

**令和4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・流体工学                  | ○  |
|            |      | 電磁気学                      |    |
|            |      | 電気回路                      | ○  |
|            |      | 電子計算機<br>(C言語のプログラミングを含む) | ○  |
|            |      | 制御工学                      | ○  |
| 応用化学専攻     | 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                      | ○  |

令和4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 次の問いに答えよ。

(1) 点  $(3, -2, 4)$  を通り、直線  $\frac{x-1}{3} = 2-y = \frac{z+3}{-2}$  に垂直な平面の方程式を求めよ。

(2) 2つのベクトル  $\vec{a} = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}$ ,  $\vec{b} = \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \\ -4 \end{pmatrix}$  で作られる平行四辺形の面積  $S$  を求めよ。

問 2 次の問いに答えよ。

(1) 行列  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & -2 \end{pmatrix}$  の逆行列があれば求めよ。

(2) 行列式  $\begin{vmatrix} 1 & 2 & -1 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \\ -1 & 1 & 2 & 2 \end{vmatrix}$  の値を求めよ。

問 3 次の問いに答えよ。

(1) 行列  $\begin{pmatrix} 2 & -2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$  を表現行列とする線形変換による直線  $\frac{x-1}{2} = \frac{y-1}{3}$  の像を求めよ。

(2) 原点を中心とする  $\frac{5}{6}\pi$  の回転を表す線形変換による点  $(4\sqrt{3}, 2)$  の像を求めよ。

## II

問 1  $x > 0$  のとき、次の不等式が成り立つことを証明せよ。

$$x^2 \geq 2e \log x$$

問 2 次の不定積分および定積分の計算をせよ。

(1)  $\int \frac{7x^2 - 19x + 9}{x^3 - 4x^2 + 4x - 1} dx$

(2)  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin 5x \cos 4x dx$

問 3 2変数関数  $z = f(x, y) = -x^2 - 2xy + y^3 - \frac{11}{2}y^2 - 12y$  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  $(x, y)$  を求めよ。

(2)  $z = f(x, y)$  が極値をとるときの  $(x, y)$  と、そのときの極値を求めよ。

問 4 次の累次積分を計算せよ。

$$\int_0^1 \left( \int_{y^2}^1 e^{\sqrt{x^3}} dx \right) dy$$

### III

問 1  $x$  を変数とする未知関数  $y = y(x)$  が、次の微分方程式を満たしている。

$$x \frac{dy}{dx} + y + 1 = 0 \quad \cdots \textcircled{1}$$

このとき、以下の問いに答えよ。

(1) 微分方程式 ① の一般解を求めよ。

(2) ① の解のうち、初期条件「 $x = 2$  のとき  $y = 1$ 」を満たすものを求めよ。

問 2 次の問いに答えよ。

(1)  $n$  を自然数とするとき、次の定積分の値を  $n$  の式で表せ。

$$\int_{-\pi}^{\pi} x \sin nx dx$$

(2) 周期  $2\pi$  の関数  $f(x)$  を次のように定める。

$$f(x) = x \quad (-\pi \leq x < \pi), \quad f(x + 2\pi) = f(x)$$

このとき、 $-\pi < x < \pi$ において、次が成り立つことを示せ。

$$f(x) = 2 \left( \sin x - \frac{1}{2} \sin 2x + \frac{1}{3} \sin 3x - \frac{1}{4} \sin 4x + \dots \right)$$

問 3 実数  $x, y$  に対し  $z = x + yi$  ( $i$  は虚数単位) とする。このとき、次の問いに答えよ。

(1)  $w = e^{-z^2}$  とする。 $w$  の実部  $\operatorname{Re} w$  および虚部  $\operatorname{Im} w$  を、それぞれ  $x$  と  $y$  の式で表せ。

(2)  $z^3 = 8i$  を満たす  $z$  をすべて求め、結果を  $x + yi$  の形で表せ。

令和4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 円形断面の棒を  $P=100\text{kN}$  の荷重で引張り、生ずる応力を  $\sigma=100\text{MPa}$  にするためには、円形断面の直径  $d$  をいくらにすればよいか。また、このとき棒の長さを  $l=4\text{m}$  とすれば棒全体の伸び  $\lambda$  はいくらか。ただし、棒の縦弾性係数を  $E=206\text{GPa}$  とし、円周率  $\pi$  は 3.14 で計算せよ。

