

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 次の連立微分方程式系

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -2x + 2y \\ \frac{dy}{dt} = -2x + 3y \end{cases}$$

と、初期条件

$$x(0) = a, \quad y(0) = b$$

を満たす解について以下の問いに答えなさい。

- (1) 微分方程式系の一般解を求めなさい。
- (2)  $(a, b) = (1, 0)$  の場合の解を求めなさい。
- (3)  $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t)$  と  $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$  がともに有限値となるような  $(a, b)$  の条件を求めなさい。

II 複素平面の領域  $D = \{z \in \mathbb{C} : 1 < |z-2| < 5/2\}$  と関数  $f(z) = \frac{1}{\sin z}$  について次の問いに答えなさい。

- (1) 領域  $D$  を図示しなさい。
- (2) 領域  $D$  に属する  $f(z)$  の特異点を求め、その点における留数を求めなさい。
- (3) 複素積分

$$\int_{|z|=\frac{1}{2}} f(z) dz, \quad \int_{|z-2|=\frac{5}{2}} f(z) dz$$

の値を求めなさい。

Ⅲ  $xy$  平面上で,  $t$  をパラメータとする閉曲線  $(x(t), y(t)) = \left( \frac{3\sqrt{3}}{8} + \cos t, \sin t \right)$  とベクトル場  $V(x, y) = (2x, y)$  を考える。ただし,  $0 \leq t \leq 2\pi$  である。

- (1) 閉曲線上で  $V$  の大きさが最小になる点の座標をすべて求めなさい。
- (2) 閉曲線上で  $V$  の向きが閉曲線の接線と垂直になる点の座標をすべて求めなさい。
- (3) (2) で求めたすべての点に対し,  $V$  の向きは閉曲線の内向きか, 外向きかをそれぞれ判定しなさい。

Ⅳ 次の問いに答えなさい。

- (1) 次の定積分の分割数 4 の台形公式 (等分割) による近似値を求めなさい。

$$\int_0^4 2^{-x} \cos\left(\frac{\pi}{2}x\right) dx$$

- (2) 力の場  $F(x, y, z) = (yz, zx, xy)$  は保存場かどうかを判定しなさい。
- (3) 密度が一定で質量が  $M$ , 長さ  $L$  の細い棒を考える。棒の重心を通る, 棒に垂直な軸のまわりの慣性モーメントを求めなさい。

V 英字と間隔文字(スペース)からなる任意の文字列を, 1つ以上の間隔文字を区切りとして, いくつかの部分文字列に分割したい。たとえば,

```
“ Split me up into substrings delimited by spaces ”
```

という文字列は, 次の8つの部分文字列に分割される。

```
“Split”  
“me”  
“up”  
“into”  
“substrings”  
“delimited”  
“by”  
“spaces”
```

文字配列  $s$  と文字の2次元配列  $a$  を引数とし,  $s$  を分割して得られた部分文字列を  $a$  に格納するとともに, 得られた部分文字列の数を戻り値とする C 言語の関数 `split` を定義しなさい。ただし, 文字列は, 文字配列の先頭から順に各文字(の文字コード)を格納し, 最後に '\0' (NUL 文字) を置いて表現するものとし, 与えられる文字列の長さは 100 文字未満であるものとする。また, `split` の関数プロトタイプは

```
int split(char s[], char a[50][100]);
```

である。

VI 次の表に示す出現頻度を持つ4通りの記号で構成される記号列をハフマン符号化法でビット列に符号化したい。

記号	A	B	C	D
出現頻度	$\frac{2}{25}$	$\frac{3}{25}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{16}{25}$

- (1) ハフマン木を求めなさい。ただし、
- すべての子を持つ節点について次が成り立つようにする。

$$\text{左の子の値} \leq \text{右の子の値}$$

- 子を持つ節点については、左の子に向かう枝に符号0を割り当て、右の子に向かう枝に符号1を割り当てる。
- (2) (1)で求めたハフマン木を用いて上記の符号化を行った場合、記号列中の1つの記号を平均何ビットで表すことになるか求めなさい。ただし、ハフマン木自身の符号化のことは考えなくてよい。
- (3) ハフマン符号化法はデータ圧縮によく用いられるが、データの性質によって圧縮効率が高くなることもあれば低くなることもある。どのようなデータの場合に圧縮効率が高く、どのようなデータの場合に低くなるのか述べなさい。

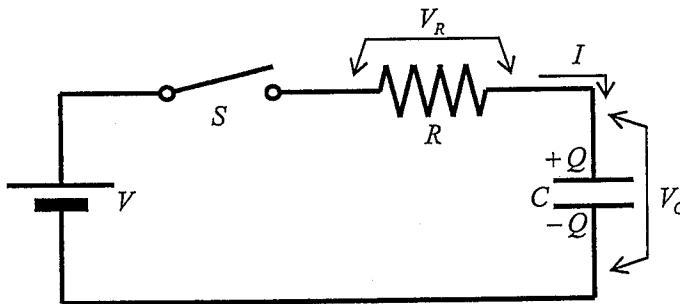
専門 II (電子情報学専攻)

