

令和2年度専攻科入学者選抜
試験問題一覧（後期学力選抜）

R元. 11. 8

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2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 次の問いに答えよ。

(1) 2つのベクトル $\vec{a} = \begin{pmatrix} 4 \\ -5 \\ 3 \end{pmatrix}$, $\vec{b} = \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$ のなす角 θ を求めよ。ただし, $0 \leq \theta \leq \pi$ とする。

(2) 2つのベクトル $\vec{u} = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$, $\vec{v} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ の両方に垂直で大きさが 3 のベクトルを求めよ。

問 2 球 $x^2 + y^2 + z^2 - 6y + 2z - 15 = 0$ と平面 $2x - y + z - 8 = 0$ について, 次の問いに答えよ。

(1) 球の中心 C を通り, 平面に垂直な直線の媒介変数表示を求めよ。

(2) (1) で求めた直線と平面との交点 H の座標を求めよ。

(3) 球と平面が交わってできる図形は中心が H の円になる。この円の半径を求めよ。

問 3 次の問いに答えよ。

(1) 次の連立方程式を満たす y を, クラメルの公式を用いて求めよ。

$$\begin{cases} 2x - y + 3z = 5 \\ -x + 2y + z = 7 \\ 3x + 2y - z = 7 \end{cases}$$

(2) 2点 A(1, 3), B(-1, 2) をそれぞれ点 A'(9, -1), B'(1, 1) に移す線形変換を表す行列を求めよ。

II

問 1 関数 $y = x^2(x-4)^2$ について、次の問いに答えよ。

- (1) $0 \leq x \leq 5$ における y の最大値および最小値を求めよ。なお、そのときの x の値についても答えること。
- (2) この関数のグラフが上に凸である x の値の範囲を求めよ。

問 2 次の不定積分および定積分の計算をせよ。

(1) $\int \frac{1}{x^2 - 2x - 3} dx$

(2) $\int_1^2 \frac{1}{x^2 - 2x + 2} dx$

問 3 次の問いに答えよ。

(1) 極限 $\lim_{(x,y) \rightarrow (0,0)} \frac{x+y}{\sqrt{x^2+y^2}}$ について調べよ。

(2) $u = \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$ のとき、 $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$ を求めよ。

問 4 2重積分

$$\iint_D 2(x^2 + y^2 - 1)^2 dx dy \quad D : x^2 + y^2 \leq 4$$

について、次の問いに答えよ。

- (1) $x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$ によって直交座標 (x, y) を極座標 (r, θ) に変換するとき、積分領域 D に対応する $r\theta$ 平面の領域を r および θ の不等式で表せ。
- (2) 与えられた2重積分の値を、極座標に変換することにより求めよ。

III

問 1 微分方程式

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} = 2x$$

について、次の問いに答えよ。

(1) 一般解を求めよ。

(2) この微分方程式の解のうち、初期条件「 $x=0$ のとき $y=0$, $\frac{dy}{dx}=1$ 」を満たすものを求めよ。問 2 $z = x + yi$ (x, y は実数, i は虚数単位) とする。2 変数関数 $u(x, y) = -2xy$ を実部に持つ正則関数 $f(z)$ について、次の問いに答えよ。(1) $f(z)$ の虚部を $v(x, y)$ とする。コーシー・リーマンの関係式を用いて $\frac{\partial v}{\partial x}$ および $\frac{\partial v}{\partial y}$ を求めよ。(2) $v(x, y)$ を求めよ。問 3 周期 2π の関数 $f(x) = 2x + 1$ ($-\pi \leq x < \pi$), $f(x + 2\pi) = f(x)$ のフーリエ級数

$$a_0 + a_1 \cos x + b_1 \sin x + a_2 \cos 2x + b_2 \sin 2x + \dots$$

におけるはじめの 3 つの係数 a_0, a_1, b_1 の値を求めよ。

令和2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 気温 $t_1=15^\circ\text{C}$ で、長さ $l=25\text{m}$ のレールがある。これを 1.5mm の間隔で敷設した。気温が何 $^\circ\text{C}$ のとき、レールどうしが接触するか。また、気温が $t_2=35^\circ\text{C}$ に上昇すれば、レールに生ずる応力はいくらか。ただし、レールの線膨張係数 $\alpha=1.2\times 10^{-5}(1/^\circ\text{C})$ 、縦弾性係数 $E=206\text{GPa}$ とする。

