

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 複素関数 $f(z) = \frac{1}{2-z}$ を考える。

(1) $f(z)$ を $z=0$ でテイラー展開しなさい。ただし、 $|z| < 2$ とする。

(2) $f(z)$ を領域 $\{z : |z| > 2\}$ でローラン展開しなさい。

(3) 次の複素積分

$$\int_{|z|=\frac{1}{2}} f(z)dz, \quad \int_{|z|=3} f(z)dz$$

の値をそれぞれ求めなさい。

II a を定数とし、 $(x(t), y(t))$ を次の連立微分方程式

$$(*) \quad \begin{cases} \frac{dx}{dt} = y + ax(x^2 + y^2) \\ \frac{dy}{dt} = -x + ay(x^2 + y^2) \end{cases}$$

の解とする。 $(x(0), y(0)) \neq (0, 0)$ とし、 $R(t) = x(t)^2 + y(t)^2$ とおく。

(1) $\frac{dR}{dt}$ を $x(t), y(t)$ を用いて表しなさい。

(2) $R(t)$ の微分方程式をたてて、定数 $C \geq 0$ に対して、 $R(0) = C$ を満たす解 $R(t)$ を求めなさい。

(3) $\lim_{t \rightarrow \infty} (x(t), y(t)) = (0, 0)$ となるような a の条件を求めなさい。

Ⅲ 質点が xy 平面上の曲線 $y = x^3 - x$ の上を一定の速さ 2 で x の正の向きに動いている。すなわち、時刻 t での質点の速度ベクトルを $\mathbf{v}(t)$ とすると、 $|\mathbf{v}(t)| \equiv 2$ で、 $\mathbf{v}(t)$ の x 成分は常に正である。

(1) 質点の位置ベクトルを $(x(t), y(t))$ とするとき、 $\mathbf{v}(t)$ の x 成分を $x(t)$ で表しなさい。

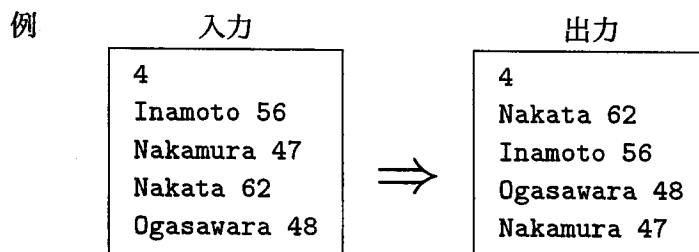
(2) 質点が点 $A(-1, 0)$, $B(0, 0)$, $C\left(\frac{1}{\sqrt{3}}, -\frac{2}{3\sqrt{3}}\right)$ を通るときの $\mathbf{v}(t)$ をそれぞれ求めなさい。

(3) (2) の点 B , C を通るときの質点の加速度ベクトルをそれぞれ求めなさい。

IV 質量 m 、正の電荷 q ($q > 0$) をもつ質点が、一様な電場 E と磁束密度 B の中を速度 v で運動するとき、質点にはローレンツ力 $q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$ がはたらく。時刻 t での質点の位置ベクトルを $\mathbf{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$ として次の問いに答えなさい。

- (1) $\mathbf{E} = (E, 0, 0)$, $\mathbf{B} = (0, 0, B)$ のとき、この質点の運動方程式を各成分毎に書きなさい。ただし、 E, B は正定数とする。
- (2) (1) で $E = 0$ のときを考える。 $\mathbf{r}(0) = (0, 0, 0)$, $\dot{\mathbf{r}}(0) = (0, v_0, 0)$ として $\mathbf{r}(t)$ を求めなさい。ただし、 v_0 は定数とする。
- (3) (1) で $E \neq 0$ のとき、質点は等速度運動をした。 $\dot{\mathbf{r}}(0) = (0, v_0, 0)$ として定数 E を求めなさい。

V 人数に続いて、名前と得点からなる行が人数分だけ連続するような形式の名簿がある。ただし、名前は1文字以上100文字未満の英文字の並びであり、空白類は名前に含まれない。得点は、0以上100以下の整数であり、名前と得点の間には1つのスペース(間隔文字)が置かれている。また、1つの名簿に含まれる人数は1000名以下である。



このような名簿を読み込むと、上の例のように、得点の大きい順に並び替えた名簿を出力するプログラムを、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。名簿は、標準入力から読み込まれ、標準出力に書き出されるものとする。同じ得点の者が出力される順は問わない。

VI 次のような CPU (プロセッサ) を考える.

- 1 語は 12 bit である.
 - 8 つの汎用レジスタを持っている.
 - 全ての機械語命令は 2 語から成る.
 - ロード/ストアなどのメモリアクセス命令では, 12 bit のオペランドでメモリ番地を指定する (1 語 1 番地).
 - クロック周波数は $200 \text{ kHz} = 2 \times 10^5 \text{ Hz}$ である.
- (1) この CPU の機械語命令中で演算に用いる汎用レジスタを 1 つ指定するためのオペランドには最低何 bit 必要か.
 - (2) この CPU の機械語命令で扱えるアドレス空間は何語分あるか. また, それは何 KB に相当するか. ただし, $1 \text{ B (バイト)} = 8 \text{ bit}$ とし, $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ B}$ とする.
 - (3) 負数を 2 の補数を用いて表現したとき, 1 語で表現できる符号付き整数の最大と最小はそれぞれいくつか. 10 進数で答えなさい.
 - (4) 実効命令数が 1×10^7 であるような機械語プログラムを実行して CPU 実行時間を測定したところ, 180 秒だった. このプログラムの実行時には, このプロセッサは 1 つの機械語命令の実行に平均何クロックサイクルかけているか.

