

平成28年度専攻科入学者選抜
試験問題一覧（前期学力選抜）

専攻等	科目		出題
各専攻共通	一般科目	数学・応用数学	○
生産システム工学専攻	専門科目	材料力学	○
		熱力学・流体力学	○
		電磁気学	○
		電気回路	○
		電子計算機 (C言語のプログラミングを含む)	
		制御工学	
応用化学	専門科目	無機・分析化学	○
		有機化学	○
		生物化学	
		物理化学	
		化学工学	

平成 28 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜(前期学力選抜)学力検査

数学・応用数学

I

問 1 3点 $A(1, 2, 3)$, $B(2, 3, 1)$, $C(3, 1, 2)$ について, 次の問いに答えよ。

- (1) 2点 A, B を通る直線 l_1 の方程式を求めよ。
- (2) (1) の直線 l_1 に垂直で, 点 C を通る平面の方程式を求めよ。
- (3) 2点 B, C を通る直線を l_2 とする。このとき, 2直線 l_1 と l_2 のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$) を求めよ。

問 2 行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ について, 次の問いに答えよ。

- (1) 逆行列 A^{-1} を求めよ。
- (2) $AX = B$ を満たす 3 次の正方行列 X を求めよ。

問 3 方程式
$$\begin{vmatrix} x & 1 & 2 & 3 \\ 1 & x & 2 & 3 \\ 1 & 2 & x & 3 \\ 1 & 2 & 3 & x \end{vmatrix} = 0$$
 を解け。

II

問 1 関数 $f(x) = \cos^2 x - 2\sin x$ ($0 \leq x \leq 2\pi$) の増減, 極値およびグラフの凹凸を調べ, 変曲点を求めよ。また, グラフの概形もかけ。

問 2 次の不定積分および定積分を求めよ。

$$(1) \int \frac{dx}{\sqrt{6x - 9x^2}}$$

$$(2) \int_0^1 \frac{dx}{e^{2x} + 1}$$

問 3 次の問いに答えよ。

- (1) 関数 $z = \log(16 - x^2 - y^2)$ の定義域および値域を求めよ。
- (2) 極限 $\lim_{(x,y) \rightarrow (0,0)} \frac{3x^2y}{x^2 + y^2}$ の値が存在するかどうか調べ, 存在するときは, 極限値を求めよ。
- (3) 関数

$$z = xy^2, \quad x = 2u + v, \quad y = u - 3v$$

について, $\frac{\partial z}{\partial v}$ を x, y の式で表せ。

問 4 円柱面 $x^2 + y^2 = 4$ と 2 平面 $z = 0, z = y$ で囲まれた部分の立体の体積 V を, 重積分を用いて求めよ。

III

問 1 2階微分方程式

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - 5x \frac{dy}{dx} + 8y = 0$$

について、次の問いに答えよ。

- (1) $y = x^4$ がこの微分方程式の特殊解であることを示せ。
- (2) この微分方程式の一般解は、(1) の特殊解を用いて $y = u(x)x^4$ という式で与えられる。このことを用いて $u(x)$ を求めよ。
- (3) この微分方程式の一般解を求めよ。

問 2 次の問いに答えよ。ただし、 i は虚数単位とする。

- (1) $z_1 = 3 + i$, $z_2 = -2 + i$ のとき、 $\left| \frac{z_2}{z_1} \right|$ および $\arg z_2 - \arg z_1$ の値をそれぞれ求めよ。ただし、 $\arg z$ は複素数 z の偏角を表し、 $0 \leq \arg z < 2\pi$ であるとする。
- (2) $z = x + iy$ (x, y は実数) とおく。 z の関数 $f(x, y) = (-3x^2 + ay^2 + bx + 4) + (cxy + y - 1)i$ が正則になるように、定数 a, b, c の値を定めよ。

問 3 周期 2π の関数

$$f(x) = \begin{cases} \pi + x & (-\pi \leq x < 0) \\ \pi - x & (0 \leq x \leq \pi) \end{cases}, \quad f(x + 2\pi) = f(x)$$

