

令和8年度

専攻科入学者選抜  
学力検査問題

専門(応用化学コース)

(配点)

	出題分野	配点
①	無機化学	40点
②	有機化学	40点
③	物理化学	40点
④	化学工学	40点
⑤	生物化学	40点

[ 注 意 ]

1. 問題は、指示があるまで開かないこと。
2. 問題用紙は、1ページから6ページまでである。  
検査開始の合図のあとで確かめること。
3. 答えは、すべて解答用紙に記入すること。

一関工業高等専門学校

1 (無機化学)

問1 硫酸酸性の過マンガン酸イオン水溶液に過酸化水素水を加えると、水溶液はほぼ無色に変化した。

- (1) 反応前の過マンガン酸イオン水溶液は、何色であるか。
- (2) 反応前後のマンガンの酸化数を答えよ。
- (3) この反応における酸化剤を化学式で答えよ。
- (4) 反応後のマンガンの 3d 軌道には、何個の電子があるか。

問2 3p 軌道に関する問いに答えよ。

- (1) 主量子数と方位量子数をそれぞれ答えよ。
- (2) 軌道の形を図示せよ。
- (3) 3p 軌道に電子が4個入っている原子の元素記号を記せ。
- (4) フントの規則にしたがって、3p 軌道に4個の電子を詰めよ。軌道は線、電子は矢印で表せ。
- (5) 3p 軌道に電子が4個入っている原子は、3個の原子よりも第一イオン化エネルギーが小さい。その理由を説明せよ。

問3 発生する気体を分子式で答えよ。

- (1) 食塩に濃硫酸を加えて加熱する。
- (2) 炭酸カルシウムを熱分解する。

2 (有機化学)

問 1 カメムシの悪臭成分の1つである *trans*-2-ヘキセナールについて、以下の (1) ~ (5) に答えよ。

- (1) この構造式を示せ。
- (2) この構造に含まれる 酸素を含む官能基の名称 と その官能基の一般的な定性分析に用いる反応名 を1つ答えよ。
- (3) *trans*-2-ヘキセン-1-オールを原料に *trans*-2-ヘキセナールを合成するとき、どのような試薬を用いて、どのような反応が起こればよいか、適切な組み合わせを1つ選択せよ。

A : CrO<sub>3</sub>-酸化反応、B : CrO<sub>3</sub>-還元反応、C : PCC-酸化反応、D : PCC-還元反応

- (4) (3) において、選択しなかったもう一方の試薬を用いた場合にはどのような化合物が生成するか、2つの生成物の 構造式 と 化合物名 をそれぞれ答えよ。

ただし、化合物名は、IUPAC名、慣用名等を問わない。

- (5) アルドール縮合反応によって、類似した骨格を有する2-ブテナールを合成することができる。しかし、同様の方法で *trans*-2-ヘキセナールを合成するのは容易ではない。2-ブテナールを合成する際の 原料の構造を描き、α水素に○を付け、α水素の反応性が関与することで、*trans*-2-ヘキセナールを合成するのは容易ではない主な理由を以下から1つ選択せよ。

- A. 反応中に副反応が起こり、目的以外の生成物ができやすいから
- B. アルドール反応では二重結合を直接作ることができないから
- C. アルドール縮合ではシス-トランス異性体の制御が困難であるから
- D. アルドール縮合は加熱条件下でないと進行しないから

問 2 2,3-ジブロモブタンの構造と合成、反応について、以下の (1) ~ (5) に答えよ。

- (1) この物質には、不斉炭素がいくつあるか数字を答えよ。
- (2) この物質には、立体異性体がいくつ存在するか数字を答えよ。
- (3) この物質を合成するには、臭素とどのような有機化合物を反応させればよいか。  
構造式を示せ。ただし、2種類ある場合は、どちらか一方でよい。
- (4) (3) の反応途中に発生するカチオン性の中間体は、何と呼ばれるか答えよ。
- (5) この物質と KOH と NaNH<sub>2</sub> を順に反応させたところ、アルキンが合成された。  
どのような反応が起こったか、以下から1つ選択せよ。

S<sub>N</sub>1, S<sub>N</sub>2, E1, E2

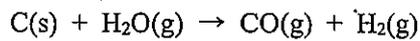
3 (物理化学)

問1 理想気体2.00 molが400 Kの一定温度で存在している。これを10.0 m<sup>3</sup>からある体積まで可逆的に膨張させたところ、この理想気体は $8.31 \times 10^3$  Jの熱を吸収した。次の問に答えよ。

- (1) 膨張後の理想気体の体積を求めよ。
- (2) 理想気体のエントロピー変化を求めよ。

ただし、 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ,  $e^{1.10} = 3.00$  ,  $e^{1.25} = 3.49$  とする。

