

**令和7年度専攻科入学者選抜  
試験問題一覧（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7年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜(学力選抜)学力検査

数学・応用数学

I

問 1 行列  $A = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$  を表現行列とする 1 次変換  $f$  について、次の問いに答えよ。

(1) 平面上の直線  $-\sqrt{3}x + y = 0$  の 1 次変換  $f$  による像を求めよ。

(2)  $A^n = E$  となる最小の自然数  $n$  を求めよ。ただし、 $E$  は 2 次の単位行列である。

問 2 行列式  $\begin{vmatrix} 2x & x+1 & 2x \\ 1+x & 2x & 2 \\ 4x & 2x+2 & 1+5x \end{vmatrix}$  の値が 0 となるような  $x$  の値を全て求めよ。

## II

問 1 次の不定積分および定積分の計算をせよ。

$$(1) \int \frac{1}{x^2 - 4x - 5} dx$$

$$(2) \int_3^6 (5-x)\sqrt{x-2} dx$$

問 2  $D = \{(x, y) \mid y \geq 0, x^2 + y^2 \leq 4\}$  のとき、次の2重積分の値を求めよ。

$$\iint_D e^{x^2+y^2} dx dy$$

問 3 2変数関数  $z = f(x, y) = x^3 + y^3 - 3x - 3y$  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。

## III

問 1  $x$  を変数とする未知関数  $y = y(x)$  について、次の問いに答えよ。

(1) 微分方程式  $y'' + 36y = 0$  の一般解を求めよ。

(2) 微分方程式  $y'' + 36y = e^{2x}$  の特殊解を求めよ。

(3) 微分方程式  $y'' + 36y = e^{2x}$  の一般解を求めよ。

問 2 複素数平面上で  $-2 + 2i$ ,  $-3i$  を表す点をそれぞれ A, B とする。このとき、次の問いに答えよ。ただし、 $i$  は虚数単位とする。

(1) 線分 AB の長さを求めよ。

(2) 複素数  $\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i$  を極形式で表せ。ただし、偏角  $\theta$  は  $-\pi < \theta \leq \pi$  とする。

(3) 原点を O とし、線分 OA を 1 辺とする正三角形 OAC の、頂点 C を表す複素数のうち、実部が正であるものを求め、 $a + bi$  の形で答えよ。ただし、 $a, b$  は実数とする。

令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（学力選抜）学力検査

材 料 力 学

## I

問1 直径 $d=10\text{mm}$ ，長さ $l=100\text{mm}$ の丸棒が， $P=31.4\text{kN}$ の引張荷重を受けている。縦弾性係数 $E=200\text{GPa}$ ，ポアソン比 $\nu=0.3$ とするととき，この棒に生ずる垂直応力 $\sigma$ ，縦ひずみ $\varepsilon$ および伸び $\lambda$ を求めよ。なお，円周率 $\pi$ は3.14で計算せよ。

問2 板厚 $t=8\text{mm}$ ，板幅 $b=40\text{mm}$ の2枚の板が， $a=15\text{mm}$ の長さで，図1のように接合されている。この板に $P=60\text{kN}$ の荷重が作用するとき，接合面に生ずるせん断応力 $\tau$ を求めよ。また，接合面の許容せん断応力を $\tau_a=150\text{MPa}$ としたとき，作用させ得る最大の荷重 $P_{\max}$ はいくら求めよ。

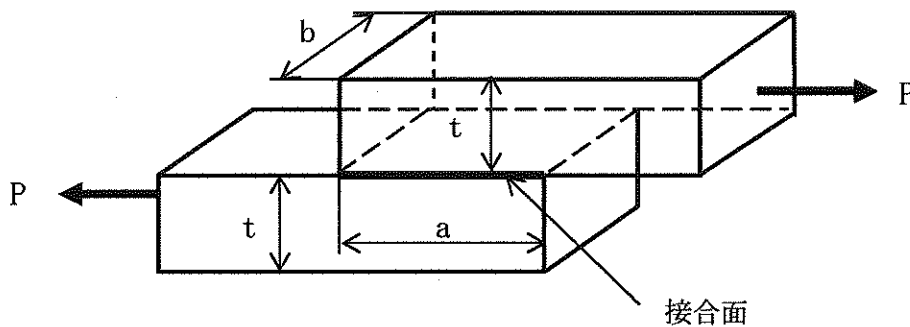


図1

問3 ねじりモーメント $T=15.7\text{N}\cdot\text{m}$ を受ける直径 $d=10\text{mm}$ の中実丸軸がある。この軸の外周に生じているねじり応力 $\tau_0$ はいくら求めよ。また，この軸の長さが $l=1\text{m}$ のとき，ねじれ角 $\phi$ はいくら求めよ。ただし，中実丸軸の断面二次極モーメントは $I_p=\pi d^4/32$ ，極断面係数(ねじり断面係数)は $Z_p=\pi d^3/16$ で与えられ，この材料の横弾性係数は $G=80\text{GPa}$ とする。なお，円周率 $\pi$ は3.14で計算せよ。

