

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きなさい。解答用紙は 1 題につき 1 枚を使用しなさい。

I 微分方程式

$$\begin{cases} x \frac{dy}{dx} = (\alpha + \beta x)y, & (x > 0) \\ y(1) = y_0 \end{cases}$$

の解 $y(x)$ を考える。 α, β は定数とする。

(1) y を求めなさい。

(2) $\alpha \geq 0$ のとき、 $\lim_{x \rightarrow +0} y(x)$ を求めなさい。

II 複素数 $z = x + yi$ (x, y は実数) に対し、正則関数 $f(z)$ を考える。 $f(z)$ の実部と虚部をそれぞれ u, v の関数とし、 $u(x, y), v(x, y)$ とおく。

(1) $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ とするとき、

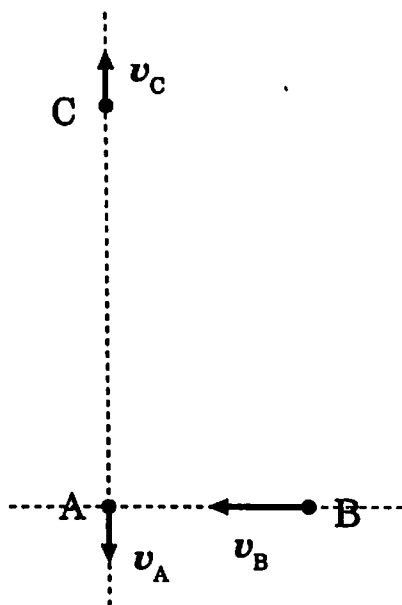
$$\Delta u = 0, \quad \Delta v = 0$$

を示しなさい。

(2) $|f(z)|^2$ が定数となるならば、 $f(z)$ は定数関数であることを示しなさい。

Ⅲ 下図には平面上を運動する3つの質点 A, B, C のある時刻の配置とそれぞれの速度ベクトルが描かれている。それぞれの質点の質量は $m_A = m_B = 1$, $m_C = 3$ である。AB 間の距離は 1, AC 間の距離は 2 であり、線分 AB と AC は直交している。速度ベクトルの大きさはそれぞれ $|v_A| = 1$, $|v_B| = 2$, $|v_C| = 1$ である。適当に座標系を設定し、その座標系に対して以下に答えなさい。

- (1) この時刻の 3 質点の重心 (質量中心) の座標を求めなさい。
- (2) この時刻の 3 質点の重心の速度を求めなさい。
- (3) この時刻の 3 質点の重心の回りの全角運動量を求めなさい。



IV 平面上で定義されたベクトル場 $V(x, y) = (x - y, y - x)$ を考える.

- (1) $\nabla f(x, y) = V(x, y)$ となるスカラー場 $f(x, y)$ をひとつ求めなさい.
- (2) 図1の線分 C_1 を積分路とする線積分 $I_1 = \int_{C_1} V \cdot dr$ を求めなさい. ただし, 積分路の始点は $(3, 0)$, 終点は $(0, 2)$ である.
- (3) 図2の円弧 C_2 を積分路とする線積分 $I_2 = \int_{C_2} V \cdot dr$ を求めなさい. ただし, 円弧の中心は原点, 積分路の始点は $(-4, 0)$, 終点は $(-\sqrt{8}, +\sqrt{8})$ である.

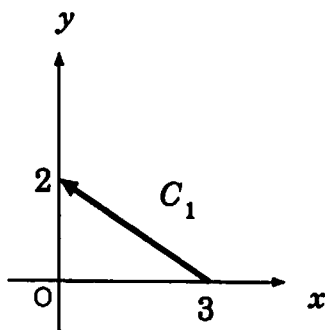


図 1

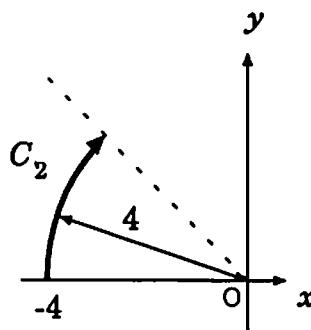


図 2

V 命令用とデータ用に独立したキャッシュを備えたプロセッサ (CPU) がある。このプロセッサのクロック周波数は 100MHz であり、キャッシュミスが起きない限り、すべての命令を 2 クロックサイクルで実行できる。一方、命令のフェッチでもデータへのアクセスでも、キャッシュがミスヒットすると、それぞれメモリアクセスのために 10 クロックサイクルが余分に必要となる。このプロセッサで次の表に示されたプログラムを実行するとして、以下の問いに答えなさい。ただし、これらのプログラムの実行に対する他のプロセスからの影響は考えなくてよい。

プログラム	実行される命令の総数	備考
A	8.0×10^6	メモリ上のデータへのアクセスを伴う命令を全く含まない
B	2.0×10^7	実行される命令のちょうど半分がメモリ上のデータに 1 回アクセスするロード・ストア命令で、残りの半分はメモリアクセスを伴わない命令

