

令和6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 (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6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 空間上の 2 点 $A(1, 2, -3)$, $B(2, -3, 1)$ を通る直線 l について、次の問いに答えよ。

- (1) 直線 l の方向ベクトルを 1 つ求めよ。
- (2) 直線 l の方程式を求め、媒介変数 t を用いて表せ。
- (3) 点 $C(0, c_y, c_z)$ が直線 l 上にあるとき、 c_y および c_z の値を求めよ。

問 2 行列 $A = \begin{pmatrix} -4 & 2 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$ について、次の問いに答えよ。

- (1) A の固有値を求めよ。
- (2) A の対角化行列 P を 1 つ求め、それを用いて A を対角化せよ。
- (3) n を自然数とすると、 $\begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \beta \end{pmatrix}^n = \begin{pmatrix} \alpha^n & 0 \\ 0 & \beta^n \end{pmatrix}$ (α, β は定数) が成り立つことを用いて、 A^n を求めよ。

II

問 1 関数 $y = x^3 - 3x + 2a$ の極大値と極小値がともに正となるように、定数 a の値の範囲を定めよ。

問 2 次の媒介変数 θ で表される楕円について、次の問いに答えよ。

$$\begin{cases} x = 3 \cos \theta \\ y = 2 \sin \theta \end{cases} \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi)$$

- (1) この楕円上の $\theta = \frac{5}{6}\pi$ に対応する点における接線の方程式を求めよ。
- (2) この楕円を x 軸のまわりに回転してできる回転体の体積 V を求めよ。

問 3 次の累次積分の積分順序を変更し、その値を求めよ。

$$\int_0^1 \left\{ \int_1^{2-x} (x+2y) dy \right\} dx$$

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 $y' - 2y = 0$ の一般解を求めよ。

(2) (1) の解を利用して、微分方程式

$$y' - 2y = e^x \quad \dots \textcircled{1}$$

の一般解を求めよ。

(3) 微分方程式 $\textcircled{1}$ の解のうち、初期条件「 $x = 0$ のとき $y = 2$ 」を満たすものを求めよ。

問 2 周期 2π の関数

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

のフーリエ級数は

$$a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx \quad (a_0 \text{ および } b_n \text{ は定数})$$

と表される。このとき、次の問いに答えよ。

(1) 定数 a_0 の値を求めよ。

(2) 定数 b_n を求め、 n の式で表せ。

令和6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 同一寸法（断面積と長さが同じ）で材料の異なる2本の丸棒に同一の引張荷重を加えたら、これらの棒に生じた引張応力は100MPaで、2本の棒の伸びの比が8:15であった。伸びの少ない方の材料が鋼で縦弾性係数 $E_s=206\text{GPa}$ 、他方の材料が銅であるとき、銅の縦弾性係数 E_c を求めよ。また、鋼に生じた引張ひずみ ε_s と銅に生じた引張ひずみ ε_c を求めよ。

問2 許容ねじり応力 $\tau_a=80\text{MPa}$ とすると、外径 $d=50\text{mm}$ の丸軸に加える最大ねじりモーメント T を求めよ。また、このときのねじれ角 θ を求めよ。ただし、直径 d の丸軸の断面2次極モーメント $I_p=\pi d^4/32$ 、極断面係数 $Z_p=\pi d^3/16$ 、軸の横弾性係数 $G=82\text{GPa}$ とする。円周率 π は3.14で計算せよ。

問3 図1のような直径 d の棒を削って、断面係数 Z が最大になる長方形断面棒をつくりたい。二辺の長さ b 、 h をいくらにすればよいか。ただし、長方形断面の断面係数 $Z=bh^2/6$ である。

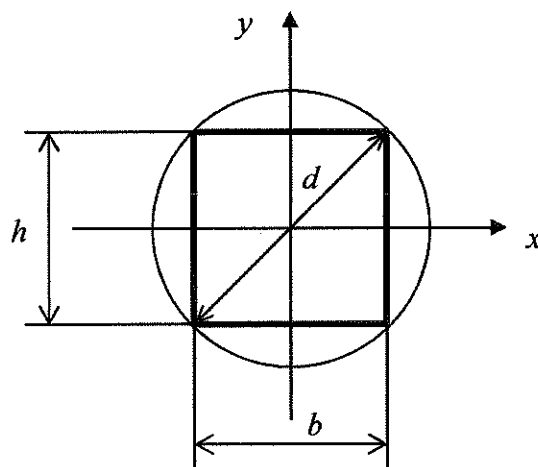


図1

II

- 問1 図2のように、AB間に 1kN/m の等分布荷重とC점에 1kN の集中荷重を受ける突き出しはりにおいて、A、B点の反力 R_A 、 R_B とB点に生ずる曲げモーメント M_B を求めよ。

