

令和2年度専攻科入学者選抜
試験問題一覧（前期学力選抜）

R元. 5. 14

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2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) 座標平面上の 3 点 $A(-1, 3)$, $B(2, 5)$, $C(x, -3)$ が同一直線上にあるように x の値を定めよ。

(2) 空間内の 4 点 $A(-2, 2, -1)$, $B(1, 2, 3)$, $C(1, -1, 2)$, $D(3, 3, 6)$ が同一平面上にあることを示せ。

問 2 行列 $A = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ a & 4 \end{pmatrix}$ について、 A の固有値を λ, μ ($\lambda \neq \mu$) とし、 λ に対する固有ベクトルは $c \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$ (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) λ の値を求めよ。

(2) a の値を求めよ。

(3) μ の値および μ に対する固有ベクトルを求めよ。

問 3 次の行列式の値を求めよ。

$$\begin{vmatrix} 1 & 4 & 8 & 10 \\ 1 & 3 & 3 & 7 \\ 1 & 2 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

II

問 1 次の問いに答えよ。必要ならば、 $2 < e < 3$ を用いてよい。

(1) $0 \leq x \leq 1$ において、 $2x + 1 \geq e^x$ であることを示せ。

(2) (1) の結果を利用して、 $0 \leq x \leq 1$ において、 $x^2 + x + 1 \geq e^x$ であることを示せ。

問 2 次の不定積分および広義積分を求めよ。

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

(2) $\int_0^{\infty} x e^{-x} dx$

問 3 曲面 $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ について、以下の問いに答えよ。

(1) 曲面上の点 $(3, 4, 5)$ における接平面の方程式を求めよ。

(2) 1次近似を用いて、 $\sqrt{3.05^2 + 4.05^2}$ の近似値を小数第2位までの小数で答えよ。

問 4 $D = \{ (x, y) \mid 1 \leq x^2 + y^2 \leq 4, y \geq 0 \}$ とするとき、次の2重積分を求めよ。

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

III

問 1 微分方程式

$$\frac{dy}{dx} + 2xy = -4x$$

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 $y = 2$ 」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) とするとき、関数 $f(z) = e^{z^2}$ について、次の問いに答えよ。

- (1) $f(z)$ の実部を u , 虚部を v とする。 u, v それぞれを x と y の式で表せ。

- (2) $f(z)$ が正則であることを、コーシー・リーマンの関係式を用いて示せ。

問 3 関数 $y = f(x)$ は原点に関して対称なグラフをもつ周期 2π の関数で、 $0 \leq x \leq \pi$ においては

$$f(x) = x(\pi - x)$$

によって定義されている。このとき、 $f(x)$ のフーリエ級数

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

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（前期学力選抜）学力検査

材 料 力 学

I

問1 直径 $d=30\text{mm}$ 、長さ $l=5\text{m}$ の丸棒が、 $P=30\text{kN}$ の引張荷重を受けている。縦弾性係数 $E=206\text{GPa}$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ とすると、この棒に生ずる応力 σ と直径の縮み δ を求めよ。なお、円周率 π は3.14で計算せよ。

問2 図1のように、2枚の板を直径 $d=20\text{mm}$ のリベット3本で結合している。リベットの許容せん断応力を $\tau_a=80\text{MPa}$ としたとき、作用させ得る最大の荷重 P はいくらか。なお、円周率 π は3.14で計算せよ。

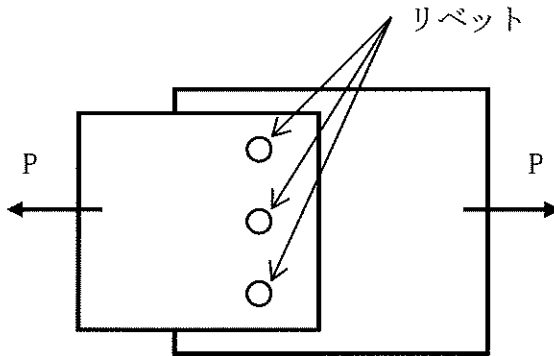


図1

問3 図2のように、天井に取り付けられたトラスで、C点に荷重 W が垂直方向に作用するとき、部材に生ずる応力 σ (対称性からAC部材とBC部材に生ずる応力は等しい)を求めよ。また、C点の垂直方向変位 δ_v はいくらか。ただし、両部材の長さは l 、断面積は A 、縦弾性係数は E とする。