## II

- 問1 図2のように、はりの左半分に $2\text{kN/m}$ の等分布荷重を受ける単純支持はりにおいて、A, B点の反力 $R_A$ ,  $R_B$ とC点(はり中央部)に生ずる曲げモーメント $M_C$ を求めよ。

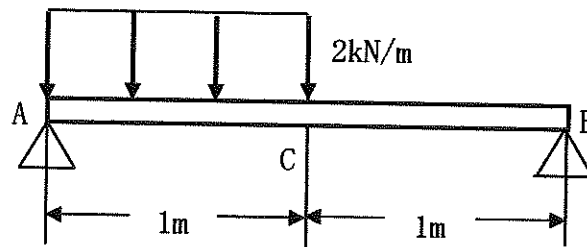


図2

- 問2 図3に示すように、集中荷重 $W$ が固定端から $2\ell/3$ の位置に作用する片持ちはりがある。自由端(B点)のたわみ $v_B$ を求めよ。ただし、はり断面は一様とし、断面二次モーメントを $I$ 、縦弾性係数を $E$ とする。

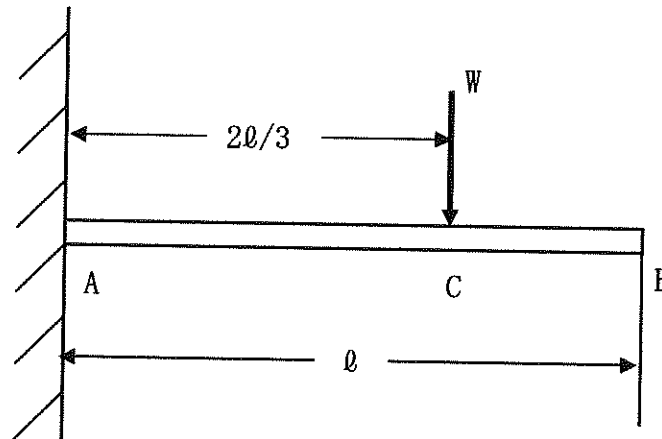


図3



令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（学力選抜）学力検査

熱力学・流体工学

- I 図1は、等積変化(状態 1 →状態 2)、等温変化(状態 2 →状態 3)、等圧変化(状態 3 →状態 1)を組み合わせたサイクルを  $p$ - $V$  線図上に表したものである。状態 1 と状態 2 の圧力比が  $p_2/p_1 = 3.00$ 、状態 1 の絶対温度が  $T_1 = T_L$ 、状態 2 および状態 3 の絶対温度が  $T_2 = T_3 = T_H$  のとき、下記の問いに答えよ。ただし、質量  $m = 1.00$  の理想気体を作動流体とし、気体定数を  $R$ 、比熱比を  $\kappa = 2.00$  と仮定する。

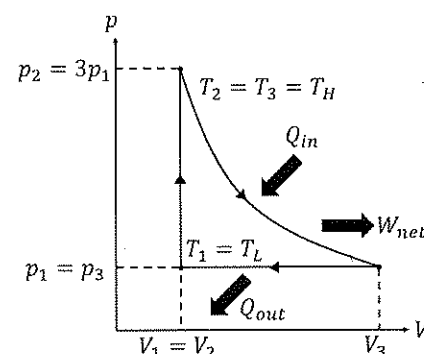


図1 サイクル( $p$ - $V$  線図)

なお、変数の定義は、圧力を  $p$ 、体積を  $V$ 、絶対温度を  $T$ 、内部エネルギーを  $U$ 、エンタルピーを  $H$ 、外界から系へ流入する熱量を  $Q$ 、膨張仕事を  $W$  および工業仕事を  $W_t$  とする。添え字の数字は各状態(例えば、添字 1 であれば状態 1)または状態変化(例えば、添字 12 であれば状態 1 →状態 2 の状態変化)を表す。また、図中の  $Q_{in}$  はサイクルに流入する熱量、 $Q_{out}$  はサイクルから流出する熱量、 $W_{net}$  はサイクルが外部に対して行う正味の仕事を表す。定積比熱  $c_v$  および定圧比熱  $c_p$  は、気体定数と比熱比を用いて表すこと。計算過程を示し、有効数字については問いに記載の指示に従うこと。対数の計算が必要な場合は、下記の対数表(表1)の数値を用いること。