問 2 内径  $d_1=100\text{mm}$ 、外径  $d_2=200\text{mm}$  の中空動力軸(丸軸)が毎分 120 回転している。このとき、軸に発生している最大ねじり応力を測定したところ  $50\text{MPa}$  であった。軸に加わっているトルク(ねじりモーメント)と伝達動力を求めよ。ただし、軸の極断面係数(ねじり断面係数)  $Z_p = \pi (d_2^4 - d_1^4) / (16 \cdot d_2)$  で与えられる。なお、円周率  $\pi$  は 3.14 で計算せよ。

問 3 図 1 のような、L型断面の図心  $G$  の位置  $y_0$  を、 $x$  軸に関する断面一次モーメントを用いて求めよ。

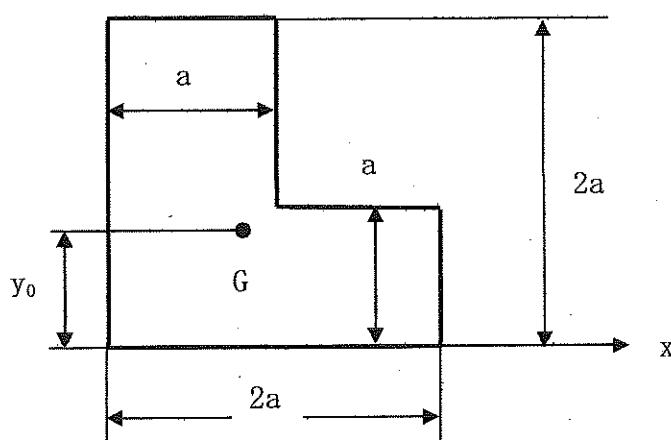


図 1

## II

問1 図2のような等分布荷重 $w$ を受ける突き出しありにおいて、B, C点の反力 $R_B$ ,  $R_C$ とB点の曲げモーメント $M_B$ を求めよ。

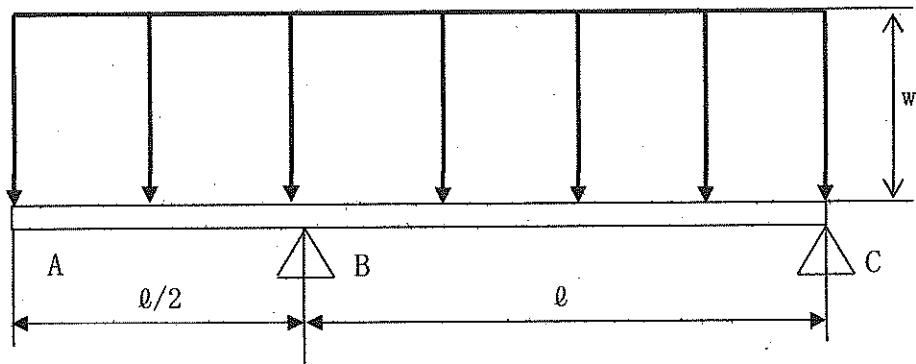


図2

問2 図3に示すように、 $w$ の等分布荷重を受ける両端支持はりにおいて、最大たわみ $y_{\max}$ を求めよ。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。

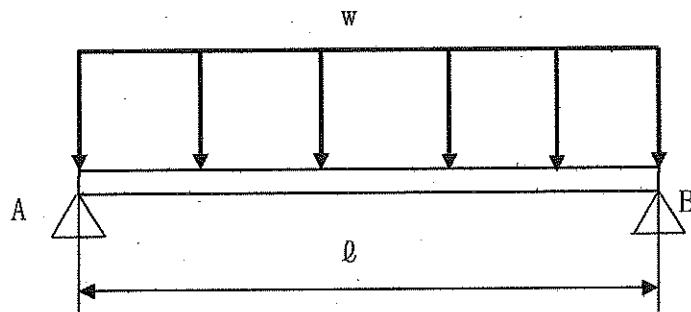


図3

令和4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、屋外の摂氏温度が  $\theta_H = 32.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  の中、屋内の摂氏温度は冷房により  $\theta_L = 25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  に保たれている。このとき冷房は、屋内から単位時間あたり  $Q_2$  の熱量を取り去り、単位時間あたり  $Q_1$  の熱量を屋外へ放出する。摂氏温度  $\theta [^{\circ}\text{C}]$  と絶対温度  $T [\text{K}]$  の変換式を  $T = \theta + 273.15$  として下記の間に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体であり、冷房は可逆カルノー機関であると仮定する。また、計算過程を示し、計算結果はすべて有効数字3桁とせよ。