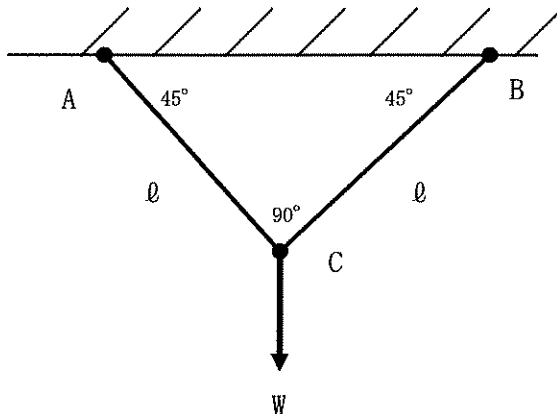


図2

II

- 問1 図3のように、C点に3kNの集中荷重、B～D間に2kN/mの等分布荷重を受ける突き出しはりにおいて、A点、B点の反力 R_A 、 R_B とC点に生ずる曲げモーメント M_C を求めよ。

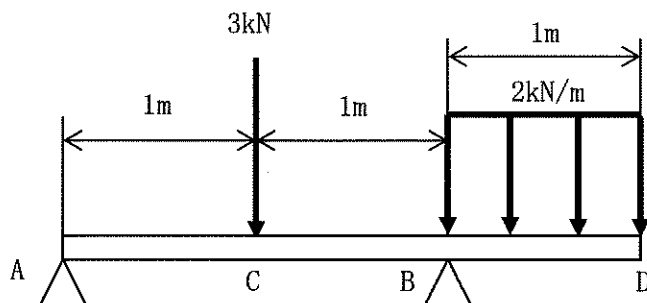


図3

- 問2 図4のように、集中荷重 W が固定端から $\ell/3$ 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 y_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。

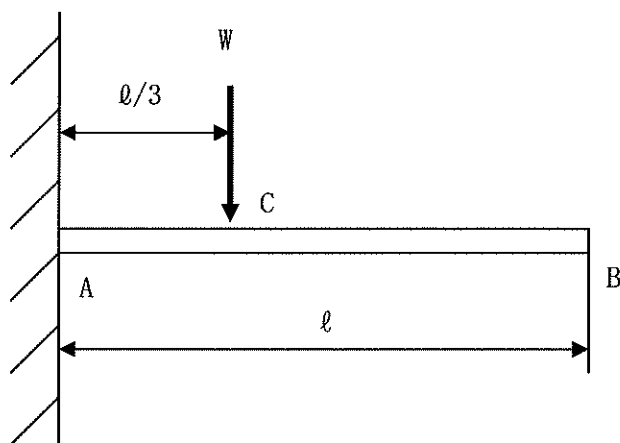


図4

令和2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

1 図1 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 T - S 線図上に示した可逆サイクルである。ここで、図中の数字は各状態を示しており、 T [K] は絶対温度、 S [J/K] はエントロピーである。添字 H および L は、それぞれ高温熱源および低温熱源を表している。また、 Q_H [J] は熱機関が高温熱源から得る熱量、 Q_L [J] は熱機関が低温熱源へ捨てる熱量、 W [J] は可逆熱機関が外部にする膨張仕事である。この可逆熱機関について下記の問いに答えよ。