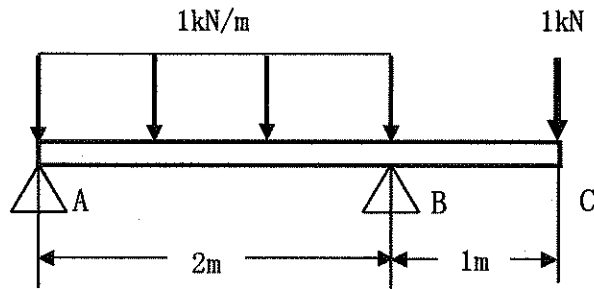


図2

- 問2 図3に示すように、B点に M_0 の集中モーメントを受ける片持ちはりにおいて、C点のたわみ y_C 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。

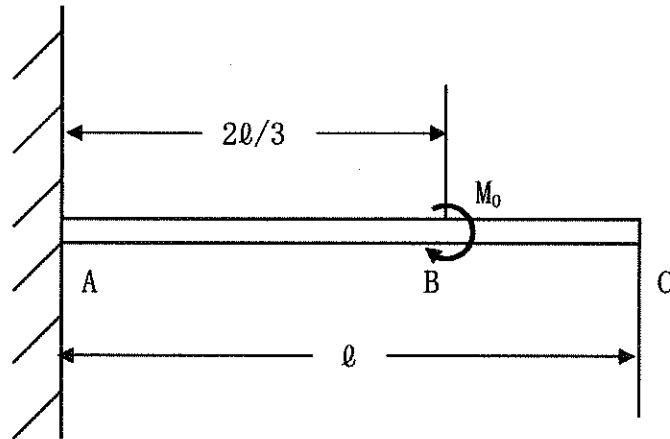


図3

令和6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・流体力学

I 図1に示すタービン系に、毎秒 $m = 2.00 \times 10^2$ [kg] の質量の作動流体が流れている。系に対し熱の出入りが無いとき、作動流体の摂氏温度は、流入時において $\theta_1 = 125$ [°C]、流出時において $\theta_2 = 120$ [°C] だった。下記の問いに答えよ。

ただし、圧力を p 、体積を V 、絶対温度を T 、エンタルピーを H 、外界から系へ流入する熱量を Q および工業仕事を W_t とする。添え字については、流入を 1、流出を 2 とする。なお、作動流体の定圧比熱は $c_p = 2.00$ [kJ/(kg·K)] である。計算過程を示し、計算結果はすべて有効数字3桁とせよ。

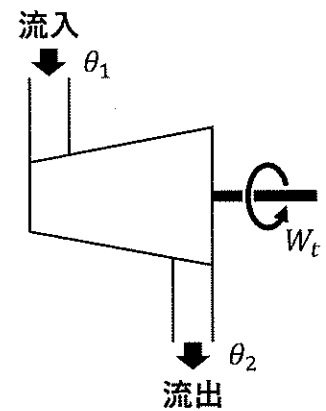


図1 タービン系

問1 1秒あたりの作動流体のエンタルピー変化 ΔH [MJ] を求めよ。

問2 工業仕事 W_t [MJ] を求めよ。

問3 作動流体の密度 ρ ($= \frac{m}{V}$) を用いて、 $\frac{dp}{dT} = \rho c_p$ となることを示せ。

問4 作動流体の密度が $\rho = 0.500$ [kg/m³] で一定のとき、圧力変化 $\Delta p (= p_2 - p_1)$ [kPa] を求めよ。

II 図2に示すように、異径の水平な管に 90° の曲がり管が接続された配管があり、密度 ρ の流体が、流量 Q で流れている。点①を含む断面①が上流側であり、点③を含む断面③が下流側である。流速を u 、圧力を p 、断面積を A とし、添字の番号と断面あるいは点の番号が対応している。また、点②の流速、圧力および断面積と、点③のそれらがそれぞれ等しいものとして、以下の問いに答えよ。

