

平成30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 | |

平成 30 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 $\vec{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$, $\vec{b} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ とする。次の問いに答えよ。

- (1) \vec{a} と \vec{b} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) を求めよ。
- (2) \vec{a} と \vec{b} の両方に垂直なベクトル \vec{c} で、大きさ 3 のものを求めよ。
- (3) 点 (1, 2, 3) を通り、(2) のベクトル \vec{c} に平行な直線の方程式を求めよ。

問 2 次の問いに答えよ。

- (1) $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & a \end{pmatrix}$ が、 $A^2 = bA$ を満たすとき、定数 a, b の値を求めよ。
- (2) $B = \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 3 & -5 \end{pmatrix}$ の固有値、固有ベクトルを求めよ。

問 3 次の問いに答えよ。

- (1) $\begin{vmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 5 \\ 0 & 4 & a \end{vmatrix} = 4$ が成り立つとき、定数 a の値を求めよ。

(2) 次の行列式の値を求めよ。

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & -1 \\ 2 & 2 & 1 & 2 \\ 3 & -1 & 3 & 1 \end{vmatrix}$$

II

問 1 体積が 16π の直円柱 C の底面の半径を $r (> 0)$ 、高さを $h (> 0)$ とするとき、次の問いに答えよ。

- (1) 直円柱 C の高さ h を r を用いて表せ。
- (2) 直円柱 C の表面積 S を r の関数として表せ。
- (3) (2) のとき、表面積 S の増減を調べ、表面積 S が最小となるときの半径 r を求めよ。

問 2 次の不定積分および定積分を求めよ。

$$(1) \int x(\log x)^2 dx$$

$$(2) \int_0^1 \left(\frac{e^x}{e^x + 1} \right)^2 dx$$

問 3 関数 $f(x, y) = \text{Tan}^{-1} \frac{y}{x}$ について、次の問いに答えよ。

(1) $f_x(1, 1), f_y(1, 1)$ の値をそれぞれ求めよ。

(2) 曲面 $z = f(x, y)$ の点 $(1, 1, f(1, 1))$ における接平面の方程式を求めよ。

問 4 次の 2 重積分を極座標に変換し、その値を求めよ。

$$\iint_D x^2 y dx dy, \quad D = \{(x, y) | x^2 + y^2 \leq 4, y \geq 0\}$$

III

問 1 微分方程式 $\frac{d^2 y}{dx^2} - y = e^{2x}$ について、以下の問いに答えよ。

(1) 一般解を求めよ。

(2) 「 $x = 0$ のとき $y = 0, \frac{dy}{dx} = 0$ 」を満たす特殊解を求めよ。

問 2 周期 2π の関数 $f(x) = \begin{cases} -x - \pi & (-\pi \leq x < 0) \\ -x + \pi & (0 \leq x < \pi) \end{cases}$ を

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

とフーリエ級数に展開する。このとき、 a_0, a_1, b_1 を求めよ。

問 3 複素数 $\alpha = -2 - 2\sqrt{3}i$ の 4 乗根をすべて求め、 $a + bi$ (a, b は実数) の形で表せ。

平成30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 引張強さ $\sigma_B=600\text{MPa}$ の材料で作られた直径 $d=20\text{mm}$ の円形断面の棒がある。安全率 $S=6$ として、加え得る最大の引張荷重 P_{\max} を求めよ。また、このときの最大ひずみ ε_{\max} はいくらか。ただし、材料の縦弾性係数 $E=206\text{GPa}$ とする。なお、円周率 π は 3.14 で計算せよ。

問2 内径 $d_1=200\text{mm}$ 、外径 $d_2=400\text{mm}$ の中空動力軸(丸軸)が毎分120回転している。この軸の長さ10mのねじれ角を測定したら $\phi=1^\circ$ であった。この軸に生じている最大ねじり応力 τ_0 、加わっているねじりモーメント T 、伝達動力 H を求めよ。ただし、この軸の断面二次極モーメント $I_p=\pi(d_2^4-d_1^4)/32$ 、極断面係数(ねじり断面係数) $Z_p=\pi(d_2^4-d_1^4)/(16 \cdot d_2)$ 、横弾性係数 $G=82\text{GPa}$ とする。なお、円周率 π は 3.14 で計算せよ。