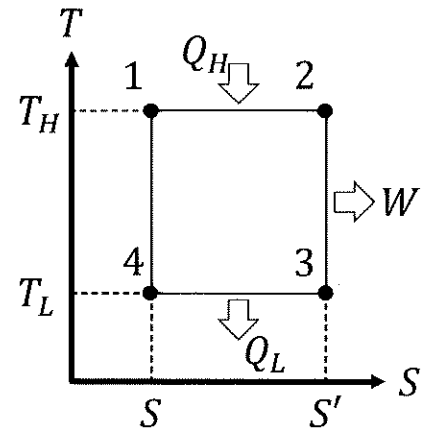


図1

問1 図1 で示される可逆サイクルの名称を答えよ。

問2 状態変化 $1 \rightarrow 2$ において、熱機関が高温熱源から得る熱量 Q_H を図中の記号を用いて答えよ。ただし、導出過程も示せ。

問3 状態変化 $3 \rightarrow 4$ において、熱機関が低温熱源へ捨てる熱量 Q_L を図中の記号を用いて答えよ。ただし、導出過程も示せ。

問4 この可逆サイクルにより、可逆熱機関が外部にする膨張仕事 W を図中の記号を用いて示せ。

問5 この可逆熱機関について、状態変化 $2 \rightarrow 3$ の圧縮比が $V_3/V_2 = 2.5$ 、作動流体の比熱比が $\kappa = 2.0$ で与えられるとき、この可逆熱機関の熱効率の値を求めよ。ただし、有効数字 2 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 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ の流体が流量 $Q = \text{毎分}24000$ リットルで流れている。上流側の断面である断面①では右下向きの流れで、水平な軸である x 軸に対する角度は $\theta = 45.0 \text{ deg.}$ である。また、下流側の断面である断面②では垂直で下向き (y 軸方向) の流れである。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、 $p_1 = 0.200 \text{ MPa}$ 、 $A_1 = 0.400 \text{ m}^2$ 、 $A_2 = 0.100 \text{ m}^2$ 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。なお、点aは断面①の中心点、点bは断面②の中心点である。

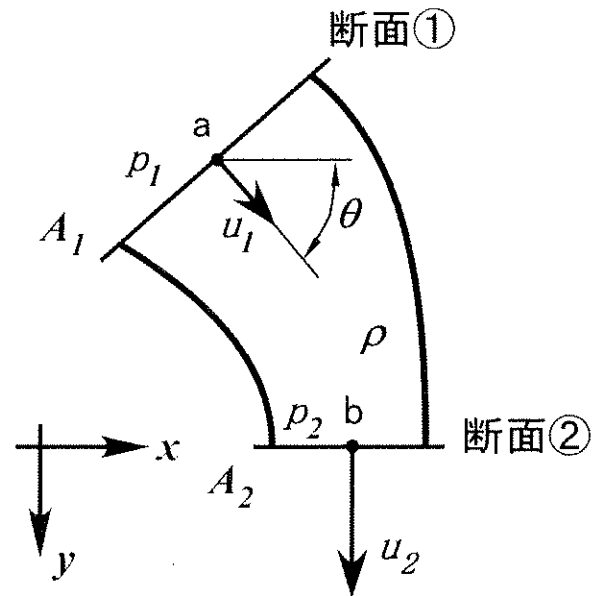


図2

- 問1 断面①での流速 u_1 および断面②での流速 u_2 をそれぞれ求めよ。
- 問2 断面②での圧力 p_2 求めよ。
- 問3 流れが曲がり管に与える力 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。

令和2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

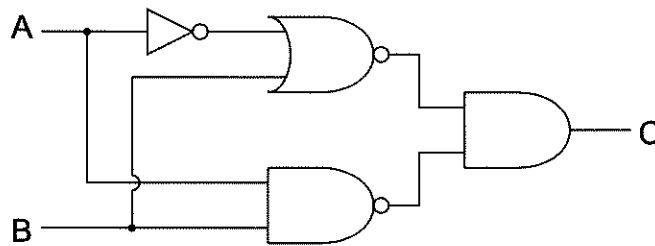
電子計算機（C言語のプログラミングを含む）

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
0110	0011		
		182	
			F5

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 $C = (\overline{A \cdot B}) + (\overline{A} \cdot \overline{B})$ 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) Windows BMP形式はJPEG形式よりも圧縮率が優れている。
- (2) 32ビットCPUがアクセスできるメモリ空間は最大で4 GByteである。
- (3) C言語のコンパイラが警告のみを出力する時, そのプログラムの実行は不可能である。
- (4) 電子メールにおいて, 誰に送ったのかを受信者達に知られたくない時にBCCを指定する。
- (5) PDF形式は文字や図形をベクトルグラフィックスとして表現できない。

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) USBメモリ
- (2) スタック
- (3) 2値画像
- (4) HTTP
- (5) クラウドストレージ

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 個の自然数を入力する。偶数の最大値 E_{max} と奇数の最大値 O_{max} を計算して、 E_{max} と O_{max} 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) ($i = 0, 1, \dots, 9$)を入力する。これらの頂点を結んでできる多角形の周長 L を次式のように計算して、画面へ出力する。

$$L = \sum_{i=0}^9 \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}$$

ただし、上式において $(x_{10}, y_{10}) = (x_0, y_0)$ とする。また、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2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・ラプラス逆変換に関する各問に答えなさい。