表1 対数表

ln 2	ln 3	ln 5
0.6931	1.099	1.609

- 問1 状態 1 と状態 3 の体積比  $V_3/V_1$  の値を整数で求めよ。
- 問2 絶対温度の比  $T_H/T_L$  の値を整数で求めよ。
- 問3 状態 1 →状態 2 の状態変化において、外界から系がもらう熱量  $Q_{12}$  を、気体定数  $R$ 、および絶対温度  $T_L$  を用いた式で表せ。ただし、係数の値は計算して有効数字3桁とせよ。
- 問4 状態 2 →状態 3 の状態変化において、外界から系がもらう熱量  $Q_{23}$  を、気体定数  $R$ 、および絶対温度  $T_L$  を用いた式で表せ。ただし、係数の値は計算して有効数字3桁とせよ。
- 問5 状態 3 →状態 1 の状態変化において、外界から系がもらう熱量  $Q_{31}$  を、気体定数  $R$ 、および絶対温度  $T_L$  を用いた式で表せ。ただし、係数の値は計算して有効数字3桁とせよ。
- 問6 サイクルの熱効率  $\eta$  の値を有効数字3桁で求めよ。

II 図2に示すように、上流側である点①を含めた断面①において水平な流れが、曲面に沿って流れることで、下流側である点②を含めた断面②において鉛直な流れへと変化している。流体の密度を  $\rho$ 、流量を  $Q$  とし、断面①と断面②の断面積をともに  $A$  とし、以下の問いに答えよ。

ただし、図2中の各点から伸びる矢印は流れ方向を示しており、水平方向を  $x$  方向、鉛直方向を  $y$  方向とし、粘性、圧縮性および重力を無視する。

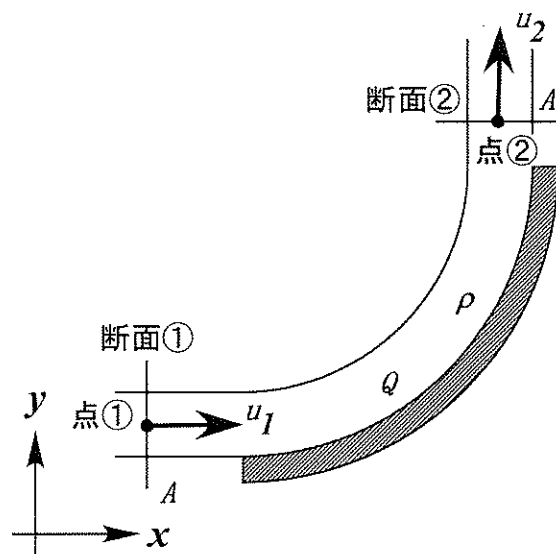


図2

- 問1  $Q$  を用いて、断面①での流速  $u_1$  と、断面②での流速  $u_2$  をそれぞれ式で示せ。
- 問2  $u_1$  および  $u_2$  を用いずに、 $Q$  を用いて、曲面に作用する力  $F$  の  $x$  方向成分  $F_x$  を式で示せ。
- 問3  $u_1$  および  $u_2$  を用いずに、 $Q$  を用いて、 $F$  の  $y$  方向成分  $F_y$  を式で示せ。
- 問4 II問2で示した  $F_x$  の式およびII問3で示した  $F_y$  の式を用い、 $F$  について  $Q$  を用いた式で示せ。
- 問5 II問2で示した  $F_x$  の式およびII問3で示した  $F_y$  の式を用いて、 $F$  の作用方向の角度  $\alpha$  [°] を求めよ。

令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（学力選抜）学力検査

## 電 磁 気 学

I 次の設問に答えよ。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)。真空の誘電率を $\epsilon_0$  [F/m]とする。

問1 2つの導体1, 2があり、電位係数を $p_{11}$ ,  $p_{12}$ ,  $p_{21}$ ,  $p_{22}$  [1/F], 誘導係数を $q_{12}$ ,  $q_{21}$  [F], 容量係数を $q_{11}$ ,  $q_{22}$  [F]とする。

- (1) 2つの導体間の静電容量  $C$  を電位係数を用いて表せ。
- (2) 2つの導体間の静電容量  $C$  を誘導係数, 容量係数を用いて表せ。

問2 図1に示すように半径  $a$  [m]の導体球が内半径 $a$  [m], 外半径 $2a$  [m]の誘電率 $\epsilon$  [F/m]の誘電体層で覆われ, 誘電体層の外側は真空となっている。

- (1) 導体球に  $Q$  [C]の電荷を与えたとき, 誘電体層中で導体球の中心からの距離 $r$  ( $a < r < 2a$ ) [m]の点の電界  $E_1$  を求めよ。
- (2) 導体球に  $Q$  [C]の電荷を与えたとき, 誘電体層の外側で導体球の中心からの距離 $r$  ( $2a < r$ ) [m]の点の電界  $E_2$  を求めよ。
- (3) 導体球の静電容量  $C$ を求めよ。
- (4) 導体球のもつエネルギー  $W$  を求めよ。

