

専門 II

 (数理情報学専攻)

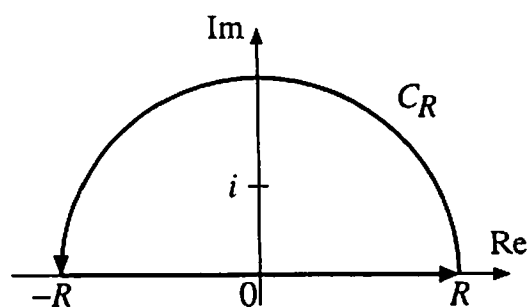
※ 6 題中 3 題を選択して解答しなさい。所定の解答用紙に問題番号と解答を書きなさい。解答用紙は 1 題につき 1 枚を使用しなさい。

I 集合 X, Y と写像 $f: X \rightarrow Y$ を考える。以下のことが成り立つかどうか判定し、成り立つ場合は証明を、成り立たない場合は反例を示しなさい。

- (1) A, B を X の部分集合とすると、 $f(A \cap B) = f(A) \cap f(B)$.
- (2) C, D を Y の部分集合とすると、 $f^{-1}(C \cap D) = f^{-1}(C) \cap f^{-1}(D)$.

II 関数 $f(z) = \frac{1}{1+z^2}$ を考える。

- (1) $f(z)$ の $z=i$ における留数を求めなさい。
- (2) 図の半円周 $C_R = \{z = Re^{i\theta} | 0 \leq \theta \leq \pi\}$ と線分 $\{z = x + iy | -R \leq x \leq R, y = 0\}$ からなる経路 C に対し、 $\int_C f(z) dz$ を求めなさい。ただし $R > 1$ とする。



- (3) (2) の C_R に対し、

$$\lim_{R \rightarrow \infty} \int_{C_R} f(z) dz = 0$$

を示しなさい。

- (4) 上の結果を利用して定積分 $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx$ を求めなさい。

Ⅲ 物体がつり合いの位置からの変位に比例する復元力と速度に比例する抵抗を受けながら一直線上を運動する。物体の質量を m ，つり合いの位置からの変位を x ，復元力の比例係数を k ，抵抗の係数を r とする。次の問に答えなさい。

(1) 物体の運動方程式を導きなさい。

(2) $m = 1$ ， $k = 6$ ， $r = 5$ とし， $x(0) = 1$ ， $\frac{dx}{dt}(0) = 0$ を満たす解を求めなさい。

(3) $m = 1$ ， $k = 5$ ， $r = 2$ とし， $x(0) = 1$ ， $\frac{dx}{dt}(0) = 0$ を満たす解を求めなさい。

(4) 時刻 t における力学的エネルギーを $E(t) = \frac{m}{2} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} kx^2$ とおく。 $\frac{dE}{dt} \leq 0$ となることを示しなさい。

Ⅳ 関数 $f(x)$ の 1 階，2 階導関数を近似する差分商を考える。ただし，誤差を $O((\Delta x)^n)$ と評価したとき， n がもっとも大きくなるようにする。

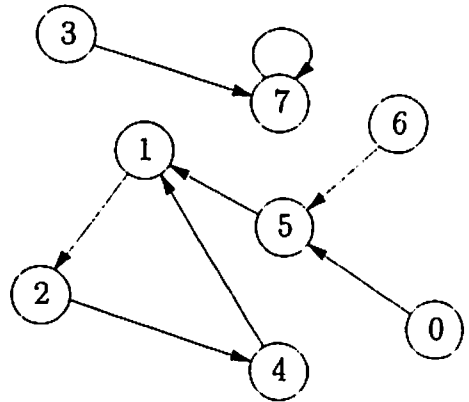
(1) 1 階導関数 $f'(a)$ を近似する差分商を関数値 $f(a - \Delta x)$ ， $f(a)$ ， $f(a + \Delta x)$ を用いて表し， n を求めなさい。

(2) 1 階導関数 $f'(a)$ を近似する差分商を関数値 $f(a - \Delta x)$ ， $f(a)$ ， $f(a + 2\Delta x)$ を用いて表し， n を求めなさい。

(3) 2 階導関数 $f''(a)$ を近似する差分商を関数値 $f(a - 2\Delta x)$ ， $f(a - \Delta x)$ ， $f(a)$ ， $f(a + \Delta x)$ ， $f(a + 2\Delta x)$ を用いて表し， n を求めなさい。

V 1つの節点から伸びる枝が必ず1本だけあるような有限有向グラフを，整数変数 n と整数配列 $edges$ を用いて以下のように表現する．

変数 n には節点の総数 (枝の総数と同じ) を格納する．グラフの各節点には，0から順に節点番号が振られており， n 個の要素からなる配列 $edges$ の添字 i の要素には，節点番号 i を始点とする枝の終点となる節点の番号を格納する．例えば，右の有向グラフは次のように表現される．



$$n = 8$$

	0	1	2	3	4	5	6	7
$edges =$	5	2	4	7	1	1	5	7

このような整数変数 n と整数配列 $edges$ が与えられたときに，同じ節点を2度訪れることのない経路で最長のものの長さを求めたい．例えば，右上の例では，このような経路の最大長は4となる ($6 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$ あるいは $0 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$)．C, Java, Pascal のいずれかのプログラミング言語を用いて，これを行うプログラムを， n と $edges$ を引数として受け取り，このような経路の最大長を戻り値として戻す関数 (Java の場合はクラスメソッド) の形で書きなさい．ただし，節点の総数は100個以下であるとしてよい．