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)

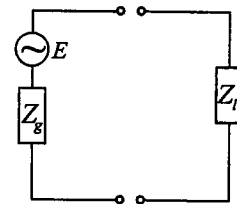
電源回路について次の問いに答えなさい。

(1) 図のような電源インピーダンスが $Z_g (= R_g + jX_g)$ である回路から最大の電力を取り出すためには負荷インピーダンス $Z_l (= R_l + jX_l)$ は

$$R_l = R_g$$

$$X_l = -X_g$$

という条件を満たす必要があることを証明しなさい。



(2) $R_g = 50\Omega$, $E = 10.0V$ であるとき取り出しうる最大の電力はいくらか答えなさい。

(3) もし $R_l = R_g$ の条件が満たされないときは取り出しうる電力はどのようになるか答えなさい。 $R_l = R_g$ の場合も含めて R_l に対する変化の略図を示しなさい ($X_l = -X_g$ は成り立っているものとする)。

II (電子工学)

次の問いに答えなさい。

- (1) 金属の伝導に寄与する電子密度と半導体のキャリア密度の温度による変化には違いがある。それぞれ室温付近から温度が低下するに従いどのような変化をするか答えなさい。
- (2) 金属の抵抗率は室温付近から温度が低下するに従いどのような変化をするか、縦軸に抵抗率、横軸に温度をとり図示して説明しなさい。またその変化は何によるものか述べなさい。
- (3) 残留抵抗とは何か説明しなさい。また残留抵抗の大きさは一般に金属の何に依存するか述べなさい。

III (通信工学)

正弦波 $v_s(t) = V_s \cos \omega_m t$ を用いて搬送波 $v_c(t) = V_c \cos(\omega_c t + \varphi_c)$ の振幅変調を行った。このとき、得られるAM信号 $f_{AM}(t)$ に関して次の問いに答えなさい。

- (1) $f_c = \omega_c / 2\pi = 954$ [kHz]、 $f_m = \omega_m / 2\pi = 16$ [kHz] のとき周波数帯域幅 ω_B を求めなさい。
- (2) 変調度(変調指数) m を用いてAM信号 $f_{AM}(t)$ を書きなさい。
- (3) 側帯波と搬送波の電力の比を求めなさい。
- (4) AM信号 $f_{AM}(t)$ の周波数スペクトルを描きなさい。

IV (情報工学)

C言語に関する下記の設問に答えなさい。

(1) 下記の ~ に当てはまる記号を答えなさい。

(I) `int a[]={2, 4, 6}; int *ptr = (int *)a;` でポインタ変数 ptr を宣言したとき、その実体 *ptr の値は になる。

(II) `char *array[2][3]={ "1A", "2B", "3C", "4D", "5E", "6F" };` で2次元のポインタ配列を宣言したとき、配列要素 array[1][1] の値は文字列定数 になる。またこのとき *array[1][1] の値は文字定数 になる。

(III) `int i=1, sum=0;` が宣言済みであるとする。反復処理 `while(i<3){ sum += i; i++; }` を完了した時点で sum の値は である。

(2) 図の に単文を当てはめることにより、 $\sin x$ の近似値をマクローリン展開

$$\sin x = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n (-1)^i \frac{x^{2i+1}}{(2i+1)!} = x + (-1)^1 \frac{x^3}{3!} + (-1)^2 \frac{x^5}{5!} + \dots$$

によって求める関数 macsin の関数定義を作成しなさい。

```
double macsin( double x) {
    int i;
    double a=x, t=x, mxx=-x*x;

    for(i=1; t != 0.0; i++) {
        
        a += t;
    }
    return( a );
}
```

図

(3) 関数 main の関数ヘッダ

```
int main(int argc, char *argv[ ])
```

にある引数 argc と argv を説明しなさい。

V (計算機工学)

カルノー図は論理の隣接性を図で表現し、論理式を簡略化することができるようにしたものである。カルノー図に関する下記の問に答えなさい。

- (1) 論理の隣接性を利用した簡略化の例として、 $AB + \overline{A}B = A$ を証明しなさい。
- (2) $f = \overline{X}YZ + X\overline{Y}Z + XY\overline{Z} + XYZ$ を 3 変数のカルノー図に示して簡略化しなさい。
- (3) (2)のカルノー図を例として、カルノー図がどのように論理の隣接性を表現しているか、また、どのように簡略化しているか、説明しなさい。

VI (応用数学)