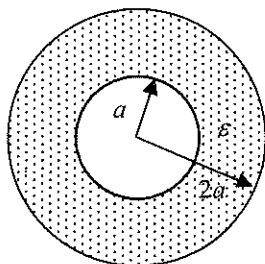


図1

II 次の設問に答えよ。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)。真空の透磁率を $\mu_0$  [H/m]とする。

問1 図2に示すように、半径  $a$  [m]の同じ大きさの二つの円形コイルが、中心軸を共通にして、間隔  $2b$  [m]をおいて平行に置かれている。この二つの円形コイルに同じ向きに電流  $I$  [A]を流す。

- (1) このとき、図2の左のコイルが、両コイルの中心軸上の midpoint  $O$  につくる磁束密度の大きさ  $B$  を求めよ。また、磁束密度の向きを図示せよ。
- (2)  $a=2b$  とすると、midpoint  $O$  の近傍では磁界が中心軸に平行でほぼ一様になる。このとき、両コイルが  $O$  につくる磁束密度の大きさ  $B$  を求めよ。
- (3)  $a=2b$  のとき、両コイルが左のコイルの中心  $P$  につくる磁束密度の大きさ  $B$  を求めよ。

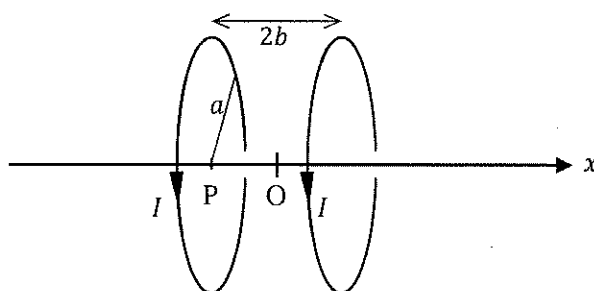


図2

問2 図3に示すような、ソレノイドの円筒が軸方向に無限に長い無限長ソレノイドを考える。このとき、ソレノイド内部の磁束密度がどこでも一定であることを説明せよ。

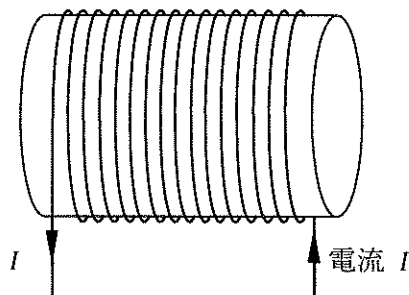


図3

令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（学力選抜）学力検査

## 電 気 回 路

- I 図1の回路について、電流 $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i$ を求め、フェーザ形式で答えなさい。ここで、 $E = 100[V]$ ,  $R = 25\sqrt{2}[\Omega]$ ,  $X_L = 25\sqrt{2}[\Omega]$ ,  $X_C = 50\sqrt{2}[\Omega]$ とする。

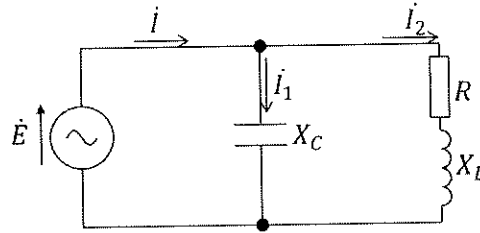


図1

- II 図2の回路について、電位 $\dot{V}$ と電流 $j$ を求めなさい。

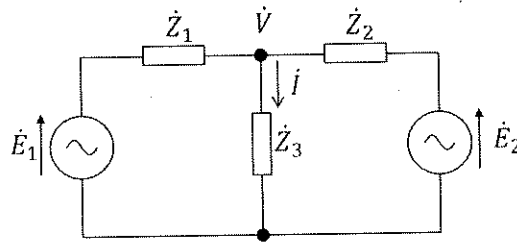


図2

- III 図3の回路について、 $t=0$ でスイッチ S1 を閉じて直流電圧  $E$  を印加し、定常状態になる前の時間  $T$  だけ経過した時、 $t=T$  でスイッチ S1 を開くと同時にスイッチ S2 を閉じたとする。以下の問いに答えなさい。ただし、電圧を印加する前にコンデンサ  $C$  には電荷はなかったとする。

- 問1  $0 \leq t \leq T$  の区間について、回路の微分方程式をたて、コンデンサ  $C$  に蓄積される電荷  $q(t)$  と回路に流れる電流  $i(t)$  の時間に対する変化を示す式を求めなさい。
- 問2  $T \leq t$  の区間について、回路の微分方程式をたて、コンデンサ  $C$  に蓄積される電荷  $q(t)$  と回路に流れる電流  $i(t)$  の時間に対する変化を示す式を求めなさい。
- 問3 抵抗  $R$  で消費される電力量  $W$  を求めよ。