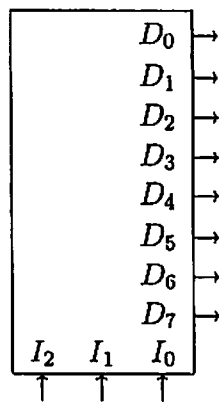
VI 右の真理値表を与える論理関数 F について以下の問に答えなさい。

F の真理値表

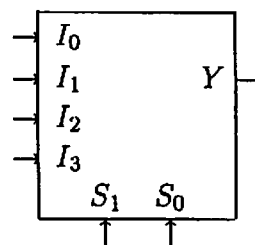
入力			出力
A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

- (1) F を最小項の論理和形式(積和標準形)の論理式で表しなさい。
- (2) 3入力8出力のデコーダと多入力 OR ゲートを使って F を実現しなさい。ただし、3入力8出力のデコーダのブロック図は、下図左のようなものであり、 $k = 4I_2 + 2I_1 + I_0$ とすると、出力 D_k のみが1となり、他の出力は0となる。
- (3) 同様に、4入力2制御入力のマルチプレクサと NOT ゲートを組み合わせて F を実現しなさい。ただし、4入力2制御入力のマルチプレクサのブロック図は、下図右のようなものであり、 $k = 2S_1 + S_0$ とすると、出力 Y は I_k と等しくなる。

3入力8出力デコーダ



4入力2制御入力マルチプレクサ



専門 II

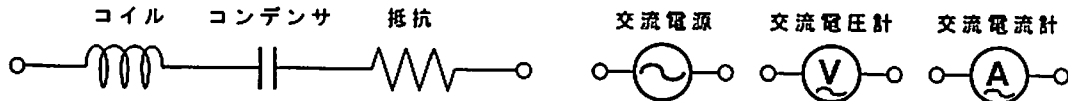
 (電子情報学専攻)

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、解答番号を記入すること)。

I (電気回路)

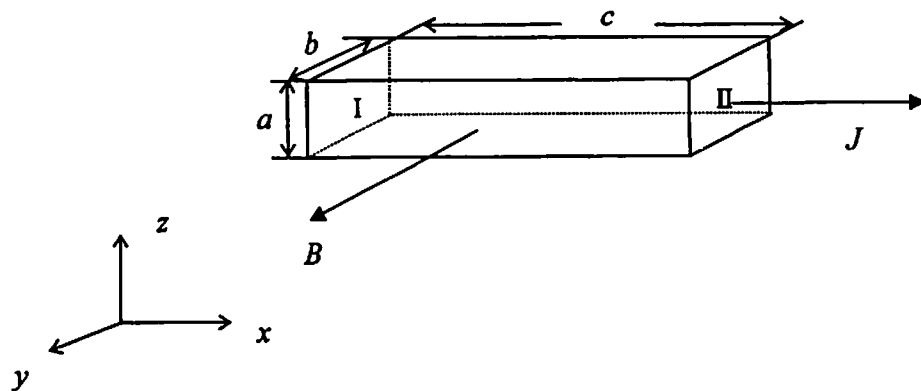
下図のように、コイル、コンデンサ、抵抗を直列に接続した回路がある。コイルのインダクタンスは 2mH であることが分かっているが、コンデンサの容量と抵抗の大きさは未知である。円周率 π を 3.14 として、次の(1)～(6)の問いに答えなさい。電圧計や電流計の内部抵抗は無視してよい。

- (1) この回路全体にかかる交流電圧 V と交流電流 I の関係調べるため、交流電源(正弦波信号を発振)、交流電圧計、および交流電流計を用意した。これらをどのように接続すればよいか、配線図を描きなさい。
- (2) 交流電圧計で測定した正弦波信号の電圧が V であるとき、その信号のピーク電圧はいくらか。
- (3) 交流電源が周波数 1.6kHz の信号を発振しているとき、その信号の角周波数 ω_0 はいくらか。
- (4) 電源の周波数を変えて(電圧 V は一定)測定を行ったところ、角周波数が(3)で求めた ω_0 のとき電流 I が最大になった。コンデンサの容量はいくらか、数値で答えなさい。
- (5) 角周波数が $2\omega_0$ のとき、コイルとコンデンサの合成インピーダンスはいくらか、数値で答えなさい。
- (6) 角周波数を $2\omega_0$ にしたとき、電圧 $V=10[\text{V}]$ で $I=0.2[\text{A}]$ の電流が流れた。抵抗の大きさはいくらか、数値で答えなさい。



II (電子工学)

- (1) 図のような半導体試料（直方体 $a \times b \times c$ ）の I-II 間の抵抗値が R のとき、導電率 σ （抵抗率の逆数）を R と試料の寸法を用いて表しなさい。
- (2) 半導体試料の導電率 σ をキャリア密度 n 、移動度 μ を用いて表しなさい。キャリアは電荷 e をもつ正孔 1 種類だけとする。
- (3) 図のように一様な磁場 B (y 方向)の中で、半導体試料に電流密度 J (x 方向)の一様な電流を流し、Hall 効果を観測したとき、Hall 電圧は V であった。(2) と同様にキャリアは正孔 1 種類だけとして、Hall 電場により正孔がうける力の大きさと向きを答えなさい。
- (4) B 、 J 、 V 、試料の寸法、導電率 σ を用いて、正孔密度 n 、移動度 μ をそれぞれ表しなさい。



III (通信工学)

情報信号 $S(t) = A_p \cos(\omega_p t)$ を、搬送波 $A_c \cos(\omega_c t + \phi_c)$ で振幅変調(AM: Amplitude Modulation)した時の数式例を導き、各項の持つ意味と説明を、周波数スペクトル図と共に示しなさい。

IV (情報工学)

2種類の記号 $\{A_1, A_2\}$ からなる情報源

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ p(A_1) & p(A_2) \end{bmatrix}$$