問3 図1のような断面積の等しい直径 d の円形断面と一辺の長さ a の正方形断面の両端支持はりがある。これら2つのはりは同一材料・同一長さで、両端に M_0 の曲げモーメントが作用しているものとする(単純曲げ)。このとき円形断面はりに生ずる最大曲げ応力 σ_d と正方形断面はりに生ずる最大曲げ応力 σ_a の比 $\sigma_d:\sigma_a$ を求めよ。ただし、円形断面の断面係数 $Z_d=\pi d^3/32$ 、正方形断面の断面係数 $Z_a=a^3/6$ である。なお、円周率 π は 3.14 で計算せよ。

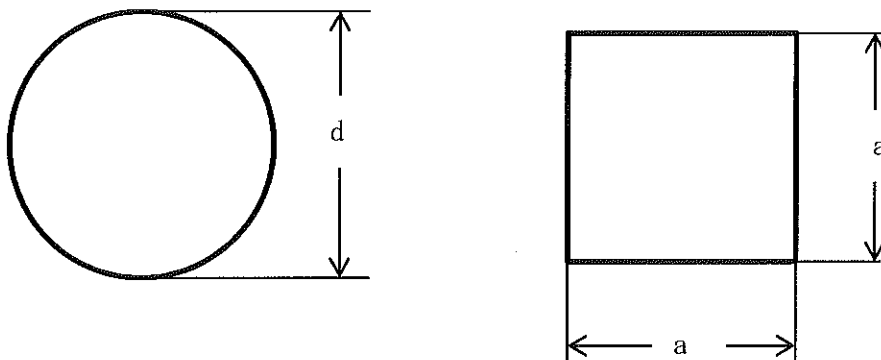


図1

II

- 問1 図2のように、C～D間に直線的に変化する分布荷重を受ける両端支持はりにおいて、A、B点の反力 R_A 、 R_B とD点(B点から $l/3$ の位置)の曲げモーメント M_D を求めよ。

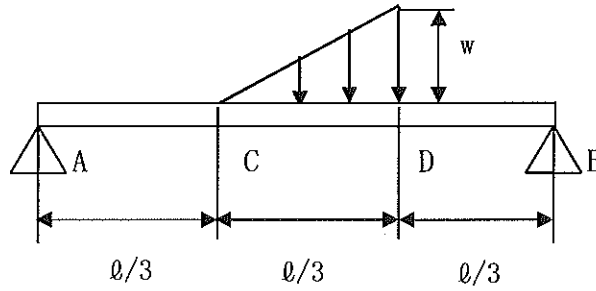


図2

- 問2 図3に示すような両端支持はりのC点のたわみ y_C を、カスティリアノの定理で求めよ。ただし、(A～C)間のA点から x の位置における曲げモーメント $M=W \cdot x/2$ となる。なお、はり全体に蓄えられるひずみエネルギー U は、対称性から(A～C)間に蓄えられるひずみエネルギーの2倍となり、次式で表される。

$$U = 2 \int_0^{l/2} \frac{M^2}{2EI} dx$$

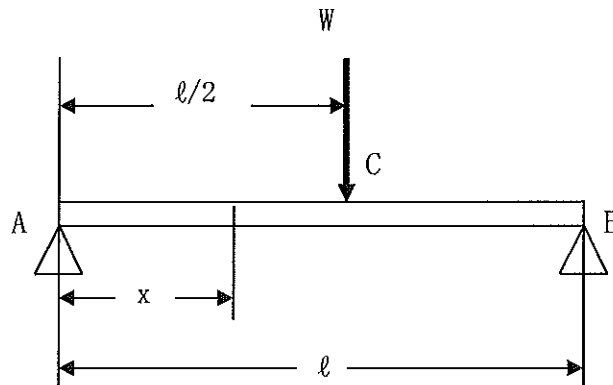


図3

平成30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 絶対温度 $T_1 = 300 \text{ K}$ 、質量 $m = 1.50 \text{ kg}$ の気体が容積 $V = 0.12 \text{ m}^3$ のボンベに内圧 $p_1 = 10.6$ 気圧で封入されている。このボンベに $Q = 161 \text{ kJ}$ の熱量を与え加熱したところ、ボンベの内圧は 1.5 倍となった。下記の問いに答えよ。

ただし、添字 1 を加熱前の状態、添字 2 を加熱後の状態とし、計算途中に用いる状態量として、状態変化により増加する内部エネルギー、エンタルピーおよびエントロピーをそれぞれ U_{12} 、 H_{12} および S_{12} と表すものとする。また、ボンベ内の気体は理想気体を仮定して比熱比を $\kappa = 1.40$ とし、大気圧を $p_0 = 0.1013 \text{ MPa}$ とする。答えは有効桁数が 3 桁となるように四捨五入すること。必要であれば、表1に示す対数の値を計算に用いよ。