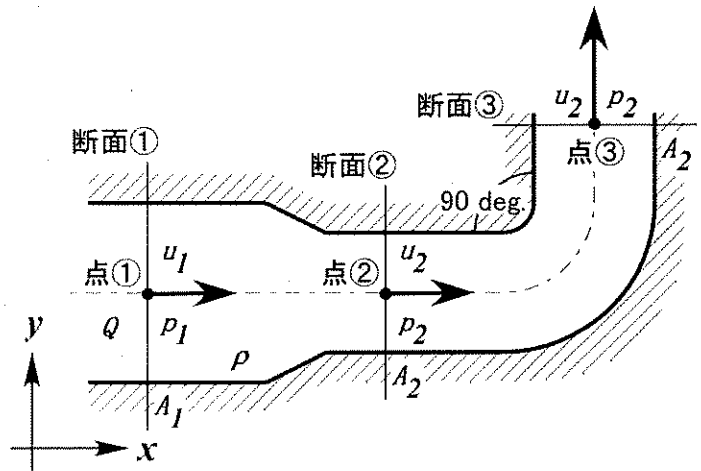


図 2

ただし、図2中の一点鎖線は配管の中心を通る流線であり、各点から伸びる矢印は流れ方向を示している。また、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。

問 1 Q を用いて、 u_1 および u_2 をそれぞれ、式で示せ。

問 2 II問1で示した u_1 および u_2 の式を適宜用いて、点②における p_2 を式で示せ。

問 3 II問1で示した u_1 および u_2 の式を適宜用いて、曲がり管に作用する力 F の x 方向成分 F_x を式で示せ。ただし、II問2で示した p_2 の式を用いずに、点②および点③の圧力を p_2 のままとする。

問 4 II問1で示した u_1 および u_2 の式を適宜用いて、 F の y 方向成分 F_y を式で示せ。ただし、II問2で示した p_2 の式を用いずに、点②および点③の圧力を p_2 のままとする。

問 5 F の作用方向を示す角度が、第1～4象限のいずれであるかを、II問3で示した F_x の式およびII問4で示した F_y の式を用いて示せ。

令和6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 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 ϵ_0 [F/m]とする。

問1 図1に示すように真空中で原点Oを中心に $\pm Q$ [C]の電荷が l [m]離れて置かれた電気双極子がある。

- (1) z 軸上で原点Oから z [m]離れた点P(0, 0, z)の電位 V を求めよ。ただし、 $z \gg l$ として近似を用いること。
- (2) (1)の結果を用いて点Pにおける電界の大きさ E (>0) を求め、電界の方向を文章で答えよ。

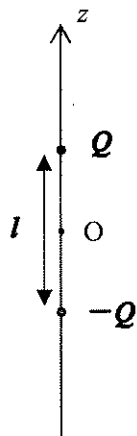


図1

問2 次の設問に答えよ。

- (1) 真空中に電荷密度 ρ [C/m³]で一様に帯電している半径 a [m]の球がある。この球の内部で中心から r [m]の点での電位 V を求めよ。
- (2) 真空中に内球の半径が a [m]、外球の内半径が b [m]、外半径が c [m]の同心導体球がある。この同心導体球間の静電容量 C を求めよ。

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 μ_0 [H/m]とする。

問1 z 軸上で無限に伸びる直線電流 I [A]が真空中で流れているとき、 z 軸から半径 a [m]の位置における磁束密度の大きさ B_1 を求めよ。電流は z 軸の正の方向に流れているものとする。

問2 図2のように真空中で xz 平面(無限平面とする)に z 軸に沿って単位幅当たり J [A/m]の電流が流れている。 xz 平面から距離 b [m] ($b > 0$)の位置Pにおける磁束密度の大きさ B_2 を求めよ。電流は矢印の方向に流れているものとする。