- (1) キャッシュが常にヒットする理想的な条件の下で、プログラム A の実行に要する CPU 時間を求めなさい。
- (2) 実際にプログラム A を実行して CPU 時間を測定すると、0.20 秒となった。このときの命令キャッシュのヒット率を求めなさい。
- (3) プログラム B を実行したときの命令キャッシュのヒット率が 90%、データキャッシュのヒット率が 80% であるとして、プログラム B の実行に要する CPU 時間を求めなさい。

VI 英文を入力すると、それぞれの単語 (スペースあるいは改行文字で区切られた部分) ごとに、文字を逆順に出力するプログラムを、C, Java, Pascal, Fortran のいずれかのプログラミング言語を用いて書きなさい。例えば、「This is a pen.」という入力に対して、このプログラムは「sihT si a .nep」を出力する。入力される行の長さは 100 文字未満であるとしてよい。

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)

図のような損失のない分布定数線路について以下の問いに答えなさい。

- (1) 電圧, 電流が式(1)を満たすときその解が式(2)で与えられることを示しなさい。ただし L , C はそれぞれ単位長さあたりのインダクタンス, 容量,

$\beta = \omega\sqrt{LC}$, $Z_0 = \sqrt{L/C}$ である。

$$\frac{dV}{dz} + j\omega LI = 0, \quad \frac{dI}{dz} + j\omega CV = 0 \quad (1)$$

$$V = Ae^{-j\beta z} + Be^{j\beta z}, \quad I = \frac{1}{Z_0}(Ae^{-j\beta z} - Be^{j\beta z}) \quad (2)$$

- (2) 電圧を与える式(2)において第1項と第2項の比は(電圧)反射係数と呼ばれ, $\Gamma(z)$ と書かれる。負荷の点における電圧と電流の比, インピーダンスは

$$Z(l) = Z_0 \frac{1 + \Gamma(l)}{1 - \Gamma(l)}$$

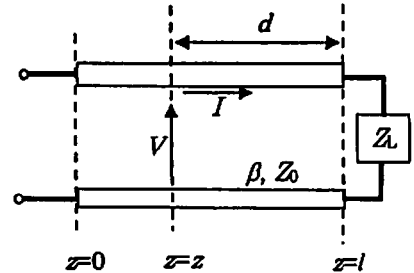
となることを示しなさい。

- (3) 上の $Z(l)$ は負荷のインピーダンス Z_L に等しいことを用いて, 負荷から距離 d だけ離れた点のインピーダンスは

$$Z(d) = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta d}{Z_0 + jZ_L \tan \beta d}$$

となることを示しなさい。但し $d = l - z$ である。

- (4) 終端負荷として開放端の条件を与えると負荷から d だけ離れた点のインピーダンスはどうなるか。実数部と虚数部を d の関数として図示しなさい。



II (電子工学)

- (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_f (フェルミエネルギー)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_f をその図に示しなさい。
- (3) p⁺np バイポーラトランジスタの、電圧を印加していないときの、エネルギーバンドの図を書きなさい。
- (4) p⁺np バイポーラトランジスタの、エミッタとベース間に順バイアス、ベースとコレクタ間に逆バイアスを印加しているときの、エネルギーバンドの図を書きなさい。さらに、これらのエネルギーバンドの図にもとづいて、p⁺np バイポーラトランジスタの動作を説明しなさい。

III (通信工学)

ARQ (Automatic Retransmission reQuest : 誤り検出再送要求方式) は、

- (1) ストップアンドウェイト (Stop and Wait) 方式
 - (2) ゴーバック N (Go-back-N) 方式
 - (3) 選択リピート (Selective Repeat) 方式
- に分類される。それぞれについて説明しなさい。

IV (情報工学)

k 進法で表現された数を上位桁から入力するとしたとき、入力された数が m の倍数であるもののみを受理する有限オートマトンを求めなさい。ここに、k、m は正の整数とします。

V (計算機工学)

2つの入力一致したときは出力が1、一致しないときは0になる論理回路を一致回路という。このような回路を構成したい。2つの入力を論理変数 A、B、出力を論理変数 Y で表すとする。

- (1) この回路の動作を真理値表を描いて示しなさい。
- (2) 真理値表から出力 Y を論理式で示しなさい。
- (3) この回路を構成し、回路図を具体的に描きなさい。

VI (応用数学)

M字形フィルター関数の逆フーリエ変換を、(1)から(5)の小問に答えることによって、簡単に求めよう。なお、小問(1)から(4)は、それぞれ単独に解くことができる。

まず最初に、図1左のグラフで表されるフィルター関数 $W(f)$ の逆フーリエ変換、すなわち空間応答関数 $w(x)$ を求めるに先立って、 $W(f)$ が幅 $2a$ の矩形関数 $R_a(f)$ と三角屋根関数 $S_a(f)$ の差で表されることに注目しよう。

