

- 小問 (b) 入力信号 $x(t)$ と出力信号 $y(t)$ との関係が、次式の微分方程式で記述される線形システムについて、その周波数応答 $H(j\omega)$ およびインパルス応答 $h(t)$ を求めなさい。

$$\frac{d}{dt}y(t) + ay(t) = x(t), \quad a > 0$$

注意 小問 (a) および小問 (b) におけるフーリエ変換は、次式を用いること。

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega)e^{j\omega t} d\omega$$

- V 論理型プログラミング言語 Prolog によるプログラムの宣言的意味と手続き的意味について説明しなさい。

専門 II (環境ソリューション工学専攻)

以下の大問 I～X 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 人は自然生態系や土地を改変し暮らしてきた。そのような場所にもさまざまな生物が住みついてきたが、近代になって、あるいは近年、そこを人が改めて改変したり、管理手法を変えたことによって、そこに住みついてきた生物が住みづらくなったり、新たな生物が住みつくような現象が起こっている。下記の A～H は、このような自然と人とのかかわりが深いと考えられる事例の組み合わせである。

- A. 河川と河川横断構造物
- B. 河川と護岸
- C. ため池と池干し
- D. 里山と薪(まき)や炭づくり
- E. 宅地と住宅や庭の構造
- F. 草原と火入れ
- G. 水田と圃場整備
- H. 水路と藻とり

これら A～H の事例から 2 つを取り上げ、以下の問い(1～3)に答えなさい。なお、選択した 2 つの事象の記号を明記すること。

- (1) かつて、人が自然生態系や土地をどのように改変(あるいは利用・管理)し、そこにどのような生物が住みついてきたと考えられるか。
- (2) 近代あるいは近年になって、その場所が改めてどのように改変されたか、あるいは利用や管理のしかたがどのように変わったか。これによってそこに住んでいた生物がどのような影響を受けたと考えられるか。
- (3) 近代あるいは近年になって行われた人の改変や利用・管理手法の変化がその場所に住みついてきた生物に影響を与えたことを証明するためには、どのような生態学的調査を行えばよいか。

II 大気環境の調査、予測を行う方法として、野外観測、室内実験、計算がある。それぞれの内容と長所、短所について説明しなさい。

Ⅲ 以下の問い（1～4）にそれぞれ100字程度で答えなさい。

- (1) 拡大生産者責任とは何か。なぜその責任原則を設ける必要があるのか説明しなさい。
- (2) 都市ごみ焼却処理における排ガス中ダイオキシン対策（発生抑制、除去技術など）について説明しなさい。
- (3) ゼロエミッションの考え方について説明しなさい。
- (4) ライフサイクルアセスメント(LCA)の考え方、算出法の概要を説明しなさい。

Ⅳ よく知られた諺に「風が吹けば桶屋が儲かる」がある。風が吹けば埃が立つ、眼に入る、眼の不自由な人が増える、音曲の道を志し三味線を習う、三味線の需要が増える、三味線の胴に張るネコの皮の需要が増える、ネコが減る、ネズミが増える、ネズミが桶を齧る、桶の需要が増えて桶屋が儲かる、と数々の事象が連鎖的に連なり、因果関係が無いように思える事象に関係性が生じることを喩えている。この喩えに関連して、以下の問い（1～3）に答えなさい。

- (1) 上の諺を参考にして、生物どうしの関わり合いの中に見られる「間接効果」を説明しなさい。
- (2) 「家にノミが出ると南極のペンギンの子供の数が減る」という関係を、「DDT」「カルシウム代謝」「生物濃縮」の3つの用語を用いて解説しなさい。
- (3) 「風が吹けば桶屋が儲かる」に倣って、「シカが増えれば～」の諺をつくり、因果関係の連鎖を説明しなさい。ただし、3つ以上の因果関係を含めること。

Ⅴ 以下の問い（1～2）に答えなさい。

- (1) 世界中の植物と動物は、生育地において常に環境ストレスを経験している。その場所における生物の成長や生存は、このようなさまざまなストレスに適応できるかどうか大きく依存している。温度（低温、高温）や水（乾燥、冠水）というストレス要因において、陸上動物と植物はどのように適応しているか、それぞれ例を2つずつ挙げながら、説明しなさい。
- (2) 大気中の二酸化炭素濃度が現在の2倍に増加したとすると、植物の活動や分布はどのように変化すると予想されるか。根拠とともに記述しなさい。