次の(1)～(5)の問いに答えなさい。

- (1) 定積分 $a_n = \int_{-\pi}^{\pi} x \sin nx \, dx$ ($n=1, 2, 3, \dots$) を計算し、 n が奇数の場合と偶数の場合に分けて答を書きなさい。
- (2) (1)で求めた a_n を用いて、 $y=x$ 、 $y=a_1 \sin x$ 、 $y=a_2 \sin 2x$ が表す 3 つの曲線 (または直線) を、1 つのグラフ上に $-\pi \leq x \leq \pi$ の範囲で描きなさい。
- (3) $z_1 = \pi e^{jnt}$ 、 $z_2 = \pi(2t-1)$ とする。変数 t が $0 \leq t \leq 1$ の範囲で変化するときの z_1 の軌跡 C_1 と z_2 の軌跡 C_2 を、1 つの複素数平面上に描きなさい。
- (4) (3)で描いた軌跡 C_1 と C_2 で形成される閉曲線を反時計回りに回る積分路 $C_1 + C_2$ を考える。この積分路に沿う周回積分 $I_n = \oint_{C_1+C_2} z \sin nz \, dz$ ($n=1, 2, 3, \dots$) を求めなさい。
- (5) (1)と(4)の結果を用いて、積分路 C_1 (反時計回り) に沿う複素積分 $\int_{C_1} z \sin nz \, dz$ ($n=1, 2, 3, \dots$) 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」, 「材料力学」, 「熱力学」, 「流体力学」, 「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

I. 中央に貫通したき裂長さ $2a$ を有する平板が引張り応力 σ を受けている。き裂の長さが板幅に比べて十分に小さい時に、き裂先端での応力拡大係数 K は、 $K = \sigma \sqrt{\pi a}$ で表されるとして、以下の問いに答えなさい。

- 1) 平板の目視検査を行ったところ、板中央に存在する直径 10 mm の貫通円孔の荷重に直角方向の両端に片側 3 mm のき裂が発見された。この板材の破壊靱性値 $K_{IC} = 25 \text{ MPa m}^{1/2}$ であるとき、引張り破壊応力を求めなさい。ただし、 $\sqrt{\pi} = 1.77$, $\sqrt{10} = 3.16$, $\sqrt{5} = 2.23$ とする。
- 2) 同じ板が応力範囲 2σ の完全片振り繰り返し応力を受けている。この材料の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 σ を求めなさい。

材料力学

以下の問いで答えには必ず単位を明記のこと。また、計算を簡単にするため、円周率は $\pi=3$ として計算しなさい。

I. 図1のように板厚 $t=3\text{mm}$ の2枚の板が端部から $l=10\text{mm}$ の位置に直径 $d=4\text{mm}$ のリベット2本で接合されている。この板が図示の方向に $W=720\text{N}$ の引張り荷重を受けている場合について、リベットに生じるせん断応力 τ_1 の値および板のリガメント部ABに生じるせん断応力 τ_2 の近似値を求めなさい。

II. 以下の問いに答えなさい。

- (1) 図2のように板厚が $t=5\text{mm}$ 、直径が $D=100\text{mm}$ である圧力容器に内圧 $p=40\text{MPa}$ が作用している場合について、円筒部分に生じる周方向応力 σ_θ および軸方向応力 σ_z の値を求めなさい。
- (2) この円筒部分に小さな穴があいたときに生じる最大応力 σ_{\max} の値を求めなさい。ただし、円筒容器の曲率は無視できるので、この穴は無限に広い板中の円孔と近似できるものとし、穴から漏れる圧力の影響は無視できるものとする。