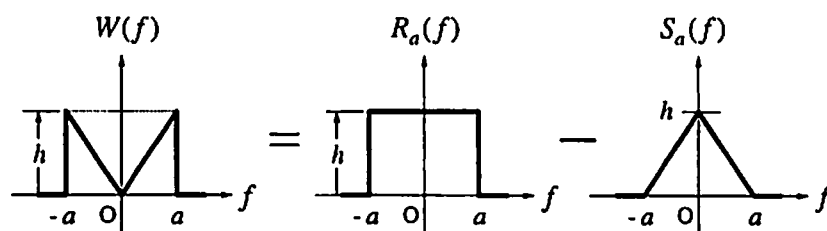


図1. M字形フィルター関数の矩形関数と三角屋根関数からの合成

- (1) さて、フーリエ変換の線型性とはどのような性質か簡単に述べなさい。
- (2) それでは、高さが h で幅が $2a$ の矩形関数 $R_a(f)$ の逆フーリエ変換 $r_a(x)$ を求めなさい。

次に、図2に示すように、高さが p で幅が $2q$ である同じ形の2個の矩形関数 $R_q(f)$ どうしの畳み込み積分で、高さが h で幅が $2a$ の三角屋根関数 $S_a(f)$ がつくられることに注目しよう。

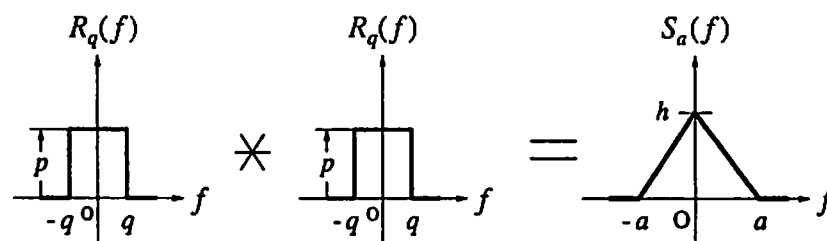


図2. 同じ矩形関数の畳み込み積分による三角屋根関数の生成

- (3) 図2で示される関係から、 p と q を a と h で表しなさい。
- (4) さて、一般に2個の関数 $G_1(f)$ と $G_2(f)$ の畳み込み積分の逆フーリエ変換が、それぞれの逆フーリエ変換 $g_1(x)$ と $g_2(x)$ の積に等しい。この性質を図2に示される関係に用いて、三角屋根関数 $S_a(f)$ の逆フーリエ変換 $s_a(x)$ を簡単に求めなさい。
- (5) これらの結果から、図1に示すフィルター関数 $W(f)$ の逆フーリエ変換、すなわち空間応答関数 $w(x)$ を求めなさい。

専門 II (機械システム工学専攻)

機械材料・強度学

以下の問いに答えなさい。

1. 構造用金属材料の代表的な結晶構造を3つ選んで、説明しなさい。
2. 鉄道車両用部品の疲労寿命を検討する為に、500 km 間を走行する時の応力測定を行って、下記の表の応力頻度分布を得た。この材料の引張り強さの規格値は 640 MPa である。疲労試験から S-N 線図は $N \sigma^{8.5} = 3.56 \times 10^{28}$ で表され、疲労限度は引張り強さの 50%であった。次の設問に答えなさい。
 - 1) D1～D5の値を求めなさい。
 - 2) MD1～MD5の値を求めなさい。
 - 3) マイナー則を使った時の累積損傷値 ΣD_i の値を求めなさい。
 - 4) 修正マイナー則を使った時の累積損傷値 ΣMD_i の値を求めなさい。
 - 5) この材料の疲労限度 σ_e を求めなさい。
 - 6) この部品のマイナー則を使って求めた疲労寿命 L (M) と修正マイナー則を使って求めた疲労寿命寿命 L (MM) を求めなさい。(尚、計算過程も記述すること)

σ (MPa)	頻度 n	破断繰返し数 N	マイナー則の損傷	修正マイナー則の損傷
400	2.00×10^3	2.71×10^6	D1	MD1
370	4.50×10^3	5.26×10^6	D2	MD2
350	1.45×10^4	8.45×10^6	D3	MD3
300	1.86×10^6	3.13×10^7	D4	MD4
250	9.50×10^6	1.47×10^8	D5	MD5
		累積損傷値	ΣD_i	ΣMD_i

