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

(1) 複素関数 $f(z) = e^z$ の $z = 0$ におけるテイラー展開を書きなさい．

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

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

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

II 次の連立微分方程式を考える．

$$(*) \qquad \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -4x + y - 3, \\ \dfrac{dy}{dt} = 7x + 2y + 5 \end{cases}$$

(1) 新しい変数 $u = x - a, v = y - b$ について $(*)$ が

$$\frac{d}{dt}\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 & 1 \\ 7 & 2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$$

と表されるように a, b を決めなさい．

(2) (1) で求めた方程式の一般解 $(u(t), v(t))$ を求めなさい．

(3) $(*)$ の解で $\lim_{t\to\infty}(x(t), y(t))$ が存在するとき，この極限を求めなさい．

III 定積分 $\displaystyle\int_0^1 6x(1-x)\,dx$ の値を台形則を用いて計算する．

(1) 区間 [0, 1] を 2 分割したときの台形則による近似値を求めなさい．

(2) 区間 [0, 1] を 3 分割したときの台形則による近似値を求めなさい．

(3) 区間 [0, 1] を N 分割したときの台形則による近似値 S_N を N で表しなさい．また，S_N と厳密な積分値との差が $\dfrac{1}{N}$ の何乗に比例するか答えなさい．

IV $0 < x < \pi,\ t > 0$ の範囲で $u = u(x,t)$ を未知関数とする拡散方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad (*)$$

を考える．境界条件は $u(0,t) = u(\pi,t) = 0\ (t > 0)$ とする．

(1) λ を定数とし，$u(x,t) = e^{-\lambda t}U(x)$ という形の解を仮定する．これを $(*)$ に代入することにより $U(x)$ の満たす微分方程式を λ を含んだ形で求めなさい．

(2) (1) の $U(x)$ と λ を求めなさい．

(3) 初期条件 $u(x,0) = \sin x + 3\sin 2x$ を満たす解 $u(x,t)$ を求めなさい．

V 整数値を十進表記した `"-328"` や `"2009"` などのような文字列が `char *` 型の引数として与えられたときに，この文字列が表す `int` 型の値を戻り値として返すような関数 `conv` を C 言語で書きなさい．ただし，他の関数を呼び出さないでこれを実現するようにしなさい．引数となる文字列は，`0` から `9` までのいずれかの数字を 1 つ以上並べたもので，先頭に `-` (負号) があってもよいものとする．文字コードとしては ASCII コードが使用されているものとしてよい．

VI 1 ビットの 2 進数 X と Y を入力すると，1 ビットの 2 進数 C と S を出力する半加算器を考える．ただし，C が桁上げ出力を表し，S が和を表すものとする．

(1) この半加算器の真理値表を書きなさい．

(2) C と S を X と Y の論理式で表しなさい．ただし，論理演算としては，論理積，論理和，否定のみを用いるものとし，以下の記法と括弧を用いた式で表すこと．

A と B の論理積	A AND B
A と B の論理和	A OR B
A の否定	NOT A

(3) A と B の否定論理積 (NAND) を次式で定義する．このとき，X と Y を用いた NAND 演算のみの論理式で C を表しなさい．

$$A \ \mathrm{NAND} \ B = \mathrm{NOT} \ (A \ \mathrm{AND} \ B)$$

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）

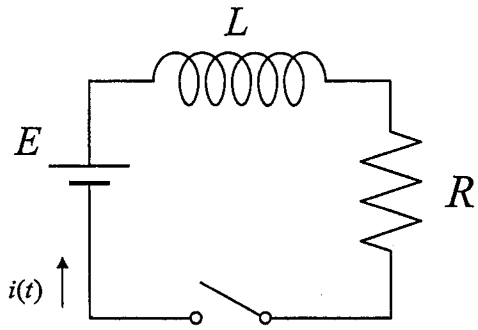
図のように抵抗（抵抗値R）とインダクタ（インダクタンスL）と電源（直流電圧E）を直列に接続した回路がある。時刻$t=0$にスイッチを閉じたとき、この回路に流れる電流$i(t)$の時間変化を考える。ただし、$i(0)=0$とする。次の問に答えなさい。

（１）この回路に流れる電流$i(t)$の微分方程式を求めなさい。

（２）スイッチを入れてから十分時間が経過し定常状態になったときの電流を求めなさい。

（３）（１）の微分方程式の一般解$i(t)$を求めなさい。次に縦軸に$i(t)$、横軸にtをとり、$i(t)$の時間変化を図示しなさい。

（４）時定数τを求めなさい。

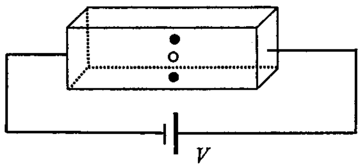


Ⅱ　（電子工学）

次の問いに答えなさい。

（1）n 型半導体のエネルギーバンドの図を描きなさい。伝導帯の下端のエネルギーE_c、価電子帯の上端のエネルギーE_v、フェルミエネルギーE_fをその図に示しなさい。

（2）図のように外部から電圧を加えた n 型半導体がある。● は電子で、○ は正孔である。このとき外部電圧による電界 $\boldsymbol{E}$ の方向を図示しなさい。またこの電界による電子、正孔のドリフト速度の方向をそれぞれ図示しなさい。



（3）（2）の図のような場合の半導体のドリフト電流を考える。外部電圧による電子、正孔のドリフト移動度をそれぞれμ_nとμ_pとし、ドリフト速度が飽和していないとする。電子密度と正孔密度はそれぞれ n と p であるとき、全ドリフト電流密度が$J = q(n\mu_n + p\mu_p)E$と表されることを示しなさい。ただし、q は電荷素量である。

（4）この半導体の導電率が$\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$と表されることを示しなさい。

Ⅲ　（通信工学）

情報信号 I を送信語 W として符号化した。伝送路による誤りが E、受信語が Y=(0101100) の時、この２進符号伝送における誤りシンドローム S を求め、送信語と誤りパターンを推測しなさい。ただし、伝送路特性を次のようなパリティ検査行列 H で表現できるものとする。

$$H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ⅳ　（情報工学）

送信記号の集合を A、受信記号の集合を B、通信路行列を P とする。

$$A=\{a_1,a_2\},\qquad B=\{b_1,b_2,b_3\},\qquad P=\begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \end{array}\!\!\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} b_1 & b_2 & b_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \alpha & 0 & 1-\alpha \\ 0 & \alpha & 1-\alpha \end{bmatrix} \end{array}$$