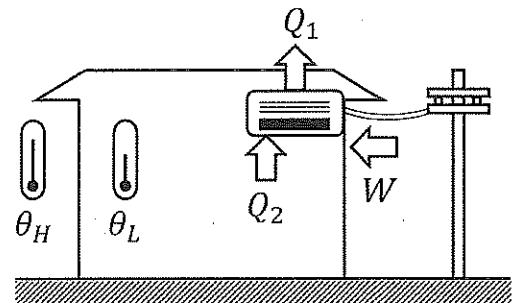


図1

問1 冷房の成績係数  $COP_r$  を求めよ。

問2 問1の結果を用いて、屋内から取り去る単位時間あたりの熱量  $Q_2 [\text{kJ}]$  を求めよ。  
ただし、冷房の消費電力は  $W = 4.50\text{ kW}$  とする。

問3 屋外に放出する単位時間あたりの熱量  $Q_1 [\text{kJ}]$  を求めよ。

問4 屋外における単位時間あたりのエントロピー変化量  $\Delta S [\text{kJ}/\text{K}]$  を求めよ。ただし、屋外の気温は変化しないものと仮定する。

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  $\rho$  の流体が流量  $Q$  で流れている。上流側の断面である断面①では下向きの流れであり、下流側の断面である断面②では右下向きの流れで、水平な軸である  $x$  軸に対する角度  $\theta$  である。流速を  $u$ 、圧力を  $p$ 、管の断面積を  $A$  とし、添字1を断面①、添字2を断面②として、以下の問い合わせに答えよ。

ただし、流れを流線方向の一次元とし、流れている流体の粘性、圧縮性および重力を無視できるものとする。また、答えの有効数字が3桁になるように四捨五入すること。

なお、点aは断面①の中心点、点bは断面②の中心点であり、 $x$  軸および  $y$  軸の向きはそれぞれ、図2のとおりとする。

問1 断面①での流速  $u_1$  および断面②での流速  $u_2$  をそれぞれ、 $Q$  を用いた式で示せ。

問2 断面②での圧力  $p_2$  を  $Q$  を用いた式で示せ。

問3 流れが曲がり管に与える力  $F$  の  $x$  方向成分  $F_x$  を  $Q$  を用いた式で示せ。ただし、 $p_2$  はそのままで良い。

問4  $F$  の  $y$  方向成分  $F_y$  を  $Q$  を用いた式で示せ。ただし、 $p_2$  はそのままで良い。

問5  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  ,  $Q = 2.00 \text{ m}^3/\text{s}$  ,  $p_1 = 20.0 \text{ kPa}$  ,  $A_1 = 2.00 \text{ m}^2$  ,  $A_2 = 1.00 \text{ m}^2$  ,  $\theta = 30.0^\circ$  として  $F_x$  および  $F_y$  をそれぞれ求め、 $F_x$  および  $F_y$  の作用方向をそれぞれ答えよ。

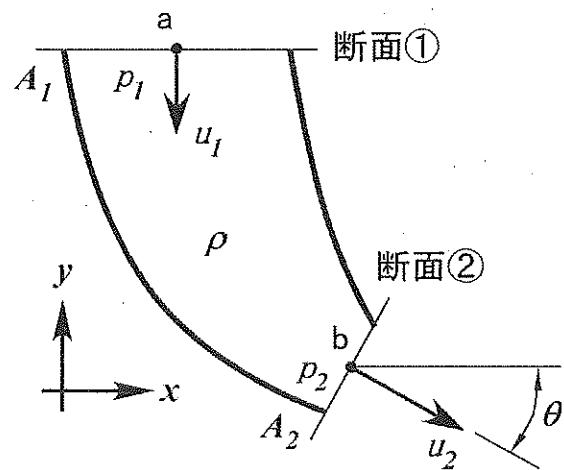


図2

令和4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 図1の回路において、電圧 $E_1$ 、 $E_2$ 、抵抗 $R_2$ を求めなさい。ただし、 $E = 100V$ 、 $E_3 = 65V$ 、 $R = 10\Omega$ 、 $R_1 = 60\Omega$ とする。

