

令和7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 硫酸銅(Ⅱ)の水溶液に亜鉛粉末を加えたときの反応

- (1) 褐色の沈殿物が生じる。この沈殿物は何か。化学式で答えよ。
- (2) 反応が完全に終了したときの水溶液は、何色であるか。
- (3) この反応を、銅(Ⅱ)イオンを含むイオン反応式で記せ。
- (4) この反応が起きる理由を簡潔に述べよ。

問2 鉄の電子配置

- (1) 鉄原子の電子配置を記せ。軌道の種類を明示すること。貴ガスの電子配置を省略する場合は、貴ガスの種類がわかるように表記せよ。
- (2) 鉄粉に希硫酸を加えると、鉄粉は溶解して淡緑色の水溶液となる。水溶液中でイオンとなっている鉄の d 軌道には何個の電子があるか。
- (3) (2) で得られた水溶液を空气中で放置すると赤褐色に変化する。変化後の鉄の d 軌道の電子は何個であるか。

問3 分子軌道法

- (1) 水素分子の分子軌道を図示し、電子を詰めよ。軌道の種類も明示すること。
- (2) 水素分子の結合次数はいくつか。
- (3) 水素が原子よりも分子になったほうが安定である理由を簡潔に述べよ。

問4 次の語句を説明せよ

- (1) 不活性電子対効果
- (2) ランタノイド収縮

2 (有機化学)

問 1 以下の(1)～(5)に答えなさい。

(1) 次の化合物の中で、最も弱い酸を記号で答え、その下に構造式を示しなさい。

A: 安息香酸、B: ベンゼンスルホン酸、C: フェノール、D: 炭酸

(2) 次の化合物の中で、水よりも比重が大きいものを記号で答え、その下に構造式を示しなさい。

A: クロロホルム、B: ジエチルエーテル、C: 酢酸エチル、D: トルエン

(3) 次の化合物の中で、4-オクチンの異性体を記号で答え、その下に構造式を示しなさい。

A: *trans*-4-オクテン、B: シクロオクテン、C: シクロオクタン、D: 1,4-シクロオクタジエン

(4) 次の化合物の中で、不斉炭素をもつ化合物を記号で答え、

その下に構造式が *S*体 となるように示しなさい。

A: シクロペンタノール、B: 1-ペンタノール、C: 2-ペンタノール、D: 3-ペンタノール

(5) 次の化合物の中で、ヨードホルム反応により黄色沈殿を生じるものを記号で答え、

その下に構造式を示しなさい。ただし、該当する化合物の骨格に不斉炭素を含む場合の立体は、*R*体、*S*体どちらでもよい。

A: 1-ブタノール、B: 2-ブタノール、C: 2-メチル-1-プロパノール、D: 2-メチル-2-プロパノール

問 2 以下の(1)～(5)の記述に該当するものを A～E の選択肢から選び、記号で答えなさい。

A: アルケン、B: 芳香族炭化水素、C: アルコール、D: アミン、E: ハロゲン化アルキル

(1) カルボン酸との縮合反応により、アミドが生成する。

(2) カルボン酸との縮合反応により、エステルが生成する。

(3) 求核試薬と置換反応を起こしやすい。

(4) 求電子試薬による付加反応を起こしやすい。

(5) 求電子試薬と置換反応を起こしやすい。

問 3 プロペン と 臭化水素 の反応式を示し、マルコウニコフ則 を説明しなさい。

3 (物理化学)

問1 1.00 molのヘリウムを1.00 atmのもとで温度を100℃から200℃まで変化させた。次の問いに答えよ。

(1) 内部エネルギー変化を求めよ。

(2) エンタルピー変化を求めよ。

ただし、等容モル熱容量 $C_v = (3/2) R$ とし、 $R = 8.31 \text{ J/(mol K)}$ とする。

また、ヘリウムは理想気体とする。

問2 ある理想気体2.00 molを27.0℃のもとで等温可逆的に圧力を30.0 Paから10.0 Paに変化させた。

次の問いに答えよ。

(1) 理想気体が外界から吸収した熱を求めよ。

(2) 理想気体のエントロピー変化を求めよ。

ただし、気体定数は $R = 8.31 \text{ J/(mol K)}$ とする。また、 $\ln 2 = 0.693$, $\ln 3 = 1.10$ とする。

問3 図3-1に成分AとBからなる二成分系の融点図(1.00 atm)を示す。相平衡において、平衡連結線から共存する2相の相対量を知ることができる。いま、P' 点の融液を冷却してP点に達したとする。全体の重量を300 gとし、P点で存在する各相の組成、重量を求めよ。