であり、送信記号の発生確率は、

$$p(a_1)=\beta,\quad p(a_2)=1-\beta$$

であるとする。ただし、α と β は1より小さい正の定数である。次の問に答えなさい。

(1)　送信記号のエントロピー $H(A)$ を、β を用いて表しなさい。

(2)　受信記号の発生確率

$$p(b_1),\quad p(b_2),\quad p(b_3)$$

を α と β を用いて表しなさい。

(3)　送信記号と受信記号の相互情報量 $I(A;B)$ を、α と β を用いて表しなさい。

(4)　$\alpha=0.8, \beta=0.4$ のとき、送信記号の持っている平均情報量のうち受信側に到達する割合

$$\frac{I(A;B)}{H(A)}$$

を求めなさい。

Ⅴ　（計算機工学）

下記の設問に答えなさい。

(1)　１０進数で表現された下記の減算を、２の補数を使った４ビットの２進数演算で実行する手順を説明しなさい。

(a) 7 − 3　　　(b) 4 − 5

(2)　以下に示すCPU構成要素の役割を説明しなさい。

(a) プログラムカウンタ　　　(b) スタックポインタ

(3)　それぞれの違いが分かるように、下記を説明しなさい。

(a) マクロ呼び出し　　　(b) サブルーチン呼び出し

（科目名：専門Ⅱ）

Ⅵ　（応用数学）

一発のインパルス波形入力に対する応答(インパルス応答)から種々のデバイスの周波数特性を測定することがしばしば行われる。そこでもガウス関数を利用した波形がよく用いられるが、その一つであるガウス関数を２回微分した波形の周波数拡がりを、以下の小問に順次答えることにより求めよう。

(1) ガウス関数 $g(t) = \mathrm{e}^{-\lambda t^2}$ のフーリエ変換 $G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t)\mathrm{e}^{-j2\pi ft}dt$ は、$G(f) = \sqrt{\dfrac{\pi}{\lambda}}\mathrm{e}^{-\pi^2 f^2/\lambda}$ となることを導きなさい。ただし、$\int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{e}^{-t^2}dt = \sqrt{\pi}$ を用いてよい。

(2) 任意の関数 $h(t)$ の２階の導関数 $\dfrac{d^2}{dt^2}h(t)$ のフーリエ変換を求め、関数 $h(t)$ のフーリエ変換 $H(f)$ を用いて表しなさい。ただし、$t = \pm\infty$ における関数 $h(t)$ 並びにその任意階の導関数の値はゼロとする。

(3) ガウス関数 $g(t)$ の２階の導関数 $g_2(t)$ のフーリエ変換 $G_2(f)$ を求めなさい。

(4) フーリエ変換 $G_2(f)$ が最大値をとる周波数 f_{m} を求め、周波数 f に対する $G_2(f)$ の簡単なグラフを描きなさい。

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。

（それぞれ別の解答用紙に記入のこと）

機械材料・強度学 1/2

I. 鋼は熱処理により，設計者が必要な強度特性を持つ。このときに重要な Fe-C 2元系状態図（Fe- Fe_3C 系）を参考にして，次の問いに答えなさい。**（図は次ページ参照）**

(1) 純鉄の同素変態と結晶構造について説明しなさい。

(2) 鉄に炭素が侵入型に固溶して，一次固溶体を形成している。その固溶体の名称は低温側から何と呼ばれているか答えなさい。

(3) 鉄と炭素Cの固溶体（Fe_3C）をセメンタイトと呼び，炭素量2.14wt％以上のECF線で液相がオーステナイトとセメンタイトに分離する温度(1147℃)は何と呼ばれているか答えなさい。

(4) 炭素量約 0.02wt％以上の PSK 線（A_1 線）の温度(727℃)は何と呼ばれているか答えなさい。

(5) 炭素鋼の組織観察結果から ECF 線の変態で生成する組織をレデブライトと呼ばれているが，PSK 線の変態は鋼の熱処理で非常に重要な反応であり，この時に生成する組織は何と呼ばれているか答えなさい。