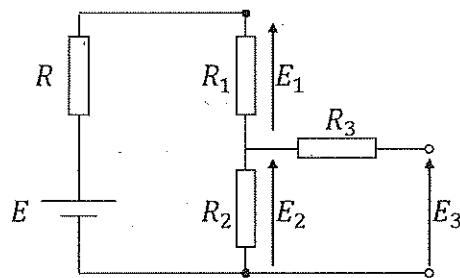


図1

II 図2の回路において、電流 $i$ を求め、フェーザ形式で答えなさい。ただし、 $\dot{E} = 100V$ 、 $L = 2mH$ 、 $R = 100\Omega$ 、 $C = 4\mu F$ 、 $\omega = 10^4 \text{ rad/s}$ とする。

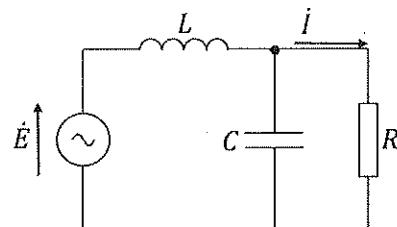


図2

III 図3の回路において、電源の周波数を変化させたところ、共振時にインダクタンス $L$ の電圧の大きさ $|\dot{V}_L|$ が314Vであった。共振時の電流の大きさ $|i|$ 、共振角周波数 $\omega$ 、キャパシタンス $C$ を求めなさい。ただし、 $|\dot{E}| = 1V$ 、 $R = 0.5\Omega$ 、 $L = 10mH$ とする。

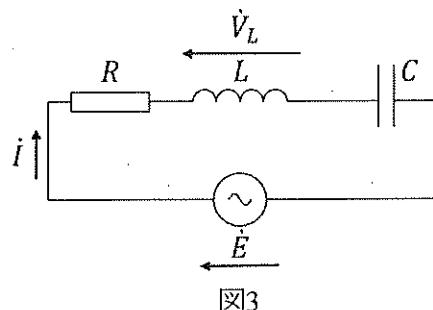


図3

- IV 図4の回路において、スイッチS1を閉じて定常状態になった後、 $t=0$ でスイッチS2を開じると同時にスイッチS1を開くものとする。以下の問い合わせに答えなさい。ただし、キャパシタンスCには初期電荷はなかったものとする。

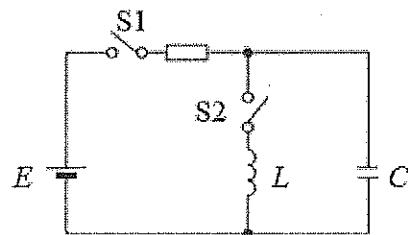


図4

- 問1 スイッチS1を閉じて定常状態になった後、キャパシタンスCに蓄えられる電荷量Qを求めよ。
- 問2  $t=0$ 以降のキャパシタンスCの電荷qの時間tに対する微分方程式を求めよ。
- 問3 キャパシタンスCの電荷qと、インダクタンスLとキャパシタンスCを流れる電流iの時間tに対する変化を示す式を求めなさい。
- 問4 インダクタンスLとキャパシタンスCの両端の電圧 $v_L$ 、 $v_C$ の時間tに対する変化を示す式を求めなさい。

令和 4 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

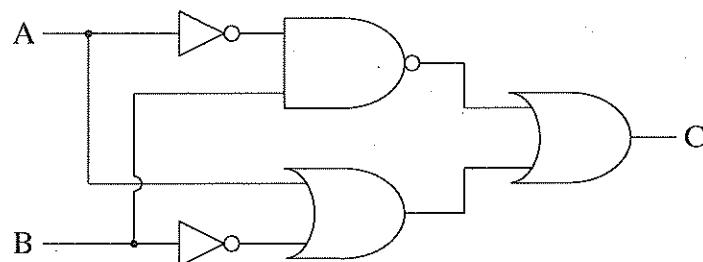
電子計算機（C 言語のプログラミングを含む）

## I

問 1 2進数、10進数、16進数の関係を表した次の表（これと同じ表が解答用紙にある）の空欄を埋めよ。ただし、2進数は8ビットで表すものとする。

| 2進数(8ビット) | 10進数 | 16進数 |
|-----------|------|------|
| 0101      | 1101 |      |
|           | 164  |      |
|           |      | F7   |

問 2 次の論理回路の真理値表（解答用紙に記載されている）を完成させよ。



問 3 論理式  $C = \overline{(A + \overline{B})} + (\overline{A} \cdot \overline{B})$  の論理回路を描け。ただし、論理式を簡単化しないこと。

## II

問 1 以下の文について、正しいものには○、正しくないものには×を記入せよ。

- (1) C言語において、float型のサイズは64ビットである。
- (2) UTF-8において、英字1文字のサイズは1バイトである。
- (3) PNG形式の画像は不可逆圧縮されるので、画質が劣化する。
- (4) SVG形式で保存された図形は、拡大縮小しても品質が劣化しない。
- (5) 電子メールにおいて、BCCは誰に送ったのかを受信者達に知られたくない時に使用する。