表1 対数の値

| N | 2 | 3 | 5 | 7 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| $\ln N$ | 0.693 | 1.099 | 1.609 | 1.946 |

- 問1 状態変化によるエンタルピーの増加 $H_{12} \text{ kJ}$ を求めよ。
- 問2 状態 2 における絶対温度 $T_2 \text{ K}$ を求めよ。
- 問3 気体の定積比熱 $c_v \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ を求めよ。
- 問4 状態変化によるエントロピーの増加 $S_{12} \text{ J/K}$ を求めよ。
- 問5 この状態変化における絶対温度 T_1 および絶対温度 T_2 のうち、高い温度を高温熱源、低い温度を低温熱源として動作する熱機関があるとき、その熱機関における理論上最大の熱効率 η_{th} を求めよ。

II 図1に示すような断面積 A の穴が空いた容器がある。容器内には気体と液体が分離した状態で入れられており、気体の圧力 p が大気圧 p_0 と等しく、液体の密度を ρ 、液面から穴の中心までの深さを h とする。穴からは液体が大気圧 p_0 の空間に水平 (x 軸方向) に噴出し、 x 軸に対して垂直に設置された平板 (図1中の斜線部) に衝突することで、二次元と仮定した場合、流量が半分、断面積が半分 ($A/2$) の2つの流れに分かれる。その際、流れは平板に x 軸方向の力 F を与えるものとする。

液面の点を点①、穴の中心を点②、点②を含む穴の断面を断面②、平板衝突後の流れの断面をそれぞれ断面③、断面④とする。また、流速を u とし、添字の番号と点あるいは断面の

番号が対応するものとし、重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。ただし、容器の大きさに対して穴の大きさは十分に小さいものとし、流体を非圧縮性、非粘性とする。

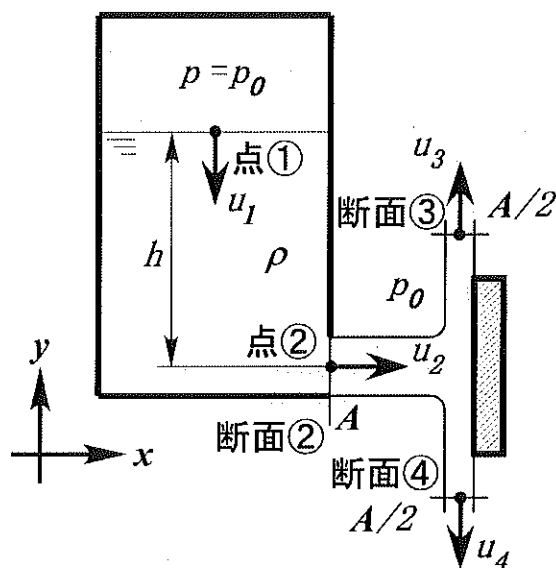


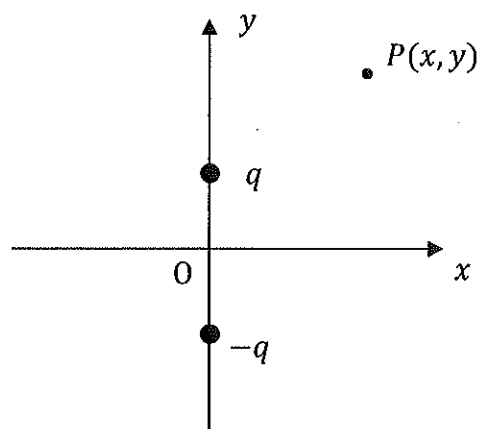
図1

- 問1 点②での流速 u_2 を、 u_1 を用いずに式で表せ。
- 問2 断面③での流速を u_3 、断面④での流速を u_4 とし、 $u_2 = u_3 = u_4$ になることを、式を用いて証明せよ。ただし、重力の影響は無視できるほど小さいとする。
- 問3 上記II問1および問2の結果を用いて、流れが平板に与える力 F を式で表せ。ただし、重力の影響は無視できるほど小さいとする。
- 問4 点②での流速 u_2 を2倍にするために容器内の気体の圧力を p' に変更した。上記II問1の結果を用いて、圧力 p' をゲージ圧で表せ。また、この条件で流れが平板に与える力 F' が、上記II問3の F の何倍になるかも求めよ。