(6) オーステナイト領域にある鋼を急冷することにより焼き入れ処理が行われる。この時に起こる変態を何と呼んでいるか答えなさい。

(7) 炭素量 0.77wt％以下の鋼の焼き入れ処理について Fe-C2 元系状態図（Fe- Fe_3C 系）を用いて，結晶構造を含めて説明しなさい。

(8) 鋼の熱処理には上記の焼き入れの他に①焼ならし，②焼きなましがある。これらについて Fe-C 2元系状態図（Fe- Fe_3C 系）を用いて説明しなさい。

Ⅱ. 鉄鋼材料の疲労限度を上昇させる熱処理法を3つあげて説明しなさい。

機械材料・強度学 2/2

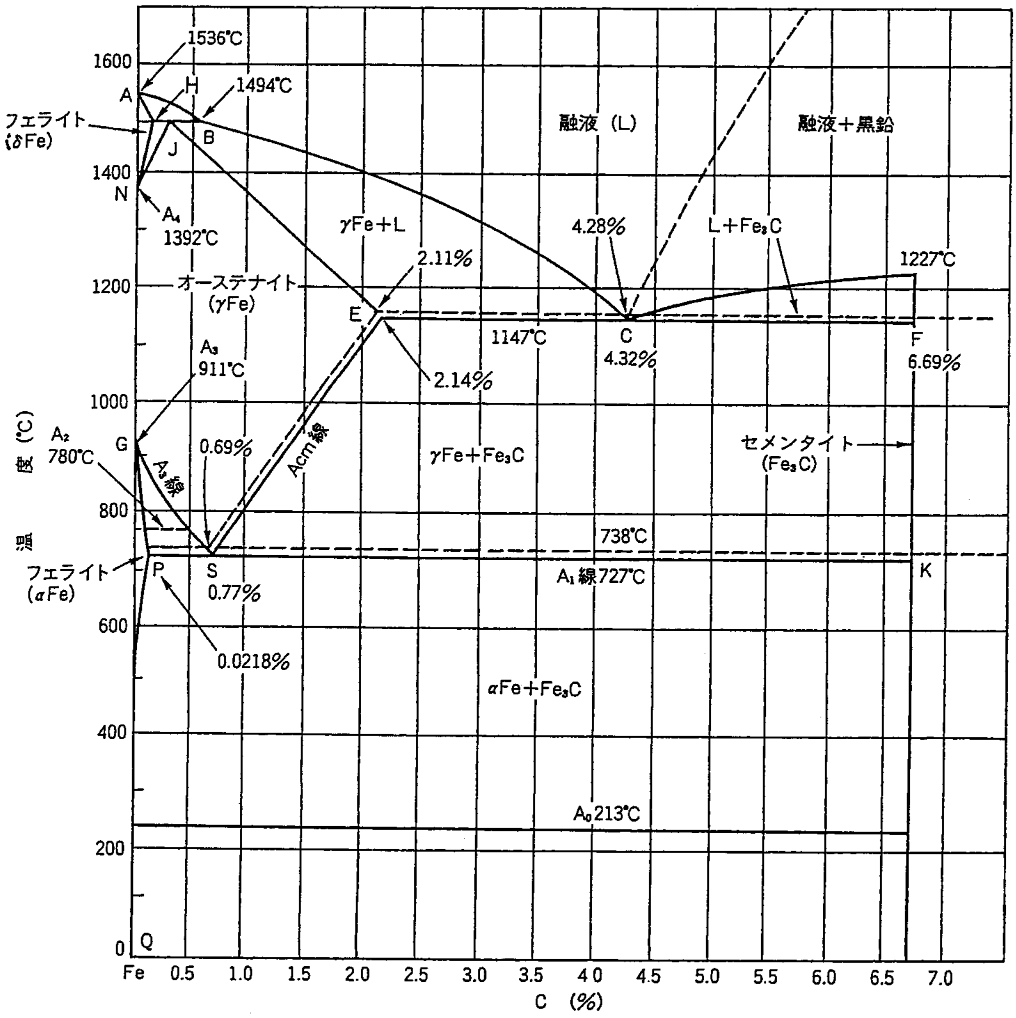


図1 Fe-C 2元系状態図（実線；Fe-Fe_3C 系、点線；Fe-黒鉛系）

（出典：(社)日本熱処理技術協会／日本金属熱処理工業会編集「熱処理技術入門」）

材料力学 1/2

図１に示すように水平に設置された長さl=800 mm の片持ち梁ＡＢの左端からa=200 mm の位置Ｃに鉛直方向の集中荷重W=2 kN が作用している場合について以下の問に答えなさい。答えには単位を明記し、計算の過程を記述すること。ただし、曲げモーメントは下に凸形の変形をする方向を正、せん断力は時計回り（右下がり）となる変形をする方向を正とする。

(1) 梁の固定支点Ｂに生じる図示方向の支持反力R_Bおよび支持曲げモーメントM_Bの値を求めなさい。

(2) 梁の左端からの距離がx [mm]の位置における断面に作用する曲げモーメントMおよびせん断力Fの式を示すとともに、曲げモーメント図（BMD）およびせん断力図（SFD）の概形を描きなさい（フリーハンドで可)。

(3) この梁の断面形状が図２のような<u>中空矩形</u>である一様断面の場合について、梁の断面二次モーメントI_1および断面係数Z_1の値を求めなさい。さらにこの梁に生じる曲げ応力（垂直応力）の最大値$\sigma_{\max,1}$を求めなさい。ただし、図３のように幅がb、高さがhである中実の矩形断面梁の断面二次モーメントは次式で表される。

$$I_z = \frac{bh^3}{12}$$

(4) 今度は図３の<u>中実矩形</u>の断面を有するが、梁の先端からの距離c=500 mm の位置Ｄ点で図４のように断面形状が急変する段付き梁の場合について、AD 間の梁の断面二次モーメントI_2および断面係数Z_2、および DB 間の梁の断面二次モーメントI_3および断面係数Z_3の値をそれぞれ求めるとともに、AD 間の梁に生じる曲げ応力（垂直応力）の最大値$\sigma_{\max,2}$、および DB 間の梁に生じる曲げ応力（垂直応力）の最大値$\sigma_{\max,3}$を求めなさい。

材料力学　2/2

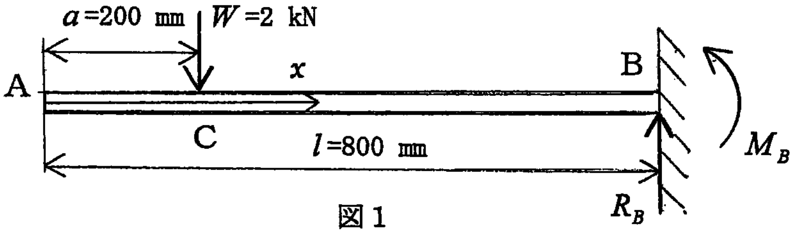


図1

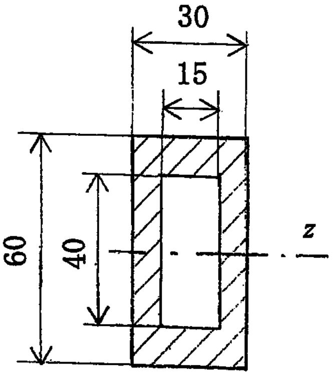


図2

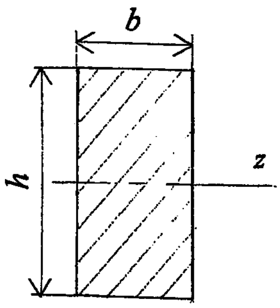


図3

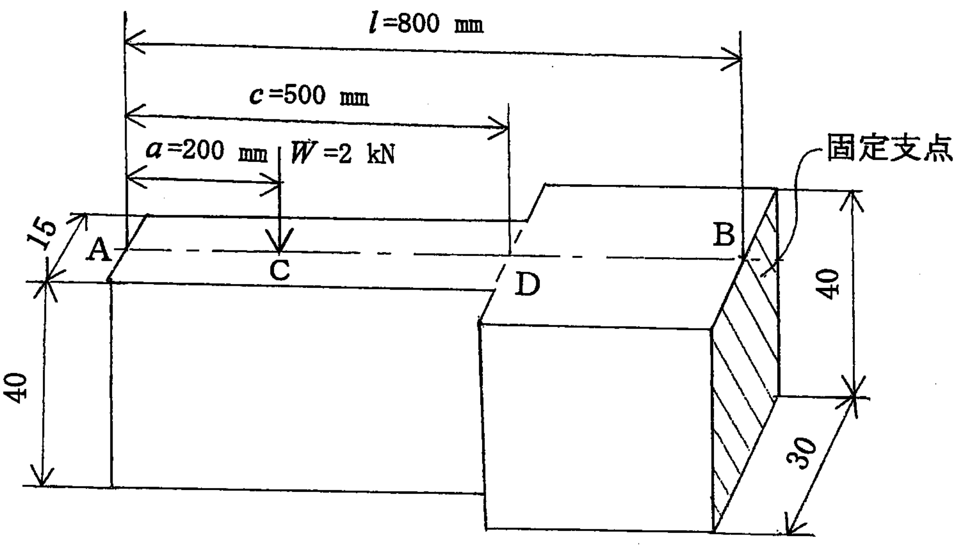


図4

熱力学

I. 温度がT_1と T_2 [K] の2つの熱源を用意し($T_2 > T_1$ とする)，1モルの理想気体を作業物質として次の4段階の変化を行わせる。

(i) まず気体を温度T_2，体積 V_A，圧力 p_Aの状態(状態 A)にしておいてそれを温度T_2の高温熱源に接触させ，準静的に(非常にゆっくりと熱平衡を保ちながら)体積V_Bまで等温膨張させる(状態 B)。

