

平成28年度専攻科入学者選抜  
試験問題一覧（後期学力選抜）

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(後期学力選抜)学力検査

数学・応用数学

## I

問 1 空間内の点  $P(1, 2, 3)$  を通り、ベクトル  $\vec{v} = (3, 2, 1)$  に平行な直線を  $l$ 、点  $Q(-2, -3, -6)$  を通り、直線  $l$  と垂直に交わる直線を  $m$  とするとき、次の問いに答えよ。

- (1) 媒介変数を  $t$  とするとき、直線  $l$  の媒介変数表示を求めよ。
- (2) 直線  $m$  の方程式を求めよ。ただし、媒介変数表示でない形で表せ。
- (3) 2直線  $l, m$  を含む平面  $\alpha$  の方程式を求めよ。

問 2 次の行列式の値を求めよ。

$$\begin{vmatrix} 1 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 1 & 0 \\ 1 & 5 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 3 \end{vmatrix}$$

問 3 行列  $A = \begin{pmatrix} 3 & 8 \\ 4 & a \end{pmatrix}$  について、 $A$  の固有値を  $\lambda, \mu$  ( $\lambda \neq \mu$ ) とし、 $\lambda$  に対する固有ベクトルは  $c \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$  ( $c$  は 0 でない定数) であるとする。このとき、次の問いに答えよ。

- (1)  $\lambda$  の値を求めよ。
- (2)  $a$  の値を求めよ。
- (3)  $\mu$  の値および  $\mu$  に対する固有ベクトルを求めよ。

## II

問 1 関数  $y = x^2 e^{-x}$  について、次の問いに答えよ。

- (1) 極値を求めよ。
- (2) グラフの変曲点の  $x$  座標を求めよ。

問 2 次の不定積分および定積分を計算せよ。

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

(2)  $\int_1^e \frac{(\log x)^3}{x} dx$

問 3 関数  $f(x, y) = x^3 - x^2 - 12x - 2xy - y^2$  について、次の問いに答えよ。

- (1)  $f_x(x, y) = f_y(x, y) = 0$  を満たす実数の組  $(x, y)$  を求めよ。
- (2) この関数の極値を求めよ。

問 4 累次積分  $I = \int_0^1 \int_{2x}^2 e^{y^2} dy dx$  について、次の問いに答えよ。

- (1)  $I$  の積分順序を変更せよ。
- (2) 累次積分  $I$  の値を求めよ。

## III

問 1 微分方程式  $y'' - 2y' - 3y = e^{-x}$  について、次の問いに答えよ。

- (1)  $y'' - 2y' - 3y = 0$  の一般解を求めよ。
- (2)  $y'' - 2y' - 3y = e^{-x}$  の特殊解を求めよ。
- (3)  $y'' - 2y' - 3y = e^{-x}$  の一般解をかけ。
- (4)  $y'' - 2y' - 3y = e^{-x}$  の特殊解で、 $x = 0$  のとき、 $y = 1, y' = -\frac{5}{4}$  を満たすものを求めよ。

問 2 次の問いに答えよ。 $i$  は虚数単位である。

- (1)  $(1+i)^7 - (1-i)^7$  を簡単にし、結果を  $a+bi$  ( $a, b$  は実数) の形で答えよ。
- (2)  $z^4 = -4$  となる複素数  $z$  を全て求めよ。結果は  $a+bi$  ( $a, b$  は実数) の形で答えよ。
- (3) 写像  $w = \frac{1}{2} \left( z + \frac{1}{z} \right)$  によって、 $z$  平面上の単位円  $z = e^{i\theta} (0 \leq \theta < 2\pi)$  は  $w$  平面のどのような図形にうつるか。

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

材 料 力 学

## I

問1 図1のように、直径 $d=20\text{mm}$ のポンチで、厚さ $t=2\text{mm}$ の鋼板に穴をあけたい。鋼板のせん断強さを $\tau_B=400\text{MPa}$ とすると、せん断に必要な打ち抜き荷重 $P$ はいくらか。円周率 $\pi$ は3.14で計算せよ。