問1 表1の(1)～(5)に該当する数式を書きなさい。ただし、表中の a は実定数、 $*$ は畳み込み積分(重畳積分)、 $f_1(t)$, $f_2(t)$ は任意の時間関数であり、そのラプラス変換はそれぞれ $F_1(s)$, $F_2(s)$ とします。

表1

時間関数	時間関数のラプラス変換
(1)	$\frac{1}{s}$
(2)	$\frac{1}{s^3}$
$\delta(t)$	(3)
$\delta(t+a)$	(4)
$f_1(t) * f_2(t)$	(5)

問2 微分方程式 $\frac{d^2}{dt^2}x - \frac{d}{dt}x - 12x = 2$ 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、 $x(0)=1$, $\frac{d}{dt}x(0)=0$ とします。

II 図1～図2に示すブロック線図を途中経過の概略を示しながら等価変換により簡単化し、合成伝達関数(総合伝達関数) $G(s)$ を求めなさい。

問1

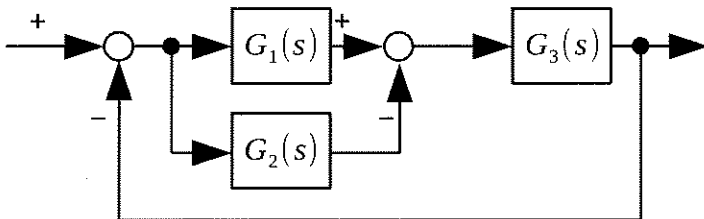


図1

問2

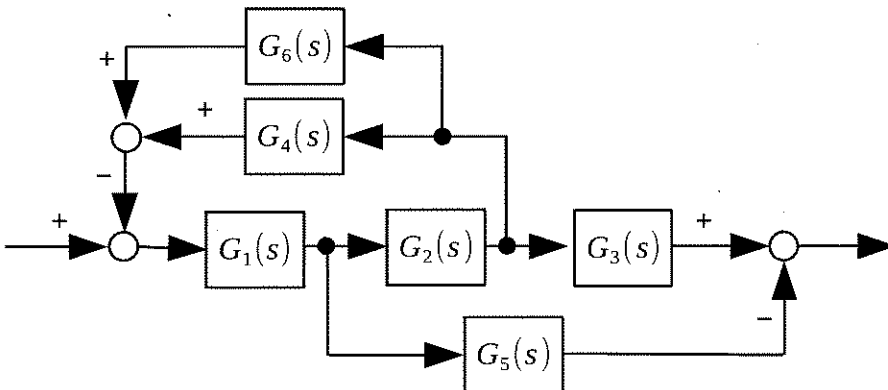


図2

Ⅲ 伝達関数に関する各問に答えなさい。

問1 表2の(1)～(5)に該当する基本的制御要素の名称または基本的制御要素の伝達関数を書きなさい。ただし、伝達関数中の定数記号は、制御工学で一般的に用いられる文字とします。

表2

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
むだ時間要素	(1)
一次微分要素	(2)
(3)	$1+Ts$
(4)	$\frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$
積分要素	(5)

問2 以下に示す(1)バネとダッシュポットから構成されるバネ振動系(図3)または(2)抵抗とインダクタンスから構成される電気回路(図4)のいずれか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てください)して、その伝達関数を求めなさい。ただし、いずれの場合もラプラス変換時の初期条件は0とします。

(1)バネ振動系 ($x_i(t)$ を入力, $x_o(t)$ を出力とします) (2)電気回路 ($v_i(t)$ を入力, $v_o(t)$ を出力とします)

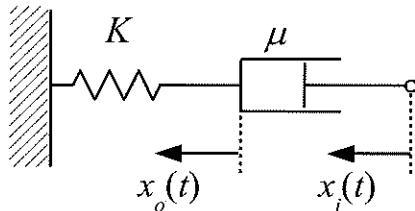


図3

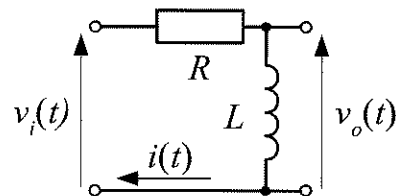


図4

Ⅳ 特性方程式が $s^5 + s^4 + 6s^3 + 5s^2 + 4s + 1 = 0$ である制御系に対して、指定された安定判別法を用いて、途中経過を示し、理由を付して安定・安定限界・不安定のいずれの状態であるかを判別しなさい。