(ii) 状態 B で気体を断熱し，体積V_C，温度T_1 の状態 C までゆっくりと断熱膨張させる。

(iii) 状態 C で気体を温度T_1の低温熱源に接触させながら，準静的に等温圧縮して体積V_D，温度T_1の状態 D にする。

(iv) 状態 D で再び断熱状態にして，もとの体積 V_A，圧力 p_Aの状態 A まで断熱圧縮したとする。

気体定数をR，定圧比熱C_pと定積比熱C_Vの比をγとして以下の問に答えなさい。

(1) このサイクルを$p-V$ 線図に示しなさい。図中に状態 A～D と過程の矢印→を記入しなさい。

(2) このサイクルは何と呼ばれるか記しなさい。

(3) 過程(i)で気体が外に対して行なう仕事W_{AB}はいくらになるか。

(4) 過程(i)で気体が高温熱源から吸収する熱Q_{AB}はいくらになるか。

(5) 過程(ii)での気体の変化はどのような $p-V$ の関係式に従うか記しなさい。

(6) 過程(ii)で気体が外に対して行なう仕事W_{BC}はいくらになるか。

(7) この4段階の1サイクルで気体が外に対してした仕事Wはいくらになるか。

(8) この4段階の1サイクルで気体が外から受け取った熱量Qはいくらになるか。

(9) この4段階の1サイクルを熱機関として使った場合の効率ηはどう表されるか。

(10) 100℃で沸騰するお湯を高温熱源，0℃の氷水を低温熱源として，このサイクルを熱機関として使った場合の効率ηを計算しなさい。

(11) この4段階のサイクルを逆方向に変化させるとどういう働きをするか。

II. 熱力学の第2法則とは何か，わかりやすく説明しなさい。

流体工学

I.　図1に示す管路系から流出する水噴流が板に垂直に当たっているとき，その板にかかる力を求めたい。ただし，タンクは十分大きく，①の水面(出口より 10m 上方)は一定であるとし，管径 d を 100mm，管摩擦係数 λ を 0.01，管の全長 l を60m，入口の損失係数 ζ_1 を0.8，エルボの損失係数 ζ_2，ζ_3 をそれぞれ1.1，バルブの損失係数 ζ_4 を6.0，水の密度 ρ を1000 kg/m^3，水の動粘度 ν を 1.0×10^{-6} m^2/s，重力加速度 g を9.8 m/s^2，円周率を π とする。次の問いに答えなさい。

(1) 各種の損失が全くないとした場合，図1に示す①と②においてベルヌーイの式をたてて，②における速度と体積流量を単位も含めて求めなさい。

(2) 各種の損失が全くないとした場合，図1に示す②におけるレイノルズ数を求めて，そこでの流れが層流か乱流かを理由をつけて答えなさい。

(3) 各種の損失が全くないとした場合の噴流による板にかかる力を求めなさい。

(4) 各種の損失がある場合，損失がある場合のベルヌーイの式をたてて，図1の②における質量流量を単位も含めて求めなさい。

(5) 各種の損失がある場合の噴流による板にかかる力を求めなさい。

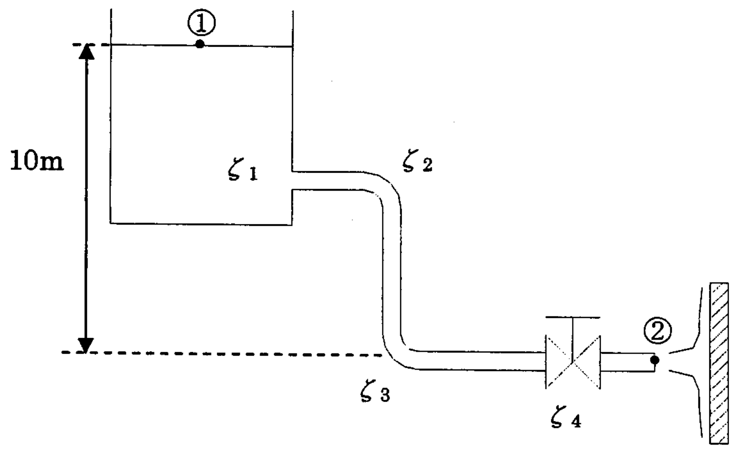


図1

Ⅱ. 標準大気圧(1気圧)について，次の問いに答えなさい。ただし，水の密度 ρ を1000 kg/m^3，重力加速度 g を9.8 m/s^2 とする。

(1) 絶対圧とゲージ圧を，圧力の単位で，それぞれ示しなさい。

(2) 絶対圧とゲージ圧を，水柱での長さの単位で，それぞれ示しなさい。

機械力学

長さ l の棒の両端に質量 m の物体を取りつけたバトン状の剛体(バトン)を考えます。このバトンを、図1に示すように、一端（下端）から l_1 の点 O を回転中心として回転できるように取り付けます。ここで、$l_1 \geqq l_2$とします。このバトンの剛体振り子（実体振り子、物理振り子）運動を考えます。なお、簡単のために、棒の質量は無視し、物体は質点 m とします。振れの角 θと O 点まわりのモーメント M の符号は、反時計回りを正とします。また、バトンの O 点まわりの慣性モーメントをIとします。