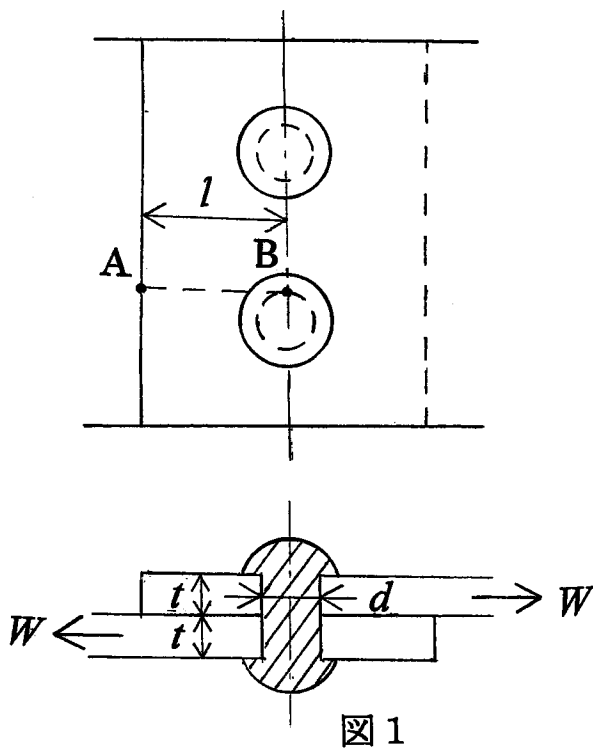


図1

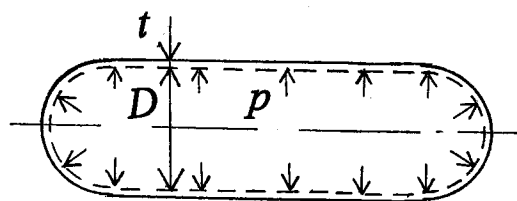


図2

熱力学

I. ガソリン蒸気と空気の混合気体に対して次の4段階の変化を行わせた。

- (i) まずガソリン蒸気と空気の混合気体をシリンダー内に吸引し、圧力 p_1 [Pa]、体積 V_1 [m³]、温度 T_1 [K]の状態 1 にした。ここから気体を断熱圧縮し、圧力 p_2 、体積 V_2 、温度 T_2 の状態 2 にした。
- (ii) ここで点火プラグにより気体の燃焼を開始させた。すると等体積のまま温度が急激に上昇し、加圧され、圧力 p_3 、体積 V_3 、温度 T_3 の状態 3 になった。
- (iii) すぐに気体はピストンを押しながら断熱膨張し、圧力 p_4 、体積 V_4 、温度 T_4 の状態 4 になった。
- (iv) その後等積のまま排気しながら放熱し、再びガソリン蒸気と空気の混合気体をシリンダー内に吸引し、圧力 p_1 、温度 T_1 、体積 V_1 の状態 1 にもどした。

この気体の定圧比熱 C_p [J/K]と定積比熱 C_v の比を γ として以下の問いに答えなさい。

- (1) このサイクルを $p-V$ 線図に示しなさい。図中に状態 1~4 と過程の矢印 \rightarrow 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) 等積過程(ii)で気体が得た熱量 Q_{in} [J]は温度を使ってどう表されるか。
- (4) 過程(iv)での気体の放熱量 Q_{out} は温度を使ってどう表されるか。
- (5) 過程(iii)で気体が外に対して行なう仕事 W [J]と熱量の関係はどう表されるか。
- (6) 過程(i)および(iii)での気体の変化はどのような関係式に従うか記しなさい。
- (7) この熱機関の効率 η は熱量を使ってどう表されるか。
- (8) この効率 η を (3), (4), (6) の式を使って変形し体積で表しなさい。

II. 熱力学の第1法則とは何か、わかりやすく説明しなさい。

流体力学

I. 水平に置かれたなめらかに断面積が変化する摩擦のない円管を、密度 ρ (kg/m^3) の流体が流れている。断面①での圧力が P_1 (Pa)、速度が V_1 (m/s)、断面積が A_1 (m^2) のとき、断面積が A_2 (m^2) の断面②での速度 V_2 と圧力 P_2 を、 P_1 、 V_1 を用いて求めなさい。

II. 内径 50 cm、管摩擦係数 0.010 の直円管で、水が 10 m/s で流れている。このとき、長さが 196 m における区間での圧力損失を圧力の単位と長さの単位で求めなさい。ただし、水の密度 ρ を $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、重力加速度 g を $9.8 \text{ m}/\text{s}^2$ とする。

III. 図1に示す状態であるとき、A、B、C、Dの各点における絶対圧とゲージ圧を hPa の単位で答えなさい。ただし、油の比重は 0.50、水銀の比重は 13.6、大気圧は 0.1013 MPa、重力加速度 g は $9.8 \text{ m}/\text{s}^2$ 、水の密度 ρ は $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ であるとする。

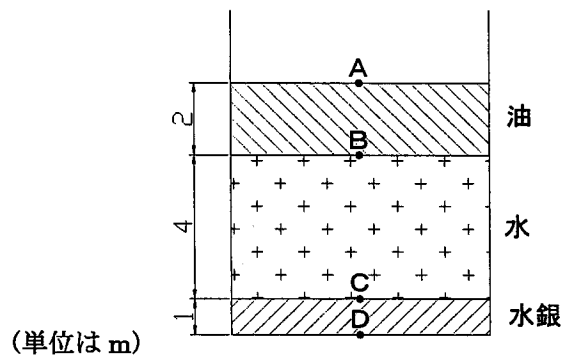


図1

機械力学

I. 図1に示すような、剛体振り子（実体振り子）を考えます。

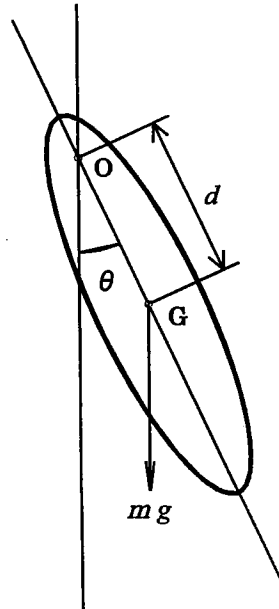


図1 剛体振り子

- (1) 軸 O まわりの剛体の慣性モーメントを I_0 、固定軸 O と重心 G との距離を d 、剛体の質量を m とします。剛体の運動方程式を導きなさい。ここで、反時計まわりの回転を正とします。また、振れの角 θ は、微小であるとしてます。
- (2) この剛体の振動の固有振動数 f (Hz) の式を定めなさい。
- (3) 剛体振り子の実験を行い、振動周期 T を測定しました。ここで、質量 m と距離 d は、既知であるとしてます。この剛体の O 軸まわりの慣性モーメント I_0 を推定しなさい。
- (4) O 軸と平行な重心 G を通る軸に関する I_G を求めなさい。