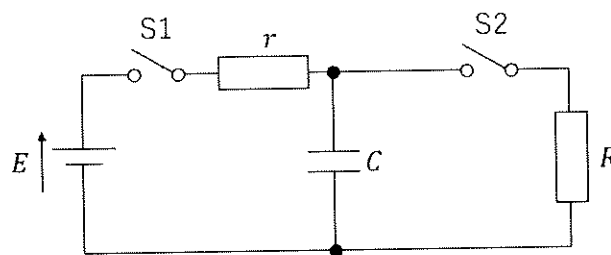


図3



令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（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, 8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(1)~(10)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)		8進数	10進数	16進数
0100	0010	(1)	(2)	(3)
(4)		163	115	(5)
(6)		262	(7)	B2
(8)		(9)	(10)	E7

問2 2入力1出力の排他的論理和の否定(EX-NOR)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 2入力1出力の排他的論理和の否定(EX-NOR)論理回路を, 2つのAND素子, 1つのOR素子, 2つのNOT素子を用いて描け。

II

問1 実数の2進数表記に関して, 以下の問いに答えなさい。

(1) 10進数実数 35.375 を2進数に基数変換しなさい。

(2) 11000010000011011000000000000000 は, C言語のfloat型変数の中を2進数表記したものである。10進数に変換しなさい。

なお, C言語のfloat型は, 10進数を2進数に変換した値を  $1.n \times 2^m$  として考え(例えば, 2進数の101.1は  $1.011 \times 2^2$ )。最上位ビットから順に, 符号ビット(1bit), 指数部(8bit), 仮数部(23bit)という浮動小数点形式実数を表している。符号ビットは1ならば負, 指数部は127を引けば  $m$  に等しく, 仮数部は  $n$  を左詰めにしたものである。

(3) 10進数  $-6$  を4ビットの2進数補数表現で表しなさい。

問2  $n$ 進数の計算に関して, 以下の問いに答えなさい。

(1) 2進数「1110」+2進数「1011」の結果(2進数で解答すること)

(2) 2進数「1100」-2進数「0011」の結果(2進数で解答すること)

(3) 16進数「2A」+16進数「1D」の結果(16進数で解答すること)

(4) 8進数「26」+8進数「53」の結果(8進数で解答すること)

## III

問1 次のプログラムは、キーボードから入力した5つの得点（整数とする）を昇順（左から右へ進むと大きくなる順序）に整列した結果を画面へ出力するものである。空欄を埋めて、このプログラムを完成させよ。

<プログラム>

```
#include <stdio.h>
```

```
void sort_scores(int []);
```

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int i;
```

```
    [ (1) ] ;
```

```
    for (i = 0; i < 5; i++) {
```

```
        printf("%d 番目の得点を入力: ", i + 1);
```

```
        scanf("%d", [ (2) ] );
```

```
    }
```

```
    sort_scores(scores);
```

```
    for (i = 0; i < 5; i++) {
```

```
        printf("%d ", scores[i]);
```

```
    }
```

```
    return 0;
```

```
}
```

```
void sort_scores(int scores[])
```

```
{
```

```
    int i, j;
```

```
    int temp;
```

```
    /* 単純ソートを用いて整列 */
```

```
    for (i = 0; i < 4; i++) {
```

```
        for ([ (3) ]; j < 5; j++) {
```

```
            if ([ (4) ]) {
```

```
                /* scores[i]とscores[j]を交換 */
```

```
                temp = scores[i];
```

```
                [ (5) ] ;
```

```
                [ (6) ] ;
```

```
            }
```

```
        }
```

```
    }
```

```
}
```

問2 次のプログラムの実行出力結果を答えよ。

<プログラム>

```
#include <stdio.h>
```

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int i;
```

```
    char str[] = "A5xJmRs8";
```

```
    for (i = 0; i < 8; i++) {
```

```
        if (str[i] >= 'a' && str[i] <= 'z') {
```

```
            printf("%c", str[i] - 'a' + 'A');
```

```
        } else if (str[i] >= 'A' && str[i] <= 'Z') {
```

```
            printf("%c", (str[i] - 'A') % 5 + '1');
```

```
        } else {
```

```
            printf("%c", str[i]);
```

```
        }
```

```
    }
```

```
    return 0;
```

```
}
```

令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（学力選抜）学力検査

制 御 工 学

I ブロック線図に関する各設問に答えなさい。

問1 図1に示すフィードバック制御系のブロック線図を用いた一般的表現について、(1)～(7)に該当する信号の名称と(8)～(12)に該当する要素の名称を答えなさい。