のフーリエ級数は次の式になる。

$$A + \frac{4}{\pi} \cos x + B \cos 3x + \frac{4}{25\pi} \cos 5x + \dots$$

このとき、定数 A および B の値を求めよ。

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

材 料 力 学

I

問1 一辺の長さ $a=15\text{mm}$ で一様な断面を有する正方形断面棒に引張荷重 P が加わっているときの引張ひずみが $\varepsilon=0.5\times 10^{-3}$ であった。引張応力 σ と引張荷重 P および一辺の長さ a の縮み量 δ を求めよ。ただし、この棒の縦弾性係数は $E=206\text{GPa}$ 、ポアソン比は $\nu=0.3$ とする。

問2 図1のように、直径 $d=10\text{mm}$ のリベット1本で、2枚の板を結合している。 $P=5\text{kN}$ の荷重が作用するとき、リベットに作用するせん断応力 τ を求めよ。また、許容せん断応力を $\tau_a=80\text{MPa}$ としたとき、作用させ得る最大の荷重 P はいくらか。円周率 π は3.14で計算せよ。

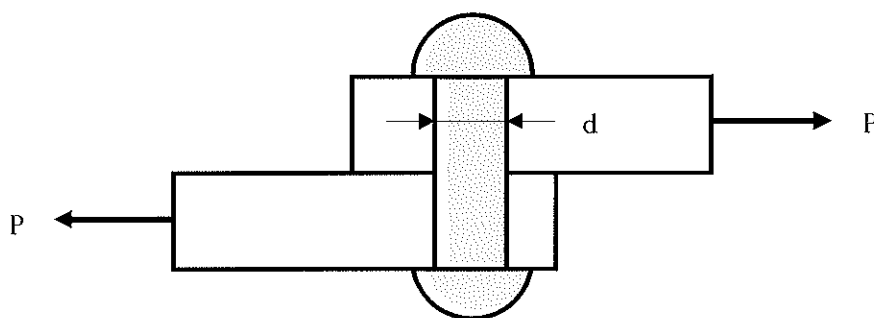
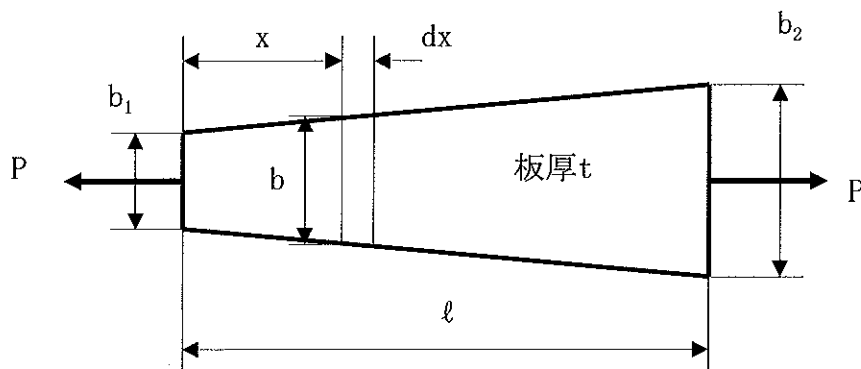


図1

問3 図2のように、板厚 t 、長さ ℓ で幅が b_1 から b_2 に直線的に変化する板がある。この板に P の引張荷重が作用するとき、板全体の伸び λ を求めよ。ただし、この板の縦弾性係数は E とする。



$$b = b_1 + \frac{(b_2 - b_1)}{\ell} x$$

図2

II

問1 図3のような直線的に変化する分布荷重を受ける両端支持はりにおいて、A, B点の反力 R_A , R_B とC点(はり中央の点)の曲げモーメント M_c を求めよ。

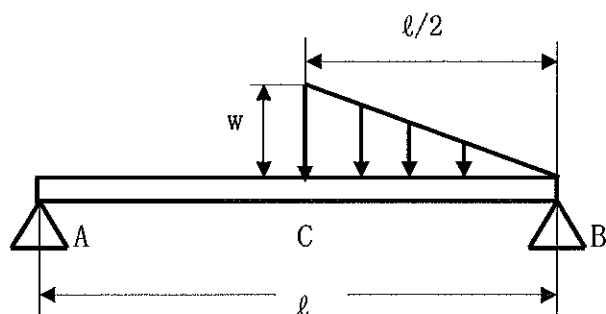


図3

問2 図4に示すように、片持ちはりのB点に M_0 の集中モーメントが作用するとき、B点の最大たわみ y_{\max} を二回積分法で求めよ。ただし、はりの断面二次モーメントを I 、縦弾性係数を E とする。