(1) このバトンの剛体（回転）運動の方程式を、振れの角θ, 慣性モーメントI, O 点まわりのモーメント Mで示しなさい。

(2) O 点まわりの慣性モーメントIを求めなさい。

(3) バトンに作用するO 点まわりのモーメント M を求めなさい。

(4) (2), (3)で求めた I と Mとを用いて，このバトンの回転運動の方程式を示しなさい。

これ以後，振れの角 θ は微小である($\theta \ll 1$）と仮定します。

(5) バトンの微小回転振動の方程式を示しなさい。

(6) 回転運動の角振動数 ω を求めなさい。

(7) $l_1 = l$, $l_2 = 0$ のとき，バトンの振動数 f[Hz]を求めなさい。

(8) (7)の場合において，重力加速度の SI 単位での値を $g=\pi^2$ とおけるとして，周期 Tが 1 秒になるような振り子を設計しなさい。設計値は，単位を明示して，有効数字 2 桁で示しなさい。

(9) $l_1 = l_2 = l/2$ のときのバトンの運動を説明しなさい。

(10) (9)の場合において，下端の質量を上端の質量の 2 倍にします。このバトンの振動数 f [Hz]を求めなさい。

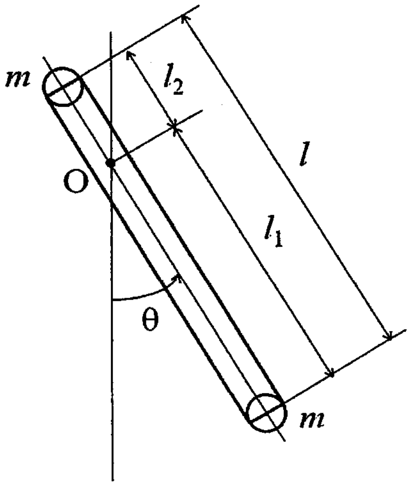


図1　バトンの剛体振り子

制御工学

I. 図1に示すフィードバック制御系について，以下の問いに答えなさい。

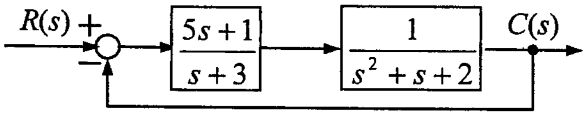


図1

(1) 閉ループ伝達関数 $W(s)$を求めなさい。

(2) 閉ループ伝達関数の特性根の位置を複素平面上に描き，2次系の根の減衰係数 ζ と固有周波数 ω_n を求めなさい。

(3) 閉ループ伝達関数の特性方程式の係数を用いて安定判別を行いなさい。

II. 図2に示すボード線図について，以下の問いに答えなさい。

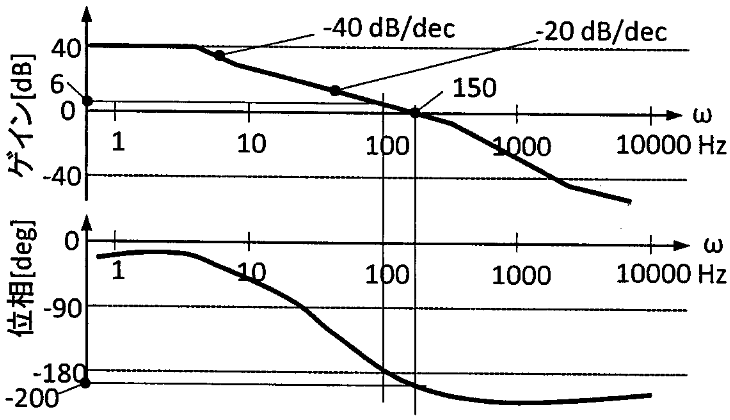


図2

(1) 以下の値を求め，あるいは名称を書きなさい。

① ゲイン余有，② 位相余有，③ 交さ周波数，④ 位相交点周波数，⑤ 制御系の型

(2) 安定性について，理由をつけて判定しなさい。

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　生体内には金属イオンがタンパク質複合体を形成し、その反応中心として存在して生命にとって必須の機能を担っている。とくに遷移金属イオンを反応中心にもつものは、それらの酸化還元電位が非常に重要な役割を果たしており、一連の電子伝達系を形成していることが知られている。

次に、3種類の鉄(III)錯体の水溶液中における酸化還元電位を示したが、配位環境によりこれらの電位は大きく変化することがわかる。これらの結果から考察できることを箇条書きで述べなさい。(3個以上)

$[Fe(CN)_6]^{3-} + e^- \Leftrightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$　　$E° = +0.36$ V vs. SHE

$[Fe(H_2O)_6]^{3+} + e^- \Leftrightarrow [Fe(H_2O)_6]^{2+}$　　$E° = +0.77$V vs. SHE

$[Fe(phen)_3]^{3+} + e^- \Leftrightarrow [Fe(phen)_3]^{2+}$　　$E° = +1.12$V vs. SHE

ただし、phen はフェナンスロリン配位子を表す。

II　ヘリウムが単原子分子として存在する理由を、水素分子の分子軌道エネルギー準位の概略図を示し、比較して説明しなさい。(150字程度)

III　次に示すカルボニル化合物は18電子則を満足する構造をとる。それらの構造を図示しなさい。

①　$[Cr(CO)_6]$　　②　$[Mn(CO)_5]_2$　　③　$[Co(CO)_4]_2$

ただし、原子番号は Cr: 24, Mn: 25, Co: 27 である。

問題2［無機・無機材料系2］

I　充填構造に関する次の問に答えなさい。

(1) 立方最密充填構造の充填率を計算しなさい。

(2) 大きさの等しい球が立方最密充填しており、さらにその4面体孔と8面体孔にそれぞれ挿入しうる最大球が充填された構造を考えた場合、全体の球の充填率を計算しなさい。

II　図は、2成分系（A、B）の相図を示している。(1)～(5)の矢印で示したところの自由度（式も示すこと）を示しなさい。また、(1) の状態から冷却して(3)と(5)に達したときの最も特徴的な組織をそれぞれ描きなさい。

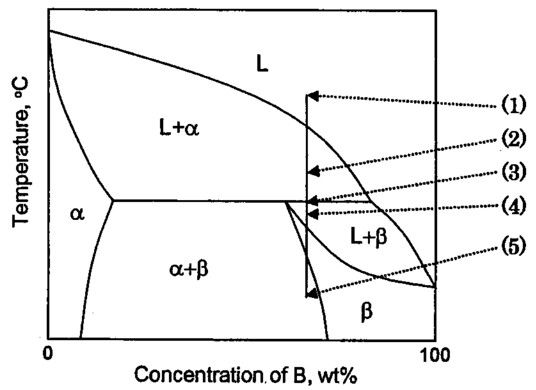


図　2成分系(A,B)の相図

問題　3　［有機・高分子系１］

Ⅰ　水分子中の酸素は主に（99.8%）^{16}O であるが、同位体の ^{18}O を濃縮した水 H_2O^* も入手可能である。アルデヒドまたはケトンを ^{18}O を濃縮した水に溶かした場合、同位体標識として ^{18}O がカルボニル基の中に取り込まれる。このメカニズムを説明しなさい。