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)

図のように、直流電源 $V$ 、抵抗 $R$ 、コンデンサ $C$ 、スイッチ $S$ を直列に接続する。回路に流れる電流を $I$ 、コンデンサに蓄えられる電荷を $Q$ 、抵抗 $R$ にかかる電圧を $V_R$ 、コンデンサ $C$ にかかる電圧を $V_C$ とする。スイッチ $S$ を切斷して、 $Q$ が完全に放電されるのに十分な時間が経過したのちに、スイッチ $S$ を接続する。

- (1)  $V_R$ と $R$ と $I$ の関係、すなわち、オームの法則を書きなさい。
- (2)  $Q$ と $C$ と $V_C$ の関係を書きなさい。
- (3) キルヒホッフの第2法則と、 $I$ と $Q$ の関係から、 $V$ 、 $R$ 、 $C$ 、 $Q$ のあいだに成り立つ微分方程式を求めなさい。
- (4) この微分方程式の解が、 $Q = CV \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right\}$ であることを示しなさい。



## II (電子工学)

次の問いに答えなさい。

- (1) 面間隔  $d$  の格子面に波長  $\lambda$  の X 線が入射するとき、回折条件 (ブラッグの条件) を図を用いて詳しく説明しなさい。
- (2) 立方晶系の (101) 面を図示し説明しなさい。
- (3) 立方晶系では面間隔  $d_{hkl}$  が  $d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$  ( $h, k, l$  : ミラー指数、 $a$  : 格子定数) と表せる。格子定数  $a = 0.4000\text{nm}$  を持つ立方晶系の結晶に X 線を入射すると次の (a)、(b) の  $d_{hkl}$  値が算出される X 線回折ピークが観測された。この時反射したと考えられる格子面 ( $hkl$ ) をそれぞれ答えなさい。

ただし  $\sqrt{2} = 1.414$ 、 $\sqrt{3} = 1.732$  である。

$$(a) d_{hkl} = 0.2000\text{nm}$$

$$(b) d_{hkl} = 0.2309\text{nm}$$

## III (通信工学)

- (1) 搬送波周波数  $f_c$ 、振幅  $V_c$  で、変調信号が信号周波数  $f_s$  の正弦波信号である時、変調度  $m$  の振幅変調を行った。時間  $t$  に対する振幅変調信号関数  $f_{AM}(t)$  を示しなさい。ただし、全て  $\sin$  関数で表現すること。また、 $f_s \ll f_c$  である。
- (2) 三角関数の公式を用いて、上記振幅変調信号を 3 つの周波数成分に分けて表示しなさい。
- (3)  $m=1$  のときの、上記振幅変調信号の電力効率を求めなさい。

## IV (情報工学)

2つの完全事象系

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ p(A_1) & p(A_2) \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} B_1 & B_2 \\ p(B_1) & p(B_2) \end{bmatrix}$$

に対して、

$$p(B_1) = q, \quad p(A_1|B_2) = \frac{1}{3}, \quad p(A_2|B_1) = \frac{1}{4}$$

とする。ここに、 $q$  は  $0 < q < 1$  なる実定数であり、 $p(E)$  は事象  $E$  の確率、 $p(E|F)$  は事象  $F$  が起こるといふ条件下での事象  $E$  の確率をそれぞれ表す。次の問に答えなさい。

- (1)  $B$  のエントロピー  $H(B)$  を  $q$  で表しなさい。
- (2) 事象  $A_1$  と事象  $B_1$  の同時確率  $p(A_1 \cap B_1)$  を  $q$  で表しなさい。
- (3) 確率  $p(A_1)$  を  $q$  で表しなさい。
- (4)  $A$  と  $B$  の結合エントロピーを  $H(A, B)$  とするとき、 $B$  を知ったときの  $A$  の条件付きエントロピー  $H(A|B)$  を、 $H(A, B)$  と  $q$  で表しなさい。

## V (計算機工学)

下記の設問に答えなさい。

- (1) 負の整数  $-7$  を、下記表現による4ビットの2進数で表現しなさい。
  - (a) 符号絶対値表現
  - (b) 2の補数表現
- (2) 組合せ論理回路に関する下記の問題に答えなさい。
  - (a) EXOR 回路の真理値表を示しなさい。
  - (b) AND 回路, OR 回路, NOT 回路を用いて, EXOR 回路を実現しなさい。
  - (c) 半加算回路の真理値表を示しなさい。
  - (d) AND 回路, OR 回路, NOT 回路, EXOR 回路から適切に選んだ回路を用いて半加算回路を実現しなさい。
- (3) サブルーチン呼び出しとその動作を説明しなさい。特に、スタックの役割を明記しなさい。

## VI (応用数学)

周期関数  $f(x) = \frac{x}{2}$  ( $-\pi \leq x < \pi$ ),  $f(x+2\pi) = f(x)$  のフーリエ級数展開に関する次の (1) ~ (5) の問いに答えなさい。