と、2種類の記号 $\{B_1, B_2\}$ からなる情報源

$$B = \begin{bmatrix} B_1 & B_2 \\ p(B_1) & p(B_2) \end{bmatrix}$$

があるとする。ここに、 $p(A_i)$, ($i = 1, 2$) は記号 A_i が発生する確率を、 $p(B_j)$, ($j = 1, 2$) は記号 B_j が発生する確率を、それぞれ表しており、

$$p(A_1) + p(A_2) = p(B_1) + p(B_2) = 1$$

とする。今、

$$p(A_1) = \frac{1}{4}, \quad p(A_2) = \frac{3}{4}$$

であり、記号 A_i が発生したという条件のもとで記号 B_j が発生する条件付確率 $p(B_j|A_i)$, ($i, j = 1, 2$) は、

$$p(B_1|A_1) = \frac{2}{3}, \quad p(B_1|A_2) = \frac{1}{3},$$

$$p(B_2|A_1) = \frac{1}{3}, \quad p(B_2|A_2) = \frac{2}{3}$$

であるとする。また、

$$\alpha = \log_2 3$$

とおく。このとき、次の間に答えなさい。

(1) 情報源 A のエントロピー $H(A)$ を、 α を用いてできるだけ簡単に表しなさい。

(2) 記号 A_i と記号 B_j の両方が共に発生する確率 (結合確率) $p(A_i, B_j)$, ($i, j = 1, 2$) を求めなさい。すなわち、 $p(A_1, B_1)$, $p(A_1, B_2)$, $p(A_2, B_1)$, $p(A_2, B_2)$ を求めなさい。

(3) 情報源 A と情報源 B の結合エントロピー $H(A, B)$ を、 α を用いてできるだけ簡単に表しなさい。

V (計算機工学)

下記の設問に答えなさい。

- (1) 下記の表現方式を用いた4ビットの2進数で表現できる負の整数を、各表現方式ごとの2進数と共に、すべて列挙しなさい。
(a) 符号絶対値表現 (b) 1の補数表現 (c) 2の補数表現
- (2) CPU(Central Processing Unit)を構成する下記要素の役割を説明しなさい。
(a) プログラムカウンタ(PC) (b) インデックスレジスタ(IX) (c) スタックポインタ(SP)
- (3) メモリ番地指定方法を説明しなさい。
- (4) サブルーチン呼び出しの仕組みを説明しなさい。特に、スタックの役割を明記しなさい。

VI (応用数学)

次の複素関数について

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

問に答えなさい。

- (1) $f(z)$ の各特異点における留数を求めなさい。
- (2) 原点を中心として $f(z)$ をローラン級数に展開しなさい
- (3) この級数の収束半径を議論しなさい。
- (4) $f(z)$ を点 $z=1$ を中心とするローラン級数に展開しなさい、ただし点 z は $|z-1| < 1$ を満足する範囲にあるとする。

専門 II (機械システム工学専攻)

機械材料・強度学

1. 炭素鋼は機械・構造物に広く使われている材料である。強度部材の設計を行うときに機械的性質はその重要な材料特性値である。丸棒試験片を用いた引張り試験で得られる降伏応力、その他の値があるが、次の間に答えなさい。

問1) 公称応力 σ_n と公称ひずみ ε_n の関係線図において、引張り荷重が最大になる時の公称応力値は強度設計において大切な値である。何と呼んでいますか。

問2) 引張り荷重が降伏応力を超えた後、塑性変形が起こるが、塑性変形後に体積が一定であると仮定できる範囲内で、真応力 σ と真ひずみ ε を公称応力と公称ひずみを使って表しなさい。

問3) 真応力と真ひずみの関係を次式で表したとき、

$$\varepsilon = k \sigma^n \quad \text{式(1)}$$

くびれ発生時の真ひずみの大きさは加工硬化指数 n となることを導き出さない。

2. 金属疲労が原因で機械・構造物が破損することがある。材料欠陥からの疲労き裂の進展寿命は応力拡大係数を用いて求めることができる。金属材料の疲労き裂進展特性は Paris の式を、また応力拡大係数範囲をそれぞれ下記の式を用いて表されるとして、次の間に答えなさい。

$$\frac{da}{dn} = C \Delta K^m \quad \text{式(2)} \quad \Delta K = F(\xi) \Delta \sigma \sqrt{\pi a} \quad \text{式(3)}$$

問1) 荷重比 $R=0$ の完全片振り応力の下で、材料の破壊靱性値を K_{Ic} として、この部材が破断するときのき裂長さ a_f を式で表しなさい。

問2) 繰り返し負荷に直角方向の初期欠陥長さを a_0 として、部材が破断するまでの繰り返し数 N_p を導きなさい。但し、ここでは $F(\xi)$ はき裂長さ a に無関係とする。

材料力学

以下の ① から ⑨ に当てはまる式と問いに答えなさい。

- (1) 図のような 3 部材のトラス構造で、鉛直荷重 P によって生ずる未知の部材軸力を N_1 , N_2 , N_3 とすると、荷重点 O での水平および鉛直方向のつり合い式は、それぞれ

$$\begin{aligned} & \text{①} \\ & \text{②} \end{aligned}$$

と表すことができる。これらの式だけでは、軸力を求めることができないので、次に、点 O での各部材の変形を考える。各部材は、断面積 A 、弾性係数 E の同一材料からできているものとすれば、式 ① より、