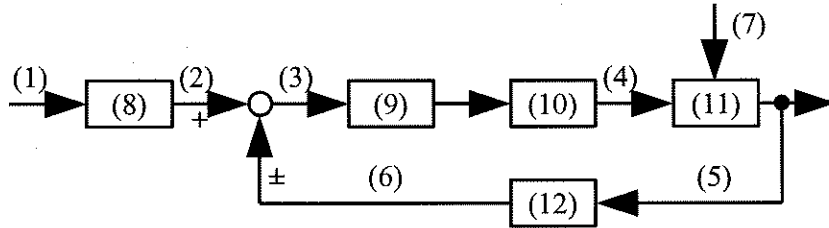


図1

問2 図2及び図3に示すブロック線図について、等価変換により途中経過の概略を示しながら簡単化し、合成伝達関数  $G(s)$  を求めなさい(繁分数は単分数に整理して解答しなさい)。

(1)

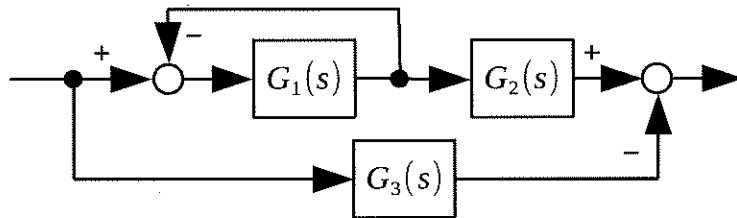


図2

(2)

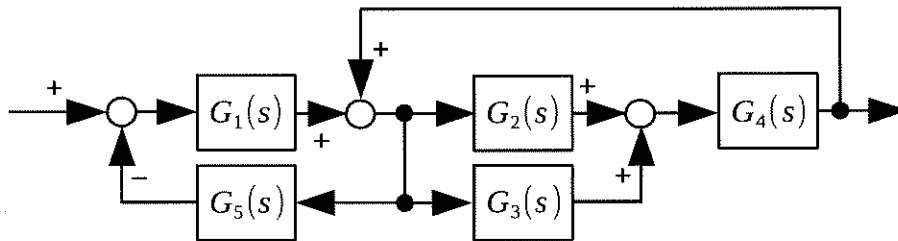


図3

II 伝達関数と過渡応答に関する各設問に答えなさい。

問1 基本的制御要素の名称とその伝達関数の対応関係をまとめた表1の(1)～(5)に該当する基本的制御要素の名称または伝達関数を答えなさい。表中の $\varepsilon$ はネイピア数(自然対数の底)、 $K$ はゲイン定数、 $L$ はむだ時間であり、解答には必要に応じて時定数 $T$ 、固有角周波数 $\omega_n$ 、減衰固有角周波数 $\omega_d$ 、減衰係数 $\zeta$ も用いることができる。

表1

基本的制御要素の名称	左欄の基本的制御要素の伝達関数
比例要素	$K$
二次遅れ要素	(1)
一次微分要素 (一次遅れ微分要素)	(2)
一次進み要素	(3)
(4)	$Ks$
(5)	$\varepsilon^{-Ls}$

問2 伝達関数が $G(s) = \frac{10}{2+s}$ である制御系のインディシャル応答の式を計算し、その過渡応答波形を特徴的な値を付記して図示しなさい。

Ⅲ 図4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推定しなさい。ただし、制御系は最小位相要素から構成されており、図中の破線は値を確認するための補助線です。

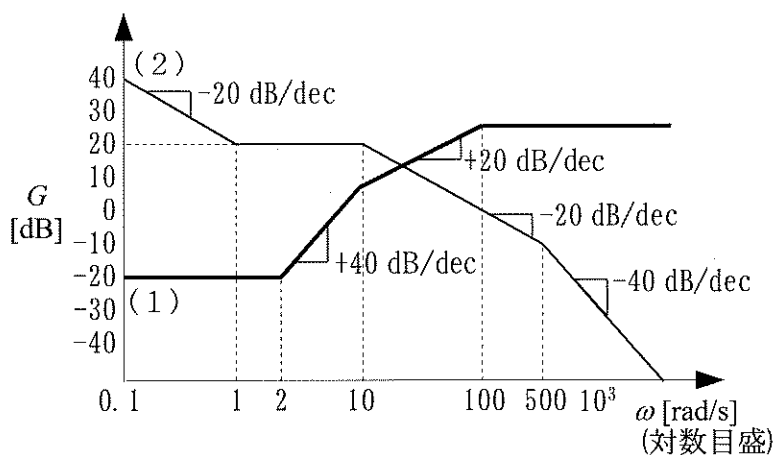


図4

Ⅳ 特性方程式が $2s^4 + 4s^3 + s^2 + 2s + 3 = 0$ で表される制御系について、理由を説明して、安定・安定限界・不安定のいずれか一つの状態に判別しなさい。

問1 ラウスの安定判別法を用いて安定判別しなさい。

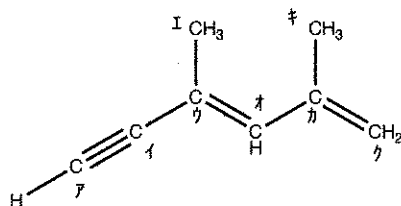
問2 フルピッツの安定判別法を用いて安定判別しなさい。

令和7年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（学力選抜）学力検査

有機化学



I 次の化合物のa~kの炭素の混成状態を答えよ。



II 次の分子種のエレクトロンドット式を書け。また、形式電荷があれば該当する原子上に記せ。

問1 CO 問2 HCN 問3 HONO<sub>2</sub> 問4 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