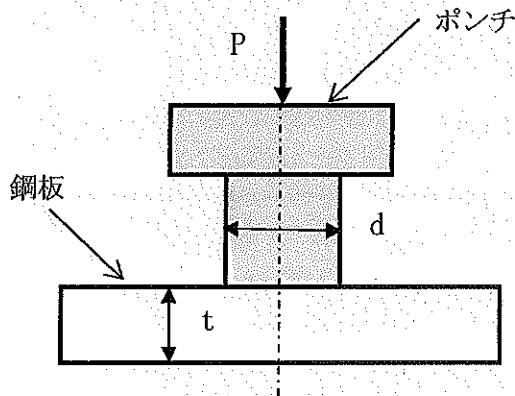


図1

問2 両端を固定された長さ $l=1.5\text{m}$ の棒の温度を $20^\circ\text{C}$ から $70^\circ\text{C}$ まで上昇させたとき、この棒に生ずる熱応力 $\sigma$ を求めよ。ただし、この棒の縦弾性係数 $E=206\text{GPa}$ 、線膨張係数 $\alpha=12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ とする。

問3 図2のように、直径 $d_1=1\text{cm}$ で長さ $l_1=1\text{m}$ の棒と直径 $d_2=2\text{cm}$ で長さ $l_2=1.5\text{m}$ の棒から成る段付き棒に、引張荷重 $P=100\text{kN}$ が作用した時の棒全体の伸び $\lambda$ を求めよ。ただし、両棒の縦弾性係数は $E=206\text{GPa}$ とする。円周率 $\pi$ は3.14で計算せよ。

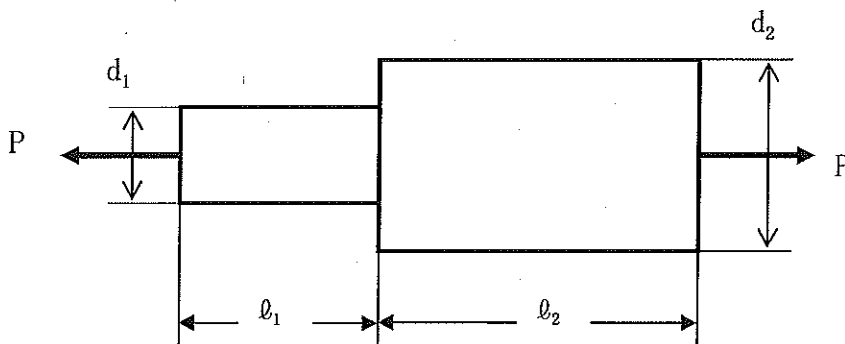


図2

## II

問1 図3のような等分布荷重 $w$ 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(A点から $l/4$ の位置)の曲げモーメント $M_C$ を求めよ。

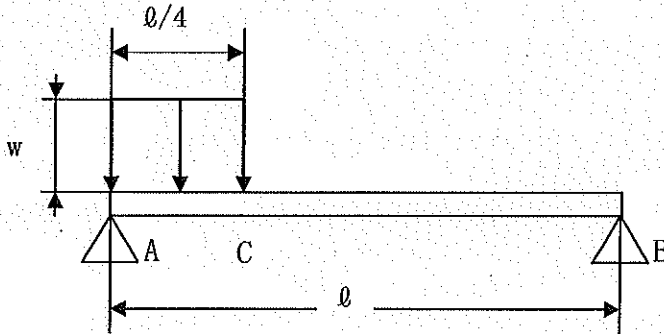


図3

問2 図4に示す片持ちはりに、直線的に変化する分布荷重が作用するとき、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。なお、A点から $x$ の位置に作用する曲げモーメントは、次式で与えられる。また、境界条件はA点でたわみとたわみ角がゼロとなる。