平成 30 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 図のように xy 平面上に、真空中に電荷の大きさが同じで、正負が異なる二つの電荷 $q, -q$ ($q > 0$)が、それぞれ $(0, d), (0, -d)$ の位置に置かれている。以下の問いに答えよ。ただし、計算・導出過程を記述すること。円周率は π 、真空の誘電率は ϵ_0 とする。電位の基準は無限遠方とし、その電位を0とする。



- 問1 原点 O における、電界の大きさ $E(0,0)$ と向きを求めよ。
- 問2 xy 平面上の任意の点 $P(x, y)$ における電位 $V(x, y)$ を求めよ。
- 問3 原点 O における、電位 $V(0,0)$ を求めよ。
- 問4 y 軸上の点 $R(0, y)$ における、電界 $E(0, y)$ を求めよ。
- 問5 問2の $V(x, y)$ から x 軸上の点 $S(x, 0)$ における電界の大きさ $E(x, 0)$ を求めよ。また、電界の向きが、 x 軸上では全て y 方向負の向きになることを説明せよ。

- II 無限長の半径 a [m]の円柱状導体に電流密度 i [A/m²]の大きさを持つ電流が流れている。以下の問いに答えよ。ただし、真空の透磁率 μ_0 [H/m]とする。答えには単位をつけること(解答欄の[]内に記述すること)。円柱状導体の中心軸と垂直にとった中心軸からの距離を r [m]とする。また、円柱状導体に流れている電流の向きを正ととり、必要に応じ向きを示す符号をつけること。

- 問1 必要に応じて文字を定義し、アンペアの法則を数式で表せ。ただし、ここで定義した文字は次の問い以降で答えとして使用できない。
- 問2 磁界、電流、周回積分の3つの言葉を用い、アンペアの法則を数式を用いず説明せよ。
- 問3 円柱状導体の外部($r > a$)のときの磁界の強さ H_{out} を求めよ。
- 問4 円柱状導体の内部($r < a$)のときの磁界の強さ H_{in} を求めよ。
- 問5 円柱状導体の表面の磁界の強さ H_s を求めよ。
- 問6 円柱状導体の中心軸上の磁界の強さ H_o を求めよ。

- III 半径 R の薄い金属の円板がある。半径 r ($r < R$)の均一な磁束 ϕ が、円板内を垂直に貫いている。円板を磁束と垂直方向に急に動かしたとき、円板にはどのような力が生じるか説明せよ。ただし、説明には、渦電流、磁束の向き、フレミングの左手の法則の3つの言葉を用いること。

平成 30 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. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。
- 問1 指定されたループ電流 I_a , I_b , I_c に従い、電圧方程式を立てなさい。
- 問2 抵抗 R_0 に流れる電流 I_b を求めなさい。
- 問3 電圧 V_0 を求めなさい。

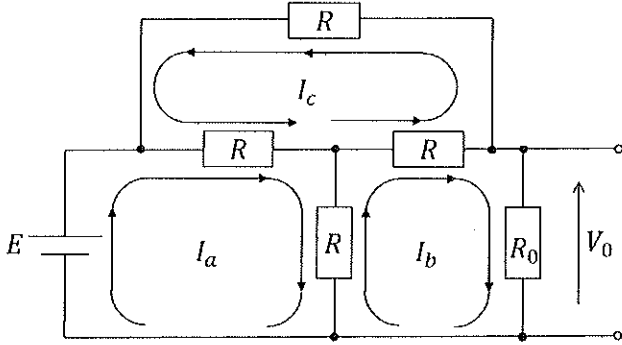


図 1

- II. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。ここで、 $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 8\Omega$, $X_L = 8\Omega$, $X_C = 6\Omega$, $\dot{E} = 25V$ とする。
- 問1 電圧 \dot{V}_1 と \dot{V}_2 を求め、直交形式で答えなさい。
- 問2 電圧 \dot{V}_{ab} を求め、直交形式で答えなさい。
- 問3 電流 i を求め、直交形式で答えなさい。
- 問4 この回路で消費する電力 P を求めなさい。

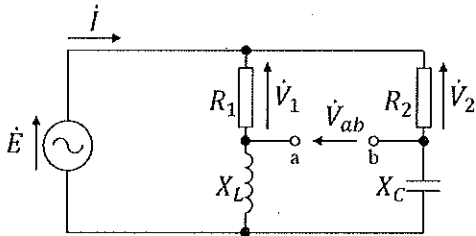


図 2

- III. 次の回路において、以下の設問に答えなさい。ここで、角周波数は $\omega[\text{rad/s}]$ とする。
- 問1 電流 i を求め、分母を有理化し、直交形式で答えなさい。
- 問2 回路の力率 $\cos\theta$ を求めなさい。
- 問3 力率が $\cos\theta = 1.0$ となる C を求めなさい。
- 問4 問3の状態のとき、問1の電流 i を求め、有理化し、直交形式で答えなさい。