III 下記の化合物の構造式を描け。

問1 (*R*)-3-chlorobut-1-ene

問2 *cis*-2-bromohex-3-ene

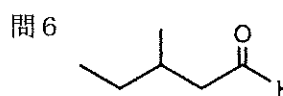
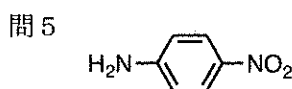
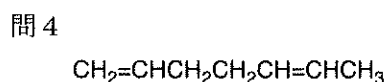
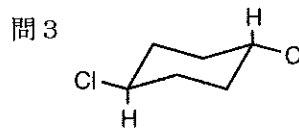
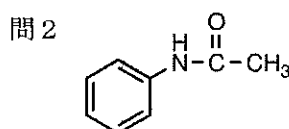
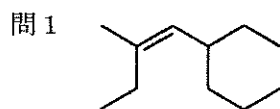
問3 pent-1-yn-3-ol

問4 4-(1,1-dimethylethyl)octane

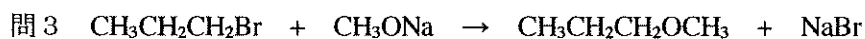
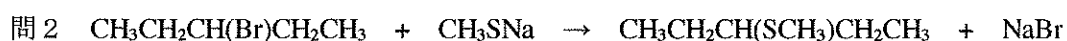
問5 3-bromobenzoic acid

問6 (*E*)-1-bromo-1-chloro-2-methylbut-1-ene

IV 下記の化合物を命名せよ。



V 次の反応が S<sub>N</sub>1, S<sub>N</sub>2 いずれの反応機構で進行するのか答えよ。

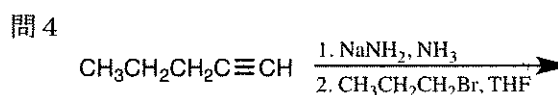
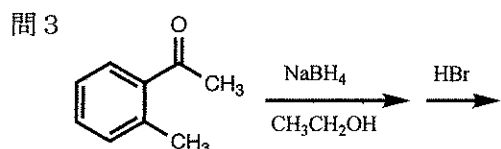
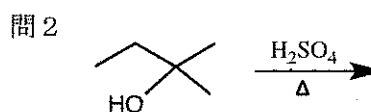
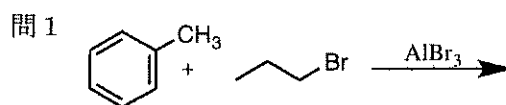


VI ベンゼンを原料として、次の化合物の合成方法を考えよ。

問1 *m*-bromoacetophenone

問2 *p*-toluenesulfonic acid

VII 下記の反応で得られる主生成物の構造を書け。



令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜(学力選抜)学力検査

## 物理化学

I 次の変化にともなう内部エネルギー変化  $\Delta U$ , エンタルピー変化  $\Delta H$ , エントロピー変化  $\Delta S$  をそれぞれ求めよ。ただし, 下記物質はいずれも理想気体であり, この変化により状態変化, 化学変化は生じないものとし, 解答は有効数字三桁で行うこと。また, 気体定数  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ,  $\ln 2 = 0.693$  とする。

問 1  $25.0^\circ\text{C}$  のヘリウム (単原子分子)  $1.00 \text{ mol}$  を等温可逆過程でその体積を半分にした。

問 2  $25.0^\circ\text{C}$  の酸素分子 (2 原子分子)  $1.00 \text{ mol}$  を断熱可逆過程でその温度が  $200^\circ\text{C}$  になるまで圧縮した。

II 次の問いに答えよ。ただし、 $\text{N}_2(\text{g})$  の標準生成エンタルピーと標準エントロピーはそれぞれ  $\Delta H_f^\circ = 0.00 \text{ kJ mol}^{-1}$  と  $S^\circ = 191.6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$  の標準生成エンタルピーと標準エントロピーはそれぞれ  $\Delta H_f^\circ = 0.00 \text{ kJ mol}^{-1}$  と  $S^\circ = 130.7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $\text{NH}_3(\text{g})$  の標準生成エンタルピーと標準エントロピーはそれぞれ  $\Delta H_f^\circ = -46.1 \text{ kJ mol}^{-1}$  と  $S^\circ = 192.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とし、解答は有効数字三桁で行うこと。また、気体定数  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、絶対零度  $0 \text{ K} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$  として計算すること。