$N_1 = N_3$ であるので、部材 1 と部材 3 の伸びは等しい。部材 1 と部材 3 の伸びを δ_1 、部材 2 の伸びを δ_2 とすると軸力との関係から、部材 2 の長さ l 、部材の断面積 A 、部材の弾性係数 E を用いて

$$\delta_1 = \text{③} \times N_1, \quad \delta_2 = \text{④} \times N_2$$

と表すことができる。ここで、変形後の $\angle AOB$ と $\angle COB$ は、変形が小さい時には θ と等しいとすると、伸び δ_1 と δ_2 の間には

$$\delta_1 \approx \delta_2 \cos \theta$$

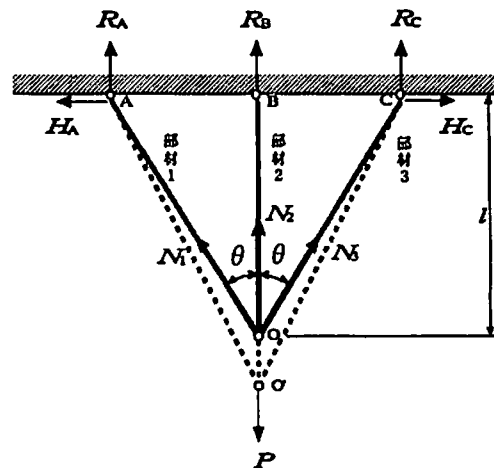
の関係が成り立つ。したがって、各部材の軸力の大きさは、荷重 P と角度 θ を用いて

$$N_1 = N_3 = \text{⑤} \times P, \quad N_2 = \text{⑥} \times P$$

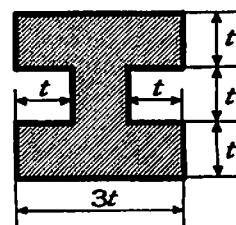
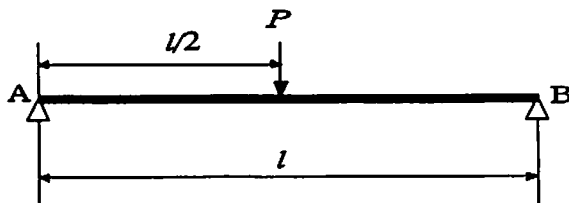
と表すことができる。また、支持点 A, C での水平方向の支持反力の大きさを H_A , H_C 、支持点 A, B, C での鉛直方向の支持反力の大きさを R_A , R_B , R_C とすると、支持点 A, B, C での力のつり合いから、荷重 P と角度 θ を用いて

$$\begin{aligned} R_A = R_C &= \text{⑦} \times P, \quad H_A = H_C = \text{⑧} \times P \\ R_B &= \text{⑨} \times P \end{aligned}$$

と表すことができる。



- (2) 図に示すような寸法の I 型断面を持つ長さ l の両端支持ばり AB が、その中央で集中荷重 P を受ける。はりの断面二次モーメント I 、はりの断面係数 Z およびはりの最大曲げ応力 $\sigma_{\max}$ を求めなさい。



熱力学

以下の各問の解答においては、まず、問題の概略図（概念図）を描き、その概略図に基づいて、考え方を文章で説明して、解を導くこと。答えの数値の有効数字は、3 桁とする。また、単位を明記すること。原則として、問題の順に解答しなさい。

次の各問に解答しなさい。

- 1) あるタンクの中に熱い流体がある。この流体を攪拌器でかき混ぜて、冷却する。この流体は、最初 $U_1 = 800 \text{ kJ}$ の内部エネルギーをもっている。冷却の最終状態で、流体は 500 kJ の熱を失った。また、攪拌器は、流体に対して 100 kJ の仕事をするものとする。まず、問題の概略図を描き、問題を説明せよ。次に、エネルギー保存則を書き下せ。そして、最終状態における流体の内部エネルギー U_2 を求めよ。なお、攪拌器に蓄えられるエネルギーは無視する。
- 2) 100 m の高さにある水が落下し、地面に衝突するものとする。ここで、最初の高さでの水の位置のエネルギーが、地面ですべて熱エネルギーに変換されると仮定する。この時、地面での水の温度上昇 Δt を求めよ。ここで、水の比熱 $c = 4.19 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ する。
- 3) $25 \text{ }^\circ\text{C}$ の室内から壁を通して $0 \text{ }^\circ\text{C}$ の外部に、1 時間あたり 8000 kJ の熱が逃げている場合を考える。この系の 1 時間あたりのエントロピーの増加 ΔS を求めよ。
- 4) 毎秒 3000 kJ で、 1100 K の熱を定常的に供給できるエネルギー源を考える。ここで、環境の温度を $25 \text{ }^\circ\text{C}$ であるとする。このエネルギー源のエクセルギー E を求めよ。
- 5) T - S 線図上に、カルノー・サイクルを描け。この線図で、このサイクルが受け取る熱量 Q_1 、放出する熱量 Q_2 、および、正味の出力仕事 W_{net} を、線図を用いて説明し、これら三つの量の関係を式で示せ。

流体工学

以下の各問いに答えなさい。なお、有効数字は3桁とする。

- 図1のような示差マノメータで測定された差圧 $p_A - p_B$ を求めなさい。ただし、水の密度 $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、油の密度 $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ 、水銀の密度 $\rho_{Hg} = 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、図中の長さの単位はmmとする。
- 代表長さ 3.60 mの自動車が時速 100 kmで走行しているときの空力特性を調べたいとき、幾何学的に相似な 50.0 cmの模型を用い、水槽で実験を行うとすると、模型の移動速度はいくらに設定すればよいか。ただし、空気と水の動粘性係数をそれぞれ 1.50×10^{-5} 、 $1.00 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ とする。
- 図2のような内径 60.0 mmの一様な太さの管路を毎秒 $6.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の水が流れているとき、断面1の水圧を100 kPaとし、断面2の水圧を求めなさい。ただし、水の密度は1000 kg/m³とし、管による摩擦はないものとする。
- 長さ 200 m、内径 80.0 mmの鋼管がある。毎秒 9.60×10^{-2} リットルの水が流れているとき、この管の摩擦圧力損失ヘッドを求めなさい。ただし、円周率を3.00、水の動粘性係数は $1.00 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ とする。