VI 被食者である種 R、そしてその捕食者である種 C の個体群動態を微分方程式によって記述した以下の数理モデルがある：

$$\frac{dN_R}{dt} = r_R N_R \left(1 - \frac{N_R}{K}\right) - a_{RC} N_R N_C \quad (1A)$$

$$\frac{dN_C}{dt} = a_{CR} N_R N_C - m_C N_C \quad (1B)$$

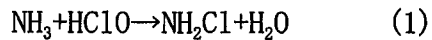
ここで N_i は種 i の個体群密度、 $r_R (> 0)$ は種 R の内的自然増加率、 $K (> 0)$ は被食者 R の環境収容力、 $a_{ij} (> 0)$ は種 j から種 i への種間相互作用の効果、 $m_C (> 0)$ は種 C の死亡率を表しているとして、以下の問い (1～3) に答えなさい。

- (1) 種 C が存在せず ($N_C = 0$)、種 R のみが存在するとしよう。このとき、種 R の増殖モデルは一般に何と呼ばれるか答えなさい。
- (2) このシステムの平衡状態をすべて求めなさい。さらに、平衡状態において種 R と種 C が安定に共存するための条件を表しなさい。 K 、 a_{RC} 、 a_{CR} 、 m_C を必要に応じて用いること。
- (3) 種 R の内的自然増加率 r_R を増やすことで種 R の個体数を増やしたいと考えているが、この試みは成功するだろうか。この数理モデルの振る舞いに基づいて、①種 R のみが存在する場合・②両者が共存する場合の両方について、あなたの考えを論じなさい。

VII 以下の問い (1～3) に答えなさい。

- (1) 好気状態、無酸素状態、嫌気状態、それぞれについて、酸素の点から違いを説明しなさい。
- (2) エネルギー獲得反応における最終電子受容体の観点から、嫌気呼吸を説明しなさい。
- (3) 水系感染症と微生物との関連に関する以下の問い (①～②) に答えなさい。
 - ① 水系感染症とは、どのような病気を指すか、その説明をしなさい。
 - ② クリプトスポリジウムは、水系感染症の観点から注目されている。その理由を少なくとも 2 つ挙げ、それらについて説明しなさい。

VIII アンモニアを含む水を次亜塩素酸により塩素消毒すると以下の反応でモノクロラミン (NH_2Cl)、ジクロラミン (NHCl_2) が生成する。



今、アンモニアを 0.0400 mmol/L 含む水道原水に次亜塩素酸を 0.0500 mmol/L 加え、一定時間消毒したところ、 NH_3 : 0.0050 mmol/L、 NHCl_2 : 0.0100 mmol/L となった。以下の問い (1~3) に答えなさい。

- (1) NH_3 、 HClO の反応率を求めなさい。
- (2) NH_3 、 HClO の反応(1)の選択率を求めなさい。
- (3) 反応後の HClO 、 NH_2Cl の濃度を求めなさい。

IX 下水・廃水の生物学的な処理方法として、一般に広く用いられている処理方法には、好氣的な処理方法と嫌氣的な処理方法がある。好氣的な処理方法には、水中に浮遊している微生物を利用するものと、媒体に固着している生物膜を利用するものがある。代表的な生物学的下水・廃水処理方法として、浮遊微生物を利用する処理方法を1種類、生物膜による処理方法を2種類挙げて、その処理方法の概要をそれぞれ200字程度で説明しなさい。また、代表的な嫌氣的な処理方法を1種類挙げ、200字程度で説明しなさい (いずれの場合も図は用いないこと)。

X 琵琶湖沿岸帯の転石域に、主に付着性藻類を摂食する底生魚類が2種生息しているとする。この2種が餌をめぐる競争関係にあるか否かを検証するには、どのような研究をするとよいか。2年間の研究計画を提案しなさい。ただし、両種の定量採集はコドラート法によって容易に行えるものとし、費用や労力は度外視して構わない。計画に用いる方法は、できるだけ詳細に記述し、その方法を採用する利点も説明しなさい。