- (1) 関数の周期や対称性(偶関数・奇関数)を考慮することにより、下記の三角関数の中で、 $f(x)$  をフーリエ級数展開した時に現れるものを選んで書きなさい。

$$\cos \frac{x}{4}, \cos \frac{x}{2}, \cos x, \cos \frac{3x}{2}, \cos 2x, \sin \frac{x}{4}, \sin \frac{x}{2}, \sin x, \sin \frac{3x}{2}, \sin 2x$$

- (2)  $a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx \, dx$  ( $n=0,1,2,\dots$ ) を求めなさい。
- (3)  $b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx$  ( $n=1,2,\dots$ ) を求めなさい。
- (4)  $f(x)$  をフーリエ級数に展開しなさい。
- (5) 無限級数  $\sin 1 - \frac{\sin 2}{2} + \frac{\sin 3}{3} - \frac{\sin 4}{4} + \dots$  の値を求めなさい。



**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すること)

**機械材料・強度学**

- I. 鉄鋼材料はA<sub>1</sub>変態点以上の温度になると、 $\alpha$ -Fe (体心立方格子) から  $\gamma$ -Fe (面心立方格子) に変化する。格子定数を  $a$ , 原子半径を  $r$  として、面心立方格子と体心立方格子の格子定数と原子半径の関係を求めなさい。また、それぞれの立方格子の体積を比較しなさい。
- II. アルミニウム合金の真応力—真ひずみの関係が  $\sigma_t = 90(\epsilon_t)^{0.3}$  MPa で表されるとして、ネッキング開始時の公称応力を求めなさい。ただし、 $e^{0.3} = 1.35$ ,  $0.3^{0.3} = 0.69$  とする。

材料力学

I. 図1に示すような、一様な厚さのT形板を直径  $d$  の摩擦の無いピン A および B によって剛体壁に取り付ける。図示のように力  $P$  が作用するものとして、以下の問いに答えなさい。ただし、原点 O から荷重点  $P$  までの長さを  $l$ 、原点 O からピン A および B の中心までの長さを  $l_1$  とする。

- (1) ピン A, B に発生する反力の水平成分を  $H_A, H_B$ 、鉛直成分を  $V_A, V_B$  とするとき、水平方向と鉛直方向それぞれの力のつりあい式および O 点まわりのモーメントのつりあい式を示しなさい。
- (2) ピン A, B に生ずるせん断応力を  $P, d, l, l_1$  を用いて表しなさい。
- (3) この T 形板をピン A, B による長さ  $2l_1$  の単純支持ばりで見なし、原点 O に荷重  $P$  による外モーメント  $M_0$  を受ける。このとき、ピン A, B に発生する反力の水平成分  $H_A, H_B$  による、はり AB の横断面に働くせん断力図 (SFD) と曲げモーメント図 (BMD) を描きなさい。

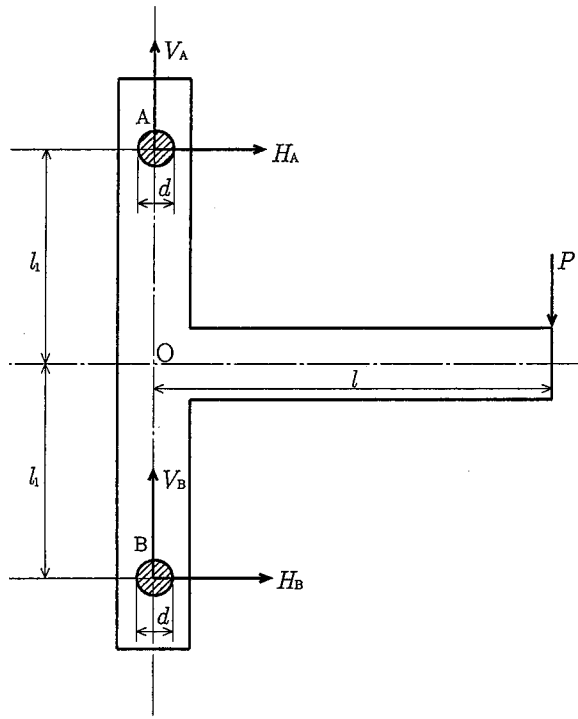


図1

熱力学

I. 図1に示すように、1→2及び3→4の断熱過程と2→3及び4→1の定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  $\kappa$ 、気体定数を  $R$ 、比体積を  $v$ 、圧力を  $P$ 、温度を  $T$  などとし、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) このガスサイクルにおいて、外部から熱が流入する過程と、外部に熱を放出する過程はどこかを1→2などのように表しなさい。
- (2) このガスサイクルの  $T$ - $s$  線図の概略を示しなさい。
- (3) 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、圧力  $P$ 、比体積  $v$  及び比熱比  $\kappa$  を用いて表しなさい。
- (4) このガスサイクルの熱効率を、温度  $T$  を用いて表しなさい。
- (5) このガスサイクルの熱効率を、圧縮比  $\varepsilon = v_1 / v_2$ 、比熱比  $\kappa$  を用いて表しなさい。