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 フルヴィッツの安定判別法を用いて安定判別しなさい。

令和2年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（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) CDCl_2 (2) NaBH_2 (3) H_2O^+ (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_7^-$ (5) $\text{CH}_3\text{CONH}_2\text{CH}_3$

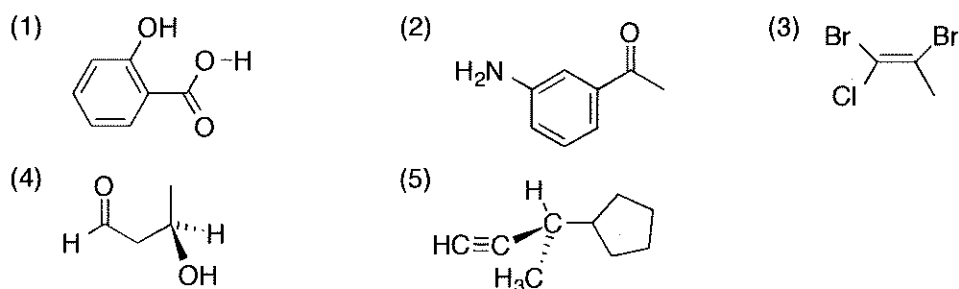
II 次の分子種のエレクトロンドット式を書け。また，形式電荷・不対電子があれば該当する原子上に記せ。

- (1) NaNO_3 (2) CH_3CN (3) CH_3^+ (4) H_3CCCK

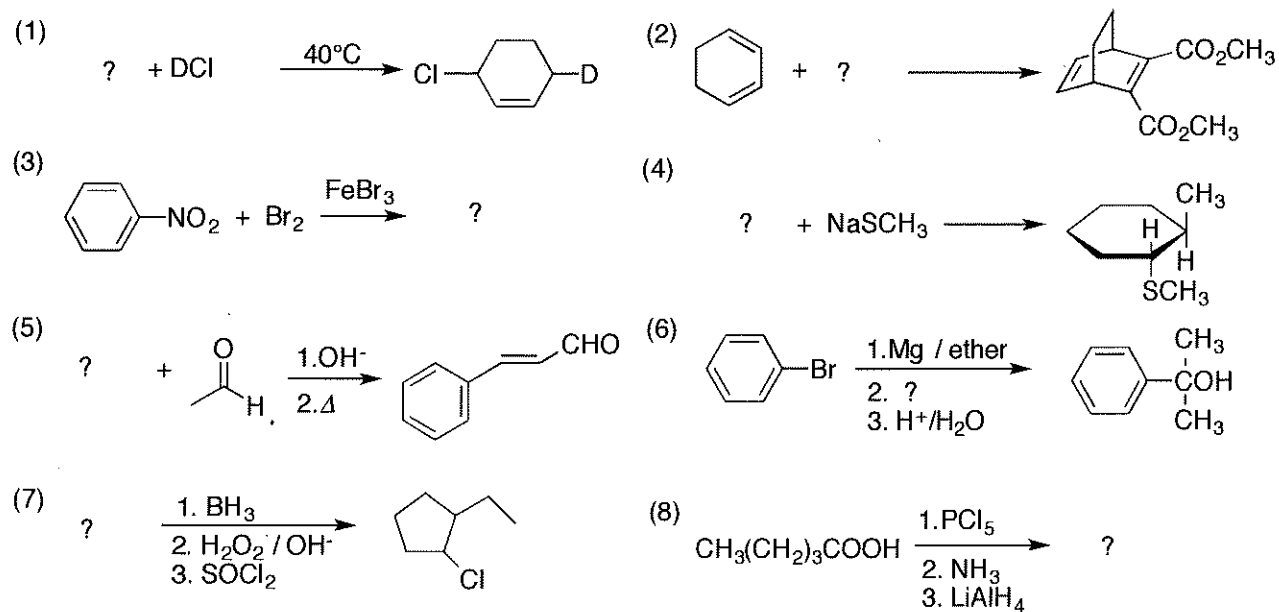
III 下記の化合物の構造式を書け。

- (1) (2*E*,4*Z*)-3-ethylhexa-2,4-dienal (2) (1*S*,3*R*)-3-methoxy-1-cyclopentanol
 (3) phthalamide (4) (2*E*)-3-cyclohexyl-2-propenoic acid
 (5) (*S*)-1-phenylethanol