問2 直径 $d=400\text{mm}$ の動力軸が毎分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 $\tau_0=40\text{MPa}$ であった。軸に加わっているねじりモーメント（トルク） T と伝達動力 H を求めよ。ただし、軸のねじり（極）断面係数は $Z_p=\pi d^3/16$ で与えられる。なお、円周率 π は3.14で計算せよ。

問3 図1に示すように、底辺が b_0 、高さが h_0 の直角三角形断面の棒から、長方形断面の棒を切り出すとき、断面係数 Z を最大にするためには、幅 b と高さ h はいくかにすればよいか。

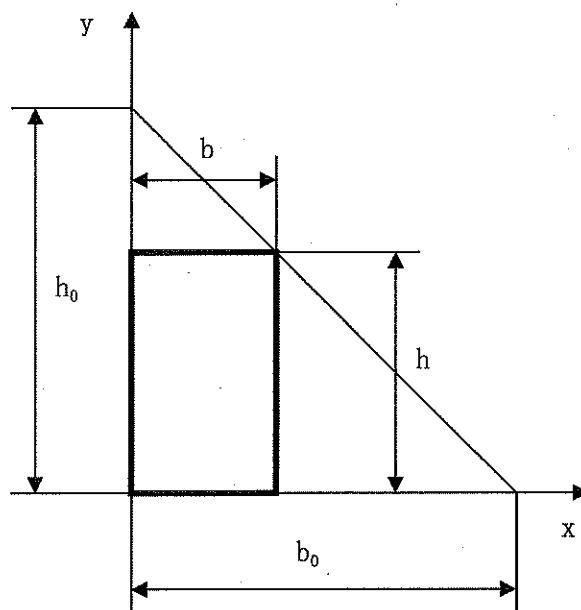


図1

II

問1 図2に示すように、AC間に 1kN/m の等分布荷重、CB間に 2kN/m の等分布荷重が作用する両端支持はりにおいて、A、B点の反力 R_A 、 R_B とC点の曲げモーメント M_C を求めよ。

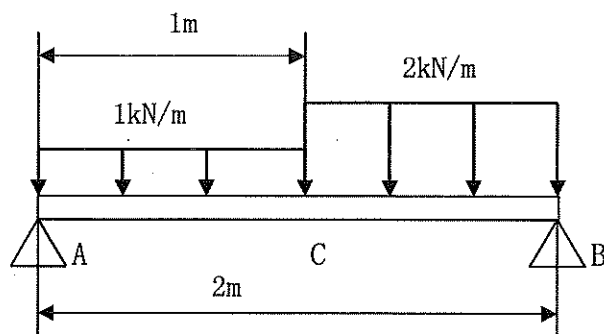


図2

問2 固定端の分布荷重の大きさが w_0 で、図3に示すような直線的に変化する分布荷重が作用する片持ちはりにおいて、B点のたわみ y_B 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。