材料力学

以下の問いに答えなさい。

1. ① から ③ に当てはまる式を答えなさい。

高さが h 、底面の一辺の長さが l の正四角錐体（ピラミッド型）の自重による頂点の縮み量（変位量）を求めたい。まず、図 1 のような正四角錐体の頂点から x の距離にある断面に働く圧縮力 P は、頂点から x の距離にある断面の一辺の長さを l' 、密度を ρ 、重力加速度の大きさを g とすると、

$$P = \text{①}$$

と表せる。よって、発生する応力 σ は、

$$\sigma = \text{②}$$

となる。したがって、自重による頂点の全縮み量 δ は、正四角錐体のヤング率を E とすると、

$$\delta = \text{③}$$

と求めることができる。

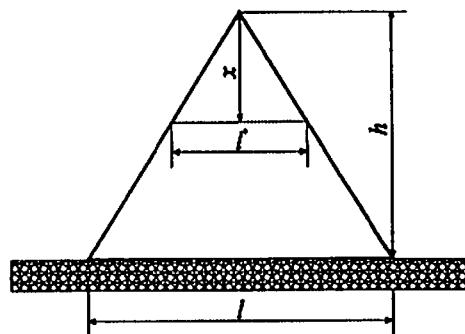


図 1

2. 図 2 に示すような、長さ l 、幅 b 、高さ h の長方形断面の両端支持ばりが、中央に集中荷重 W を受けるとき、はりの横断面には曲げモーメントとせん断力が働き、これによって曲げ応力とせん断応力が発生する。

(1) はりの横断面に発生する曲げ応力分布とせん断力分布の概略図を描きなさい。

(2) はりの長さ l が、はりの横断面の高さ h の 12 倍であるとき、はりに生ずる最大曲げ応力 $\sigma_{\max}$ とせん断力による最大せん断応力 $\tau_{\max}$ の比を求めなさい。

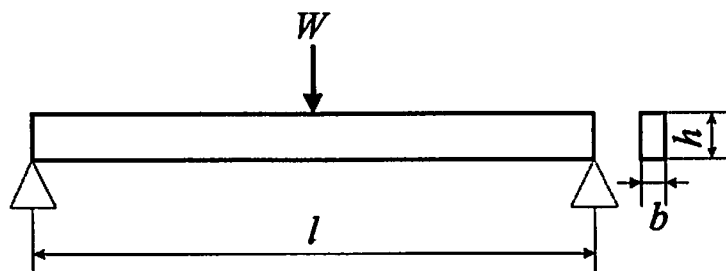


図 2

熱力学

以下の問に答えなさい。

1. 開いた系のエネルギーとエンタルピーを考える。

- (1) 内部エネルギーを U 、圧力を p 、体積を V とする。エンタルピー H の式を書きなさい。
- (2) 内部エネルギー U が変化しない条件で、質量 $m=2.0\text{ kg}$ のある物質が、圧力 $p_1=0.05\text{ MPa}$ 、体積 $V_1=6\text{ m}^3$ の状態から、圧力 $p_2=1.0\text{ MPa}$ 、体積 $V_2=0.4\text{ m}^3$ の状態に変化した。この時、比エンタルピーの変化量 Δh を計算しなさい。

2. カルノーサイクルの熱効率を上げることを考える。高温熱源の温度を ΔT だけ温度を上げる方法と、低温熱源の温度 T_L を ΔT だけ温度を下げる方法とを考える。同じ ΔT だけ温度を変化させるとして、どちらの方法の熱効率が良いかを、 T - s 線図を描き、効率の式から、考察しなさい。

3. ランキンサイクルを考える。構成要素として、圧縮機（ポンプ）を P、加熱器（ボイラ）を B、膨張器（タービン）を T、復水器（冷却器）を C、発電機を G で表すことにする。

- (1) ランキンサイクルの構成図を描きなさい。
- (2) ランキンサイクルの T - s 線図を描きなさい。
- (3) ランキンサイクルの h - s 線図を描きなさい。

流体力学

以下の各問いに答えなさい。なお、有効数字は3桁とする。

- ある断面から他の断面に流れている系において、損失ヘッドが ΔH [m] であるときのベルヌーイの式を圧力の単位で示しなさい。ただし、必要な記号は各自で定義した上で用いること。
- 水槽から図1に示すような管路系を使って放水する。水槽から出た水は、ベンドを通り、長さ $L=10$ [m]、内径 $D=100$ [mm] の管路を流速 $V=2$ [m/s] で流れてエルボで放出される。このときの管路系全体の損失ヘッド（全損失ヘッド）を求めなさい。ただし、管摩擦係数 λ は0.022、入口損失係数 ζ_1 は0.5、ベンド損失係数 ζ_2 は0.2、エルボ損失係数 ζ_3 は1.0、重力加速度は 9.8 [m/s²] とする。
- 直径 4 [cm] のノズルより噴出した噴流を直角に平板に当てたとき、 1000 [N] の力がかかった。このときの噴流の体積流量を求めなさい。ただし、円周率は π とし、解答は出来るだけ整理した根号（ルート）のままでよい。
- 図2のように内径が D [m] から d [m] に緩やかに変化する水平管内を水が流れているとき、内径 D [m] のところで水の流速が V [m/s] であるとすれば、図2における水銀面の高さの差 H [m] を求めなさい。ただし、水および水銀の密度をそれぞれ ρ 、 ρ' [kg/m³] とする。