$$M = -\frac{w_0}{6l}x^3 + \frac{w_0 l}{2}x - \frac{w_0 l^2}{3}$$

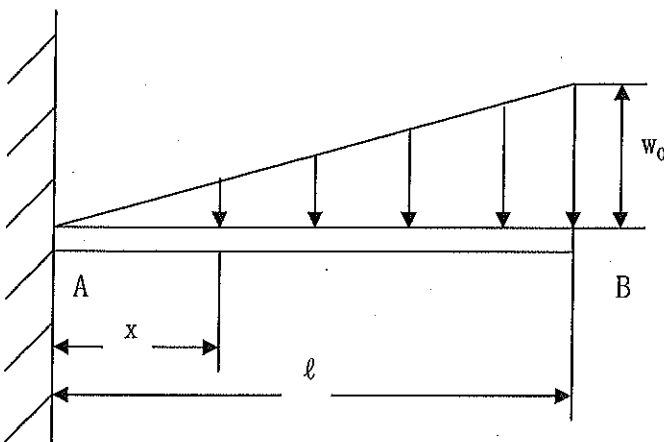


図4

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

熱力学・流体工学



1 図1に示すように、断熱壁に囲まれた断面積  $A = 0.01 \text{ m}^2$  のシリンダの中に、質量  $m_w = 0.067 \text{ kg}$  のお湯 (高温の水) と体積  $V_{H1} = 0.02 \text{ m}^3$  の水素ガスが入っており、質量  $M = 0.5 \text{ kg}$  のピストンで完全に密封されている。

はじめの状態 (状態1) では、お湯と水素ガスの絶対温度はそれぞれ  $T_w = 350 \text{ K}$  と  $T_H = 100 \text{ K}$  であった。しばらく放置すると、お湯と水素ガスの絶対温度は互いに平衡状態 (状態2) に達し、どちらも  $T_{eq}$  となった。この間、水素ガスは等圧状態で膨張し、水素ガスの体積は平衡状態で  $V_{H2}$  となった。

水と水素の物性値が表1に示す値の時、下記の問いに答えよ。

ただし、重力加速度は  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  とし、水素ガスは理想気体を仮定する。ピストンの外側の圧力は大気圧  $P_0 = 100 \text{ kPa}$  とする。ピストンとシリンダの間の摩擦、お湯の体積変化および相変化はそれぞれ無視する。熱の流入出はお湯と水素ガスの間でのみ生じ、水素ガスがお湯に溶けることは無いものとする。必要であれば、表2に示す対数の値を計算に用いよ。

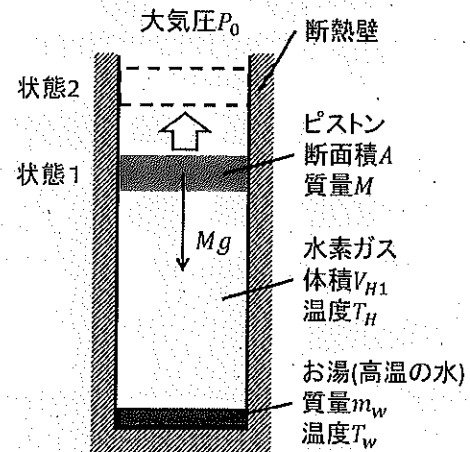


図1

表1

水	水素	
比熱	気体定数	比熱比
$c = 4187 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	$R_H = 4128 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	$\kappa_H = 1.4$

表2

$N$	2	3	5	7
$\ln N$	0.693	1.099	1.609	1.946

- 問1 水素ガスの圧力  $P_H$  を求めよ。ただし、単位は Pa とし、整数で答えよ。
- 問2 水素ガスの質量  $m_H$  を求めよ。ただし、単位は kg とし、四捨五入して有効桁数3桁で答えよ。
- 問3 平衡状態の絶対温度  $T_{eq}$  を求めよ。ただし、単位は K とし、四捨五入して整数で答えよ。
- 問4 平衡状態における水素ガスの体積  $V_{H2}$  を求めよ。ただし、単位は  $\text{m}^3$  とする。
- 問5 全体のエントロピーの増加量  $\Delta S$  を求めよ。ただし、単位は J/K とし、四捨五入して有効桁数3桁で答えよ。

II 図2に示すような曲がり管があり、この曲がり管の中を密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ の流体が流れている。上流側の断面が断面①、下流側の断面が断面②であり、断面①では垂直で上向き ( $y$ 方向) の流れ、断面②では水平な右向き ( $x$ 方向) の流れである。

流速を $u$ 、圧力を $p$ 、管の内径を $d$ とし、添字1を断面①、添字2を断面②とする。流れを一次元とし、流れている流体の粘性および圧縮性と、重力の影響を無視できるものとして、下記の問いに答えよ。

ただし、 $u_1 = 2 \text{ m/s}$ 、 $p_1 = 0.1 \text{ MPa}$ 、 $d_1 = 100 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 50 \text{ mm}$ 、円周率 $\pi = 3.14$ とし、答えの有効数字が3桁になるように四捨五入すること。