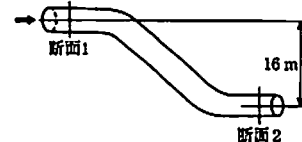
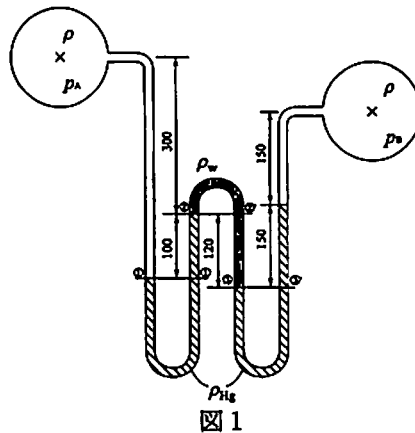


図 2

制御工学

- 図1に示す直結フィードバック制御系について、次の問いに答えなさい。
 - 閉ループ伝達関数を求めなさい。
 - ステップ応答を求めなさい。
 - 制御系の型と定常偏差を求めなさい。

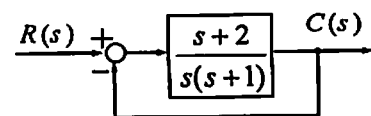


図 1

- 次の特性方程式を持つ系の安定判別を行いなさい。
 - $s^4 + 2s^3 + 6s^2 + 3s + 1 = 0$
 - $s^4 + 3s^3 + 4s^2 + 6s + 5 = 0$

機械力学

以下の二つの間に答えなさい。ただし、解答の有効数字は2桁まで示し、円周率は近似的に $\pi = 3.0$ を用いることとする。

問1. 図1のように摩擦のない水平面上に置かれた質量 $m = 4.0$ [kg] の物体が鉛直な壁にバネ定数 $k = 400$ [N/m] のバネで固定されている。

- (1) 平衡状態から右方向への変位を x [m] としたとき、時間を t [s] としてこの系の運動方程式を求めなさい。
- (2) この系が自由振動したときの固有角振動数 ω_0 [rad/s] および固有振動数 f [Hz]、周期 T [s] の式を示すとともにそれぞれの値を計算しなさい。
- (3) (1) に示した運動方程式の一般解を $x = A \cos(\omega_0 t + B)$ とするとき、初期条件 $t = 0$ における変位 $x = 0.2$ [m]、速度 $v = dx/dt = 0$ [m/s] の場合の定数 A および B の値を求めなさい。

問2. 図2のように問1のバネと平行に粘性減衰係数 $c = 40$ [kg/s] のダッシュポットを取り付けたバネ-減衰系を考える。

- (1) この系の運動方程式を求めなさい。
- (2) この微分方程式の(基本)解を $x = D e^{\lambda t}$ と仮定して得られる特性方程式を求めるとともに、その根(特性根) λ_1 、 λ_2 の式を示しなさい。
- (3) このときの臨界減衰係数 C_c [kg/s] および減衰比 ζ の値を求めなさい。
- (4) この系は不足減衰、過減衰、臨界減衰のいずれであるかを答え、その理由を付しなさい。

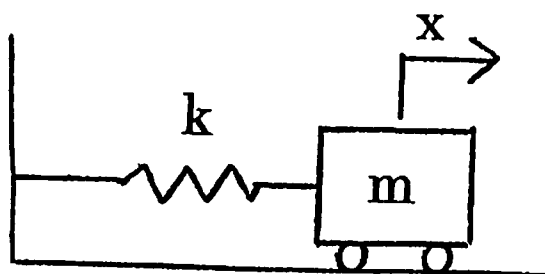
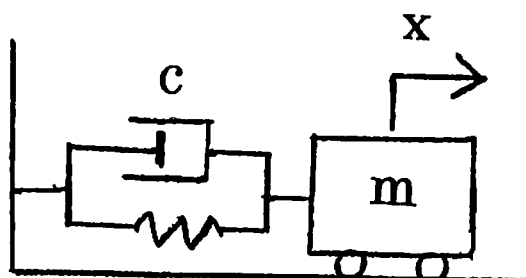


図1



k

図2

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・無機材料系1

I 金属錯体は多くの分野で活用されている。とくに、シスプラチン $\text{cis-[PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ は多くのガンに有効であることから、治療薬として用いられ、その改良型も数多く合成されている。この場合、治療薬として cis -型が有効で、 trans -型は効果が低いとされている。次の間に答えなさい。

- (1) cis -型が治療薬として有効で、 trans -型は効果が低い理由を述べなさい。
- (2) $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ を出発物質として、 NH_3 および PPh_3 を用いて配位子置換反応により、 $\text{cis-[PtCl}_2(\text{NH}_3)(\text{PPh}_3)]$ および $\text{trans-[PtCl}_2(\text{NH}_3)(\text{PPh}_3)]$ を合成する反応経路を構造式で示しなさい。また、 cis -および trans -型が得られる理由も述べなさい。ただし、トランス効果の順は、 $\text{PPh}_3 > \text{Cl}^- > \text{NH}_3$ の順である。 PPh_3 : トリフェニルホスフィン

II 次の語句について、各 250 字以内で説明しなさい。

- (1) HSAB 則
- (2) 分光化学系列
- (3) 活性酸素

問題2 [無機・無機材料系2]

I 結晶構造に関する次の間に答えなさい。

- (1) 立方最密充填構造における充填率を計算しなさい。
- (2) ホタル石型構造では、陽イオンが立方最密充填構造を形成しているとき、陰イオンはその四面体サイトのすべてに充填された構造になっている。陽イオンの半径を r とするとき、四面体サイトに充填できる陰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つの鉱物名が知られており、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 ギブスの相律と相図に関する次の間に答えなさい。

- (1) 熔融金属を冷却していった場合、凝固点で凝固が始まるとその温度は保たれて一定となり、熔融金属がすべて凝固するまで、温度は下がらなかった。この現象を凝固前、凝固時、凝固後に分け、ギブスの相律を用いて説明しなさい。
- (2) 2成分系での共晶点、包晶点の両方を含む相図を描きなさい。また、共晶及び包晶反応過程の特徴を説明しなさい。
- (3) 2成分系における共晶点での自由度を求めなさい。