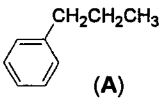
$$CR_2{=}O \quad + \quad H_2O^* \quad \rightleftharpoons \quad CR_2{=}O^* \quad + \quad H_2O \qquad (\text{ただし}\quad O^* = {}^{18}O)$$

Ⅱ　ベンゼンを出発原料に用いて、プロピルベンゼン(A)を合成する際に、Friedel-Crafts アルキル化反応を用いると C_9H_{12} の分子式をもつ構造異性体が主生物として得られ、その ^1H-NMR スペクトルは図 1 に示すものであった。

(1) この化合物の構造式を書きなさい。

(2) プロピルベンゼン(A)を合成する際には、Friedel-Crafts アシル化反応を使わなければならない。その理由を 2 つ書いて説明しなさい。

(3) プロピルベンゼン(A)を合成する実際の合成経路を示しなさい。



(A)

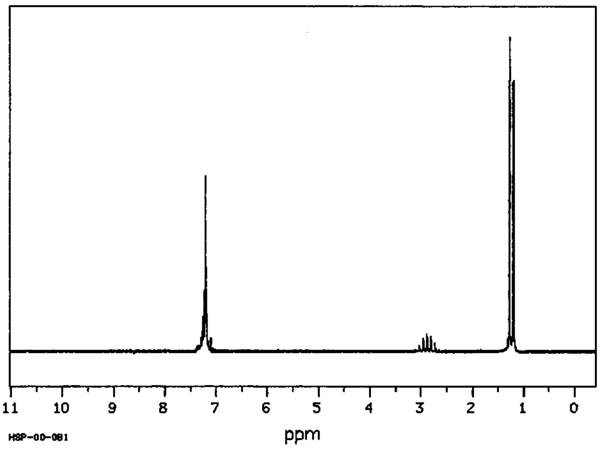


図 1　生成物の ^1H NMR スペクトル(1.24 (6H, 二重線), 2.88 (1H, 七重線), 7.02 ~ 7.39 (5H, m))

問題4［有機・高分子系2］

I　ナイロンの重合に関する、次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

（実験操作1）アジピン酸を無水エタノールに溶解して、ヘキサメチレンジアミンの無水エタノール溶液を加えると、発熱して結晶が析出した。一晩放置後、ろ別して無水エタノールで洗い、減圧乾燥した。
（実験操作2）得られた結晶を、窒素雰囲気下220℃で1時間、つづいて260－270℃で3時間加熱した。冷却すると、白色不透明の6,6-ナイロンが得られた。

（1）アジピン酸とヘキサメチレンジアミンから6,6-ナイロンができる反応の反応式で示しなさい。
（2）実験操作1で析出した結晶の分子量について、反応式と関連付けて説明しなさい。
（3）実験操作2を減圧下、高温で反応を行う理由を述べなさい。
（4）代表的な炭化水素系ポリマーであるポリエチレンの結晶の融点は約130℃であるのに対し、得られた6,6-ナイロンの融点は約260℃である。6,6-ナイロンがポリエチレンよりも高い融点をもつ理由について説明しなさい。
（5）アジピン酸の代わりにアジピン酸クロリドを用いると、界面重合でナイロンを合成することができる。6,6-ナイロンの界面重合について重合手順を簡単に示しなさい。

問題5〔分析・物理化学系1〕

I　1.0×10^{-3} mol/L のカルシウムイオンと 5.0×10^{-3} mol/L のバリウムイオンを含む水溶液がある。そこへ、硫酸ナトリウム粉末を少量ずつ溶解させながら加えていく。ここで、加えた硫酸ナトリウム粉末はすべてただちに溶解し、溶解前後で水溶液の体積は変化しないものとする。

(1) 生じる沈殿の溶解度平衡式および溶解度積の式を書きなさい。
(2) それぞれのイオンの沈殿が生じ始めるときの溶液中の硫酸イオン濃度はどれぐらいか求めなさい。
(3) (2)の結果より、最初に沈殿を生じ始めるのはどちらのイオンか示しなさい。
(4) 二番目のイオンの沈殿が生じ始めるとき、溶液中に残っている最初に沈殿を生じたイオンの濃度はどれぐらいか求めなさい。

ただし、硫酸カルシウムの $K_{sp} = 2.0\times10^{-5}$ $(\mathrm{mol/L})^2$、硫酸バリウムの $K_{sp} = 1.0\times10^{-10}$ $(\mathrm{mol/L})^2$ とする。

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。1.0×10^{-3} mol/L の化合物Bの溶液における 500 nm と 650 nm の吸光度は、それぞれ 0.500 と 1.000 である。
また、1.0×10^{-3} mol/L の化合物Cの溶液における 500 nm と 650 nm の吸光度は、それぞれ 2.000 と 0.000 である。化合物Bと化合物Cが混合した溶液を測定したところ、500 nm と 650 nm の吸光度は、それぞれ 1.500 と 2.000 であった。

(1) 単独溶液の吸光度測定データより、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) 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、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　熱力学第二法則は、エントロピーという物理量を用いて、「宇宙のエントロピーは自然に増加する傾向にある」と表わされる。エントロピーはものやエネルギーが乱雑に分散している乱れの程度を表し、値が大きいほど乱れの程度が大きい。エントロピーに関する以下の問に答えなさい。

（1）エントロピーは系の状態のみによって定まる量であり、そこに至るまでの経路には依存しない。このような物理量を一般に何というか答えなさい。また、エントロピーの値は系の物質量に比例する。このような性質を一般に何というか答えなさい。

（2）温度 T の系が可逆的に熱 q を吸収したとき、系のエントロピー変化 ΔS を表す式を書きなさい。

（3）一定温度 T のもとで、n mol の理想気体の体積を V_1 から V_2 まで変化させた。この変化に伴うエントロピー変化 ΔS を表す式を求めなさい。ただし、気体定数を R とする。

（4）一定圧力のもとで、定圧熱容量 C_p の物体の温度を T_1 から T_2 まで変化させた。この変化に伴うエントロピー変化 ΔS を表す式を求めなさい。

（5）1.0×10^5 Pa のもとで、1.0 mol の水を 300 K から 350 K まで加熱した。この変化に伴うエントロピー変化 ΔS の値を計算しなさい。ただし、水の定圧熱容量は一定とし、必要なら 1.0 cal = 4.2 J の関係と ln 300 = 5.70、ln 350 = 5.85（ln は自然対数）の値を使いなさい。