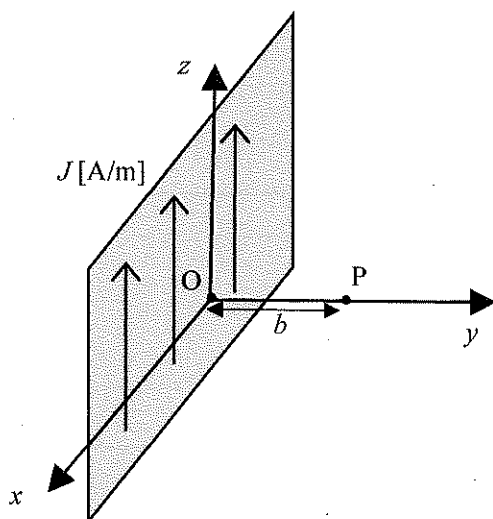


図2

問3 問2で求めた磁束密度 B_2 の方向を図示せよ。さらに、 xz 平面からの距離によって磁束密度はどのように変化するかを説明せよ。

令和6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、次の問いに答えなさい。

- 問1 電流 I_1 を求めなさい。
 問2 電流 I_2 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。

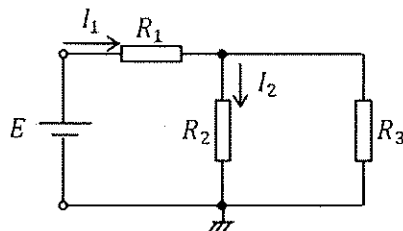


図1

II 図2の回路において、次の問いに答えなさい。

- 問1 共振角周波数 ω_r を求めなさい。
 問2 共振のときに流れる電源電流 i を求めなさい。

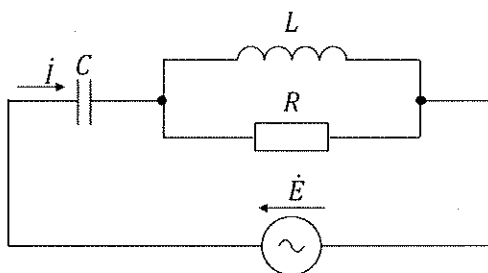


図2

III 図3の回路において、次の問いに答えなさい。ここで、電源電流 $i = I\angle 0$ [A]、角周波数を ω とする。

- 問1 合成インピーダンス Z を求め、フェーザ形式（極座標形式）で答えなさい。
 問2 電源電圧 \dot{E} を求め、フェーザ形式（極座標形式）で答えなさい。
 問3 電源電流 i 、電源電圧 \dot{E} 、逆起電力 \dot{V}_R 、 \dot{V}_L 、 \dot{V}_C をフェーザ図で示しなさい。

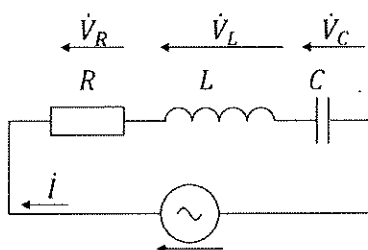


図3

IV 図4の回路において、次の問いに答えなさい。

- 問1 スイッチSを1側に倒し、直流電圧 E を印加して、定常状態になったときにコイル L に流れる電流 I_0 を求めなさい。
- 問2 $t=0$ でスイッチSを2側に倒したときに、コイル L に流れる電流 $i(t)$ について、回路の時間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、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 、抵抗 R およびコイル L の両端の電圧、 $v_r(t)$ 、 $v_R(t)$ 、 $v_L(t)$ の時間に対する変化を示す式を求めなさい。
- 問4 $t=0$ でスイッチSを2側に倒したときから、定常状態となるまでに回路の抵抗 r と抵抗 R で消費される全体の電力量 W を求めよ。

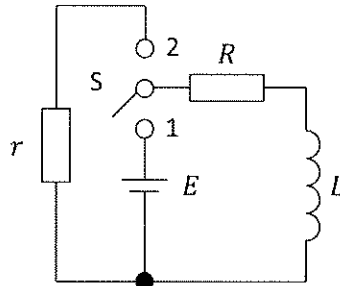


図4

令和6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, 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
1111	1111			
		215		8D
		57	47	
0111	1100			

問2 2入力1出力の否定論理積 (NAND) 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 下の真理値表に対応する論理回路を OR 回路, NOT 回路をそれぞれ1個ずつ使用し作成しなさい。