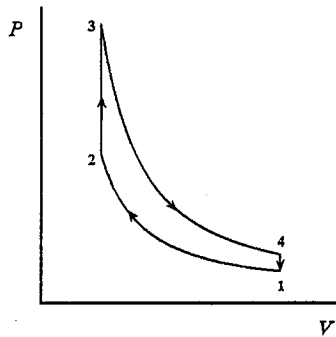


図1

流体力学

- I. 図1に示す管路系から流出する水（密度  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]）の噴流が板に垂直に当たっているとき、噴出する際の速度、質量流量、その板にかかる力を求めなさい。ただし、タンクは十分大きく、その水位は一定であると、管径を  $d$  [m]、管入口の損失係数を  $\zeta_{in}$ 、1個のエルボの損失係数を  $\zeta_e$ 、管摩擦係数を  $\lambda$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、円周率を  $\pi$  とする。また、各種の損失がない場合の板にかかる力も求めなさい。

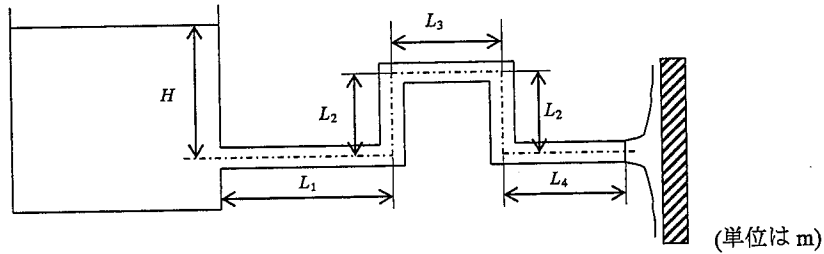


図1

- II. 十分発達した流れにおいて、半径 5 cm、長さ 9.8 m の水平な円管内を水が速度 1 m/s で流れているときの損失ヘッドが 0.25 m であった。このときの円管の管摩擦係数を求めなさい。ただし、水の密度は 1000 kg/m<sup>3</sup>、重力加速度を 9.8 m/s<sup>2</sup> とする。
- III. 滑らかに円形の断面が変化するベンチュリー管の断面 1（断面積 100 cm<sup>2</sup>）を流量 600 l/min で流れている空気がある。断面 2（断面積 50 cm<sup>2</sup>）における速度とレイノルズ数を求めなさい。ただし、空気の密度と粘度を 1.2 kg/m<sup>3</sup>、 $1.8 \times 10^{-5}$  Pa·s とする。なお、必要であれば以下の数字を用いなさい。

$$\sqrt{\pi} = 1.7, \quad 1/\sqrt{\pi} = 0.56, \quad \pi^2 = 9.9, \quad 1/\pi^2 = 0.10, \quad \sqrt{50} = 7.1$$

機械力学

I. 図1に、質量  $m$ 、ばね定数  $k$ 、粘性減衰係数  $c$  からなる1自由度の粘性減衰系を示す。この系の自由振動について、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) この系の自由振動の運動方程式を求めなさい。
- (2) この系の自由振動の運動方程式の解を  $x(t) = Ae^{pt}$  と仮定し、特性方程式を求めなさい。
- (3) 特性方程式を解き、その解  $\lambda_1, \lambda_2$  を求めなさい。
- (4) この系の減衰が不足減衰 ( $c < 2\sqrt{mk}$ ) のとき、自由振動の一般解は係数  $B, C$  を用いて式①で表されることを示しなさい。ただし、 $\zeta$  は減衰比、 $\omega_0$  は不減衰固有振動数、 $p$  は減衰固有振動数であり、それぞれ式②から式④で表される。

$$x(t) = e^{-\zeta\omega_0 t} (B \cos pt + C \sin pt) \quad \text{①}$$

$$\zeta = \frac{c}{2\sqrt{mk}} \quad \text{②}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{③}$$

$$p = \sqrt{1 - \zeta^2} \omega_0 \quad \text{④}$$

- (5) 初期条件が、 $t = 0$  で初期変位  $x_0$ 、初期速度  $v_0$  のとき、自由振動の式を求めなさい。

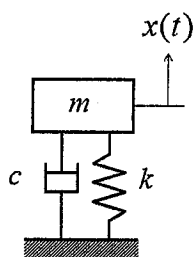


図 1

制御工学

I. 伝達関数が  $G(s) = \frac{1}{1+sT}$  で表される系について以下の問いに答えなさい。ただし、 $T$ は定数とする。

- (1) この系に単位ステップ入力  $u(t)$  を入力した際の応答を求めなさい。
- (2) この系の周波数応答におけるゲインと位相のずれを表す式を求めなさい。