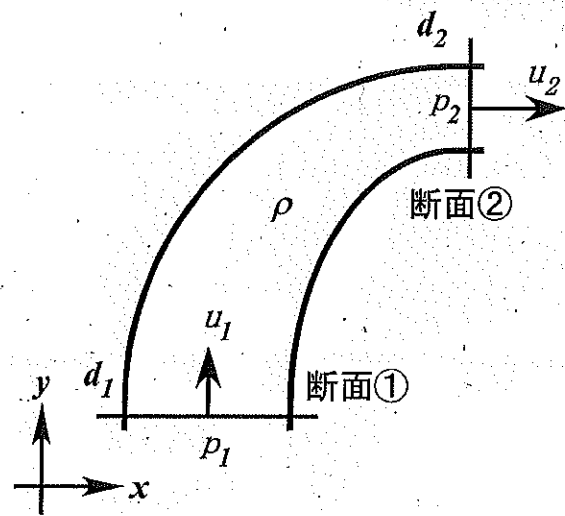


図2

問1 点②での流速 $u_2$ 求めよ。

問2 点②での圧力 $p_2$ 求めよ。

問3 流れが曲がり管に与える力を $F$ として、 $F$ の $x$ 方向成分 $F_x$ を求めよ。

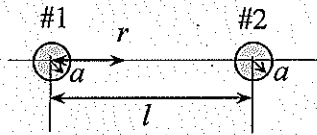
問4  $F$ の $y$ 方向成分 $F_y$ を求めよ。

問5  $F$ 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（後期学力選抜）学力検査

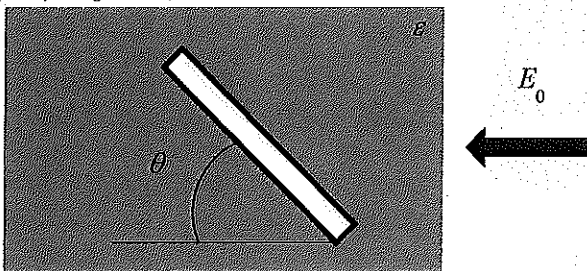
電磁気学

- I 真空中に半径が  $a$  [m], 間隔が  $l$  [m] である非常に長い平行な細い2本の導線がある。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）。 $a \ll l$ , 円周率は  $\pi$ , 真空の誘電率は  $\epsilon_0$  [F/m] とする。

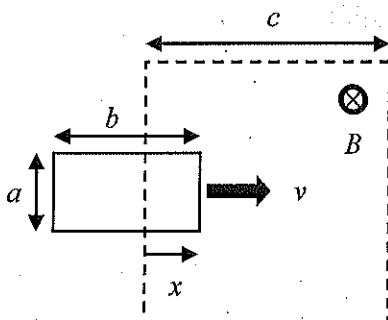


- 問1 #1の導線に単位長さ当たり  $q$  [C/m], #2の導線に単位長さ当たり  $-q$  [C/m]の電荷を与えたとき、#1の導線の中心から  $r$  [m]離れた点での合成電界  $E$  を求めよ。ただし、図の右向きを正とする。
- 問2 平行導線の単位長さ当たりの静電容量  $C$  を求めよ。
- 問3 平行導線間に  $V$  [V]の電位差を加えたとき、2本の導線間に働く単位長さ当たりの力  $f$  を求めよ。

- II 図に示すように真空中に誘電率が  $\epsilon$  [F/m]の誘電体を置き、外部から一様な電界  $E_0$  [V/m]を境界面に垂直に印加する。電界の方向に対して角度  $\theta$  [rad]傾けて薄い平板状の空隙をあけたとき、空隙中の電束密度  $D$ を電界と電束密度の境界条件を用いて求めよ。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）。真空の誘電率は  $\epsilon_0$  [F/m] とする。



- III 図に示すように、方形ループが破線で囲まれた一様な磁束密度  $B$  [T]の磁界中を速度  $v$  [m/s]で移動している。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、図の軸には値を記入すること。破線の左端から方形ループの右端までの距離を  $x$  [m],  $b < c$  とする



- 問1  $0 \leq x \leq b+c$ の範囲で方形ループと鎖交する磁束  $\Phi$  の変化を求め、図示せよ。
- 問2  $0 \leq x \leq b+c$ の範囲で方形ループに発生する起電力  $e$  の変化を求め、図示せよ。