II. 不減衰1自由度のばね・質量系の振動について考えます。

ここで、ばね定数 k 、質量 m であるとしてます。初期条件が、初期変位 x_0 、初速度 v_0 であるとしてます。この時の振動の式を定めなさい。

制御工学

I. 図1に示す直結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。

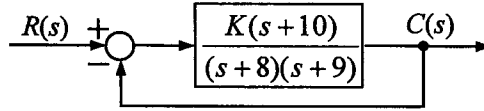


図1

- (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虚数部分が $\pm j$ になるときの K の値をすべて求め、特性根の値を示しなさい。ただし、 j は虚数単位である。

II. 図2について、以下の問いに答えなさい。

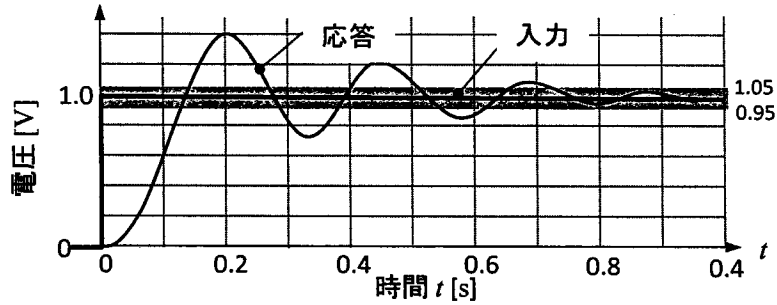


図2

- (1) この図は何を表している図かを示しなさい。
- (2) 以下の値を図から読み取りなさい。
 - ① 立ち上がり時間, ② 行き過ぎ量, ③ 整定時間, ④ 遅れ時間, ⑤ 行き過ぎ時間

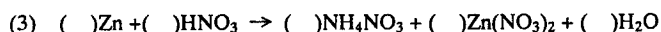
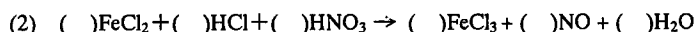
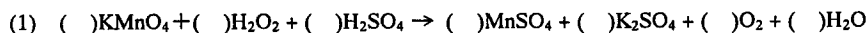
専門 II (物質化学専攻)

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 遷移金属錯体の理論的取扱いに関して、 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ を例として原子価結合法(valence bond theory)と配位子場理論(ligand field theory)の長所と短所を議論しなさい。

II 次に示す()内に係数を入れて化学反応式を完成させなさい。ただし、係数が1の場合も記入すること。



III 次の語句について説明しなさい。

- (1) 電子欠損分子 (3 中心 2 電子結合) (2) 活性酸素 (3) 逆供与 (back-donation)

問題2 [無機・無機材料系2]

I A原子が立方最密充填されており、B原子がその4面体サイトの一つおきを $\langle 100 \rangle$ 方向に占めているような結晶構造に関して次の問に答えなさい。

- (1) このような化合物の結晶構造名を答えなさい。
 (2) この構造の空間群を書き、それぞれの記号・数字の意味を説明しなさい。
 (3) A原子が六方最密充填している場合の結晶構造名を答えなさい。

II 下図は、2成分系(A, B)の相図を示している。圧力が一定のとき、(1)~(4)の矢印で示したところの自由度を示しなさい。なお、計算式も残しておきなさい。また、(1)の状態から冷却して(4)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。

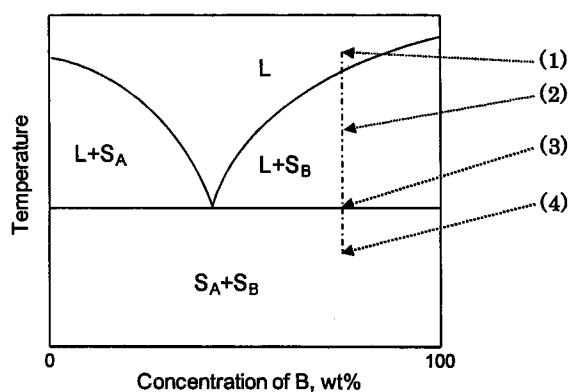
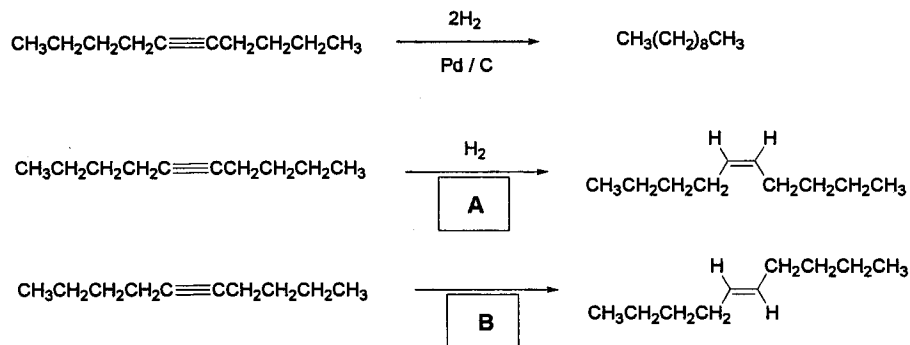