この系に対して、図1のようなフィードバック系を組んだ。以下、このフィードバック系について答えなさい。ただし、 $K$ は定数とする。

- (3) 伝達関数  $\frac{C(s)}{R(s)}$  を求めなさい。
- (4) このフィードバック系に単位ステップ入力  $u(t)$  を入力した際の定常偏差を求めなさい。
- (5)  $K$ を変化させるとどのような効果があるか答えなさい。

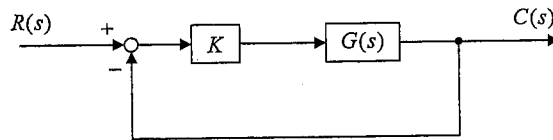


図1

[参考:ラプラス変換]

$$\mathcal{L}[u(t)] = \frac{1}{s} \quad \mathcal{L}[t] = \frac{1}{s^2} \quad \mathcal{L}[e^{-t/T}] = \frac{T}{1+sT} \quad \mathcal{L}[1 - e^{-t/T}] = \frac{1}{s(1+sT)}$$

$$\mathcal{L}[t - T(1 - e^{-t/T})] = \frac{1}{s^2(1+sT)}$$

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 HF分子の分子軌道のエネルギー準位図を描き、HOMO、LUMOの準位、不対電子の数および結合次数を答えなさい。

ただし、Hの1s軌道の軌道ポテンシャルエネルギーを $-13.6\text{eV}$ 、F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 $-40.2\text{eV}$ 、 $-18.7\text{eV}$ としなさい。

II  $\text{Fe}^{3+}$ イオンについて次の問いに答えなさい。ただし、Feの原子番号Zは26である。

(a)  $\text{Fe}^{3+}$ イオンの電子配置をスピンを含めた形で書きなさい。また、不対電子の数も答えなさい。

(b)  $\text{Fe}^{3+}$ イオンが八面体の結晶場中に存在する。その結晶場が強い場合と弱い場合について、 $\text{Fe}^{3+}$ イオンの電子配置を図で示し、それぞれの場合について不対電子の数と結晶場安定化エネルギーを答えなさい。

問題2 [無機・無機材料系2]
-----------------

I 結晶構造に関する次の問いに答えなさい。

- (1) 立方最密充填構造と六方最密充填構造の相違点を述べなさい。
- (2) 立方最密充填した等球の数をN個としたとき、この球が形成する四面体孔と八面体孔の数はそれぞれ何個になるか答えなさい。但し、Nは十分に大きい数とする。
- (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 多相多成分系の平衡条件に関する次の問いに答えなさい。

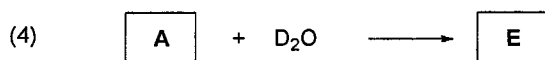
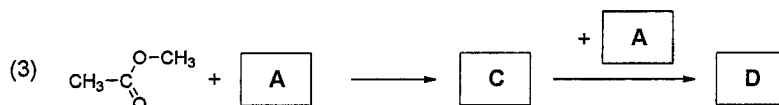
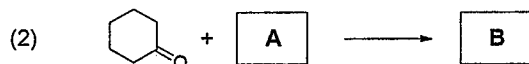
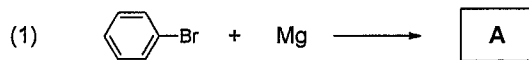
- (1) 化学ポテンシャルについて説明しなさい。
- (2) 以下の式で代表される多相多成分系の平衡条件からギブズの相律を導きなさい。

$$\mu_i^I = \mu_i^{II} = \mu_i^{III} = \dots$$

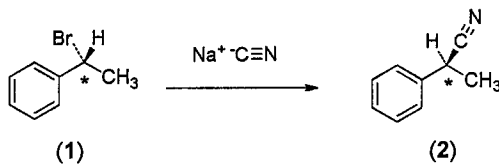
(i番目の成分に着目すると、各相I, II, ……中における化学ポテンシャルが等しいときに相平衡が成り立つ)

## 問題 3 [有機・高分子系 1]

I Grignard 反応は、炭素と炭素の間に共有結合を作る反応として有用である。以下の Grignard 反応の反応式 (1)–(4)中の化合物 A–E の構造式をそれぞれ書きなさい。



II (*R*)-1-ブロモフェニルエタン(1)とシアン化物イオン (CN<sup>-</sup>) との反応では、\*印の付いた不斉炭素の立体化学が *R* から *S* に変わった (*S*)-2-フェニルプロパンニトリル(2) が生成した。この反応について以下の問いに答えなさい。



- (1) この不斉炭素の立体化学が変わった理由について、50 字以内で説明しなさい。
- (2) (*R*)-1-ブロモフェニルエタン(1)を用いて、立体が反転していない(*R*)-2-フェニルプロパンニトリルを合成する方法を書きなさい。



## 問題4 [有機・高分子系 2]

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(1) オレフィンの重合を行う時、有機金属化合物と遷移金属化合物の組み合わせによる触媒を  触媒と呼び、その代表的な組み合わせに  と  がある。1950年代にこの触媒を用いて、世界で初めて立体規則性をもつポリプロピレンの重合に成功した。