- IV 内導体の半径  $a$  [m], 外導体の半径  $b$  [m]の同軸線路がある。同軸線路の単位長さ当たりの自己インダクタンス  $L$  を求めよ。ただし、導体内部の自己インダクタンスは考えないものとする。また、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  $\pi$ , 真空の透磁率を  $\mu_0$  [H/m] 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（後期学力選抜）学力検査

## 電気回路

I. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。ここで、 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1\Omega$ 、 $E = 10V$ とする。

問1 電流 $I_1$ を求めなさい。

問2 電流 $I_3$ を求めなさい。

問3 抵抗 $R_2$ で消費する電力 $P_2$ を求めなさい。

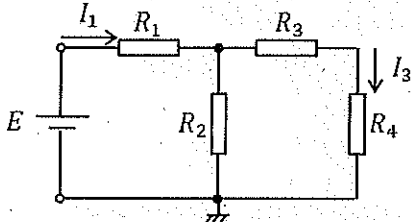


図1

II. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。ここで、 $R = X_C = X_L = 20\Omega$ 、 $E = 100V$ とする。

問1 スイッチSが開いているとき、電流 $I_1$ を求め、直交形式で答えなさい。

問2 スイッチSが開いているとき、電流 $i$ を求め、直交形式で答えなさい。

問3 スイッチSが閉じているとき、電流 $i$ を求め、直交形式で答えなさい。

問4 スイッチSが閉じているとき、電流 $I_1$ を求め、直交形式で答えなさい。

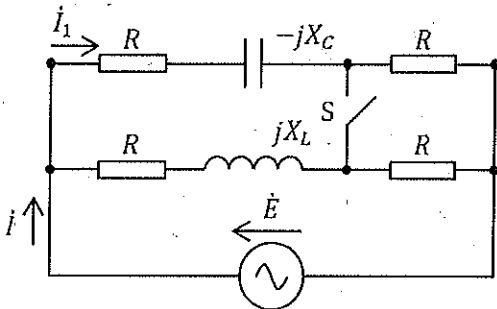


図2

III. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。ここで、角周波数は $\omega$ とする。

問1 電源電流 $i$ を求めなさい。

問2 共振角周波数 $\omega_r$ を求めなさい。

問3 共振時の電源電流 $i_r$ を求めなさい。

問4 共振時の $L_2$ に流れる電流 $i_{2r}$ を求めなさい。

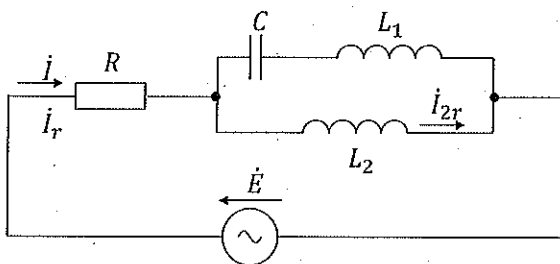


図3

IV. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。

問1 図示されたループ電流に従い、ループ法を用いて、連立方程式を立てなさい。ただし、検流計Dの内部抵抗は $r_d$ とする。

問2 検流計Dに流れる電流を0にする条件を求めたい。以下の空白に適切な数式を答えなさい。

$$\left( RR_1 + \frac{L}{C} \right) + j \left( \quad (ア) \quad \right) = R_2 R_4$$

問3  $R_1$ と $C$ を可変、 $R_2$ と $R_4$ を既知抵抗とし、未知のインダクタンス $L$ と抵抗成分 $R$ を求める関係式を導出しなさい。

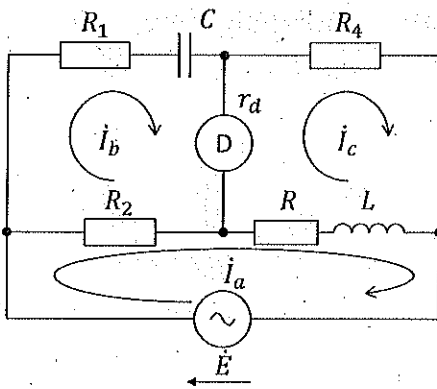


図4

V. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。最初、スイッチSは開いているとする。

問1 定常状態のとき、抵抗 $R_1$ を流れる電流 $I_1$ を求めなさい。

問2 次に、 $t=0$ でSを閉じた。このとき微分方程式をたて、抵抗 $R_1$ 、抵抗 $R_2$ 、スイッチSの各部を流れる電流 $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$ の時間 $t$ に対する変化を示す式を求めなさい。