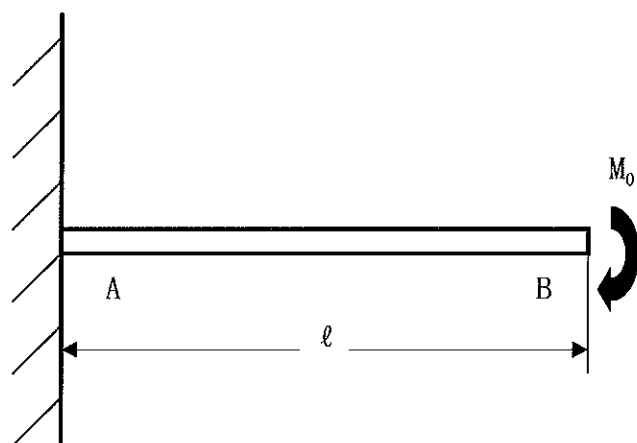


図4

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

熱力学・流体工学

I 図1に示すように、温度 $t_H = 250^\circ\text{C}$ の高熱源と温度 $t_L = 100^\circ\text{C}$ の低熱源を用いて、質量 $m = 1.0\text{ kg}$ の空気を動作流体とするサイクル $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ の可逆カルノーサイクルを考える。状態1と状態2の体積比が $V_2/V_1 = 3.0$ の場合において、下記の問いに答えよ。

ただし、 $0^\circ\text{C} = 273\text{ K}$ とし、空気は理想気体を仮定して気体定数を $R = 287\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、比熱比を $\gamma = 1.4$ とする。定圧比熱 c_p は気体定数と比熱比を用いて計算すること。各状態における圧力、体積および絶対温度をそれぞれ p_i 、 V_i および T_i ($i = 1, 2, \dots, 4$)、高温源と低温源の絶対温度を T_H および T_L と表記し、サイクルの各過程における状態変化および物理量の表記は、表1を参考にせよ。また、必要であれば、表2に示す対数の値を計算に用いよ。

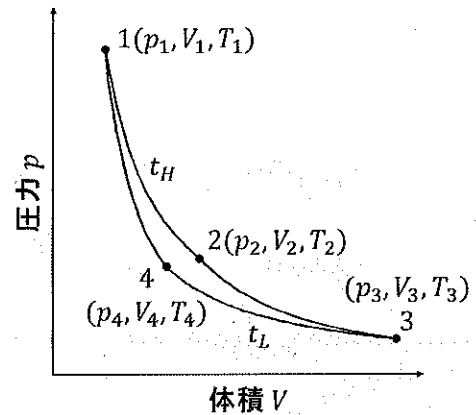


図1

表1

過程	状態変化	系に与えられた熱量	内部エネルギーの増分	外部への仕事
1→2	等温膨張	Q_{12}	$U_2 - U_1$	W_{12}
2→3	断熱膨張	Q_{23}	$U_3 - U_2$	W_{23}
3→4	等温圧縮	Q_{34}	$U_4 - U_3$	W_{34}
4→1	断熱圧縮	Q_{41}	$U_1 - U_4$	W_{41}

表2

N	2	3	4	5
$\ln N$	0.6931	1.0986	1.3863	1.6094

- 問1 状態変化1→2の仕事を求めよ。ただし、単位は kJ とし、四捨五入して有効桁数3桁で答えよ。
- 問2 状態変化2→3の仕事を求めよ。ただし、単位は kJ とし、四捨五入して有効桁数3桁で答えよ。
- 問3 カルノーサイクル全体における正味の仕事を求めよ。ただし、単位は kJ とし、四捨五入して有効桁数3桁で答えよ。
- 問4 このカルノーサイクルの熱効率を求めよ。ただし、四捨五入して有効桁数2桁で答えよ。

II 図2に示すように、垂直な管に、全圧孔が管中心と一致するようにピトー管が設置されており、この垂直な管とピトー管がU字管マンノメータで接続されている。

この垂直な管に密度 ρ_A の気体を上向きに流したところ、U字管マンノメータに入れられた密度 ρ_B の液体（図2中の網掛け部）の高低差が h であった。

点①、点②および点③はいずれも、この垂直な管の中心上にあり、上流側に位置する点を点①、U字管マンノメータが接続されている断面での点を点②、ピトー管の全圧孔の位置を点③として、下記の問いに答えよ。