問1  に当てはまる語句を答えなさい。

問2  と  に当てはまる化合物名と化学式を答えなさい。

問3 世界で初めて重合に成功したポリプロピレンの立体規則性について、図を描いて説明しなさい。

(2) 重縮合は平衡反応、小分子の脱離のあること、反応時間とともに分子量が増大するなどの特徴がある。6,6-ナイロンは世界で初めての合成繊維であり、 と  の重縮合により得ることができる。6,6-ナイロンの融点が高いのは  があるからである。機能性を向上させるために主鎖に芳香族をもつアラミド繊維がある。アラミド繊維は高強度で耐熱性がよいため  などの用途に使用される。

問1  と  に当てはまる化合物名と化学式を答えなさい。

問2  に当てはまる語句を答えなさい。

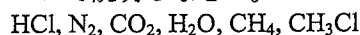
問3 代表的なアラミド繊維の構造式を書きなさい。

問4  に当てはまる語句を答えなさい

## 問題5 [分析・物理化学系 1]

I 水素分子  $\text{H}_2$  は安定な結合をつくるのに対し、ヘリウムは安定な二原子分子をつくらない。この理由を説明しなさい。

II 次の分子のうち、純回転マイクロ波スペクトルを与えるものをすべて選びなさい。また、その理由について説明しなさい。



III フッ化バリウムの水に対する溶解度定数  $K_s$  は 298 K において  $1.7 \times 10^{-6}$  である。298 K におけるフッ化バリウムの水に対するモル溶解度を求めなさい。ただし、解答は根号を含んだままで良い。

## 問題 6 [分析・物理化学系 2]

I ある純物質 A の標準融点  $T_f^\circ$  は 400 K であり、この温度における標準融解エンタルピー  $\Delta_{\text{fus}}H^\circ$  は  $30 \text{ kJmol}^{-1}$  である。また、固体状態および液体状態における定圧モル熱容量はそれぞれ  $C_{p,m}(s) = 20 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  および  $C_{p,m}(l) = 30 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  である。以下の問いに答えなさい。

- (1) 物質 A の標準融点  $T_f^\circ$  における標準融解エントロピー  $\Delta_{\text{fus}}S^\circ$  を  $T_f^\circ$  と  $\Delta_{\text{fus}}H^\circ$  で表わしなさい。
- (2) 物質 A の標準融点  $T_f^\circ$  における標準融解エントロピー  $\Delta_{\text{fus}}S^\circ$  の値を計算しなさい。
- (3) 標準融点以外のある温度  $T$  における物質 A の標準融解エンタルピー  $\Delta_{\text{fus}}H^\circ(T)$  を表わす式を求めなさい。
- (4) 物質 A の 298 K における標準融解エントロピー  $\Delta_{\text{fus}}S^\circ(298 \text{ K})$  の値を計算しなさい。

専門 II	(情報メディア学専攻)
-------	-------------

以下の問題 I ~ V のうち、I と II は必ず解答しなさい。また、III、IV、V の中から 1 問選択して解答しなさい。

## I

次に示す機能を持つ三つのプログラムを C の関数もしくは Java のメソッドとして作成しなさい。

(1). ある正の整数  $n$  を二進数表現した時の桁数は、 $2^m > n$  を満たす最小の整数  $m$  と一致する。この性質を利用して正の整数  $n$  を引数として受け取り、 $n$  の二進数表現での桁数を戻り値として返す

```
int numberOfDigits (int n)
```

を作成しなさい。

例えば十進数の 7 は二進数の 111 となるため、numberOfDigits(7) は戻り値として 3 を返す。

(2). ある正の整数  $n$  を二進数表現した時の最後のビット(1 の位のビット)は  $n$  が奇数なら 1、 $n$  が偶数なら 0 になる。これを利用して、正の整数  $n$  を引数として受け取り、その二進数表現に現れる 1 の数を戻り値として返す

```
int countOnes (int n)
```

を作成しなさい。

例えば十進数の 9 は二進数の 1001 となるため、countOnes(9) は 2 を戻り値として返す。

(3) 正の整数  $n$  を引数として受け取り、 $1^1+2^2+\dots+n^n$  を戻り値として返す

```
int sumP(int n)
```