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　以下の二問に答えなさい。

1. 排他的論理和「^」は次のような性質を持っている。

x	y	x ^ y	y ^ (x ^ y)	(x ^ y) ^ (y ^ (x ^ y))
0	0	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1

この性質を利用して、作業用の変数を使わず二つの変数「x」と「y」の値を入れ替える下記のプログラムのAの部分を作成してこれを完成させなさい。(Aの中ではxとy以外の変数を使用してはならない)

```
public class Swap {
  static void swapA (int x, int y) {
        x = x ^ y;
        [ A ]
  }
}
```

(注 1). 引数として渡された整数型変数 x と y の値がプログラム終了時に入れ替わるようにする

(注 2). 整数型に対する排他的論理和「^」は各ビットごとに適用される

2. あるメソッド(Java の場合)または関数(C の場合)の中で自分自身を呼び出すことを再帰呼び出しという。これを使って、次のように定義される n 番目のフィボナッチ(Fibonacci)数を計算するメソッドもしくは関数「long fib(long n)」を作成しなさい。

$$fib(0) = 0$$
$$fib(1) = 1$$
$$fib(n) = fib(n-1) + fib(n-2) \quad (n \geq 2)$$

Ⅱ　下記の設問から２問選択して説明しなさい。

(1) 回線交換とパケット交換のそれぞれの主な長所と欠点を簡潔に説明しなさい。

(2) RTTが0.5ミリ秒の衛星回線においてウイ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計算しなさい。

(3) 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。

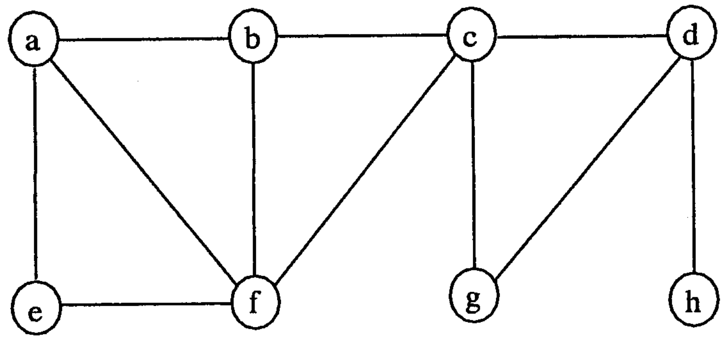
(4) 文字列「MEDIA」を水平垂直パリティ方式で伝送する場合のビット列を説明しなさい。

M: 1011001
E: 1010001
D: 0010001
I: 1001001
A: 1000001
(JIS7単位符号)

Ⅲ　以下の問いに答えなさい。

情報システムのシステム開発の手法を３つあげなさい。
次に、その中から１つを選び、その手法について説明しなさい。

Ⅳ　以下の無向グラフGについて下記の設問に答えなさい。



G

（1）グラフGにおいて、節点 a から節点 g に至る順路（節点が重複しない経路）の数を求めなさい。

（2）グラフGにおいて、節点 b を含む単純閉路（両端が同じ順路）の数を求めなさい。

（3）グラフGにおいて、節点 a から節点 h に至る順路を探す横型探索木を書きなさい。ただし、下位節点の探索順序はアルファベット順とする。

V　以下の問いに答えなさい。

(1) 信号

$$x[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq N \quad (N : \text{正の整数}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

の離散フーリエ変換

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-jn\omega}$$

を求めなさい。

(2) 信号

$$y[n] = \begin{cases} 2\cos\frac{2\pi}{N}n, & 0 \leq n \leq N \quad (N : \text{正の整数}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

の離散フーリエ変換 $Y(e^{j\omega})$ を、問 (1) の $X(e^{j\omega})$ を用いて表しなさい。

専門　II　（環境ソリューション工学専攻）

以下の大問Ｉ～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。ただし、大問IIにおいては配布された解答用紙を用いること。

I　次の問いに答えなさい。

問１　琵琶湖の水質の状況を判断するために重要と考えられる水質指標を５項目挙げ、それらの水質測定方法を簡略に述べなさい。

問２　琵琶湖に流入する汚濁発生源を４種類に分類し、それらの汚濁発生源に対してこれまでどのような汚濁削減対策がとられてきたか説明しなさい。また、今後さらに琵琶湖の水質の向上を図っていくためには、それぞれの汚濁発生源に対してどのような対策が必要か述べなさい。