問 2 以下のコンピュータ・ネットワークに関する用語について簡単に説明せよ。

- (1) URL
- (2) キュー
- (3) ソケット通信
- (4) グレースケール画像
- (5) ソリッドステートドライブ

## III

問 1 C 言語を用いて、以下の問題を解決するプログラムを書け。

- (1) キーボードから 10 個の自然数を入力した後、偶数の平均値と奇数の平均値を計算し、両値の大小を判定して、判定結果を画面へ表示する。ただし、平均値が等しい、偶数がない、奇数がない、という状況も考慮せよ。
- (2) キーボードから 2 つの 3 次元ベクトル  $\mathbf{a} = [a_x, a_y, a_z]^\top, \mathbf{b} = [b_x, b_y, b_z]^\top$  を入力すると、三角形の面積 S を計算して、画面へ表示する。S の計算式を以下に記す。

$$S = \frac{1}{2} \sqrt{|a|^2 |b|^2 - (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})^2}$$

ここで

$$|\mathbf{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

$$|\mathbf{b}| = \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}$$

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

平方根を計算する際は、math.h で宣言されている sqrt 関数を用いよ。

令和4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

制御工学

I ラプラス変換・逆変換とその応用に関する各設問に答えなさい。

問1 関数  $F(s) = \frac{s+3}{s^2+9}$  のラプラス逆変換を求めなさい。

問2 定係数線形常微分方程式  $\frac{d^2}{dt^2}y(t) - 4\frac{d}{dt}y(t) + 4y(t) = 0$  について、ラプラス変換・逆変換を用いて解きなさい。ただし、初期条件は  $y(0) = \frac{d}{dt}y(0) = 1$  とする。

II 伝達関数と過渡特性に関する各設問に答えなさい。

問1 以下に示す（1）ばね振動系（図1）、または（2）電気回路（図2）のいずれか一つを選択して（選択した番号を解答用紙の所定箇所に記入してください）、途中経過を示して、その伝達関数  $G(s)$  を求めなさい。

ただし、（1）において、 $K$  はばね定数、 $M$  は質量、 $f(t)$  は外力、 $x(t)$  は変位とし、転がり抵抗等は無視する。また、（2）において、 $L$  は自己インダクタンス、 $C$  は静電容量、 $e_i(t)$  と  $e_o(t)$  は電圧とする。

(1) ばね振動系 ( $f(t)$  を入力、 $x(t)$  を出力とする)

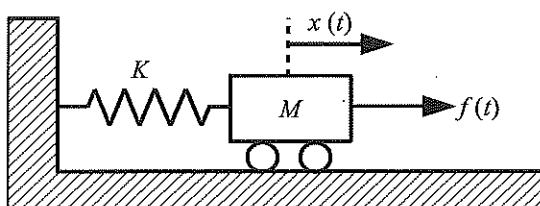


図1

(2) 電気回路 ( $e_i(t)$  を入力、 $e_o(t)$  を出力とする)

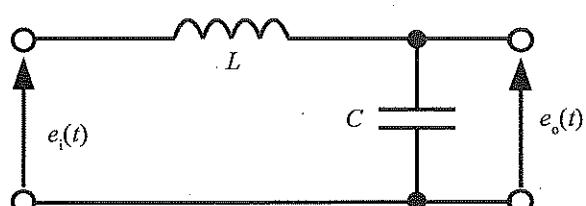


図2

問2 伝達関数が  $G(s) = \frac{5}{0.5+s}$  である制御系の（1）インディシャル応答  $y_1(t)$ 、及び（2）インパルス応答  $y_2(t)$  を求めなさい。

III 制御系の周波数特性に関する設問に答えなさい。

問 図3に示す折れ線近似によるボード線図のゲイン特性から、（1）及び（2）それぞれの制御系の周波数伝達関数を求めなさい。ただし、制御系は最小位相要素から構成されており、 $\omega=0.1$  [rad/s] で（1）のゲインは  $-40$  [dB]、（2）のゲインは  $20$  [dB] である。