ただし、点①での流速、圧力および断面積をそれぞれ、 u_1 、 p_1 および A_1 、点②での流速および断面積をそれぞれ u_2 および A_2 、点③での流速を u_3 とする。また、重力加速度を g とし、流れている気体の粘性および圧縮性を無視する。

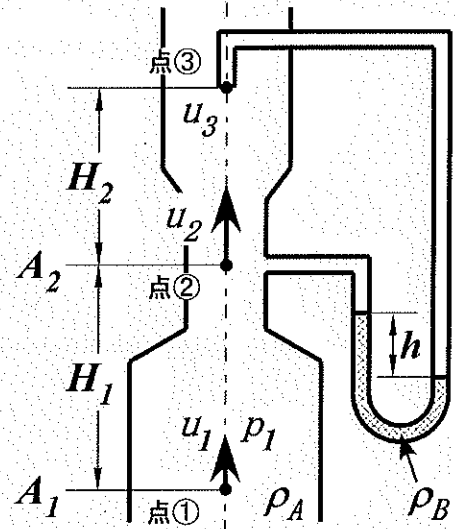


図2

問1 点②での圧力 p_2 を、点①での圧力 p_1 を用いた式で示せ。

問2 点③での圧力 p_3 を、点①での圧力 p_1 を用いた式で示せ。

問3 上記問1および問2で示した p_2 および p_3 の式を用いて、U字管マンノメータに入れられた液体の高低差 h を式で示せ。

問4 垂直な管に流れる気体の流量が $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合について、 u_1 および u_2 をそれぞれ求めよ。ただし、 $A_1 = 4 \text{ m}^2$ および $A_2 = 1 \text{ m}^2$ とする。

問5 上記問4の場合について、上記問3で示した h の式を用いて、 h を求めよ。ただし、 $\rho_A = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 、 $\rho_B = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、 $H_1 = H_2 = 1 \text{ m}$ とし、四捨五入して有効桁数3桁で答えよ。

平成 28 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

電磁気学

- I 真空中に 0.5 nC と -2.0 nC の 2 つの点電荷が 20 cm 離れて置かれている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、計算・導出過程を記述し、答えには単位をつけること（解答欄の[]内に記述すること）。 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$ (π は円周率, $\epsilon_0 [\text{F/m}]$ は真空の誘電率) とする。

問1 2 つの点電荷と同一直線上で電界が 0 となる位置はどこか答えよ。

問2 問1の電界が 0 となる位置での電位 V を求めよ。

- II 電荷 $Q [\text{C}]$ をもつ半径 $a [\text{m}]$ の孤立導体球が誘電率 $\epsilon [\text{F/m}]$ の誘電体中に置かれている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、計算・導出過程を記述し、答えには単位をつけること（解答欄の[]内に記述すること）。円周率を π とする。

問1 孤立導体球の中心から $r [\text{m}]$ 離れた点の電界のエネルギー密度 w を求めよ。

問2 孤立導体球のもつエネルギー W を求めよ。

問3 孤立導体球の静電容量 C を求めよ。

- III 真空中で電子が一様な磁界の中に垂直に入射したとき、磁界中で電子は円運動をする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、計算・導出過程を記述し、答えには単位をつけること（解答欄の[]内に記述すること）。電気素量 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、電子の質量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ とする。

問1 磁界の方向に対して、円運動の回転の方向はどのようになるか説明せよ。

問2 速度 $2 \times 10^6 \text{ m/s}$ の電子が磁束密度 0.1 mT の一様な磁界に垂直に入射したとき、円運動の半径 r を求めよ。

問3 電子が一様な磁界の中の磁力線に対して斜めに入射したとき、電子はどのような運動をするか説明せよ。

- IV 真空中に長さ $l [\text{m}]$ の有限長直線電流 $I [\text{A}]$ が流れている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、計算・導出過程を記述し、答えには単位をつけること（解答欄の[]内に記述すること）。円周率を π 、真空の透磁率を $\mu_0 [\text{H/m}]$ とする。