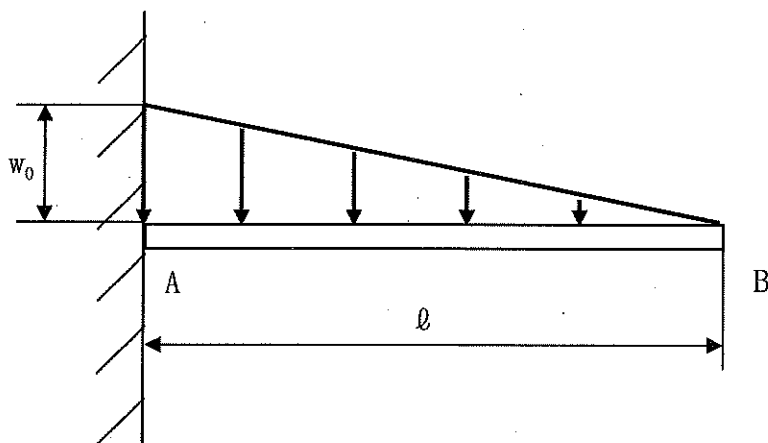


図3

令和2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・流体力学

1 図1(a)は、ある可逆熱機関について、状態変化 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ を p - V 線図上に示した可逆サイクルである。図中の数字は各状態を示しており、 p は圧力、 V は体積である。添字の数字は、各状態 1, 2, 3 および 4 を表している。また、図1(b)は、図1(a)の熱機関をモデル化したものであり、 Q_H は熱機関が高温熱源から得る熱量、 Q_L は熱機関が低温熱源へ捨てる熱量、 W は可逆熱機関が外部にする正味の膨張仕事である。ここで、圧力について $p_1 = p_4$ および $p_2 = p_3$ 、体積について $V_1 = V_2$ および $V_3 = V_4$ が成立し、状態 1 の圧力と体積がそれぞれ $p_1 = p_0$ および $V_1 = V_0$ で与えられたとき、この可逆熱機関について下記の問いに答えよ。ただし、質量 $m = 1.00$ の理想気体を仮定し、定積比熱、定圧比熱および気体定数をそれぞれ c_v 、 c_p および R とする。

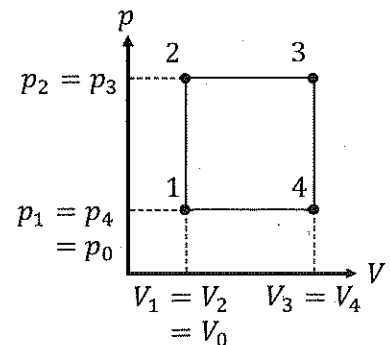


図1(a)

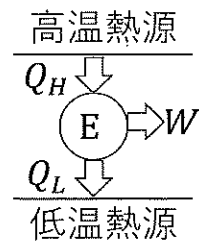


図1(b)

- 問1 状態 1 について、 p_0 および V_0 を用いて絶対温度 T_1 を求めよ。
- 問2 状態 2 および状態 3 の圧力が $p_2 = p_3 = 3p_0$ 、状態 3 の絶対温度が $T_3 = 9T_1$ で与えられた。 V_0 を用いて V_3 を求めよ。
- 問3 定積比熱および定圧比熱が気体定数を用いてそれぞれ $c_v = 5R/2$ および $c_p = 7R/2$ で与えられるとき、図1(b)における Q_H 、 Q_L および W をそれぞれ p_0 および V_0 を用いて求めよ。
- 問4 この熱機関の熱効率 η を分数で求めよ。

II 図2に示すような曲面（図2中の斜線部）があり、密度 ρ 、流量 Q の水平な流れが、曲面に衝突することで角度 θ の方向へ向きが変わるものとする。流速を u とし、添字1を断面①、添字2を断面②として、以下の問いに答えよ。ただし、断面①の断面積と断面②のそれは等しく A であり、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。

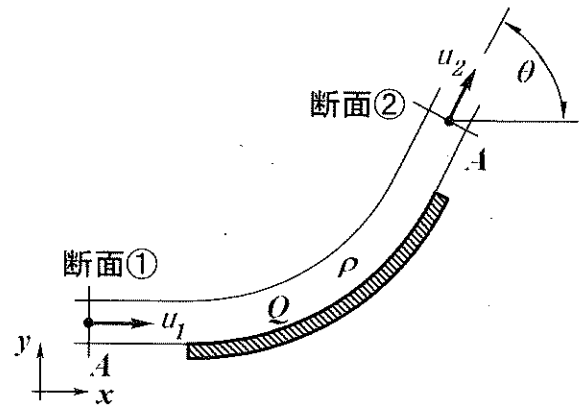


図2

- 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 流れが曲面に与える力 F の x 方向成分 F_x を、流速 u_1 および u_2 を含めない式で示せ。
- 問3 F の y 方向成分 F_y を、流速 u_1 および u_2 を含めない式で示せ。
- 問4 F を、流速 u_1 および u_2 を含めない式で示せ。
- 問5 F が最大となる角度 θ を求め、 F の最大値 F_{\max} を流速 u_1 および u_2 を含めない式で示せ。