を作成しなさい。

例えば 3 を引数として受け取ると  $1^1+2^2+3^3=1+4+27=32$  となるから、sumP(3) は 32 を戻り値として返す。

なお、作成に当たっては、以下の注に従うこと。

(注 1). #include や Class 文などは省略し、関数またはメソッドの部分のみを作成すればよい。

(注 2). C のライブラリー関数や Java のクラスライブラリーは使用しないこと。

(注 3). 引数が 0 以下の整数になる場合とか、桁あふれなどの例外処理は考えなくてよい

## II

下記の設問から3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長所と短所を説明しなさい。
- (2) IPアドレスとして、133.83.192.1/26 を用いる場合、利用可能なIPアドレスの範囲を記入しなさい。但し、IPアドレスは全長が4オクテットであり、また全てが0や1のホスト部は割り当てられないことに注意しなさい。
- (3) TCPのヘッダフォーマットにおいてオフセットはヘッダ長を表すが、UDP のヘッダフォーマットにはこの項目は無い。その理由を説明しなさい。
- (4) 任意のブラウザを用い、http://www.media.ryukoku.ac.jp/へアクセスした場合、アクセス開始からリクエストしたドキュメントがブラウザに表示されるまでの処理の経過を説明しなさい。但し、www.media.ryukoku.ac.jpのIPアドレスは、133.83.117.2 とし、以下の用語を使って説明しなさい。

DNS, ドメイン名, ホスト名, HTTP, ポート番号, HTML

- (5) X.25とARPANETの類似点、相違点を説明しなさい。

## III

- (1) コンピュータを使ってデータを扱うデータベースシステムにおいては、表型でデータを管理するリレーショナルデータベースが従来からよく用いられている。これに対して、近年オブジェクト指向データベースが使われる場合も多くなってきた。このオブジェクト指向データベースとはどのような性質を持つものかを簡潔に説明し、扱う対象データとして適しているものを挙げなさい。
- (2) 実体-関連モデル (E-Rモデル) を用いて、図書館システムにおいて、「本」および「利用者」を実体とし、「貸出」を関連とする実体-関連図を描きなさい。ただし、付随する属性については現実的なものを自分で考えなさい。図中、主キーにはアンダーラインを引き、また、実体間の対応関係が何対何にあたるかについても表現しなさい。

## IV

インパルス応答  $h[n]$  の離散時間線形時不変システムの入力  $x[n]$  と出力  $y[n]$  は、次式のたたみ込み和の関係にある。

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]x[n-k]$$

ここで、入力  $x[n]$  について、次式の特別な場合について考える。

$$x[n] = z^n$$

この場合、出力  $y[n]$  は、次式となる。

$$\begin{aligned} y[n] &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]z^{n-k} \\ &= H(z)z^n \end{aligned}$$

ここで、

$$H(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]z^{-k} \quad (\text{システム関数})$$

では、入力  $x[n]$  と出力  $y[n]$  が次式で示される場合、システムの周波数応答  $H(e^{j\omega})$  および  $|H(e^{j\omega})|$  を求めなさい。

$$y[n] = \frac{1}{2}(x[n] + x[n-1])$$

## V

次に示す有限無効グラフ  $G(V,E)$  について以下の問に答えなさい。

$$V = \{a, b, c, d, e, f\},$$

$$E = \{(a,b), (a,d), (b,a), (b,c), (b,e), (c,b), (c,e), (d,a), (e,b), (e,c)\}$$

- (1)  $G(V,E)$  を図示しなさい。
- (2)  $G(V,E)$  の隣接行列を示しなさい。
- (3) 隣接行列を用いて節点  $a$  から長さ 2 の経路がある節点を示しなさい。

**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 以下の問い（問 1～2）に答えなさい。

問 1 下記の 5 つの語句より 2 つを選択し、それぞれの語句の内容の要点を説明しなさい。

- ① ローカルアジェンダ 2.1
- ② LCA インベントリー分析
- ③ ガス化熔融炉
- ④ 準好気性埋立
- ⑤ 都市鉱山

問 2 バイオマスを利用した熱電併給について述べた次の文章を読み、空欄 1～8 にはいる数字を答えなさい。なお、計算は有効数字 3 桁で行い、空欄 4 については解答欄に計算過程も記述すること。

人口 7 万人の自治体があり、1 日 480 トンのバイオマスチップを焼却する熱電併給施設があったとする。バイオマスチップの発熱量を 20000kJ/kg とし、発電効率を 30% とする。1 時間当たりの焼却量は  kg であるから、発電出力は

$$\text{発電出力} = \text{1} \text{ kg/h} \times 20000 \text{ kJ/kg} \times 0.3 \times \text{2} = \text{3} \text{ kW}$$

となる。したがって、1 年間当たり 260 日稼働しているとする、1 年間当たりの発電量は  kWh となる。

また、施設では、復水器における熱交換などで年間を通して 98℃ の温水を作り、これを家庭に供給し、温度 40℃ の戻り水を再び 98℃ にする地域暖房システムをとっているとする。1 人 1 日当たりの暖房用温水使用量を 300L とし熱ロスを見做すと、全家庭への 1 年間当たりの暖房用必要熱供給量は、

$$\text{5} \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (98-40)^\circ\text{C} \times 300\text{L/人} \cdot \text{日} \times 70000 \text{ 人} = \text{6} \text{ kJ}$$