入力		出力
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

II

問1 以下実数の2進数表記に関する問いに答えなさい。

- (1) 10進数実数 **12.25** を2進数に基数変換しなさい。
- (2) “1 10000001 010100000000000000000000” はC言語の float 変数の中身を2進数表記したものである。10進数に変換しなさい。
(ヒント) C言語の変数型 float は、実数を2進数に変換した値を $n \times 2^m$ として考え(例えば、101.11 は 1.0111×2^2)、最上位ビットから符号ビット (1 bit)、指数部 (8 bit)、仮数部 (23 bit) で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を引いたもの、仮数部は整数部が必ず1になることからそれをのぞいて小数点以下の値のみを表している (ケチ表現)。
- (3) 10進数-5を4ビットの2進数補数表現で表しなさい。

問2 以下のn進数の計算に関して答えなさい。

- (1) 2進数「1101」+2進数「1001」の結果 (2進数で解答すること)
- (2) 2進数「1010」-2進数「0011」の結果 (2進数で解答すること)
- (3) 16進数「F」+16進数「1A」の結果 (16進数で解答すること)
- (4) 8進数「17」+8進数「62」の結果 (8進数で回答すること)

III

問1 下のプログラムは、キーボードから入力した2つの整数 m , n の最小公倍数を画面へ出力するものである。空欄を埋めてC言語のプログラムを完成させよ。

最小公倍数は、2つの整数の積 mn を最大公約数で割ったものである。また、最大公約数は、その関数を $\text{gcd}(x,y)$ とすると、 y が0であれば、 x が最大公約数であり、そうでなければ、 $\text{gcd}(y, x \% y)$ として、これを繰り返すことで求められる。 $x \% y$ は、 x を y で割ったときの余りである。この説明は再帰的に gcd が呼び出されるものとしているが、以下のプログラムでは、繰り返し文を用いて作られている。

<プログラム>

```
#include < (1) >

int gcd( (2) );

int main(void)
{
    int m, n;

    scanf("%d %d", (3) );
    printf("%d\n", (4) / gcd(m, n));

    return 0;
}

int gcd(int x, int y)
{
    int t;

    while (y != 0) {
        t = (5); x = y; y = t;
    }
    return (6);
}
```

<実行出力例>

入力 : 15 9

出力 : 45

問2 次のプログラムの実行出力結果を答えよ。

```
// include 省略

int main(){
    char c;

    while(EOF!=scanf("%c",&c)){
        if('A' <= c && 'Z' >= c){
            printf("%c",c+'a'-'A');
        }else{
            printf("%c",c);
        }
    }
    return 0;
}
```

入力 : AbcdZzJ

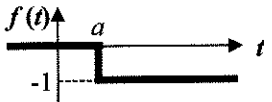

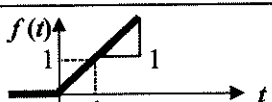
令和6年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

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 表1に示すラプラス変換表について、(1)～(2)に該当する時間波形の概形を目安となる値を示して描き、(3)～(5)に該当する式を書きなさい。ただし、表中の a は任意の実定数、 s はラプラス演算子とする。

表1

時間波形 $f(t)$	時間波形のラプラス変換 $F(s)$
(1)	$\frac{a}{s^2 + a^2}$
(2)	$\frac{1}{s - a}$
	(3)
	(4)
	(5)

問2 定係数線形常微分方程式 $\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{dx}{dt} - 6x = 2$ をラプラス変換・ラプラス逆変換を活用して解きなさい。ただし、初期条件として、 $x(0) = 1, \frac{dx(0)}{dt} = 0$ とする。

II 伝達関数、ブロック線図とその応用に関する各設問に答えなさい。

問1 図1のブロック線図で表現される制御系について、以下の各設問に答えなさい。ただし、伝達関数中の A は、任意の実定数とする。

(1) 前向き要素 $G_1(s)$ の伝達関数が積分要素 $\frac{A}{s}$ であるとき、合成伝達関数（閉回路伝達関数） $G(s)$ を求めなさい（繁分数は単分数に整理して解答すること）。

(2) 上記(1)で求めた合成伝達関数（閉回路伝達関数）を基本的制御要素に分類した時の名称とその特微量の値を書きなさい。

(3) 前向き要素 $G_1(s)$ の伝達関数が微分要素 As であるとき、合成伝達関数（閉回路伝達関数） $G(s)$ を求めなさい（繁分数は単分数に整理して解答すること）。