令和2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

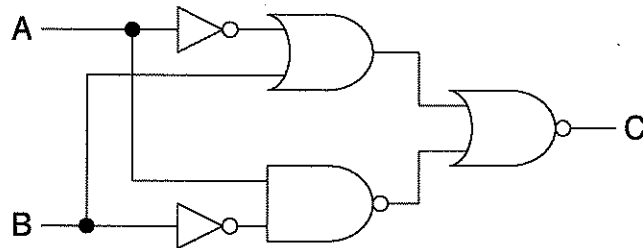
電子計算機（C言語のプログラミングを含む）

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
0111	0110		
		166	
			EB

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 $C = (A \cdot \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)$ の論理回路を描け。

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) PNG形式の画像は不可逆圧縮されるので, 画質が劣化するという欠点を持つ。
- (2) 64ビットCPUがアクセスできるメモリ空間は最大で8GByteである。
- (3) UTF-8において, 英字や数字はいずれも1バイトで表現される。
- (4) 英字や数字だけでなく記号も用いることにより, パスワードは解読されにくくなる。
- (5) IPv4は 2^{40} 通りのIPアドレスを表現できる。

問2 以下のコンピュータとネットワークに関する用語について簡単に説明せよ。

- (1) FIFO
- (2) バイナリファイル
- (3) RGBカラー画像
- (4) DNS
- (5) ソケット通信

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2つの自然数 N_1, N_2 を入力すると、全ての公約数を画面へ出力する。
- (2) キーボードから10個の頂点座標 (x_i, y_i) ($i = 0, 1, \dots, 9$) を反時計回りに入力した後、これらの頂点を結んだ多角形において、点 $A(x_j, y_j), B(x_{j+1}, y_{j+1}), C(x_{j+2}, y_{j+2})$ からなる三角形の符号付き面積

$$S = \frac{1}{2}(x_j \cdot y_{j+1} + x_{j+1} \cdot y_{j+2} + x_{j+2} \cdot y_j - y_j \cdot x_{j+1} - y_{j+1} \cdot x_{j+2} - y_{j+2} \cdot x_j)$$

$$(j = 0, 1, \dots, 9)$$

を計算し、 B の内角を次のように判定して、画面へ出力する。

- $S > 0$: B の内角は 180 度よりも小さい
- $S = 0$: B の内角は 180 度に等しい
- $S < 0$: B の内角は 180 度よりも大きい

令和2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

制 御 工 学

I 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に示すフィードバック制御系の一般的表現のブロック線図中の(1)～(5)に該当する要素の名称と(6)～(11)に該当する信号の名称を答えなさい。

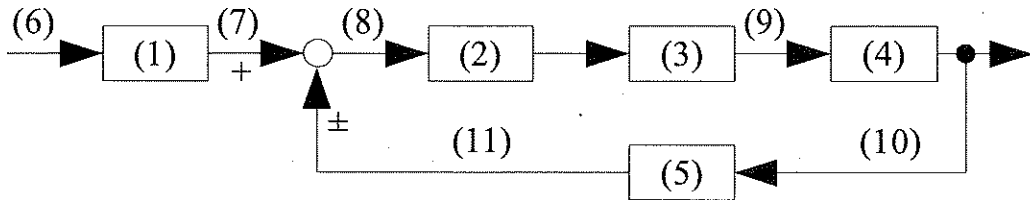


図1

問2 図2に示すブロック線図について(1)～(3)を求めなさい。ただし、 $G_1(s) \sim G_3(s)$ は各要素の伝達関数である。

- (1) 特性方程式
- (2) 一巡伝達関数
- (3) 総合伝達関数 (フィードバック伝達関数)

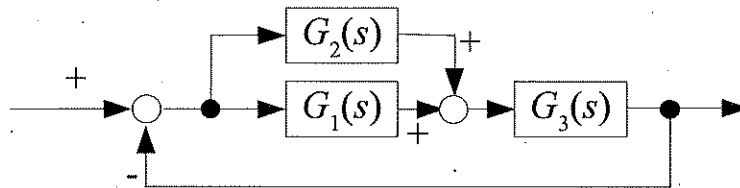


図2

II 伝達関数に関する各設問に答えなさい。

問1 表1に示す基本的制御要素の名称とその伝達関数の対応関係において、(1)～(3)に該当する伝達関数と(4)～(5)に該当する名称を書きなさい。ただし、ゲイン定数は K 、時定数は T 、固有角周波数は ω_n 、減衰係数は ζ 、むだ時間は L とする。