となる。1kWh =  kJ であることから、 kJ は  kWh となり、発電量より多いことがわかる。

II 埋立地において、有機物系の廃棄物は種々の微生物により徐々に分解されていく。代表的な微生物分解反応として、①好気性分解、②加水分解（酸発酵）、③揮発性有機酸のメタン生成、④硫酸還元、⑤硝化・脱窒が挙げられる。これら5つの反応から2つを選び、それぞれの反応を100語程度以内で説明せよ。

III 容積50Lの回分式反応器がある。物質Aおよび物質Bを初期濃度がそれぞれ20 mol/L, 1 mol/Lとなるように投入し、 $A \rightarrow 2B$ という反応を起こさせた。この反応が物質Aの濃度に関する一次反応で表され、反応速度定数  $k=0.050 \text{ min}^{-1}$  のとき、反応開始20分後の物質Aおよび物質Bの濃度を求めなさい。ただし、自然数  $e=2.72$  とする。ただし、解答欄には計算過程も記述すること。

IV 以下の問い（問1～3）に答えなさい。

問1 DOメータを用いず、滴定によってDOを測定する方法について、その名称、用いる試薬、および、その操作方法を書きなさい。

問2 BODメータを用いず、滴定によってBODを測定する方法について、用いる試薬、操作方法を書きなさい。（DOの測定については省略してよい。）

問3 BODとC-BODの違いについて説明しなさい。

V 近年、放棄された里山が増えており、このことが生態系保全にもたらす影響が懸念されている。また、伝統的な定期的伐採による人為攪乱をおこなうことで、従来の里山が維持されると言われている。里山の放棄が生態系にもたらす影響とは具体的に何か、また伝統的な施業による攪乱はどのようにしてこの影響を緩和することができるのか、500字以内で説明せよ。

VI 河川に生息する生物は、流速や水深、底質などの物理的条件によって河川内の生息場所を選択したり、または制限されたりしている。以下の生物群の組み合わせ（A～C）のうちから一つを選び、それぞれの生物群について、それらの形態や生活様式、行動様式などの特徴からどのような流速や水深、底質などの物理的条件の場所に生息していると考えられるか、またそれをどのように調査して明らかにすることが可能か論述しなさい。

（生物群の組み合わせ）

- (A) 埋没生活型水生昆虫（モンカゲロウ類など） と 石面滑行型水生昆虫（ヒラタケゲロウ類など）
- (B) 遊泳魚（カワムツやオイカワなど） と 底生魚（ヨシノボリ類やカジカ類など）
- (C) 二枚貝（イシガイなど） と 巻貝（カワニナなど）

VII 生態学・環境科学における数理モデルを利用した研究計画を提案しなさい。①研究の具体的な方法と②期待される成果を簡潔に説明した上で、③利用する数理モデルが備えるべき特徴をそのような数理モデルを用いることの利点とともに説明すること。

VIII 以下の問い（問1～2）に答えなさい。

問1 菌類についての以下の小問（1～3）に答えなさい。

- (1) 菌類の分類学的特徴を3つ以上の形質を用いて説明しなさい。
- (2) 菌類の機能分類では、「腐朽菌」と「菌根菌」に分けることがある。腐朽菌と菌根菌をそれぞれ説明しなさい。
- (3) シイタケの人工栽培が比較的容易で、マツタケの人工栽培が困難な理由をそれぞれ答えなさい。

問2 2008年に紀伊半島でムヨウラン属の植物の一種が発見された。この植物を保全するためにはどのような方策が必要か。種保全の上での留意点を挙げて、(1)種の現状、(2)種を取り巻く外部環境の2点について調査計画を立案しなさい。調査計画には目的と予想される成果を盛り込むこと。



IX 河川環境に関する以下の問い（問1～2）に答えなさい。

問1 河川連続体概念（RCC）において，河川の最上流部での量的貢献の割合が最大になるとされる食物網起源は何か，「FPOM」，「CPOM」，「付着性藻類」の中から最も適切なものを1つ選んで答えなさい。また，その量的貢献割合が流量を下るとともに減少する一般的な理由を説明しなさい。

問2 河川が増水・洪水すると，河川下流部周辺の氾濫原を利用する水生生物に対してどのような影響を与えるか，述べなさい。ただし，「繁殖」「移動」「止水」の3語を必ず用いること。

X 以下の問い（選択問題1～2）のどちらかを選択して答えなさい。解答用紙には解答した選択問題番号を明記すること。

選択問題1 大気汚染物質の環境中への排出を抑える方法について，インプロセス・テクノロジー（工程内処理），エンドオブパイプ・テクノロジー（終末処理）に分けて説明しなさい。

選択問題2 下にあげた生態系の中から生産力の高い生態系を2つえらび，生産力の高い理由をそれぞれの生態系について説明しなさい。ここで生産力が高いことの基準として，平均的な年間有機物生産量が乾燥重量で  $1000\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$  より大きいこととする。

（生態系）熱帯多雨林，熱帯季節林，温帯常緑樹林，温帯落葉樹林，湿地，砂漠，半砂漠，ツンドラ，藻場，岩礁，河口域，外洋