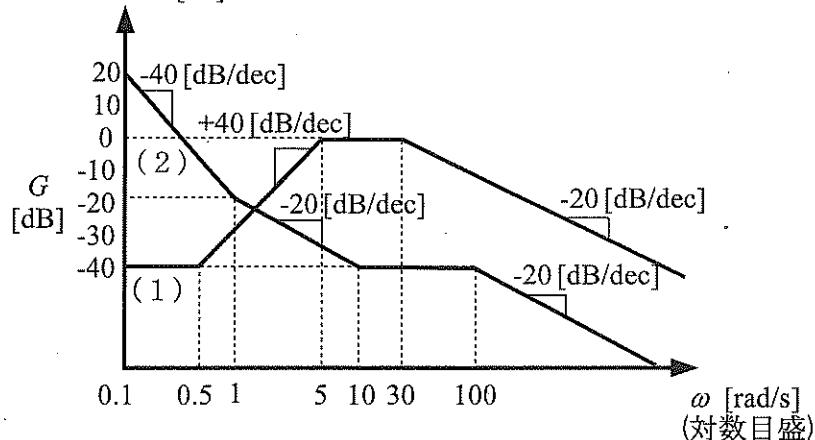


図3

## IV 制御系の安定判別に関する各設問に答えなさい。

問1 図4に示すブロック線図で表される制御系について、 $s$ の多項式形式での特性方程式を求め、フルビットの安定判別法を用い、途中経過を示して、制御系の安定・安定限界・不安定を判別しなさい。

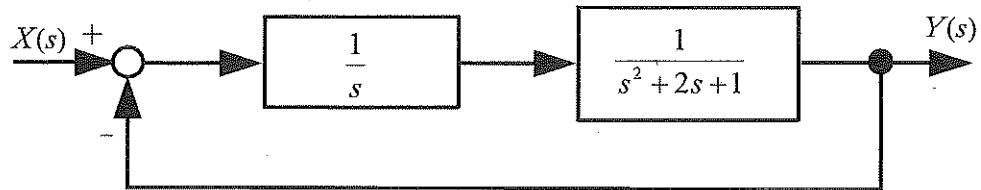


図4

問2 特性方程式が  $s^4 + 22s^3 + 10s^2 + 2s + K = 0$  である制御系について、ラウスの安定判別法を用い、途中経過を示して、制御系が安定となる条件を求めなさい。

令和4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 ?に当てはまる数字を入れ、分子式を完成せよ。

- (1)  $\text{CHCl}_2$       (2)  $\text{AlH}_3$       (3)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$       (4)  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$       (5)  $\text{NH}_2^+$

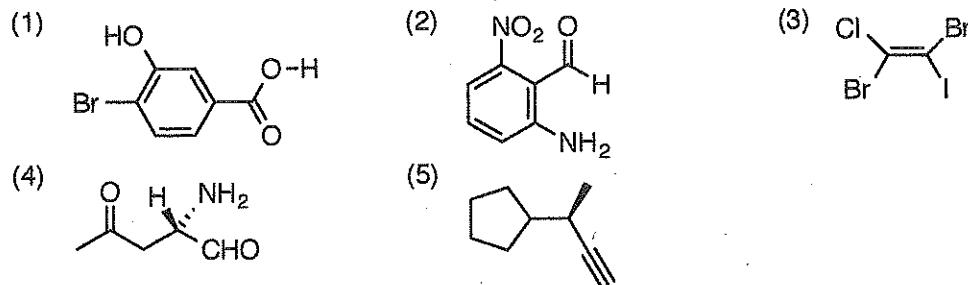
II 次の分子種の点電子構造を書け。また、形式電荷・不对電子があれば該当する原子上に記せ。

- (1)  $\text{HCO}_2^-$       (2)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$       (3)  $\text{Br}^-$       (4)  $\text{CH}_3\text{OH}_2^+$