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
一次遅れ要素	(1)
むだ時間要素	(2)
二次遅れ要素	(3)
(4)	Ks
(5)	$\frac{KTs}{1+Ts}$

問2 以下に示す(1)、(2)いずれか1つを選択(選択した番号を解答用紙の選択問題番号欄に記入しなさい)して、その伝達関数を求めなさい。ただし、いずれの場合も初期条件は0とし、最終解答は繁分数(複分数)とならないように式を整理しなさい。

(1) 外力 $f(t)$ を入力とし変位 $x(t)$ を出力とするバネ (バネ定数 K) とダッシュポット (粘性減衰係数 D) と摩擦なしで床を移動する台車 (質量 M) から構成される機械振動系 (2 ページの図3) の伝達関数。

(2) 電圧 $v_i(t)$ を入力とし電圧 $v_o(t)$ を出力とする抵抗 (R) とインダクタ (L) とキャパシタ (C) から構成される電気回路 (2 ページの図4) の伝達関数。

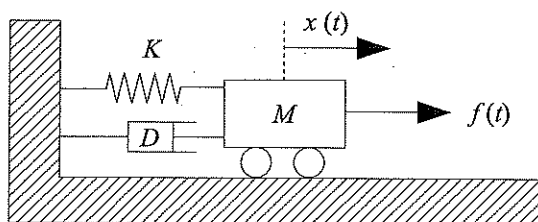


図3

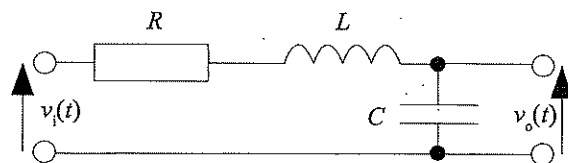


図4

III 制御系の周波数特性に関する設問に答えなさい。

問1 図5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いる。

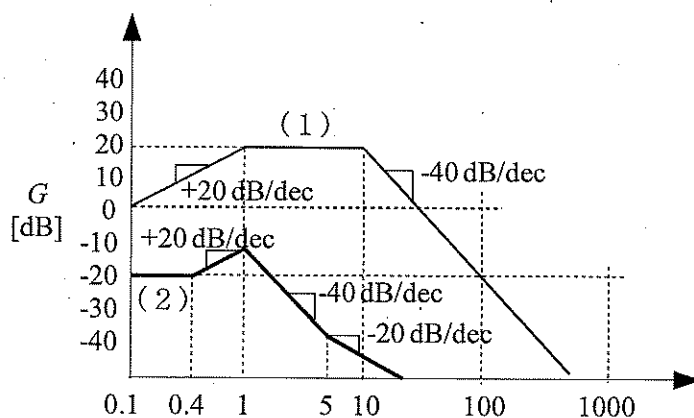


図5

IV 与えられた制御系が安定になるゲイン定数 K の条件を、指定された安定判別法を用い、途中経過を示して求めなさい。

問1 特性方程式が $s^4 + 8s^3 + 10s^2 + (10+K)s + K = 0$ である制御系について、ラウスの安定判別法を用い、途中経過を示して安定になるゲイン定数 K の条件を求めなさい。

問2 特性方程式が $s^3 + 12s^2 + 20s + K = 0$ である制御系について、フルビッツの安定判別法を用い、途中経過を示して安定になるゲイン定数 K の条件を求めなさい。

令和2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 ?に当てはまる数字を入れ、分子式を完成せよ。

- (1) CCl_2 (2) LiAlH_2 (3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2^+$ (4) ZnCl_2 (5) $(\text{CH}_3)_2\text{SiCCH}$