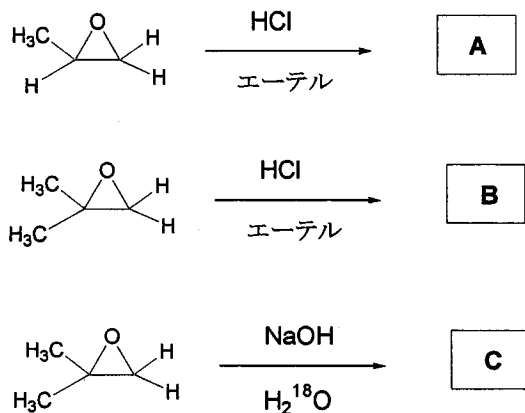
図 2成分系(A,B)の相図

問題 3 [有機・高分子系 1]

- I 三重結合をもつアルキンをパラジウムカーボン(Pd/C)などを用いて還元すると、アルカンが生成する。以下の反応のように立体構造の異なるアルケンを与える触媒の名前を記入し、その反応機構の違いについて説明しなさい。



- II エポキシドは、酸、塩基のどちらによっても開環反応が進行することが知られている。以下の反応で、主生成物として生成する化合物の構造式を書きなさい。また、エポキシドの酸による開環と塩基による開環の位置選択性について100字程度で説明しなさい。



問題4 [有機・高分子系2]

I 次の空欄に該当する構造式、語句、化合物名、化学式を解答用紙に書き、さらに以下の問に答えなさい。

- (1) アラミド繊維は高強度で耐熱性が高い繊維として知られている。代表的なアラミド繊維としてケブラー(商標)があり、とを重合して得られる。
- (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は、とホスゲンを重合して得られる。
- (3) フェノール樹脂はフェノールとがまず反応し、そのあと反応してネットワーク構造ができる。
- (4) 立体規則性であるアイソタクチックポリプロピレンはとからなる触媒により重合して得られる。

問1. (1) のケブラーおよび(2) のポリカーボネートは、それぞれどのようなところで使用されているか答えなさい。

問2. アイソタクチックポリプロピレンの立体規則性をフィッシャー投影図を用いて描きなさい。

問題5 [分析・物理化学系1]

I

X^{2-} および Y^{2-} イオンが等しい濃度で溶解している水溶液がある。そこへこれらと難溶性の塩を生成する M^+ イオンを含む完全解離型化合物 MZ を固体として少しずつ加えていった。ここで、 M_2X のみが沈殿を生じる M^+ イオンの濃度範囲を示しなさい。

ただし、 X^{2-} および Y^{2-} イオンの初濃度を $d \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 、 M_2X と M_2Y の溶解度積を $K_{sp}(M_2X)$ および $K_{sp}(M_2Y)$ ($K_{sp}(M_2X) < K_{sp}(M_2Y)$)とし、これらの記号を用いて解答しなさい。

II

光や電子と同様に、大きい粒子においても粒子性と波動性を同時に持つことが原理的に明らかになっている。

- (1) 物質波の波長 λ 、物質の質量 m 、物質の速度 v 、プランク定数 h を用いて、運動量と波長の関係を表しているド・ブロイの式を示しなさい。
- (2) 物質波の波長が長くなる条件および物質波の波長が短くなる条件を示しなさい。
- (3) 光速の $1/2$ まで加速された電子のおおよその波長を下の数値から選びなさい。

電子の波長 (単位はメートル) : 1×10^{-13} 、 1×10^{-11} 、 2×10^{-8} 、 5×10^{-7} 、 2×10^{-6} 、 1×10^{-3} 、0.1、10、100

- (4) (3)における電子と同じ波長をもつ電磁波の種類を下の語群から選びなさい。

電磁波の種類 : ガンマ線、X線、真空紫外線、近紫外線、可視光、近赤外線、遠赤外線、マイクロ波、ラジオ波

問題6 [分析・物理化学系2]

- I ギブズエネルギーは物質の熱力学的性質を考察する上で極めて重要である。物質1 molあたりのギブズエネルギーをモルギブズエネルギーと言い、 G_m で表わす。 G_m の温度依存性に基づき、定圧下における純物質の相転移を考察した。以下の間に答えなさい。
- (1) 温度変化 ΔT が小さいとき、定圧下における G_m の温度依存性は $\Delta G_m = -S_m \Delta T$ と表わされる。ここで、 S_m は系のモルエントロピー、 ΔG_m はモルギブズエネルギーの変化である。 S_m が温度によらず一定と仮定した場合、 G_m を T に対してプロットすると、どのようなグラフになるか答えなさい。
- (2) ある物質の気体状態、液体状態、固体状態のモルエントロピーをそれぞれ $S_m(\text{気})$ 、 $S_m(\text{液})$ 、 $S_m(\text{固})$ としたとき、同一圧力・温度におけるこれらの値の大小関係を不等式で示しなさい。
- (3) 定圧下において、ある物質を加熱すると、固体から液体を経ずに気体に相転移した。この物質の気体状態、液体状態、固体状態のモルギブズエネルギーをそれぞれ $G_m(\text{気})$ 、 $G_m(\text{液})$ 、 $G_m(\text{固})$ としたとき、これらの温度依存性をグラフで模式的に示しなさい。また、固体から気体への相転移温度 T_0 を図中に示しなさい。
- (4) (3)のように固体から液体を経ずに気体に相転移する現象を何というか答えなさい。また、常圧下で、そのように相転移する物質の例を一つ挙げなさい。