問1 直線電流の中心から垂直に $x [\text{m}]$ 離れた点の磁束密度 B_1 をビオ・サバールの法則で導出せよ。

問2 直線電流の長さ l を無限大としたときの磁束密度 B_2 を求めよ。

問3 無限長直線電流 $I [\text{A}]$ から垂直に $x [\text{m}]$ 離れた点の磁束密度 B_3 をアンペアの周回積分の法則で導出せよ。

平成 28 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

電気回路

I. 次の回路において、 2Ω の抵抗に流れる電流が $1A$ であった。次の問いに答えなさい。

- 問1 電流 $I_e[A]$ を求めなさい。
 問2 電位 $V_d[V]$ を求めなさい。
 問3 電源電圧 $E[V]$ を求めなさい。

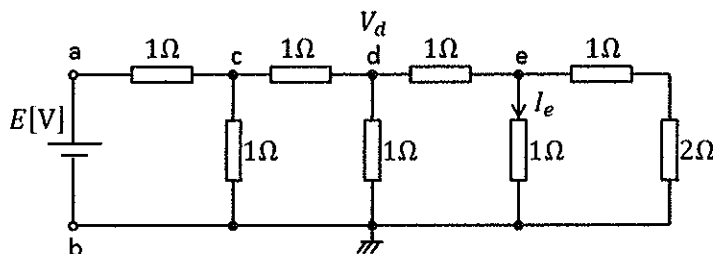


図1

II. 次の回路において、正弦波電圧を加えたとき、電流 i の大きさは $15A$ であった。次にスイッチ S を閉じたら、電流 i の大きさは $20A$ に増加した。次の問いに答えなさい。

- 問1 S を開いている場合の合成インピーダンスの大きさ $Z[\Omega]$ を求めなさい。
 問2 S を開いている場合の電源電圧の大きさ $E[V]$ を求めなさい。
 問3 S を閉じた場合のリアクタンス $X[\Omega]$ を求めなさい。

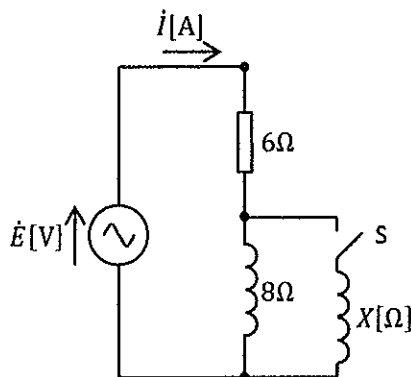


図2

III. 次の回路において、抵抗 $R[\Omega]$ の両端の電圧 $\dot{V}_R[V]$ の大きさが電源電圧 $\dot{E}[V]$ の大きさの $1/\sqrt{2}$ 倍であった。次の問いに答えなさい。ただし、電源の角周波数は $\omega[\text{rad/s}]$ とし、位相の基準は $\dot{E}[V]$ とする。

- 問1 回路の複素インピーダンス（直交形式） $\dot{Z}[\Omega]$ を求めなさい。
 問2 回路に流れる電流（極形式） $\dot{i}[A]$ を求めなさい。
 問3 抵抗 $R[\Omega]$ の両端の電圧（極形式） $\dot{V}_R[V]$ を求めなさい。
 問4 上記の \dot{V}_R と \dot{E} の関係を満足する $R[\Omega]$ とインダクタンス $L[H]$ との関係式を求めなさい。

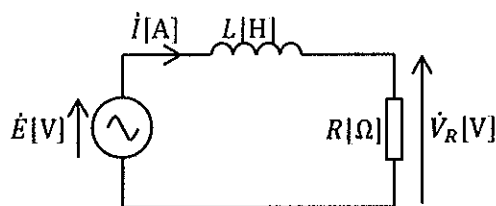


図3

IV. 次の回路において、抵抗 $R[\Omega]$ で消費する電力 $P[W]$ を最大にしたい。次の問いに答えなさい。ただし、位相の基準は $\dot{E}[V]$ とする。

問1 回路に流れる電流の大きさ $I[A]$ を求めなさい。

問2 $R[\Omega]$ で消費する電力 $P[W]$ を求めなさい。

問3 電力 $P[W]$ を最大にする $R[\Omega]$ を求めなさい。

問4 最大消費電力 $P_{\max}[W]$ を求めなさい。

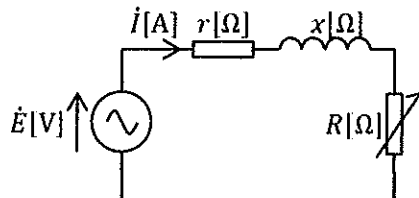


図4

V. 次の回路において、 S_1 を時間 $t = 0$ で閉じ、その後、定常状態になる前に時間 $t = T$ でスイッチ S_2 を閉じるとする。次の問いに答えなさい。ただし、コンデンサ $C[F]$ の初期電荷 $q[C]$ は $Q[C]$ （ただし、 $Q \leq CE$ ）とし、時間 t の単位は $[s]$ とする。