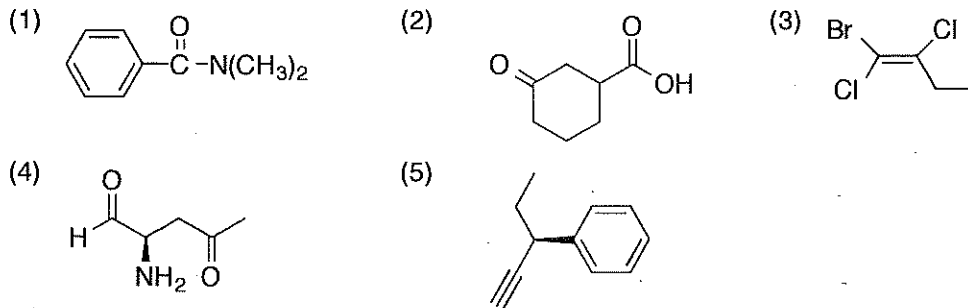
II 次の分子種のエレクトロンドット式を書け。また、形式電荷・不対電子があれば該当する原子上に記せ。

- (1) NaNO_2 (2) $^-\text{CH}_2\text{CHO}$ (3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^+\text{HCH}_2\text{CH}_3$ (4) CO_3^{2-}

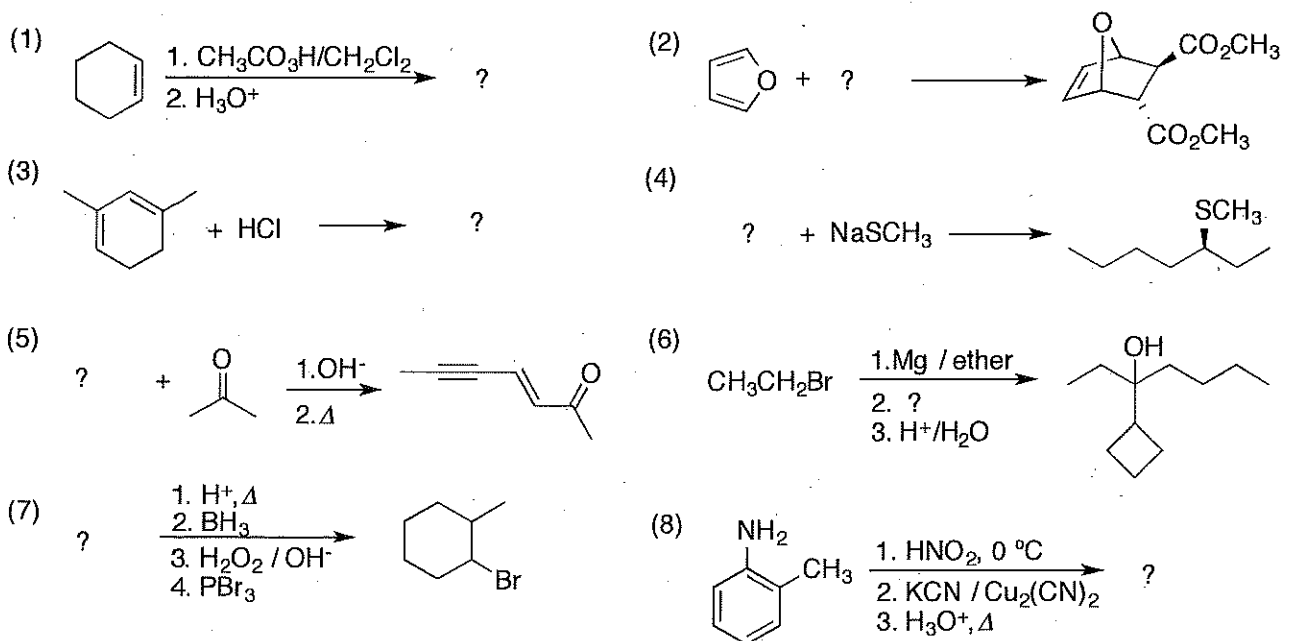
III 下記の化合物の構造式を書け。

- (1) (2Z,4Z)-4-methylhexa-2,4-dienal (2) (1S,5R)-5-methoxycyclohex-2-en-1-ol
 (3) methyl 4-ethynylbenzoate (4) *m*-nitroacetanilide
 (5) (*R*)-2-amino-3-methylbutanoic acid