問3 このとき、抵抗 $R_2$ で消費されるエネルギー $W_{R_2}$ を求めなさい。

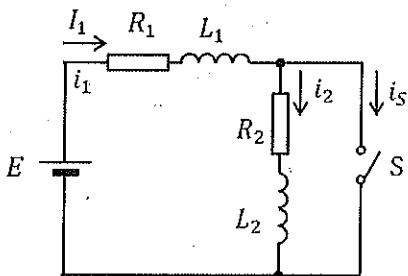


図5

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

無機・分析化学



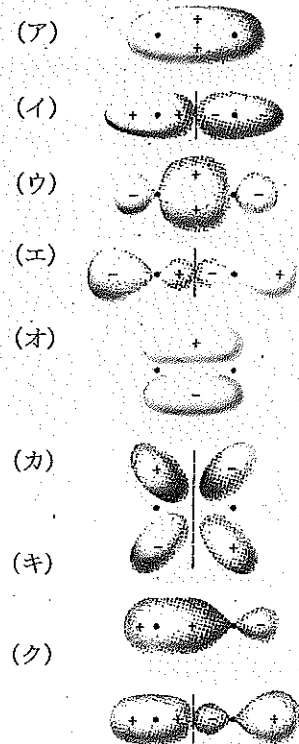
I 窒素（原子番号7）の分子軌道に関する以下の設問に答えなさい。

問1 窒素原子N, 分子N<sub>2</sub>, 分子陰イオンN<sub>2</sub><sup>2-</sup> および分子陽イオンN<sub>2</sub><sup>+</sup>の電子スピン (↑・↓) を解答用紙のエネルギー準位図中に, それぞれ描き入れなさい (1s軌道は省略)。

問2 分子N<sub>2</sub>, 分子陰イオンN<sub>2</sub><sup>2-</sup> および分子陽イオンN<sub>2</sub><sup>+</sup>の各結合次数を求めなさい。

問3 解答用紙のエネルギー準位図中, 矢印で示された3つの分子軌道①~③について, 各軌道の表記記号 (例; σ<sub>1s</sub>等) を記し, さらに各軌道の形状に最も近いものを, 右図(ア)~(ク) から一つずつ選び, それぞれ記号を答えなさい。

問4 問3を参考に, 窒素分子の分子軌道の概形を, 解答用紙の座標軸中に描き入れなさい。



II 鉄の結晶は, 温度を上げていくと 910℃ で体心立方格子から面心立方格子へ変態する。以下の設問に答えなさい。

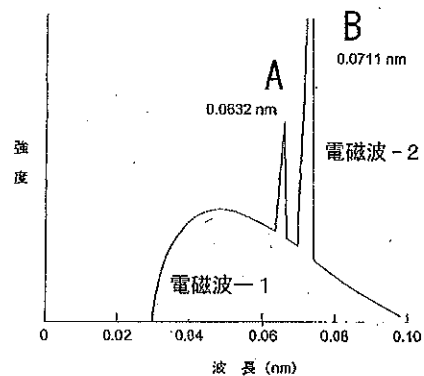
問1 「体心立方格子」および「面心立方格子」の各単位格子を図示しなさい。

問2 体心立方格子から面心立方格子へ変態することで, 鉄の密度は何倍になるか計算せよ。但し, 鉄の原子半径は温度によらず一定とし, また  $\sqrt{2}=1.414$ ,  $\sqrt{3}=1.732$  として, 小数点以下2桁まで求めなさい。

III 右の図は金属モリブデンを陽極とし, 陰極から発生した電子が陽極に衝突したときの電磁波のスペクトルを表したものである。以下の設問に答えなさい。

問1 電磁波-1 (なだらかな曲線部) と電磁波-2 (シャープなピーク) の名称をそれぞれ答えなさい。

問2 電磁波-2の成分であるピークAのエネルギー [keV] を有効数字4桁として求めなさい。(計算過程も示すこと)  
ただし, プランク定数:  $6.626 \times 10^{-34}$  [J・sec],  
光速:  $2.998 \times 10^8$  [m・sec<sup>-1</sup>],  $1\text{eV}=1.602 \times 10^{-19}$  [J]  
を適宜使用しなさい。