問1 $t = 0$ でスイッチ S_1 を閉じたときに回路に流れる電流 $i[A]$ の時間 t に対する微分方程式を立てるとともに、この方程式を解き、時間 $t = T$ においてコンデンサ $C[F]$ に蓄えられている電荷量 $q[C]$ を求めなさい。

問2 時間 $t = T$ でスイッチ S_2 を閉じたときに回路に流れる電流 $i[A]$ の時間 t に対する微分方程式を立てるとともに、この方程式を解き、 $T \leq t$ において回路に流れる電流 $i[A]$ の時間 t に対する変化を示す式を求めなさい。

問3 $T \leq t$ において、コンデンサ $C[F]$ の両端の電圧 $v_c[V]$ と抵抗 $R_2[\Omega]$ の両端の電圧 $v_{R2}[V]$ の時間 t に対する変化を示す式を求めなさい。

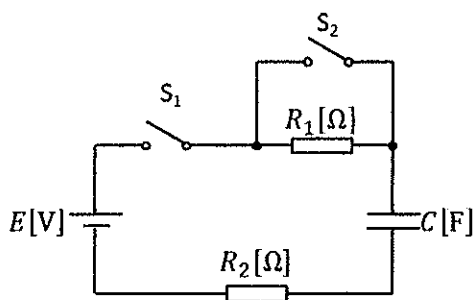


図5

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

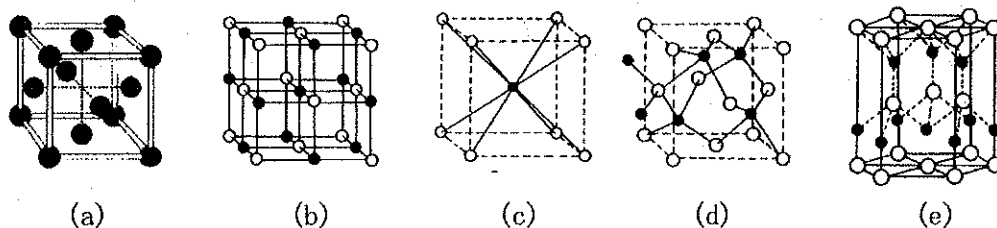
無機・分析化学

I ${}_1\text{H}$, ${}_3\text{Li}$, ${}_6\text{C}$, ${}_8\text{O}$, ${}_9\text{F}$, ${}_{10}\text{Ne}$ の元素を組み合わせてできる物質（単体・化合物を問わない）について、以下の設問に答えなさい。

問1 「イオン結合性」および「共有結合性」の物質例をそれぞれ1つずつ示し、それらの化学式と物質名を答えなさい。

問2 液体や固体状態で、分子間に「水素結合力」、「双極子-双極子相互作用による結合力」、および「分散力（ロンドン力）」が作用している物質例をそれぞれ1つずつ示し、それらの化学式と物質名を答えなさい。

II 下図(a)~(e)は、様々な固体結晶の単位格子を示している（構成粒子が●のみの場合は同類の原子からできていることを、○と●が混在している場合は異種のイオンまたは原子からできていることを表している。但し、いずれも半径は任意）。(a)~(e)の中からイオン結晶の格子を1つ選択し、その格子について問1~4に答えなさい。



問1 選択した格子の記号および名称（○○型格子、△△型構造など）を答えなさい。

問2 陽イオン：陰イオンの配位数比を、約分せずに答えなさい。

問3 陽イオンをA、陰イオンをBとしたときの組成式を記しなさい。

問4 陽イオンが入っているすき間（間隙サイト）の限界半径比を計算しなさい。但し、 $\sqrt{2}=1.414$ 、 $\sqrt{3}=1.732$ とし、計算過程を明記せよ。