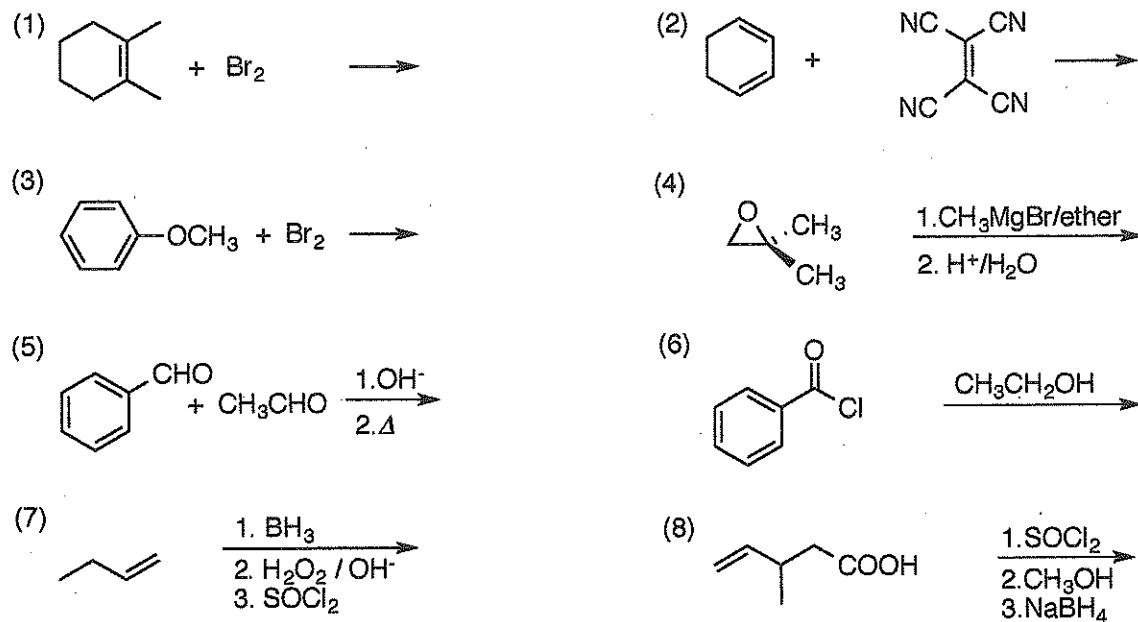
III 下記の化合物の構造式を書け。

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| (1) ( <i>E</i> )-4-methylhex-3-enal | (2) (1 <i>S</i> ,2 <i>S</i> )-2-methoxycyclohexan-1-ol |
| (3) vinyl acetate                   | (4) <i>p</i> -benzenedicarboxylic acid                 |
| (5) cyclohexanone                   |  |

IV 下記の化合物を命名せよ。



V 下記の反応の生成物の構造を書け。



令和4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

物理化学

I 気体定数  $R$  を  $8.314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  として、以下の設問に答えなさい。

問1 300 Kにおいて、0.200 mol の酸素を 1.00 L から 100 L まで定温可逆膨張する。この過程における(1)～(5)の各値を求めなさい。但し、酸素は理想気体とみなすことができ、また、 $\ln 100 = 4.605$  である。

- (1) 熱  $Q$
- (2) 仕事  $W$
- (3) 内部エネルギー変化  $\Delta U$
- (4) エンタルピー変化  $\Delta H$
- (5) エントロピー変化  $\Delta S$

問2 1気圧の下で、-10 °C の氷 1000 g を加熱して 25 °C の水 1000 g にする。以下の(1)～(4)の各値を求め、(5)の問い合わせに答えなさい。但し、水の分子量は 18.0、0 °C における氷の融解熱は  $6.00 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  とし、氷および水の定圧モル熱容量には、温度によらず 37.3 および  $75.2 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  の値を用いなさい。また、 $\ln 263 = 5.5722$ 、 $\ln 273 = 5.6095$ 、 $\ln 298 = 5.6971$  とせよ。

- (1) -10 °C の氷 → 0 °C の氷 におけるエントロピー変化  $\Delta S_{(1)}$
- (2) 0 °C の氷 → 0 °C の水 におけるエントロピー変化  $\Delta S_{(2)}$
- (3) 0 °C の水 → 25 °C の水 におけるエントロピー変化  $\Delta S_{(3)}$
- (4) この変化全体 (-10 °C の氷 → 25 °C の水) におけるエントロピー変化  $\Delta S_{TOTAL}$
- (5) エントロピー変化の符号は、必ずしも自発的変化の方向を示さない。自発的変化の方向を指示示す「熱力学量」を 2つ挙げなさい。

II 気体定数  $R$  を  $8.314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  として、以下の設問に答えなさい。

問1 298.15 K および 333.15 K におけるエタノールの蒸気圧を測定したところ、それぞれ 7453 Pa および 50380 Pa であった。これについて次の問い合わせよ。但し、エタノール蒸気は理想気体と考え、エタノールのモル蒸発熱は温度によらず一定であると仮定する。

(1) 下式①より下式②を導出せよ。但し、 $P$ : 壓力、 $T$ : 温度、 $\Delta H_t$ : 相転移にともなう物質 1.000 mol のエンタルピー変化、 $\Delta V_t$ : 相転移にともなうモル体積変化、 $R$ : 気体定数、 $\Delta H_{\text{vap}}$ : モル蒸発熱とする。