問2 1 atmにおける次の反応について、298 Kのエントルピー変化は130 kJである。498 Kのエントルピー変化を求めよ。



なお、C(s) , H<sub>2</sub>O(g) , CO(g) , H<sub>2</sub>(g)の定圧モル熱容量はそれぞれ $8.50 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ,  $33.6 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ,  $29.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ,  $28.8 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  とし、298 Kから498 Kの範囲で一定とする。

問3 図3-1に水の状態図を示す。ここで、ギブスの相律と自由度を考える。次の問に答えよ。

- (1) G , L , S と記した領域について自由度を求め、説明を加えよ。
- (2) 曲線 (OA , OB , OC) 上について自由度を求め、説明を加えよ。
- (3) O点について自由度を求め、説明を加えよ。

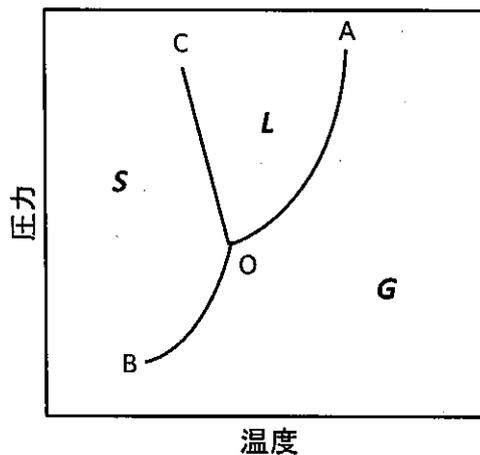


図3-1 水の状態図

問4 次の文章に入る語句を記載せよ。

ハーバーボッシュ法によるアンモニアの合成反応は発熱反応である。この反応について(1)の原理に基づいて考えると、全圧を(2)するとアンモニアの生成量は増加する。また、温度を(3)するとアンモニアの生成量は増加するが、工業的には400~600 °C , 100~300気圧の条件で行われている。

4 (化学工学)

問1 CH<sub>4</sub>ガス(純度100%)とO<sub>2</sub>ガス(純度100%)を原料とする燃焼炉(図4-1)を考える。燃焼炉内では、完全燃焼反応のみ起こり、かつCH<sub>4</sub>は瞬時に完全消費されるとする。CH<sub>4</sub>ガスが0.125 kmol/hour、O<sub>2</sub>ガスが0.878 kmol/hourで燃焼炉に連続的に供給される場合について、排ガス中のO<sub>2</sub>のモル流量を求めよ。なお、答えには単位も付記せよ。

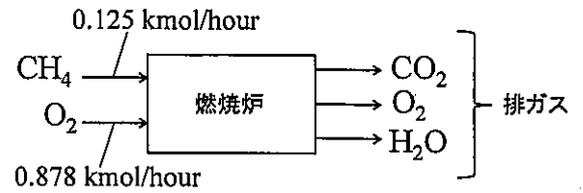


図4-1 CH<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>を原料とする燃焼炉

問2 図4-2に示す棚段式精留塔の操作について考える。図中の①から⑤は流体の流れを、⑥は原料流入口よりも上方にある段の領域、⑦は原料流入口よりも下方にある段の領域を示す。精留塔が正しく運転されているとして、以下の問いに答えよ。

(1) 図4-2中の①から⑤の流れの中に蒸気であるものが2つある。その適切な組み合わせを以下の選択肢(記号:ア~オ)の中から1つ選べ。

- ア: ①、②    イ: ②、③    ウ: ①、④  
エ: ③、⑤    オ: ④、⑤

(2) 精留塔が定常状態にあるとき、低沸点成分の組成が高い領域は⑥と⑦のどちらか。また、その領域の名称は一般的に何と呼ばれているか。それらの解答として適切な組み合わせを以下の選択肢(記号:ア~エ)の中から1つ選べ。

- ア: ⑥、回収部    イ: ⑥、濃縮部  
ウ: ⑦、回収部    エ: ⑦、濃縮部

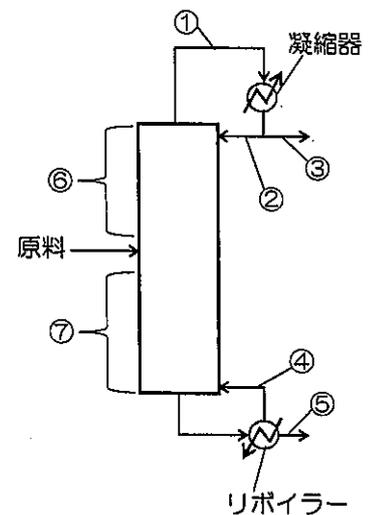


図4-2 棚段式精留塔の概略図

問3 A → Pで表される反応が以下の1次の反応速度式に従うとする。

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

C<sub>A</sub>: 反応物Aの濃度[mol・m<sup>-3</sup>]、t: 反応時間[s]、k: 反応速度定数

- (1) 与えられた濃度と反応時間の単位を用いて、反応速度定数kの単位を答えよ。  
(2) 回分反応の反応率x<sub>A</sub>[-]は反応物Aの初期濃度C<sub>A0</sub>[mol・m<sup>-3</sup>]を用いてx<sub>A</sub> = (C<sub>A0</sub> - C<sub>A</sub>)/C<sub>A0</sub>と定義される。上述の反応速度式のC<sub>A</sub>を反応率x<sub>A</sub>で置換したのち積分すると次式が得られる。