問3 電磁波-2の成分であるピークBは次のどの電磁波になるのか、以下の電磁波波長を参考に電磁波の記号で答えなさい。

Moから発生する電磁波の波長[keV]  $K_{\alpha}$ 線: 17.441,  $K_{\beta 1}$ 線: 19.605,  $L_{\alpha 1}$ 線: 2.293

IV ガラス容器Aとガラス容器Bを準備した。ガラス容器Aは、0.200Mの $\text{FeSO}_4$ と0.010Mの $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ を含む溶液が混合されている。ガラス容器Bには0.040Mの $\text{KMnO}_4$ と0.0040Mの $\text{MnSO}_4$ と0.5Mの $\text{H}_2\text{SO}_4$ を含む溶液がある。それぞれのガラス容器に白金電極を挿入し、両方の容器を塩橋で連結させた。さらにそれぞれの白金電極については電位計を中継して両者を接続させた。以下の設問に答えなさい。

問1 ガラス容器Aとガラス容器Bの電極反応(半反応式)を書きなさい。

問2 25°Cの条件下におけるガラス容器Aで生じる電位(単極電位)[V]とガラス容器Bで生じる電位[V]をネルンスト式を基に表し、有効数字3桁として求めなさい。ここで対数を常用対数に変換させるための係数と $RT/F^*$ の積は本条件で0.0592とする。

$E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}) : 0.771[\text{V}]$ ,  $E^{\circ}(\text{MnO}_4^-, \text{Mn}^{2+}) : 1.51[\text{V}]$ を適宜使用せよ。

※ R: 気体定数, T: 絶対温度, F: ファラデー定数

問3 ガラス容器Aとガラス容器Bを回路としてつなげたときの起電力[V]を求めなさい。

平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）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 H-Br    b)  $\text{H}_3\text{C}-\text{Br}$  と  $\text{H}_3\text{C}-\text{H}$     c) Li-OH と HO-CH<sub>3</sub>    d)  $(\text{CH}_3)_3\text{Si}-\text{CH}_3$  と  $\text{H}_3\text{C}-\text{Li}$

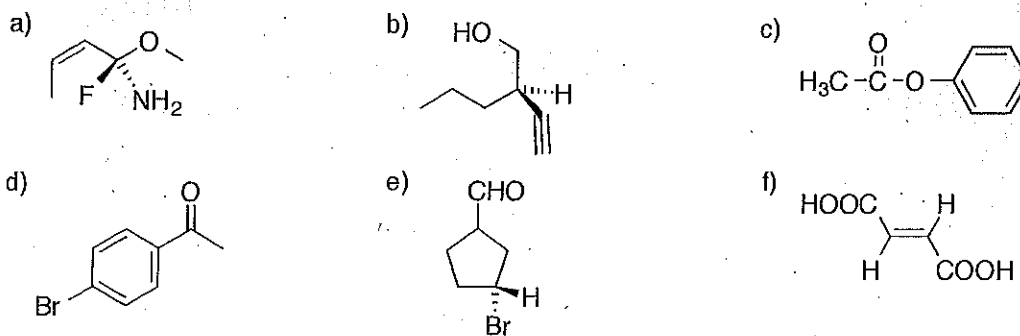
II 次の分子種のエレクトロンドット式を非共有電子対も含めて書け。また、それぞれを Lewis 酸と Lewis 塩基に分類せよ。

- a)  $\text{FeCl}_3$     b)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$     c)  $(\text{CH}_3)_3\text{C}^-$     d)  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$

III 下記の化合物の構造式を描け。

- a) (*E*)-4-methyl-3-hepten-2-one    b) *cis*-2-bromocyclohexanol  
 c) methyl 2-amino-3-methylbutanoate    d) (*R*)-2-bromo-2-phenylbutane  
 e) 4-methoxy-2-butyral    f) terephthalic acid