問題3 [有機・高分子系1]

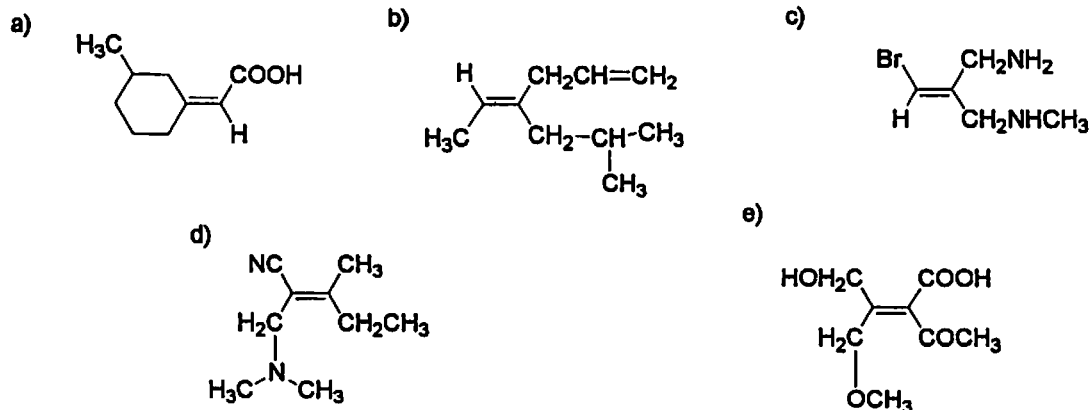
I. 金属アルコキシドは、第一級ハロゲン化アルキルやアルキルトシラートと S_N2 経路で反応してエーテルを与える。この過程は Williamson エーテル合成として知られている。

(1) Williamson 合成を用いて次の化合物をつくる反応式を書きなさい。

- (a) メチルプロピルエーテル (b) メチルフェニルエーテル
(c) ベンジルイソプロピルエーテル (d) エチル 2,2-ジメチルプロピルエーテル

(2) 第三級ハロゲン化アルキルを用いた Williamson 合成は成功しない。この理由を説明しなさい。

II. 次のオレフィンの *E*、*Z* 表示を解答欄に書きなさい。



問題4 [有機・高分子系2]

I アタクチックポリスチレンの ^{13}C NMR スペクトルを測定して二連子タクティシティーを求めた。 CH_2 の立体規則性に基づくピークの帰属と面積強度は次の表に示すとおりとなった。ただし *m* と *r* はそれぞれメソとラセモを示す。以下の間に答えなさい。

CH_2	分率
mmm	0.10
mmr	0.08
rmr	0.12
mrmm	0.06
mrr	0.20
rrr	0.44

- (1) シンジオタクチックポリスチレン、アイソタクチックポリスチレン、アタクチックポリスチレンの立体構造の違いを、それぞれ図に描いて説明しなさい。
- (2) アタクチックポリスチレンの代表的な重合方法にラジカル重合がある。開始反応、成長反応、停止反応を示しなさい。
- (3) 三連子タクティシティーの分率[mm], [mr], [rr]の値をそれぞれ求めなさい。
- (4) 二連子タクティシティーの分率[m], [r]の値をそれぞれ求めなさい。

問題5 [分析・物理化学系1]

- I 溶解度とは、一般的には水 100 g に飽和に達するまで溶解させた溶質のグラム数のことである。ここに、原子量がそれぞれ M_A と M_B である元素 A と B よりなる難溶性塩 A_3B_2 (電離すると、A は 3 価の陽イオン、B は 2 価の陰イオンとなる) があり、その溶解度が 1.0×10^{-3} (g / H₂O 100 g) であったとする。この難溶性塩の溶解度積 (K_{sp}) の値を求めなさい。
- II 高速度の電子を対陰極 (ターゲット) の金属板に衝突させると、電子の運動エネルギーの大部分は熱になるが、同時に X 線が発生する。この X 線の発生過程を簡単に説明しなさい。
また発生する X 線は、連続 X 線と特性 (固有) X 線に分類される。縦軸を X 線強度に、横軸を X 線の波長とした発光 X 線スペクトルの概略図 (発生する X 線の強度の波長依存性を示した図) を描き、特性 (固有) X 線の波長が対陰極元素の原子番号に依存する理由を説明しなさい。

問題6 [分析・物理化学系2]

- I 1 atm (1.013×10^5 Pa) の下で、 -50°C の水 (氷) に単位時間当たり一定の熱量を加え続け、 300°C まですで加熱した。以下の間に答えなさい。
- (1) 系の温度 T と時間 t の関係をグラフで模式的に示し、グラフの各部分における系の状態を説明しなさい。
- (2) 一定圧力の下で系の吸収した熱量 q_p と系のエンタルピー変化 ΔH の間の関係式を答えなさい。
- (3) 系のモルエンタルピー H_m と温度 T の関係をグラフで模式的に示しなさい。
- (4) 1 atm (1.013×10^5 Pa) 、 0°C における氷の融解エンタルピーを $\Delta_{\text{fus}}H = 6.0 \text{ kJmol}^{-1}$ として、このときの融解エントロピー $\Delta_{\text{fus}}S$ を計算しなさい。

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 自然数 a の自分自身を除く約数の和が、 a と等しいとき、自然数 a は完全数であるという。
 ある数が完全数かどうかを判定する Java のメソッドは次のように作ることができる。

```
public class PerfectNumber {
    void perfectCheck(int p) {
        if (p <= 0) {
            System.out.println("正の整数に限る");
            return;
        }
        int m = 0;
        for (int i = 1; i <= p/2; i++) {
            if (p%i == 0) m = m + i; // i が p の約数なら加算
        }
        if (p == m) System.out.println(p + "は完全数");
        else System.out.println(p + "は完全数でない");
    }
    public static void main(String[] args) {
        PerfectNumber pn = new PerfectNumber();
        pn.perfectCheck(28);
        pn.perfectCheck(-28);
    }
}
```