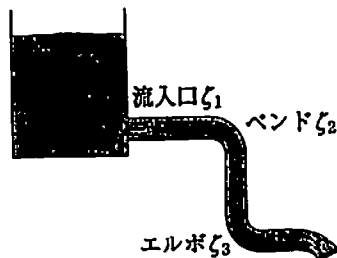


図1

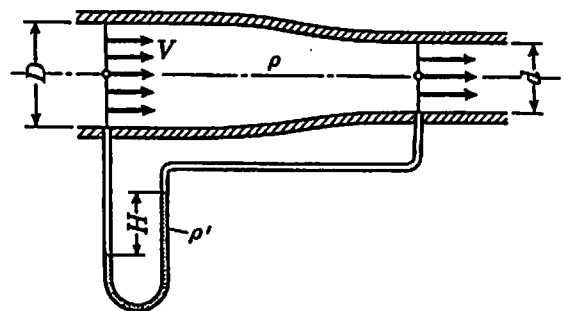


図2

機械力学

以下の問いに答えなさい。

図1のように、左端Oを単純支持された長さ b の軽い剛体棒の右端に質量 m の質点Mが取り付けられており、この棒は左端から a の距離にばね定数 k のバネで直角に支えられている。この剛体棒がつりあっている位置からO点を中心に微小な角度で回転振動しており、時計まわり方向の回転角を θ とする。

1. 質点Mの慣性力 F_m とばね結合点におけるばねの抵抗力 F_k を示しなさい。
ただし下向きの力を正とする。
2. この系のO点まわりのモーメント（時計まわり方向を正とする）のつりあい方程式を示しなさい。
3. 上式から質点Mの固有角振動数 ω を求めなさい。

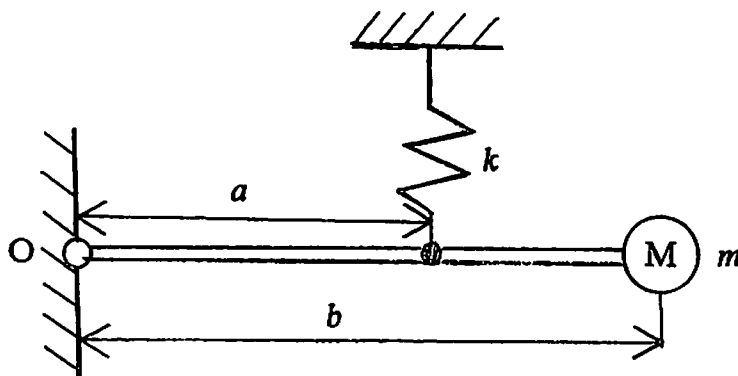


図1

制御工学

以下の問いに答えなさい。

1. 次の一巡伝達関数を持つ直結フィードバック系について、下記の小問に答えなさい。

$$G(s) = \frac{s+3}{s^2+5s+2}$$

- (1) 直結フィードバック系(フィードバックラインに制御要素を持たない)を組んだときの閉ループ伝達関数 $W(s)$ を求めなさい。
- (2) この直結フィードバック系のステップ応答(インディシャル応答)を求めなさい。ただし、ラプラス変換は $\mathcal{L}(u(t)) = \frac{1}{s}$ 、 $\mathcal{L}(e^{-at}) = \frac{1}{s+a}$ とする。
- (3) 制御系の型は何か答えなさい。また目標値に対し、型に対応した定常偏差を求めなさい。

2. 図1に示すベクトル軌跡について下記の小問に答えなさい。

- (1) 下記の値を図1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 位相交点周波数
- ⑤ 帯域幅

- (2) このシステムの安定判別を行い、その根拠と共に示しなさい。

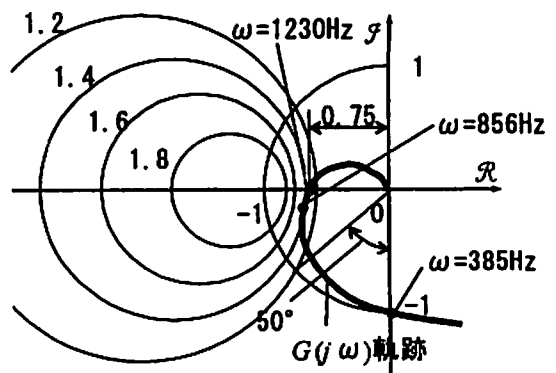


図1

専門 II (物質化学専攻)

次の6問のうち3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〔無機・材料系1〕

I 遷移金属錯体は磁性や色をもつことなど多くの特徴がある。これらは、3d 軌道の分裂と存在する不対電子の数などと密接に関連付けられる。結晶場理論の観点から、錯イオン $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ および $[\text{CoF}_6]^{3-}$ の3d 軌道の分裂の様子をそれぞれ図示し、両錯イオンの磁性を比較して議論しなさい。