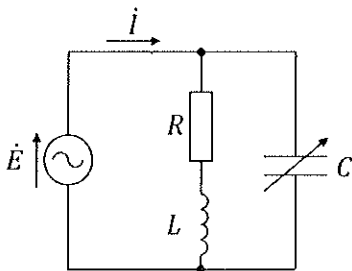


図 3

IV. 次の回路において，S1 を閉じてから十分に時間が経ち，定常状態になった。以下の問いに答えなさい。
ただし，コンデンサの初期電荷はなかったものとする。

問1 S1 を閉じて定常状態になったとき，コンデンサCに充電された電荷量 Q を求めなさい。

問2 $t = 0$ でスイッチ S1 を開くと同時に S2 を閉じるとき，抵抗 R に流れる電流 i の時間 t 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，電荷 q と電流 i の時間 t に対する変化を示す式を求めなさい。

問3 抵抗 R の両端の電圧 v_R とコンデンサCの両端の電圧 v_C の時間 t に対する変化を示す式を求めなさい。

問4 抵抗 R で消費された電力量 W を求めなさい。

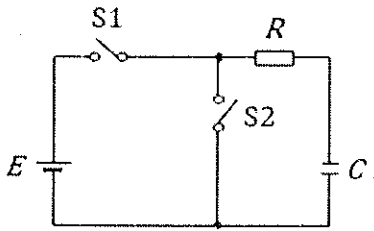


図4

平成 30 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

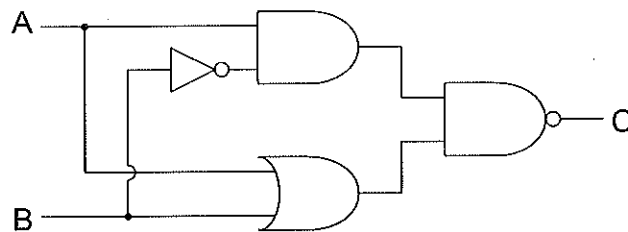
電子計算機（C 言語のプログラミングを含む）

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 | 1001 | | |
| | | 172 | |
| | | | D7 |

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 $C = (\bar{A} \cdot B) + (A \cdot \bar{B})$ 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。

- (a) JPEG形式で画像を保存すると可逆圧縮されるので, 画質は劣化しない。
- (b) 32ビットCPUで扱えるメモリ空間は最大4GByteである。
- (c) インタプリタはソースコードを直接実行する以外の機能を持たない。
- (d) Facebook, Instagram, LINEはいずれもソーシャルネットワーキングサービスである。
- (e) LinuxとUnixは単に名前が似ているだけで, 使用できるコマンドの互換性は低い。

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。

- (a) 単方向リスト
- (b) キュー
- (c) グレースケール画像
- (d) IPアドレス
- (e) 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) キーボードから入力した 10 個の自然数 N ($1 \leq N \leq 100$)の最大値, 最小値, 平均値を画面へ出力する。
- (2) 三角形の頂点の x, y 座標をキーボードから入力すると, その三角形の面積を画面へ出力する。三角形の面積は, ヘロンの公式 $A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ を用いて計算せよ。ここで, a, b, c はそれぞれ三辺の長さであり, $s = (a + b + c)/2$ である。平方根を計算する際は, `math.h`で宣言されている `sqrt` 関数を用いること。

平成30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 次の二つの結合のうちでより分極の大きなものを選び、結合の分極の様子を→で記せ。

- a) H-Cl と H₃C-Cl b) Na-OH と Na-CH₃ c) Cl-Cl と H₃C-Cl d) (CH₃)₂N-Li と (CH₃)₂CH-Li