(4) 上記(3)で求めた合成伝達関数（閉回路伝達関数）を基本的制御要素に分類した時の名称とその特微量の値を書きなさい。

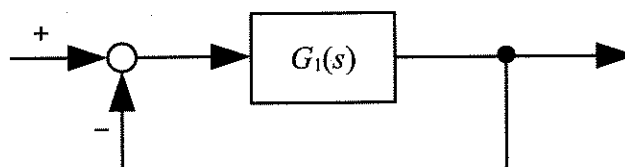


図1

問2 図2に示すブロック線図について、等価変換により簡単化して合成伝達関数 $G(s)$ を求めなさい（繁分数は単分数に整理して解答すること）。

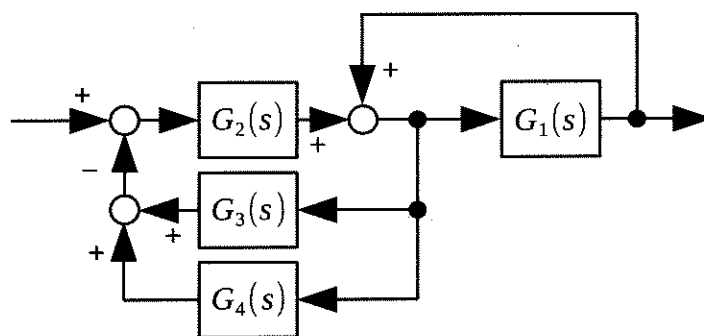


図2

III 制御系の周波数特性に関する各設問に答えなさい。

問1 図3の太線（破線は $\omega = -\infty \sim 0$ [rad/s], 実線は $\omega = 0 \sim \infty$ [rad/s] の特性線を表す）で示すナイキスト線図によって表される制御系の周波数伝達関数を求めなさい。

問2 図4の太実線で示すベクトル軌跡によって表される制御系の周波数伝達関数を求めなさい。

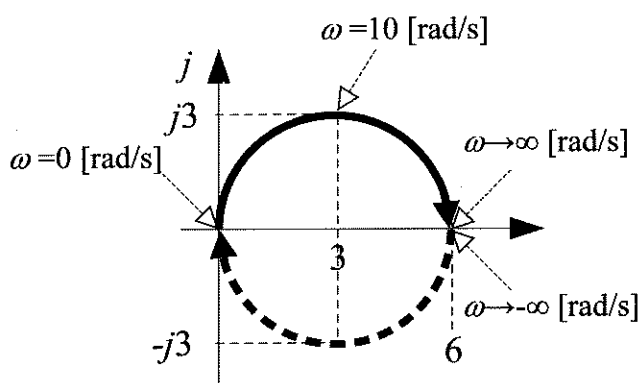


図3

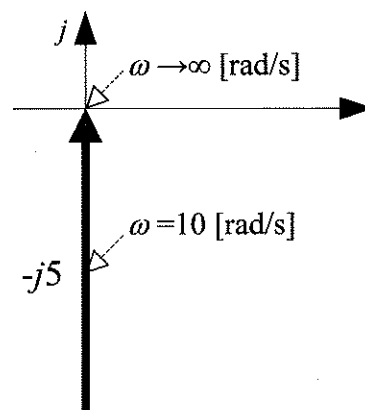


図4

IV 特性方程式が $s^4 + 2s^3 + 7s^2 + 8s + 12 = 0$ 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 フルビッツの安定判別法を用いて安定判別しなさい。

問2 ラウスの安定判別法を用いて安定判別しなさい。

令和6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 次の原子のうち電気陰性度が大きいのはどちらか。また、原子半径が大きいのはどちらか。

問1 ClとBr 問2 OとS 問3 CとN 問4 NとO 問5 CとO

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・不対電子があれば該当する原子上に記せ。

問1 HCONH₂ 問2 H₃O⁺ 問3 CH₃COOH 問4 HCN

III 下記の化合物の構造式を描け。

問1 4-isopropylheptane

問2 (*E*)-5-methylhex-2-ene

問3 anisole

問4 3-pentyn-1-ol

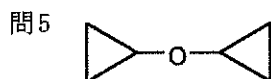
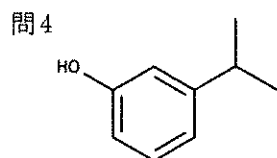
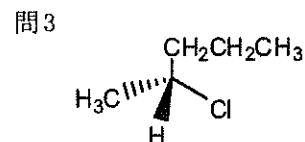
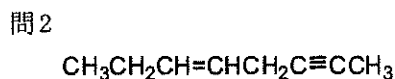
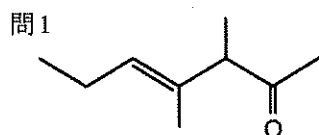
問5 *t*-butylphenylether