この例を参考に、次のプログラムを作成しなさい。なお、プログラムは C 言語で作成してもよい。その場合メソッド名は関数名と読み替え、クラス名は無視する。

a と b を異なる二つの自然数とし、 a の、自分自身を除く約数を $a_1, \dots, a_n$ 、 b の自分自身を除く約数を $b_1, \dots, b_m$ とする。このとき、 $b = a_1 + \dots + a_n$ 、 $a = b_1 + \dots + b_m$ がともに成立する場合、 a と b は amicable number (友愛数もしくは親和数)であるという。例えば、220 の自分自身を除いた約数は、1, 2, 4, 5, 10, 11, 20, 22, 44, 55, 110 で、和は 284 となり、284 の自分自身を除いた約数は、1, 2, 4, 71, 142 で、和は 220 となるため 220 と 284 は友愛数である。この友愛数に関し、

- (1). 与えられた二つの自然数が友愛数かどうかを判定する、二つの整数型引数を持つメソッドを作成しなさい。メソッド名は amicableCheck とし、クラス名は Amicable とする。もし、二つの引数 a と b が友愛数の場合 " a と b は友愛数"、違う場合 " a と b は友愛数でない" とコンソールに表示する。

(注 1). 二つの引数が異なる正の整数であることをメソッド内でチェックすること

(注 2). 0 でない整数 b が a の約数かどうかは $\text{if}(a \% b == 0)$ で判定する

- (2). Amicable クラスの main メソッドより amicableCheck メソッドを呼び出しなさい。引数としては、2924 と 2620、5564 と 5020、2000 と 5000 の三組を順次与える。

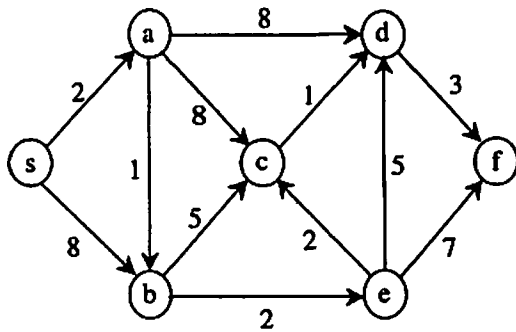
Ⅱ 下記の設問から3問選択して説明しなさい。

- (1) ネットワークの構成において、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。
- (2) パケット交換手法での、バーチャルサーキット方式、データグラム方式の違いについて説明しなさい。
- (3) TDMAとFDMAについて簡潔に説明しなさい。
- (4) イーサネットARPの機能について簡潔に説明しなさい。
- (5) X.25とARPANETの類似点、相違点を説明しなさい。

Ⅲ データベースにおけるファイル編成に関する次の問に答えなさい。

- (1) 順編成、直接編成、相対編成、索引順編成、VSAM 編成について、それぞれの長所、短所について述べなさい。
- (2) 間接アドレス法において使われるハッシング技術について具体的に説明しなさい。
- (3) ハッシングによって生じるシノニム（同義語）を解決するための方法を説明しなさい。

IV 下に示すネットワークにおいて、節点sから他の節点 (a, b, c, d, e, f) への最短路と最短距離をDijkstra法により求めなさい。ただし、枝に付けた数字は節点間の距離を表すものとし、処理過程を示す表を作成しなさい。



答

節点	a	b	c	d	e	f
距離						
経路						

[illegible]

V 以下の問いに答えなさい。

(1) 周期 T の信号 $x(t)$

$$x(t) = \begin{cases} -1, & -\frac{T}{2} \leq t \leq 0 \\ 1, & 0 < t \leq \frac{T}{2} \end{cases}$$

を、フーリエ級数

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k e^{jk\frac{2\pi}{T}t}$$

$$a_k = \frac{1}{T} \int_T x(t) e^{-jk\frac{2\pi}{T}t} dt$$

に展開した際のフーリエ展開係数 a_k を求めなさい。

(2) 信号 $x(t)$

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

のフーリエ変換

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

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 下記の問題(問1、問2)に答えなさい。

問1 河川の水質汚濁の一つは、有機性汚濁物の流入により引き起こされる。一般的に生じる事象は汚濁有機物の流入量と生物分解性によって異なると考えられる。流入汚濁物の生物分解性の難易によって、どのような問題が、どのように引き起こされるかを記述しなさい。

問2 現在の多くの都市で利用されている浄水工程について、以下の問いに答えなさい。

(1) 飲み水を作るうえで、もっとも主要な操作と考えられる工程を3つ書き、それらの役割をそれぞれ2行以内に書きなさい。

(2) 上の設問で書いた3つの施設のいずれかについて、その操作因子ないし設計因子について主要なものを2つ上げ、その意味について知るところを2行以内に書きなさい。

II 下記の問題（問1，問2）に答えなさい。

問1. 下記ごみ質のごみ焼却炉を建設することになったとする。

水分 44%、灰分 7%、可燃分 49%（炭素 24%、水素 3%、酸素 21%、窒素 0.6%、塩素 0.4%）

上記ごみ 1kg 当たりの水分、灰分、可燃分、炭素、水素、酸素、窒素、塩素の質量をそれぞれ w, a, b, c, h, o, n, cl で表す(単位はいずれも kg)と、ごみを空気過剰係数 λ で燃焼させたとき、ごみ 1kg 当たりの理論空気量 L_o [$m^3 N/kg$]、乾き燃焼ガス量 V_d [$m^3 N/kg$]、燃焼ガス中酸素濃度 O_2 [%]は、それぞれ式1、式2、式3により算出できる。

$$\text{理論空気量 } L_o \text{ } [m^3 N/kg] = 8.89c + 26.7 \left(h - \frac{o}{8} \right) \quad \text{式1}$$

$$\text{乾き燃焼ガス量 } V_d \text{ } [m^3 N/kg] = 1.867c + 0.8n + (\lambda - 0.21)L_o \quad \text{式2}$$

$$\text{燃焼ガス中酸素濃度 } O_2 \text{ } [\%] = \frac{100 \times 0.21(\lambda - 1)L_o}{V_d} \quad \text{式3}$$