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 再帰呼び出しを使って 10 の階乗の計算をする下記の Java プログラムの例を以下に示す。

```
public class Factorial {
    static long fact(int x) {
        if (x == 0) return 1;
        return x * fact(x-1);
    }
    public static void main(String[] args) {
        long a = Factorial.fact(10);
        System.out.println(a);
    }
}
```

(注). 引数として負の数がきた場合の処理は考えなくてよい。

この例を参考に次の 1. もしくは 2. のいずれかのプログラムを Java または C で作成しなさい。

1. 15 番目のフィボナッチ数を再帰呼び出しで求めるメソッド `fib(int x)` を作成し、`main` メソッドから `fib(15)` の形式で呼び出し、結果をコンソールに書き出すようにしなさい。

Java の場合クラス名は `Fibonacci` とすること。

なお、フィボナッチ数とは次の性質を有する数列である。

`fib(0) = 0` これを 0 番目とする

`fib(1) = 1`

`fib(x) = fib(x - 1) + fib(x - 2)`

2. 二つの整数を引数とするアッカーマン関数 `ack(int x, int y)` を再帰呼び出しで求めるメソッドを作成し、`main` メソッドから `ack(4,1)` を求めて結果をコンソールに書き出しなさい。Java の場合クラス名は `Ackermann` とすること。

なお、アッカーマン関数 `ack(int x, int y)` は次のように定義される。

`ack(0, y) = y + 1`

`ack(x, 0) = ack(x - 1, 1)`

`ack(x, y) = ack(x - 1, ack(x, y - 1))`

II 下記の設問から3問選択しなさい。

- (1) 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1つを選び説明しなさい。
- (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) プライベートアドレス用アドレス空間の1つである "172.16.0.0/12" で割り当てることのできるアドレス数はいくらか。
- (4) X.25 と ARPANET の類似点、相違点を説明しなさい。
- (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計算しなさい。

III システム開発の手法に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 開発手法に関して3つのモデルを挙げて、それぞれについて概要を述べなさい。
- (2) 上記(1)のモデルから1つを選び、詳細を述べなさい。

IV 下記の文法規則(1)~(4)に対応する再帰的推移網(Recursive Transition Network)を作成しなさい。

ただし、文法規則(1)を主推移網(Main Network)とし、文法規則(2)~(4)を副推移網(Sub Network)とすること。

上付き記号*は0回以上の出現を意味し、上付き記号?は1回以下の出現を意味する。

- (1) $S ::= AB$
- (2) $A ::= C? D^* E F^*$
- (3) $F ::= GA$
- (4) $B ::= HA?$

V 以下の問いに答えなさい。

(1) 周波数応答が,

$$H_{\omega_c}(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq \omega_c \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

の低域通過型離散システムのインパルス応答

$$h[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H_{\omega_c}(e^{j\omega}) e^{jn\omega} d\omega$$

を求めなさい。

(2) 問(1)の結果を利用して、たたみこみ和

$$\frac{\sin \frac{n\pi}{4}}{n\pi} * \frac{\sin \frac{n\pi}{2}}{n\pi}$$

を求めなさい。

専門 II	(環境ソリューション工学専攻)
-------	-----------------

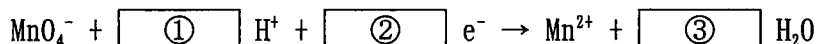
以下の大問 I~IV の中から 3 問 を選択して、解答しなさい。
 なお、それぞれの大問は別々の解答用紙に解答し、解答用紙には
 解答した 大問番号 を明記すること。

I 水質指標に関する次の問いに答えなさい。

水質指標のうち、総括指標として用いられるものに「COD」がある。COD は水中の有機物質を一定条件のもとで酸化剤により酸化分解する。COD の測定に用いられる酸化剤のうち、過マンガン酸カリウムを用いて測定されたものは、COD_{Mn} と表記される。水中の有機物量の総括指標には、BOD といわれるものもある。

- 問1 COD は、略称である。COD の名称を略さずに、正式名称を英語で書きなさい。
- 問2 COD の測定に用いられる酸化剤には2種類ある。ひとつは過マンガン酸カリウムであるが、もう一つは何か。その名称を書きなさい。
- 問3 BOD は COD とどのような意味の違いがあるか、水中の有機物に対する総括指標という点から、その違いについて説明しなさい。
- 問4 過マンガン酸カリウムとシュウ酸の反応に関する、次の問いに答えなさい。