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。



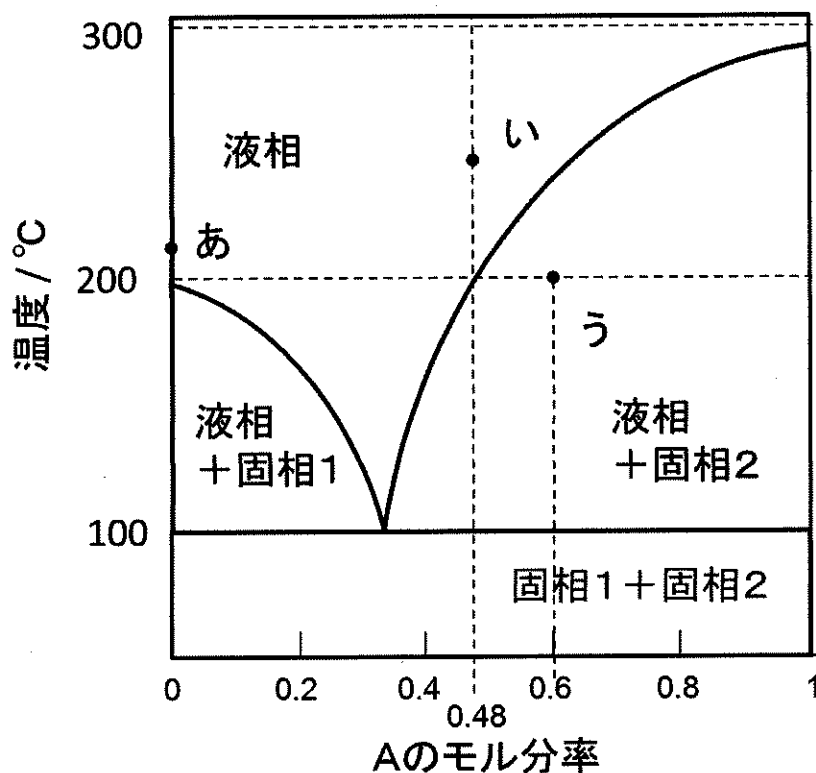
令和2年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

物 理 化 学

I

図は、2種の物質 A, B の混合系における固相-液相状態図であり、Aのみの固相を固相2、Bのみの固相を固相1として示している。点あ〜うにおける物質の状態についての説明として適切なものを選び記号で答えよ。

- a. Aのみからなる固体
- b. Bのみからなる固体
- c. Aのみからなる液体
- d. Bのみからなる液体
- e. A、Bからなる固体とA,Bからなる液体との共存状態
- f. A : B = 0.48 : 0.52の割合の混合液体
- g. A : B = 0.52 : 0.48の割合の混合液体
- h. Aのみからなる固体とA,Bからなる液体の混合状態で、固相と液相の物質量の比は10 : 3
- i. Bのみからなる固体とA,Bからなる液体の混合状態で、固相と液相の物質量の比は3 : 10
- j. Aのみからなる固体とA,Bからなる液体の混合状態で、固相と液相の物質量の比は3 : 10
- k. Bのみからなる固体とA,Bからなる液体の混合状態で、固相と液相の物質量の比は10 : 3



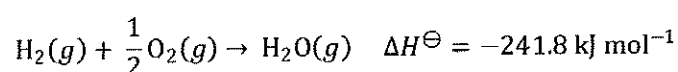
II

問 1

n molの理想気体が300 K, 10.0 kPa で体積0.500 m³ 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, 系がなされる仕事 W と, それに伴う熱 Q を求めよ。

ただし, 気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $\ln 10 = 2.30$ とする。

問 2



が与えられている。また, 25 °C, 1 atm における H_2O の蒸発熱が 44.0 kJ mol^{-1} である。25 °C ,

1 atm のもとで $\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g)$ から $\text{H}_2\text{O}(l)$ を生成するときの標準エンタルピー ΔH^\ominus を求めよ。

III

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が C_A^0 である時, 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 $k = 0.500 \text{ [min}^{-1}\text{]}$ 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。