IV 下記の化合物を命名せよ。



V 下記の反応式中の?の構造を書け。



令和2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

ある化合物 A は、時間 t とともにその濃度 C_A が 1 次の反応速度式にしたがって減少した。この濃度が以下のように表されるとき、次の間に答えよ。

$$-\frac{dC_A}{dt} = kC_A$$

問 1 この化合物の初期濃度 C_A^0 の時、ある時間 t における濃度 C_A はどう表されるか答えよ。

問 2 $k = 0.3 \text{ [min}^{-1}\text{]}$ のとき、半減期 $t_{1/2}$ は何分になるか求めよ。

ただし、 $\ln 2 = 0.693$ とすること。

問 3 $k = 0.300 \text{ [s}^{-1}\text{]}$ 、 $C_A^0 = 0.200 \text{ [mol m}^{-3}\text{]}$ のとき、 $C_A = 0.025 \text{ [mol m}^{-3}\text{]}$ となる時間 $t \text{ [s]}$ を求めよ。

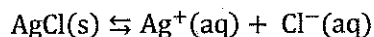
II

問 1

$n \text{ mol}$ の理想気体が 300 K 、 5.00 kPa で体積 1.00 m^3 を占めている。この状態から 1.00 kPa まで可逆的に等温膨張させるとき、系が外に対してなす仕事 W と、それに伴う熱量変化 Q を求めよ。

ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $\ln 5 = 1.61$ とする。

問 2



の平衡定数 K を計算する。以下の文章の () について、①～③に当てはまる数値を答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

ただし、 AgCl(s) 、 $\text{Ag}^+(\text{aq})$ 、 $\text{Cl}^-(\text{aq})$ の標準生成 Gibbs エネルギーは、それぞれ -109.7 、 77.1 、 $-131.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ であり、また塩化銀の溶解度は非常に小さいから、理想溶液とみなして取り扱ってよい。

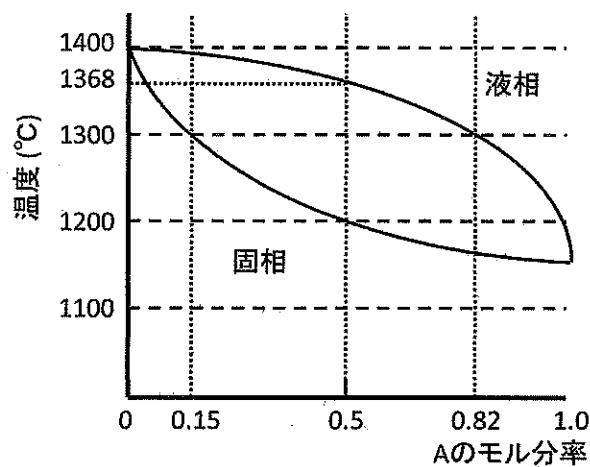
この反応式の正反応における標準 Gibbs エネルギー変化は $\Delta G^\ominus = (\text{①}) \text{ kJ mol}^{-1}$ であり、

これから $\ln K = (\text{②}) / RT = (\text{③})$ となる。

$K = e^{(\text{③})} = 1.87 \times 10^{-10}$ と求められ、この値は AgCl の溶解度積と一致する。

III

図は、2種の金属 A, B の混合系における固相-液相状態図である。A のモル分率 0.5 の組成の混合体を室温付近から 1400 °C まで加熱した。1100 °C, 1200 °C, 1300 °C, 1400 °C における状態についての説明について、正しいものを選び。



- (a) 1100 °Cでは、全て固相状態である。
- (b) 1100 °Cでは、全て液相状態である。
- (c) 1200 °Cでは、全て固相状態である。
- (d) 1200 °Cでは、固相と液相が共存し、その組成はどちらもA=0.5である。
- (e) 1200 °Cでは、固相と液相が共存し、その時の固相の組成がA=0.5である。
- (f) 1300 °Cでは、固相と液相が共存し、その組成はどちらもA=0.5である。
- (g) 1300 °Cでは、固相と液相が共存し、その組成は固相がA=0.15、液相がA=0.82である。
- (h) 1300 °Cでは、固相と液相が共存し、その組成は固相がA=0.82、液相がA=0.15である。
- (i) 1400 °Cでは、固相と液相が共存し、その組成はどちらもA=0.5である。
- (j) 1400 °Cでは、全て固相状態で存在し、その組成はA=0.5である。
- (k) 1400 °Cでは、全て液相状態で存在し、その組成はA=0.5である。