(1) 次の半反応式の ① ~ ⑤ に当てはまる数字を、答えなさい。



- (2) 濃度未知のシュウ酸水溶液 10.0 (mL) を、0.01 (mol/L) の過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液で滴定したところ、12.0 (mL) を要した。
 このときのシュウ酸水溶液の濃度 (mol/L) を求めなさい。

II 下記の問題（問1、問2）に解答しなさい。

問1 以下の（ア）～（エ）の4つの問いから2つ選んで説明しなさい。解答用紙に解答した（ア）～（エ）の記号を明記すること。

- （ア） 燃焼処理によって生ずる残さの資源化方法を示し、それぞれについて説明しなさい。
- （イ） 準好気性埋立とは何か、その機能を発揮させるための留意点を説明しなさい。
- （ウ） ゼロエミッションについて説明しなさい。
- （エ） ライフサイクルアセスメントにおけるインベントリ分析について説明しなさい。

問2 ごみ 1kg 中の 3 成分すなわち水分 (w) が 0.45kg、灰分 (a) が 0.05kg、可燃分 (b) が 0.50kg で、同じくごみ 1kg 中に含まれる炭素 (c) が 0.24kg、水素 (h) が 0.03kg、酸素 (o) が 0.225kg、揮発性塩素（燃焼して HCl になる成分）(Cl) が 0.005kg であるとする。空気比 $\lambda=2$ でこのごみを燃焼させるとき、下記の①～③に答えなさい。解答は別紙にそれぞれの計算経過がわかるように書きなさい。

このごみ 1kg を空気比 $\lambda=1$ で完全燃焼させるとしたときに必要な理論空気量

$L_0 \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right]$ は

$$L_0 \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] = 8.89c + 26.7 \left(h - \frac{o}{8} \right) = \text{①}$$

となる。このごみ 1kg を空気比 $\lambda=2$ で完全燃焼させたとき、それぞれのガス成分の量は

$$\text{窒素ガス量 } N_2 \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] \text{ は } N_2 \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] = 0.79 \lambda L_0 = \text{②}$$

$$\text{酸素ガス量 } O_2 \text{量} \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] \text{ は } O_2 \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] = 0.21(\lambda - 1)L_0 = \text{③}$$

$$2 \text{ 酸化炭素 } CO_2 \text{量} \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] \text{ は } CO_2 \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] = 1.867c = \text{④}$$

$$\text{水蒸気 } H_2O \text{量} \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] \text{ は } H_2O \left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}} \right] = 11.2h + 1.244w = \text{⑤}$$

HCl $\left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}}\right]$ 量は式で書けば ⑥となり、値を代入すると ⑦になる。(Cl の原子量：35.5)

これらの計算結果から、H₂O を含まない乾き燃焼ガス量($V_d\left[\frac{\text{m}^3\text{N}}{\text{kg}}\right]$) は⑧となる。したがって、乾きガスで割った O₂ 濃度、HCl 濃度はそれぞれ⑨%、⑩ ppm となる。上の場合の HCl の O₂=12%換算濃度は ⑪ppm になる。HCl の住民協定値が 20ppm (O₂12%換算濃度) だったとすると、煙突から排出される HCl 濃度を住民協定値以下に下げるには、HCl の除去率が⑫%以上の除去法を採用する必要がある。HCl の除去法として燃焼室へ炭酸カルシウム粉末を吹き込む方法 (A) とアルカリ液による洗煙処理 (B) が選択できるとし、それぞれの除去率が 30~50%、90%以上だとすると、この焼却施設で採用すべき HCl 除去法は⑬となる。

III 下記の問題（問1、問2）に解答しなさい。

問1 以下の8つの用語から4つを選択し、その内容を100～200字程度で説明しなさい。

- | | |
|------------|------------|
| (1) 外来種 | (5) 生物多様性 |
| (2) 絶滅危惧種 | (6) 共有地の悲劇 |
| (3) 食物網 | (7) 性選択 |
| (4) 種間相互作用 | (8) 血縁選択 |

問2 農業生態系は人間が作りだした人工の生態系である。農業生態系に関わる生態学的問題・課題を1つとりあげ、その内容を説明したうえで、その問題・課題の具体的解決方法についてあなたの考えを述べなさい。字数は400字程度とすること。

IV 次の問いに答えなさい。

生物の世界では、ゾウリムシ類を使ってガウゼが実験的に示したように、同じ生態的要求をもつ2種は同じ環境で共存できない、という競争排他の原理が知られている。一方、あるサンゴ礁、湖、里山といった、ある程度まとまりのある空間内で調べてみると、生態的要求の似たような種がいっしょに暮らしている場合も多い。このような異なる種の共存を可能にする生態的メカニズムについて下記の語群のキーワードを用いて簡潔に説明しなさい。

【語群】競争、重複、分割、資源、捕食者、餌、栄養塩、すみ場所、繁殖場所、採餌場所、光条件、均質、異質、時間、空間、生態的地位（ニッチ）、攪乱
(同じ語を何度用いてもよい。用いない語があってもよい)