II 次の語句について、それぞれ200字以内で説明しなさい。

- (1) 電子欠損分子
- (2) 18 電子則
- (3) キレート効果
- (4) ランタニド収縮

問題2〔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) 立方最密充填構造が N 個の等球から構成されるとき、四面体サイトと八面体サイトはそれぞれ何個できるか答えなさい。
- (2) 岩塩型構造の場合、塩化物イオンが立方最密充填構造をとるとき、ナトリウムイオンはどのサイトをどれだけ占めるか答えなさい。
- (3) 岩塩型構造の結晶の対称性から空間群を答えなさい。

II 2成分系の相図に関する次の問に答えなさい。

- (1) 共晶反応と包晶反応を含む相図をそれぞれ図示しなさい。
- (2) 冷却過程で共晶反応を経由するある組成を選び、共晶反応開始直前、共晶反応途中、共晶反応終了直後の3つの組織を図示しなさい。
- (3) 冷却過程で包晶反応を経由するある組成を選び、包晶反応開始直前、包晶反応途中、包晶反応終了直後の3つの組織を図示しなさい。

問題3 [有機・高分子系1]

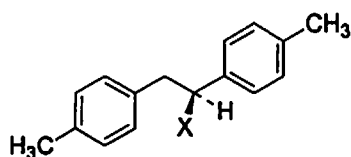
I 次の物質をモノニトロ化する際の主生成物を予想して答えなさい。

それらのうちで、どの物質がほぼ同じ反応条件の下で、ベンゼンのニトロ化反応よりも速く反応し、どれが遅く反応するか答えなさい。また、その理由についても答えなさい。

- | | |
|---------------|--------------|
| (a) ブロモベンゼン | (b) ベンゾニトリル |
| (c) 安息香酸 | (d) ニトロベンゼン |
| (e) ベンゼンスルホン酸 | (f) メトキシベンゼン |

II (a) 化合物1 (下図において $X=Cl$) をナトリウムメトキシドと反応させて得られる光学活性な生成物の構造式を、立体構造を含めて書きなさい。

(b) 化合物2 (下図において $X=I$) をメタノールと反応させた場合、(a)の場合と同じ生成物が得られるが、その光学活性は消失している。その理由について説明しなさい。



1: $X=Cl$

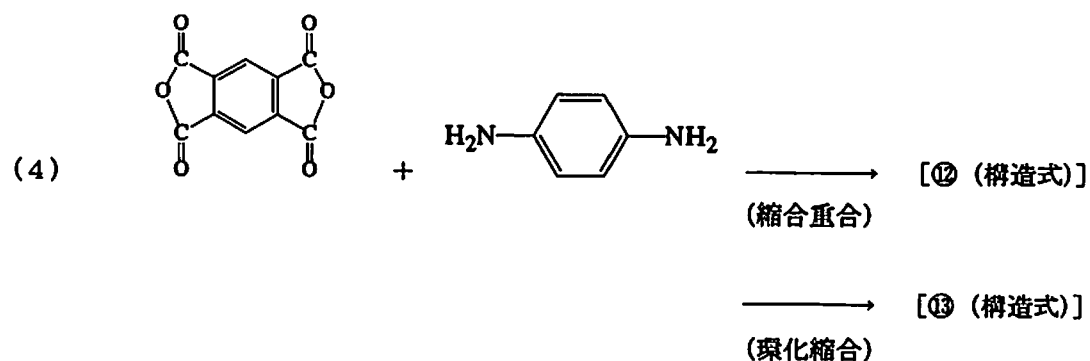
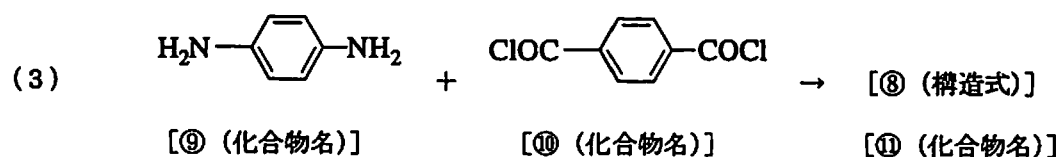
2: $X=I$

問題4 [有機・高分子系2]

I 次の空欄〔①〕～〔⑬〕に該当する構造式または化合物名を答えなさい。

(1) 〔① (化合物名)〕はヘキサメチレンジアミン〔② (構造式)〕とアジピン酸〔③ (構造式)〕の加熱による重縮合により得られる。試薬を〔④ (化合物名)〕〔⑤ (構造式)〕に代えると、開環重合より6-ナイロンが得られる。

(2) 代表的なエンジニアリングプラスチックであるポリカーボネート〔⑥ (構造式)〕は、ビスフェノールA〔⑦ (構造式)〕とホスゲンとの反応で合成される。



問題5 [分析・物理化学系1]