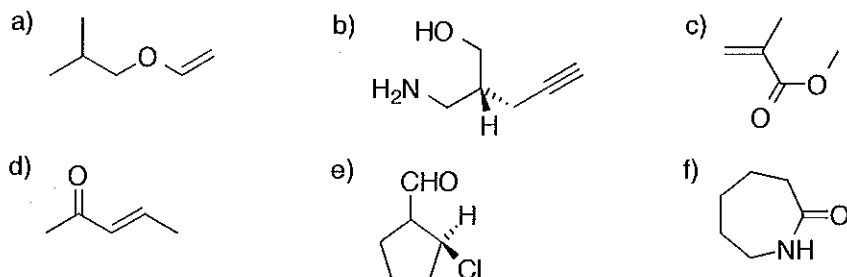
II 次の分子種のエレクトロンドット式を非共有電子対も含めて書け。また、それぞれを Lewis 酸と Lewis 塩基に分類せよ。

- a) (CH₃)₃C⁺ b) CH₃CN c) AlCl₃ d) CH₃COOCH₃

III 下記の化合物の構造式を描け。

- a) (Z)-3-ethyl-2,4-pentadienal b) (1S,3S)-3-chloro-1-cyclohexanol
 c) Methyl 3-amino-2-methylbutanoate d) (R)-1-phenyl-1-ethanol
 e) 1-ethynyl-2,4-difluorobenzene f) adipic acid

IV 下記の化合物を命名せよ。



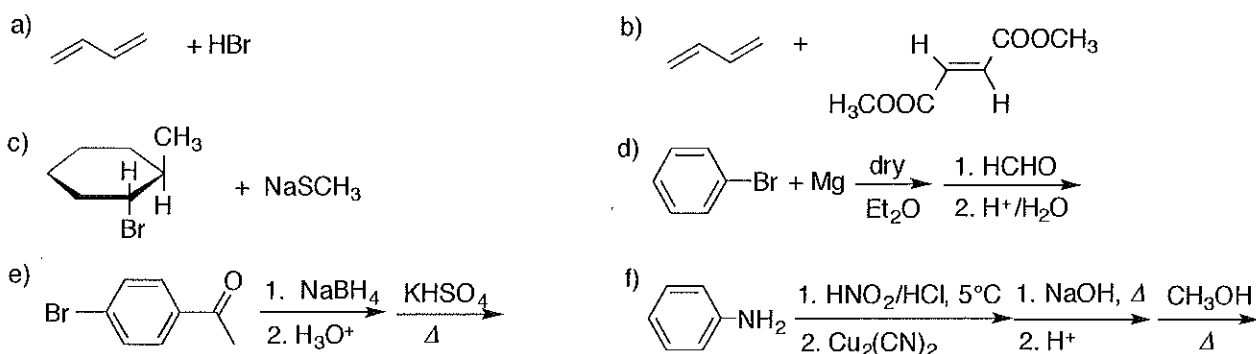
V 次の化合物を酸性度の強い順に並べよ。

- 2-methoxycyclohexanol, 2-hydroxybenzaldehyde, 2-methylphenol, 2-fluorohexanol

VI 次の化合物を水に対する溶解度の大きい順に並べよ。

- hexane, 2-methyl-2-propanol, ethyl n-propyl ether, 1-pentanol

VII 下記の反応で得られる主生成物の構造を書け。



平成30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

生 物 化 学

I 次の文章を読み、問1～4について答えなさい。

ブタの肝臓からDNAを抽出する実験を行った。以下の①～④は、その操作の途中までの手順である。

- ①凍らせたブタの肝臓をミキサーで粉砕した。
- ②素早く中性洗剤と食塩を含む水溶液を加え、数分間、攪拌した。
- ③DNAの分解を防ぐために、5分間程度、沸騰した湯の中につけた。
- ④遠心分離を行い、上澄み溶液と沈殿物に分離した。

問1 手順②において、中性洗剤を使用する理由を答えなさい。

問2 手順③において、加熱することでDNAの分解を防ぐことができる。この理由を説明しなさい。

問3 手順④において、DNAは、上澄み溶液・沈殿物のどちらに含まれているのか答えなさい。

問4 手順④の後、DNAを取り出すために、ある試薬を添加する。この試薬の名称を答えなさい。

II 最も炭素数が少ないアルドースとケトースの名称と化学構造を示しなさい。
また、立体異性体が生じるものはいずれか。

III α -D-グルコースの構造をHaworthの式で書きなさい。
また、アノマー炭素を○で囲みなさい。

IV 植物油から製造されるマーガリンの製造方法を簡単に説明し、その製造方法について化学的な説明も加えなさい。

V ラクトースオペロンについて以下の問1、2について答えなさい。

問1 リプレッサー蛋白質は、どのようにして負の制御をおこなっているのかを説明しなさい。

問2 負の制御による抑制の解除について、その仕組みを説明しなさい。