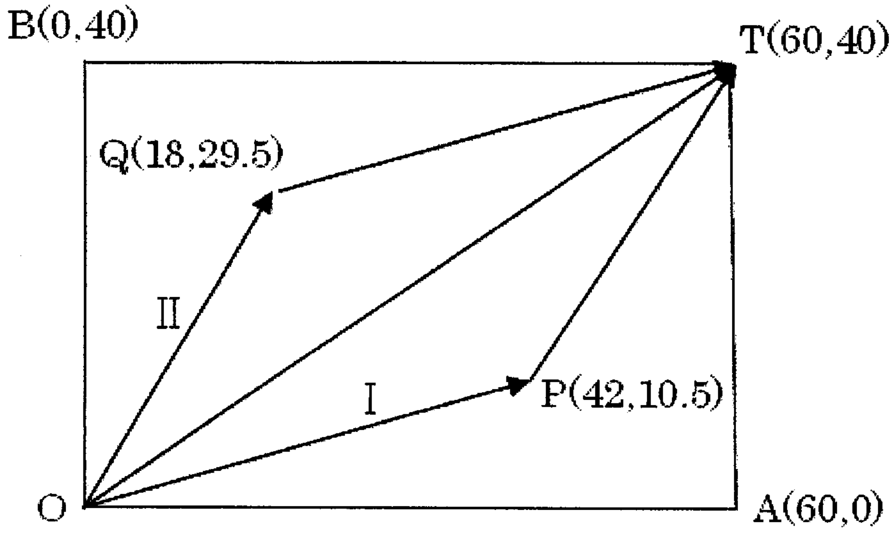
II　次の問いに答えなさい。

問１　廃棄物の分野で、最近「都市鉱山」ということが言われることが多くなった。下の語句群の中から適当な語句を選んで「都市鉱山」について説明しなさい。

語句群：焼却灰、廃家電、溶融飛灰、プラスチック、貴金属、スラグ、非鉄精錬、資源枯渇、濃縮、コスト、亜鉛、携帯電話

問２　廃棄物の資源化において２分別する選別装置が多いが、選別対象物を２成分とみれば、２成分、２分別装置として扱える。この場合、選別方式が異なっても選別状況をベクトル表示できることがわかっている。例えば、次図でＡ成分 60kg、Ｂ成分 40kg の混合物を選別装置にかけ、ＩとIIに２分別されたとする。計測したところ、ＩにＡが 42kg、Ｂが 10.5kg、IIにＡが 18kg、Ｂが 29.5kg あったとする。これはＩにＡが 0.700、Ｂが 0.263、IIにはＡが 0.300、Ｂが 0.738 回収されたことになる。初めの混合物はベクトル OT で、Ｉはベクトル OP で、IIはベクトル OQ で表示でき、平行四辺形 OPTQ の面積と OATB の面積の比は総合選別効率と定義でき、これは回収率行列の行列式の値となる。この場合、総合選別効率は $0.700 \times 0.738 - 0.263 \times 0.300 = 0.438$ になる。

（次頁へ続く）



ところで、バイオガス処理を行うのに適当な組成をA、不適当な組成をBとし、混合物が上図に示すようにA：60kg、B:40kgで、選別して上図に示すようにIとIIに2分別できたとする。しかし、図中の値から計算できるように、混合物中のBの比率0.4がIの0.2に減らせたといっても不純物としてのBの比率がまだ高く、回収率も0.7と低い。そこで、選別装置を改善する必要があると考えた。改善目標としてI中のBの比率を0.1に下げるとともにAの回収率を0.8にあげたい。改善後のI、IIをそれぞれI'、II'とする。このとき、以下の問いに答えなさい。

1） 改善目標のI'、II'をそれぞれベクトルOP'、ベクトルOQ'として解答用紙の図中に表示しなさい。また、このときのP'、Q'の座標を求めなさい。

2） 改善目標の総合選別効率を求めなさい。

Ⅲ　次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

「龍谷の森」は、瀬田丘陵に広がる森林である。瀬田地域は 1960 年代までは街道筋に集落が点々と見られる田園風景が広がっていたが、瀬田駅開業後の 1970 年代から宅地開発が進み、瀬田丘陵の北側は大部分が住宅地となっている。一方、瀬田丘陵の南側は、昔ながらの田園風景が現在も広がっている。1960 年代までは瀬田丘陵は「里山」として利用されてきたが、その後徐々に森林利用が減少し、現在では緑豊かな「雑木林」となっている。

問１　この文章に見る「里山」と「雑木林」はどのような意味か。対比して述べなさい。

問２　1960 年代以降、「龍谷の森」では生物多様性の面で、どのような変化があったと考えられるか、記述しなさい。ただし、一般的な「里山」における生物多様性の変化について述べても良い。

問３　あなたが「龍谷の森」の保全を依頼されたとする。保全計画を立てるためには、計画立案のための調査が必要となる。調査計画立案について、次の各項目を~~に~~具体的に（調査内容、調査時期・回数、等）答えなさい。

(1)　「龍谷の森」の保全の意義
(2)　保全の意義を明らかにする調査計画
(3)　(2)以外で計画立案に必要と思われる調査計画
(4)　(2)-(3)の調査から予想される結果。

Ⅳ　次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

野外における種個体群や生物群集の研究においては、対象種の密度あるいは対象生物群集の種組成等を明らかにする必要がある。その一つの方法として、河川の水生昆虫群集を調査する場合は 30cm×30cm 程度の、森林植物群集の調査においては 20m×20m 程度のコドラート（方形区）を用いて調査することが多い。ただし，調査は１回ですむ場合もあれば、複数回あるいは通年行わねばならない場合もあるだろう。この時、次の問いに答えなさい。ただし、各問は相互に関連するので、解答にあたっては十分に注意すること。

問１　以下の問いに対する解答において、対象として想定する種（アユなど）あるいは生物群集（鳥類群集など）を示せ。

問２　上記の問１で特定した種あるいは生物群集について、下記の問３、問４に関して、その対象のどのような特徴を明らかにしたいのか、想定せよ。

問３　上記の問１で特定した種あるいは生物群集について、上記の問２で想定した課題に対して、どれくらいの大きさのコドラート（方形区）を採用するのがよいか。理由とともに示せ。

問４　上記の問１で想定した種あるいは生物群集について、上記の問２で想定した課題を明らかにするために，上記の問３で採用したコドラート（方形区）を用いて調査を行う場合，その調査法の長所と短所を述べよ。

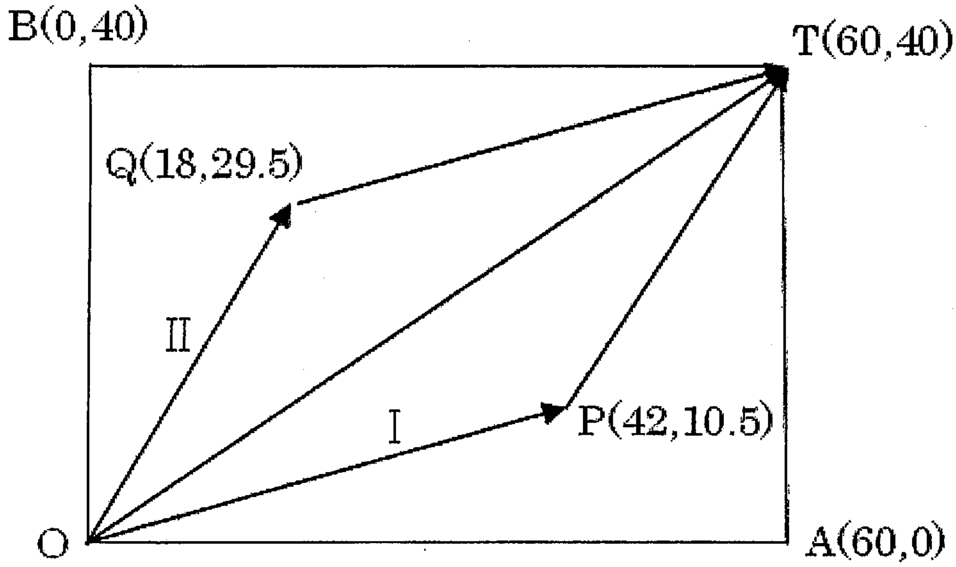
解答用紙

Ⅱ

問1

問2

1）



2）