IV 下記の化合物を命名せよ。



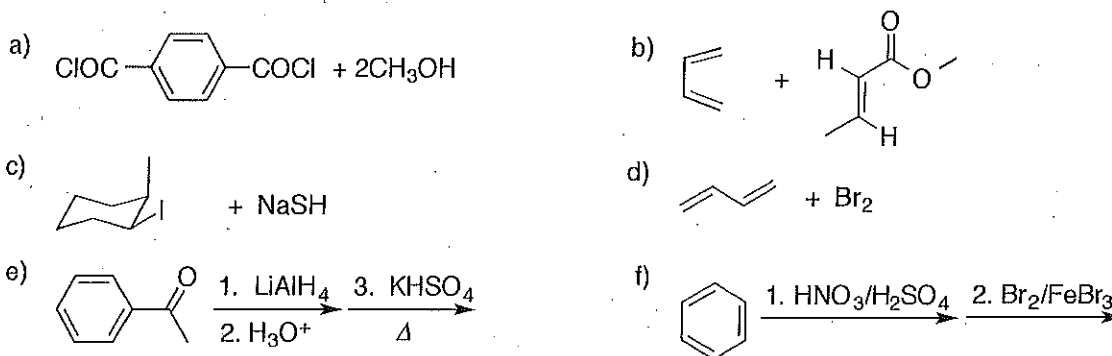
V 次の化合物を酸性度の強い順に並べよ。

ethanol, 2-bromoacetic acid, 2-bromophenol, 2-bromoethanol

VI 次の化合物を塩基性度の強い順に並べよ。

aniline, ethylamine, acetamide, sodium hydroxide

VII 下記の反応で得られる主生成物の構造を書け。

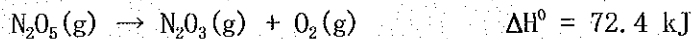
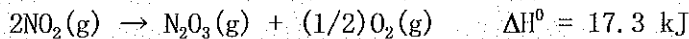
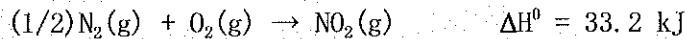


平成28年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

物 理 化 学

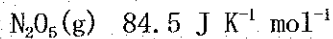
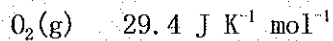
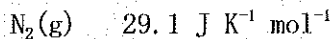
## I 以下の間に答えよ。

問1 下記の標準反応熱  $\Delta H^0$  を使い,  $\text{N}_2(\text{g}) + (5/2)\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  の標準反応熱  $\Delta H^0$  [kJ] を求めよ (温度は298K)。

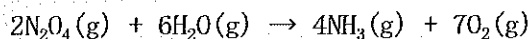


問2 問1の反応 ( $\text{N}_2(\text{g}) + (5/2)\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ ) の, 温度 500 K における反応熱  $\Delta H_{500}$  [kJ] を求めよ。各成分の定圧モル熱容量  $C_p$  のデータは次の通りとする。

$C_p$  のデータ :



問3 次の反応の 1.00 atm, 298 K でのエントロピー変化  $\Delta S^0$  [J K<sup>-1</sup>] を, 標準エントロピー  $S^0$  を用いて求めよ。



標準エントロピー  $S^0$  [J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>] …  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ : 304,  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ : 189,  $\text{NH}_3(\text{g})$ : 193,  $\text{O}_2(\text{g})$ : 205

## II 25 °C, 60 °C におけるエタノールの蒸気圧を測定したところでそれぞれ 55.9 mmHg,

377.9 mmHg であった。これについて次の問いに答えよ。ただし, 蒸発熱は温度によらず一定であるものと仮定する。また,  $\ln \frac{377.9}{55.9} = 1.911$ ,  $\ln \frac{760}{377.9} = 0.6987$  とする。

問1 エタノールの蒸発熱 [kJ mol<sup>-1</sup>] を求めよ。

問2 1.00 atm におけるエタノールの沸点 [°C] を求めよ。

III A → B という 1 次反応に関する以下の間に答えよ。なお, この反応の速度定数  $k$  は,

0.00500 s<sup>-1</sup> とする。また,  $\ln 2 = 0.6931$  として計算すること。

問1 初濃度 (時刻  $t = 0$  での濃度) を  $[A]_0$  とする。この初期条件を使って時間  $t$  における A の濃度  $[A]$  を  $t$  の関数として表す式を導け。

問2 この反応の半減期  $t_{1/2}$  は何 min か。