問6 2,3-dihydroxypropanal

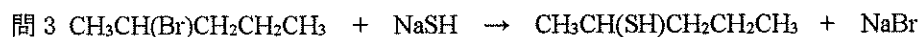
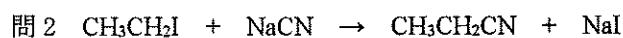
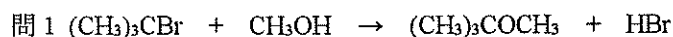
問7 but-3-en-2-one

問8 maleic acid

IV 下記の化合物を命名せよ。



V 次の反応が S_N1, S_N2 いずれの反応機構で進行するのか答えよ。



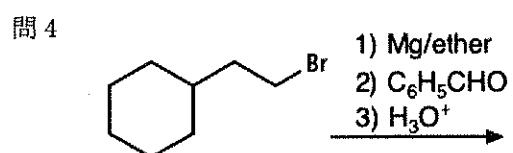
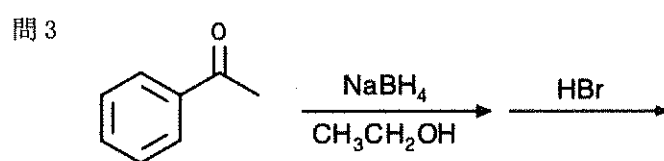
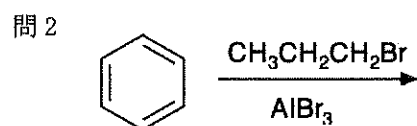
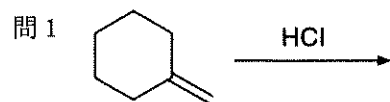
VI 次の化合物の最も安定な立体配座を書け。

問1 1,3-dimethylcyclohexane

問2 1,4-dimethylcyclohexane

VII ベンゼンを出発物質とする *m*-ブロモアニリンの合成方法を示せ。

VIII 下記の反応で得られる主生成物の構造を書け。



令和6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

I. 次の値を, SIに換算せよ。

- (1) 125 cm^2 (2) $1.52 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (3) $700 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (4) $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (5) 2.00 atm

II. 1 atm , $0 \text{ }^\circ\text{C}$ の氷 100 kg を $130 \text{ }^\circ\text{C}$ の過熱水蒸気にするのに必要な熱量(kJ)を求めよ。ただし, 水, 水蒸気の比熱容量はそれぞれ 4.187 , $1.89 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 氷の融解熱は $335 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, $100 \text{ }^\circ\text{C}$ における水の蒸発熱は $2257 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ とする。

III. ベンゼン $45.0 \text{ mol}\%$, イソプロピルベンゼン $55.0 \text{ mol}\%$ の混合物 $100 \text{ kmol} \cdot \text{h}^{-1}$ を沸点の液として連続蒸留塔に供給する。留出液および缶出液のベンゼンのモル分率をそれぞれ 0.850 および 0.150 としたい。以下の問いに答えなさい。

問1 留出液量 ($\text{kmol} \cdot \text{h}^{-1}$) を求めよ。

問2 缶出液量 ($\text{kmol} \cdot \text{h}^{-1}$) を求めよ。

IV. 内径 80.0 mm の直管に密度が $1.26 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ の流体が, 平均流速 $0.500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ で流れている。以下の問いに答えなさい。ただし, 液体の粘度は $1.41 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, 密度は $1.26 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ とする。また, 円周率には 3.14 を用いよ。

問1 管路を流れる液体の1時間あたりの体積流量 ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) を求めよ。

問2 管路を流れる液体の1日あたりの質量流量 ($\text{kg} \cdot \text{day}^{-1}$) を求めよ。

問3 レイノルズ数を求め, この液体の流れが層流か乱流かを判定せよ。

V. 湿量含水率 50.0% のゼリー 200 kg を乾燥し粉末状にしたい。以下の問いに答えなさい。

問1 乾量基準の含水率を求めよ。

問2 湿量含水率 5.00% まで乾燥する場合, 水分を何 kg 蒸発させれば良いか求めよ。