可燃分中の窒素、塩素は、燃焼によりそれぞれ8%が NO（窒素酸化物）に、100%が HCl（塩化水素）に変化するとし、燃焼ガス中 NO、HCl の濃度協定値はいずれも酸素濃度 O_2 12%換算濃度でそれぞれ 60ppm、20ppm でこれを順守するとする。

このとき以下の問いに答えなさい。

- (1) ごみを空気過剰係数 $\lambda=2.5$ で燃焼させたときのごみ 1kg 当たりの理論空気量 L_o 、乾き燃焼ガス量 V_d 、燃焼ガス中酸素濃度 O_2 を求めなさい。
- (2) 燃焼ガス中の NO 濃度と HCl 濃度を求めなさい。（原子量 N=14、O=16、H=1、Cl=35.5）
- (3) 選択できる除去方法として、NO では①無触媒脱硝法（燃焼室へアンモニア等を吹き込む方法）と②触媒脱硝法があり、HCl では①燃焼室へ炭酸カルシウム粉末を吹き込む方法と②アルカリ液による洗煙処理があったとする。この焼却炉の場合の適切と思われる NO、HCl の除去法を選択するとともに、選んだ理由についても述べなさい。

問2. 代表的な有害廃棄物である感染性廃棄物とPCBについて、次の問いから一つ選んで答えなさい。

- (1) 感染性廃棄物について、特性、管理と処理法について述べなさい。
- (2) PCBについて、毒性、管理と処理法について述べなさい。

III 下記の問題（問1～問3）に答えなさい。

問1 下の三つの関係について、それぞれ具体的な例を挙げ、内容を説明しなさい。

- (1) 捕食者－被食者関係
- (2) 寄主－寄生者関係
- (3) 相利共生

問2 陸上環境と水中環境は、媒質が空気と水という大きな違いがある。このような媒質の違いがもたらす、生物の体の構造と機能の違いについて、以下のキーワードを用いて説明しなさい。

キーワード：比熱、恒温動物、変温動物、維管束

問3 下の表は、草原に生活する仮想的な脊椎動物の消費量，同化量，排泄量，生産量，呼吸量，同化効率，生産効率を示している。表の空欄①～⑧に入る数値を計算しなさい。小数点以下の桁数は，同化効率と生産効率については1桁，その他のものは2桁まで求めなさい。

種	消費量 [J/m ²]	同化量 [J/m ²]	排泄量 [J/m ²]	生産量 [J/m ²]	呼吸量 [J/m ²]	同化効率 [%]	生産効率 [%]
A	①	12.50	③	④	12.25	50.0	⑦
B	0.16	②	0.03	0.01	⑤	⑥	⑧

IV 下記の問題（問1、問2）に答えなさい。

問1 生物資源の管理に関する以下の問い（A、B）から、いずれかを選択し、答えなさい。

（A） 漁業の対象となっている生物資源がある。その生物資源の個体群密度（ N ）の時間変化は以下の微分方程式で記述される：

$$\frac{dN}{dt} = N[r(K - N) - E] \quad (1)$$

t は時間、 r はこの生物資源の内的自然増加率、 K は環境収容量、 E は人間による漁獲努力の量を表す。平衡状態における個体群密度を N^* とすると、単位時間あたりの漁獲量は $E N^*$ と表される。この漁獲量を最大にするような最適漁獲努力量（ $\hat{E}$ ）を知りたい。

（1）平衡状態におけるこの生物資源の個体群密度（ N^* ）を、 K 、 E 、 r を用いて表しなさい。ただし、正の個体群密度（ $N^* > 0$ ）のみを考えるものとする。

（2）平衡状態における漁獲量（ $E N^*$ ）をできるだけ多くしたい。漁獲量（ $E N^*$ ）を最大にするような最適漁獲努力量（ $\hat{E}$ ）とその時の漁獲量（ $E N^*$ ）を、 K と r を用いて表しなさい。

（B） 漁業資源や森林資源といった生物資源は、非生物資源とは異なるさまざまな特徴をもつ。生物資源に特有の特徴の一つ挙げなさい。さらに、この特徴を考慮した場合、その生物資源の利用や管理はどのようになされるべきか。生態学的な知識にもとづいて説明しなさい。

問2 生物個体数の時間変化にゆらぎがあると、その生物は絶滅しやすくなる。このような個体数変化のゆらぎには、「環境のゆらぎ (environmental stochasticity)」と「人口学的ゆらぎ (demographic stochasticity)」とがある。

「環境のゆらぎ」とは、資源や天敵の数といった環境要因が不規則に変動するせいで、多くの個体の繁殖率や死亡率が同調して変動することをさす。他方、「人口学的ゆらぎ」とは、繁殖率や死亡率等の偶然のばらつきのせいで、環境の変動がなくても個体数が変動することをさす。

さて、次の2つのグラフ (A、B) は、ある生物個体群の絶滅に向かう過程を、それぞれ3例ずつ示している。これらのうち、片方の3例では「環境のゆらぎ」のみが、もう一方の3例では「人口学的ゆらぎ」のみが生じている。「環境のゆらぎ」が生じているのはAとBのどちらだろうか。個体数とゆらぎの大きさの間の関係に着目し、あなたの推測と、そう推測した理由をわかりやすく解説しなさい。