III モール塩（硫酸鉄（II）アンモニウム6水和物； $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）の純度を求めるため、次の手順で実験を行った。以下の設問に答えなさい。

1) モール塩を0.2500 g 精秤した後純水に溶解し、アルカリ試薬を沈殿剤として作用させて沈殿物を得た。

2) 上記の沈殿物を約800°Cに加熱させて Fe_2O_3 とし、その重量を計ると0.0500 gであった。

- 問1 アルカリ試薬を作用させて得られた沈殿物の化学式を表しなさい。
- 問2 モール塩中のFeの質量を有効数字4桁で求めなさい。但し、モール塩の式量を392.1, Feの原子量を55.85, Oの原子量を16.00とする。
- 問3 上記モール塩の純度 (%) を有効数字4桁で求めなさい。

IV 沈殿生成平衡に関する以下の設問に答えなさい。

- 問1 A_2B_3 で示される難溶性の塩がある。この塩の溶解度を $S \text{ mol dm}^{-3}$ として、溶解度積 K_{sp} を表しなさい。但し、Aを陽イオン、Bを陰イオンの成分とする。
- 問2 AB_2 で示される難溶性塩の生成反応において、この飽和溶液における[B⁻]の濃度が $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ である場合、溶解度積 K_{sp} を求めなさい。
- 問3 硫化水素 (H_2S) は2段階で解離する。1段階目の解離定数 K_1 は $1.1 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ であり、2段階目の解離定数 K_2 は $1.0 \times 10^{-15} \text{ mol dm}^{-3}$ である。硫化水素全体における平衡定数 K を有効数字2桁で求めなさい。
- 問4 25°C の水中に H_2S を飽和させると、溶存する H_2S は約 0.1 mol dm^{-3} に保持される。ここで、上記問3で求めた硫化水素の平衡定数を用いて、 $\text{pH}=8.0$ の水中 (25°C) に存在する 0.01 mol dm^{-3} の Cu^{2+} は沈殿化するか、または溶存しているか、を計算した上で判断しなさい。但し、 CuS の溶解度積 ($K_{sp, \text{CuS}}$) を 6.0×10^{-36} とする。

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

有機化学

I 次の二つの結合のうちでより分極の大きなものを選び、結合の分極の様子を→で記せ。

- a) Br-Br と H₃C-Br b) H-Br と H₃C-H c) Li-OH と H₃C-Li d) (CH₃)₃Si-CH₃ と HO-CH₃

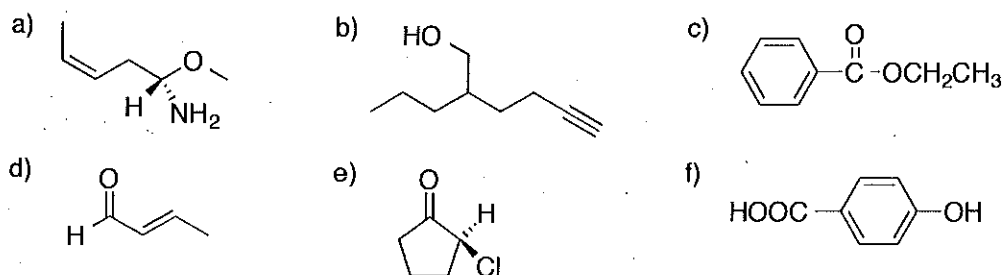
II 次の分子種のエレクトロンドット式を非共有電子対も含めて書け。また、それぞれを Lewis 酸と Lewis 塩基に分類せよ。

- a) AlBr₃ b) (CH₃)₃N c) ZnCl₂ d) CH₃OCH₃

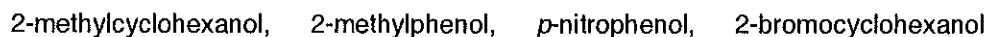
III 下記の化合物の構造式を描け。

- a) (Z)-3,5-dimethyl-4-octenal b) *trans*-4-chlorocyclohexanol
 c) 3-amino-2-methylbutanoic acid d) (*R*)-*sec*-butylbenzene
 e) 5-methoxy-1-hexyn-3-one f) *p*-bromostyrene

IV 下記の化合物を命名せよ。



V 次の化合物を酸性度の強い順に並べよ。



VI 次の化合物を塩基性の大きい順に並べよ。



VII 下記の反応で得られる主生成物の構造を書け。