- I 弱酸である硫化水素を脱イオン水に溶解させ、それからその水溶液のpHを4.0および6.0にそれぞれ調製した。
どちらの水溶液の体積は等しく、溶解させた硫化水素の物質量は等しいとする。
それぞれの溶液中の $[S^{2-}]$ (S^{2-} イオンのモル濃度)を求めなさい。
ただし、硫化水素の水溶液中の初濃度を $[H_2S]_0$ 、逐次酸解離平衡定数をそれぞれ K_{a1} 、 K_{a2} ($K_{a1} \gg K_{a2}$)とする。
全平衡式、全平衡定数式および近似の条件などは必ず書き、 $[S^{2-}]$ を $[H_2S]_0$ 、 K_{a1} 、 K_{a2} などの記号を用いて表しなさい。
- II 次のそれぞれの機器分析法における類似点と相違点を簡潔に述べなさい。
(1) 吸光光度分析(紫外・可視吸収スペクトル)法と赤外吸収スペクトル法
(2) X線回折法と蛍光X線分析法
(3) 1H NMR法と ^{13}C NMR法

問題6 [分析・物理化学系2]

I アイススケートで氷上を滑れるのは、スケート靴のブレード（刃状の部分）によって圧力を加えられた氷が部分的に融解し、生じた水（液体）が潤滑剤の働きをするからだと言われている。今、体重 100 kg の人間が、接地面積 1 cm^2 のブレードのスケート靴を履いて氷上に片足で立ったとき、 -1°C の氷が融けるかどうかを検討しよう。

(1) 相図における氷と水（液体）の相境界の勾配 dP/dT はクラペイロンの式 (1) で与えられる。

$$dP/dT = \Delta_{\text{fus}} S / \Delta_{\text{fus}} V \quad (1)$$

ここで、 $\Delta_{\text{fus}} S$ は融解エントロピー、 $\Delta_{\text{fus}} V$ は融解に伴うモル体積変化を表す。式 (1) より、圧力の増加に伴い融点が上昇するか降下するかは $\Delta_{\text{fus}} S$ および $\Delta_{\text{fus}} V$ の正負によって決まることがわかる。氷の融解エントロピー $\Delta_{\text{fus}} S$ の正負を答えなさい。

(2) 融解エントロピー $\Delta_{\text{fus}} S$ は、融解エンタルピー $\Delta_{\text{fus}} H$ と融解温度 T_{fus} を用いて表すことができる。この関係を用いて dP/dT を $\Delta_{\text{fus}} H$ 、 T_{fus} および $\Delta_{\text{fus}} V$ を用いて表しなさい。

(3) dP/dT の値を計算し、氷の融点を 1°C 下げるのに必要な圧力増加を求めなさい。ただし、 $\Delta_{\text{fus}} H = 6.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、 $\Delta_{\text{fus}} V = -2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ としなさい。

(4) 体重 100 kg の人間が、接地面積 1 cm^2 のブレードのスケート靴を履いて氷上に片足で立ったとき、氷にかかる圧力は約 $1 \times 10^7 \text{ Pa}$ (100 bar) である。このとき -1°C の氷が融けるかどうかを判定しなさい。

専門 II

 (環境ソリューション工学専攻)

専門 II - 1

河川の水質汚濁を検討する際、その水質変化を Streeter-Phelps (ストリーター・フェルプス) の式を用いて検討することがある。以下の問いに答えよ。

- 1) この式は、一般にどのような水質の変化を知ろうとするときに用いられるか？
- 2) 関連する濃度の記号を提示したうえ、関連式を例示せよ。
- 3) 日本語では、得られる変化曲線を一般に何と呼んでいるか？
- 4) この式の利点を挙げよ。
- 5) この式の問題点を挙げよ。

専門 II - 2

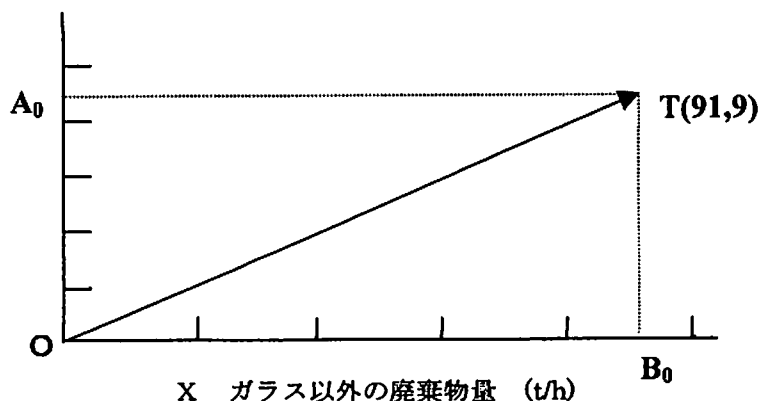
問 1 以下の語群の中から 3 つの語を選び、その語の意味や内容を簡潔に説明しなさい。

- ア) ゼロエミッション
- イ) ライフサイクルアセスメント
- ウ) 拡大生産者責任
- エ) アルミ機械選別
- オ) 溶融スラグ
- カ) 埋立覆土

問 2 2 分別式回転ふるい選別器を採用するか、ガラス($Y_0=9\text{t/h}$)とガラス以外の廃棄物($X_0=91\text{t/h}$)の混在物、合わせて 100t/h の試験運転を行った。その結果、選別部 I に 10t/h (ガラス $Y_1=7.8\text{t/h}$ 、ガラス以外の廃棄物 $X_1=2.2\text{t/h}$)、選別部 II に 90t (ガラス $Y_2=1.2\text{t/h}$ 、ガラス以外の廃棄物 $X_2=88.8\text{t/h}$)が得られた。このとき、以下の問いに答えなさい。