$$x_A = 1 - e^{-kt}$$

eは自然数である。回分反応実験を行ったところ、t = 50 sのときx<sub>A</sub> = 0.800となった。この反応の反応速度定数を有効数字3桁で求めよ。log<sub>e</sub>5 = 1.61の関係を用いてよく、答えには単位も付記せよ。

5 (生物化学)

問1 生物化学に重要な生体物質の一例を表5-1に示す。関連する次の問に答えよ。

表5-1 生物化学に重要な生体物質の例

ア	イ	ウ	エ
		$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$
β-リボース	β-2-デオキシリボース	X	オキサロ酢酸
オ	カ	キ	ク
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH} \end{array}$			$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$
Y	ウラシル	Z	グリセロール

(1) β-リボースの構造式を参考にβ-2-デオキシリボースの構造式を示せ。

(2) X, Y, Zに入る物質名を答えよ。

(3) DNAを構成する糖はどれか。ア〜クで答えよ。

(4) RNAを構成する塩基はどれか。ア〜クで答えよ。

(5) クエン酸回路の中間体はどれか。ア〜クで答えよ。

(6) 解糖系の最終産物はどれか。ア〜クで答えよ。

(7) タンパク質を構成するモノマーはどれか。ア〜クで答えよ。

問2 解糖系の前半部分を図5-1に示す。関連する次の問に答えよ。

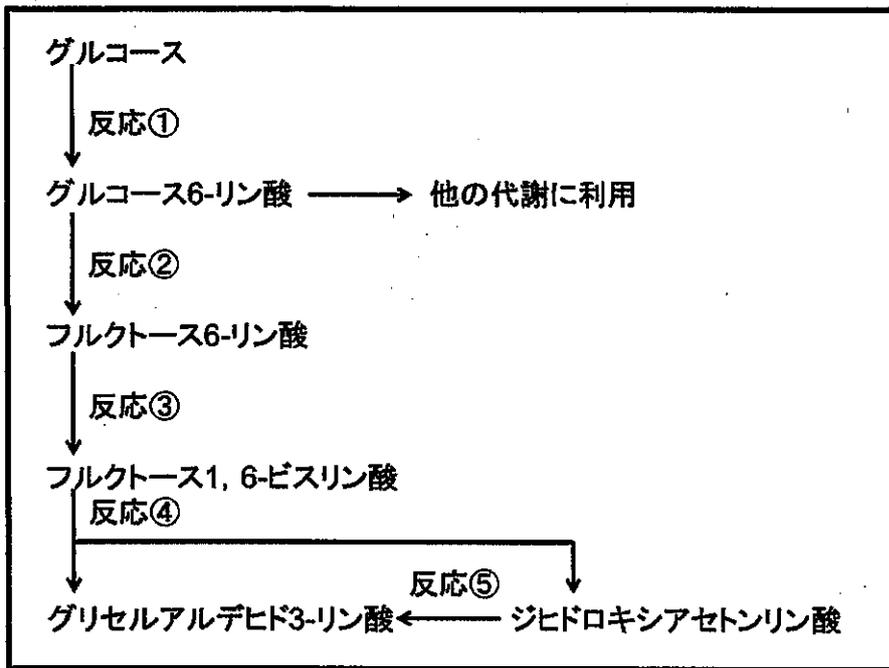


図5-1 解糖系 (前半部分)

- (1) 反応①～反応⑤でATPはグルコース1モルあたり何モル消費されるか。
- (2) 反応③は解糖系を調節する重要な反応である。この反応を触媒する酵素名を答えよ。
- (3) (2)の酵素はある低分子物質(エフェクター)の結合により活性が変化する「アロステリック酵素」である。以下からこの酵素の阻害剤(負のエフェクター)として正しいものを1つ選べ。

ATP, ADP, AMP,  $\text{NAD}^+$ , グルコース

- (4) グルコース6-リン酸は他の代謝に利用される重要な代謝中間体である。以下からグルコース6-リン酸が出発物質として利用される代謝はどれか(1つ)。

クエン酸回路, 尿素回路, ペントースリン酸経路,  $\beta$ 酸化, 電子伝達系

- (5) 反応⑤まで進むと、ヘキソースである1モルのグルコースから2モルのグリセルアルデヒド3-リン酸が生じることになる。グリセルアルデヒド3-リン酸を構成する炭素の数はいくつか。