問1  $\text{NH}_3(\text{g})$  の標準生成 Gibbs エネルギーを求めよ。

問2 平衡時における  $\text{NH}_3(\text{g})$  の生成反応にともなう Gibbs エネルギー変化を求めよ。

問3  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  における  $\text{NH}_3(\text{g})$  の生成反応の圧平衡定数を  $K_p$  としたとき、 $\ln K_p$  を求めよ。なお、 $\ln K_p$  は無次元の値となることに十分注意すること。

III ある1次反応の300 Kにおける半減期を求めたところ  $2.00 \times 10^3$  sであった。また、温度を320 Kにすると半減期は  $1.00 \times 10^3$  sとなった。これについて次の問いに答えよ。ただし、 $\ln 2 = 0.693$ ，気体定数  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ，絶対零度  $0 \text{ K} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$  として計算し，解答はすべて有効数字三桁で行うこと。

問1 この反応の300 Kにおける反応速度定数を求めよ。

問2 この反応の320 Kにおける反応速度定数を求めよ。

問3 この反応の活性化エネルギーを求めよ。

令和7年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（学力選抜）学力検査

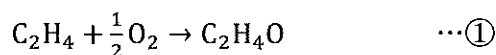
化 学 工 学

3.00 wt%の硫酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 水溶液100 kgに硫酸ナトリウム十水和物 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) の結晶を溶かして、20.0 wt%の $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 水溶液をつくりたい。以下の問いに答えなさい。ただし、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ のモル質量は $142 \text{ g mol}^{-1}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の式量は $322 \text{ g mol}^{-1}$ とする。

- 問1 加える硫酸ナトリウム十水和物の質量を  $x$  [kg]、最終的に得られる20.0 wt%の $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 水溶液の質量を  $y$  [kg] とし、全物質収支式および $\text{Na}_2\text{SO}_4$ のみの物質収支式をたてよ。
- 問2 加える硫酸ナトリウム十水和物の質量  $x$  [kg] を求めよ。
- 問3 最終的に得られる20.0 wt%の $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 水溶液の質量  $y$  [kg] を求めよ。

## II

エチレン ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) を空気によって酸化しエチレンオキシド ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ) 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。



$\text{C}_2\text{H}_4$ を25.0 mol%含む空気を $1000 \text{ mol h}^{-1}$ で供給したところ、 $\text{C}_2\text{H}_4$ の反応率は60.0%であった。また、反応原料の温度（入口温度）は $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、反応器内および反応器出口の温度は $225 \text{ }^\circ\text{C}$ であるとする。以下の問いに答えなさい。ただし、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $298.2 \text{ K}$ )、 $1.00 \text{ atm}$ における各物質の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。

	$\text{C}_2\text{H}_4$	$\text{O}_2$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	$\text{N}_2$
$\Delta H_f^\circ$ [ $\text{kJ mol}^{-1}$ ]	53.0	0	-55.0	0
$C_p$ [ $\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ]	46.7	31.3	51.0	29.9

- 問1 反応器入口に流入する各成分の物質流量 [ $\text{mol h}^{-1}$ ] を求めよ。
- 問2 過剰空気率を求めよ。
- 問3 反応器出口生成ガス中の各成分の物質流量 [ $\text{mol h}^{-1}$ ] を求めよ。
- 問4 反応器内で生じる反応式①の標準反応熱  $\Delta H_R^\circ$  [ $\text{kJ mol}^{-1}$ ] を求めよ。
- 問5 この反応が発熱反応もしくは吸熱反応のどちらであるか根拠を示し答えよ。
- 問6 この反応装置に外部から加えられる熱量  $Q$  [ $\text{kJ h}^{-1}$ ] を求めよ。

## III

内径 70.0 mm, 外径 90.0 mmの金属管に, 流速  $4.00 \text{ m s}^{-1}$ で水が流れている。この管の外側には, アルコールが向流方向に流れている。ただし, 円周率は3.14, 水の密度を $1.00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ , 粘度を $1.00 \times 10^{-3} \text{ Pa s}$ , 比熱容量を $4.20 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とする。必要であれば,  $\ln 2 = 0.693$ を用いて計算すること。

問1 この水の流れは乱流か層流かを, レイノルズ数を求めて判定せよ。

問2 この金属管を流れる水の質量流量を求めよ。

問3 管内と管外の境膜伝熱係数をそれぞれ  $1000 \text{ J m}^{-2}$ ,  $800 \text{ J m}^{-2}$ , 管壁の伝熱係数を  $100 \text{ J m}^{-2}$  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。

問4 この管を用いて,  $60.0 \text{ }^\circ\text{C}$ の水を  $40.0 \text{ }^\circ\text{C}$ まで冷却する熱交換を考える。アルコールの入口温度が  $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ , 出口温度が  $50.0 \text{ }^\circ\text{C}$ であった。低温媒質側から高温媒質側への伝熱速度を求めよ。

問5 管長を求めよ。