- 1) X 軸をガラス以外の廃棄物量、Y 軸をガラス量としたとき、選別前は $\vec{OT}$ で表示できる。選別後の選別部 I $\vec{OA}$ 、選別部 II $\vec{OB}$ を図中に表示しなさい。

Y ガラス量 (t/h)



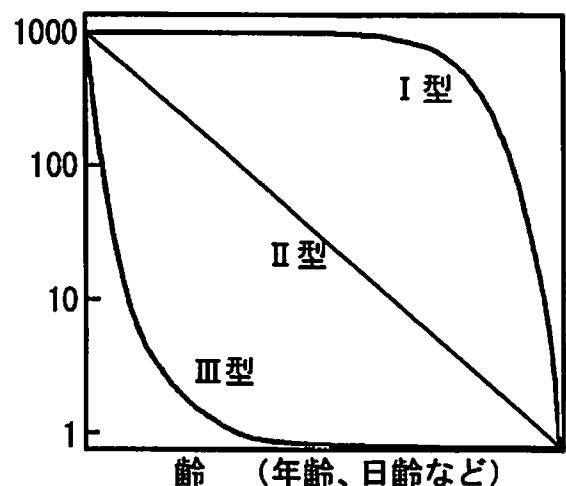
専門Ⅱ－2（2枚目）

- 2) 選別部Ⅰ、選別部Ⅱそれぞれでのガラス、ガラス以外の廃棄物の純度及び回収率を求めなさい。
- 3) 総合選別効率は $OATB$ の面積と OA_0TB_0 の面積の比から求めることができる。その値はいくらになるか。
- 4) 選別試験の結果をふまえて、選別部Ⅰから得られたガラスはこのままで売却ルートにのりそうか、理由を挙げて説明しなさい。

専門Ⅱ－3 下記の問題（問1～4）に答えなさい。

問1 図は生存曲線の典型的なパターンを示したものである。この図に関し、以下の問いに答えなさい。

（1）Ⅰ型、Ⅲ型の生物の種名をそれぞれひとつずつ書きなさい。



- （2）Ⅱ型の生物の死亡率は、生涯にわたってどのように変化するか？
- （3）親による子の保護がみられるのはどの生存曲線の型か？

問2 以下の文であらわされる生活史の特徴は r 選択と K 選択のどちらの特徴であるかそれぞれの文の右側のかっこの中に、 r 選択については r 、 K 選択については K と記入しなさい。

- | | |
|------------------------|--------|
| ① 不規則に大きく変動する気候に適応している | () |
| ② 密度に依存した死亡が起こりやすい | () |
| ③ 問1のⅠ型もしくはⅡ型の生存曲線を示す | () |
| ④ 種内競争が厳しい | () |
| ⑤ 小さな卵をたくさん産む | () |

専門Ⅱ－3（2枚目）

問題3. ある細菌の個体数 (N) の成長が $N(t) = N_0 e^{rt}$ であらわされるとする。 t は時間、 r は内的自然増加率、 N_0 は $t=0$ での個体数である。この細菌の個体数が2時間で3倍になったとすると、内的自然増加率はいくらか？単位は $[\text{hr}^{-1}]$ とし、少数点以下3桁まで求めなさい。必要であれば、以下の値を利用しなさい。また計算の過程を書いておくこと。

$$\ln(2) = 0.693147, \ln(3) = 1.098612, \ln(5) = 1.609438, \ln(7) = 1.9459$$

問題4. 集団の遺伝的変異に関する^{びん}瓶首（ボトルネック）効果について、例をあげて説明しなさい。

専門Ⅱ－4

下記の問題（問1、問2）に答えなさい。

問1 以下の問いに答えなさい。

（1）近年、生物学的侵入が問題になっている。具体的な外来種の種名と、侵入した国や地域、さらにそれが実際におこしたと考えられている問題の例を1つ挙げなさい。ただし、侵入した地域は、国内、国外を問わない。

（2）その生態系にしか生息しない固有の生物種のことを「固有種」とよぶ。琵琶湖の固有種を1種挙げ、種名を和名で答えなさい。

（3）環境庁レッドリストにおいて、絶滅危惧（Ⅰ・Ⅱ類）に属する動物を1種挙げ、種名を和名で答えなさい。

専門Ⅱ－4（2枚目）

問2 以下の文章の下線部を、生態学的観点から批判しなさい。

多くの生物絶滅は人間活動によって引き起こされたものである。したがって、農業や林業をはじめとするすべての人間活動をやめて生態系を放棄すれば、生物多様性は増加し、生物の絶滅も起こらないであろう。