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H_t}{T\Delta V_t} \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad \dots \quad \textcircled{2}$$

(2) エタノールのモル蒸発熱を②式を用いて求めよ。但し、 $\ln 6.7597 = 1.911$  とする。

(3)  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  におけるエタノールの沸点を②式を用いて求めよ。但し、 $\ln 13.59 = 2.609$  とする。

問2  $A \rightarrow B$  の化学式で表される一次反応について、反応速度定数  $k$  が 273.15 K, 293.15 K においてそれぞれ  $0.300 \text{ s}^{-1}$ ,  $3.00 \text{ s}^{-1}$  であった。下記の問い合わせよ。但し、A, B の初濃度をそれぞれ  $C_A^0$ , 0, 反応時間  $t$  における A, B の濃度をそれぞれ  $C_A$ ,  $C_B$  とする。

(1) この反応の速度 ( $= -\frac{dC_A}{dt}$ ) を、 $C_A$ ,  $C_B$  および  $k$  のうち、必要な文字を用いて表せ。

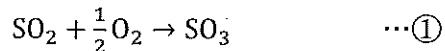
(2)  $C_A$  を  $k$ ,  $t$ ,  $C_A^0$  を用いて表せ。

(3) この反応の活性化エネルギーを求めよ。但し、 $\ln 0.1 = -2.303$  とする。

令和4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

化 学 工 学

SO<sub>2</sub>の空気酸化によってSO<sub>3</sub>を製造する流通式の触媒反応器がある。反応式は次のように書ける。



SO<sub>2</sub>を20.0 mol%含む空気を500 mol·h<sup>-1</sup>で供給し、SO<sub>2</sub>の反応率を70.0%にしたい。また、反応原料の温度（入口温度）は25 °C、反応器内および反応器出口の温度は125 °Cであるとする。以下の問い合わせに答えなさい。ただし、25 °C (298.2 K), 1.00 atmにおける標準生成熱および平均モル熱容量は次表の通りである。また、空気は酸素21.0 mol%と窒素79.0 mol%からなるとする。

|  | SO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | SO <sub>3</sub> | N <sub>2</sub> |
|--|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| ΔH <sub>f</sub> <sup>0</sup> [kJ·mol <sup>-1</sup> ]   | -297            | 0              | -395            | 0              |
| C <sub>p</sub> [J·mol <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ] | 46.4            | 31.3           | 65.0            | 29.9           |

- 問1 反応器出口生成ガス中の各成分の物質量流量 [mol·h<sup>-1</sup>] を求めよ。  
 問2 反応器内で生じる反応式①の標準反応熱 ΔH<sub>R</sub><sup>0</sup> [kJ·mol<sup>-1</sup>] を求めよ。  
 問3 この反応装置に外部から加える熱量 Q [kJ·h<sup>-1</sup>] を求めよ。

II  
ベンゼン60.0 mol%，トルエン40.0 mol%の混合液200 kmolの単蒸留を行った。蒸留後の加熱缶に残存する液量が121 kmol，残存液中のベンゼンの組成が50.0 mol%であったとき，単蒸留により得られた留出液量および留出液中のベンゼンの組成を答えなさい。

- III  
内径80 mm, 外径120 mmの金属管に，流速 4.0 m·s<sup>-1</sup>で水を流す。以下の問い合わせに答えなさい。ただし，水の密度を1.0 × 10<sup>3</sup> kg·m<sup>-3</sup>，粘度を1.0 × 10<sup>-3</sup> Pa·sとする。また，円周率には3.14を用いよ。
- 問1 この金属管を流れる水の質量流量を求めよ。  
 問2 レイノルズ数を求め，この水の流れが乱流か層流かを判定せよ。  
 問3 この金属管内に冷却水を，外側にアルコールを流すことを考える。管内と管外の境膜伝熱係数をそれぞれ 1200, 800 J·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>，管壁の熱伝導度を 100 J·m<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup> とするとき，この金属管の内面基準の総括伝熱係数を求めよ。

- IV  
乾量基準の含水率 w<sub>1</sub> = 0.30 の湿り材料130 kgがある。以下の問い合わせに答えなさい。

- 問1 このときの湿量基準の含水率 w<sub>1'</sub>を求めよ。  
 問2 乾量含水率 w<sub>2</sub> = 0.050 まで乾燥するときの蒸発水分量を求めよ。