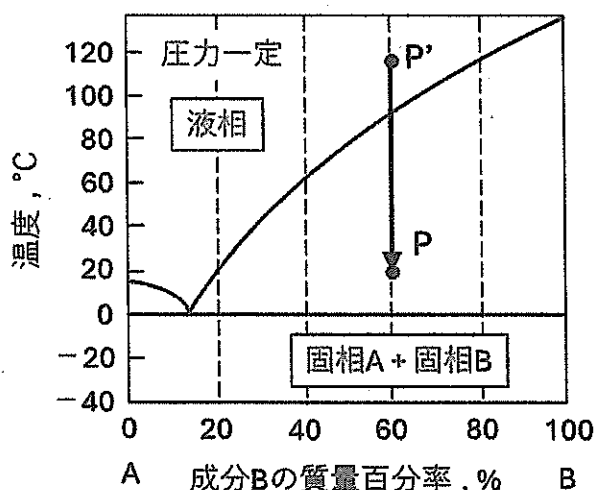


図3-1 A-B 二成分系の融点図

問4 次の文章に入る語句を記載せよ。

化学平衡に対する圧力の影響を考える。温度一定の下で系の圧力を高くすると、系の物質量の総和が(1)する方向に平衡が移動する。一方で系の圧力を下げると、系の物質量の総和が(2)する方向に平衡が移動する。化学平衡に対する温度の影響について、ファント・ホッフの等圧平衡式を基に考えると、温度を高くすると(3)反応が起こる方向に平衡が移動し、温度を低くすると(4)反応が起こる方向に平衡が移動する。この原理を(5)という。

4 (化学工学)

問1 内径 D の円管内を密度 ρ 、粘度 μ の気体が体積流量 v で流れている。以下の(1)～(2)に答えよ。なお、円管の内径は50.0 mm、気体の密度は 1.00 kg m^{-3} 、気体の粘度は $1.00 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ である。円周率として3.14を使うこと。

- (1) 気体の体積流量が $5.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ の場合の平均流速 $\bar{u}$ を有効数字3桁で答えよ。
- (2) 気体の体積流量が上の(1)と同じ場合、無次元数である Re 数を有効数字3桁で答えよ。なお、 $Re = D \bar{u} \rho / \mu$ である。

問2 ベンゼンとトルエンの混合溶液を図4-1の精留塔により定常状態で分離する。ベンゼン 40 wt%の原料を 8.0 kg s^{-1} の流量で供給し、塔頂からはベンゼン 85 wt%の溶液、塔底からはベンゼン 10 wt%の溶液が流出する。定常状態で塔頂から流出する流量 D および塔底から流出する流量 W を有効数字2桁で答えよ。

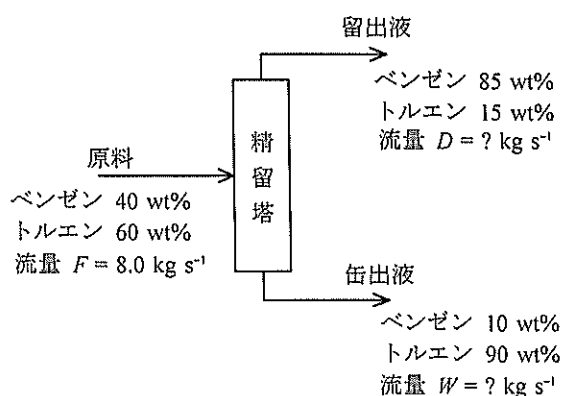
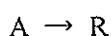


図4-1 精留塔のフローシート

問3 回分反応器を用いて以下の液相反応を行わせる。



この反応の速度は次式で表される。

$$r_A = -k C_A \text{ [mol m}^{-3} \text{ s}^{-1}]$$

ここで C_A はA成分の濃度 $[\text{mol m}^{-3}]$ 、 k は反応速度定数である。以下の(1)～(3)に答えよ。必要に応じて表4-1の値を使ってもよい。

- (1) 反応時間 t [s] における C_A を表す式およびその導出過程を書きなさい。なお、A成分の初期濃度を C_{A0} とすること。
- (2) A成分の濃度が初期濃度の半分になるのに347 s の時間を要した場合の反応速度定数を有効数字3桁で答えよ。
- (3) 上の(2)で求めた反応速度定数を用い、反応開始後1000 s におけるA成分の濃度を有効数字3桁で答えよ。なお、A成分の初期濃度は 1.00 mol m^{-3} とする。

表4-1 数値表

$\log_{10} 2$	0.301029	e^{-1}	0.367879
$\log_e 2$	0.693147	e^2	7.389056
e	2.71828	e^{-2}	0.1353352

5 (生物化学)

問1 タンパク質を構成する代表的なアミノ酸を図5-1に示す。関連する次の問に答えよ。

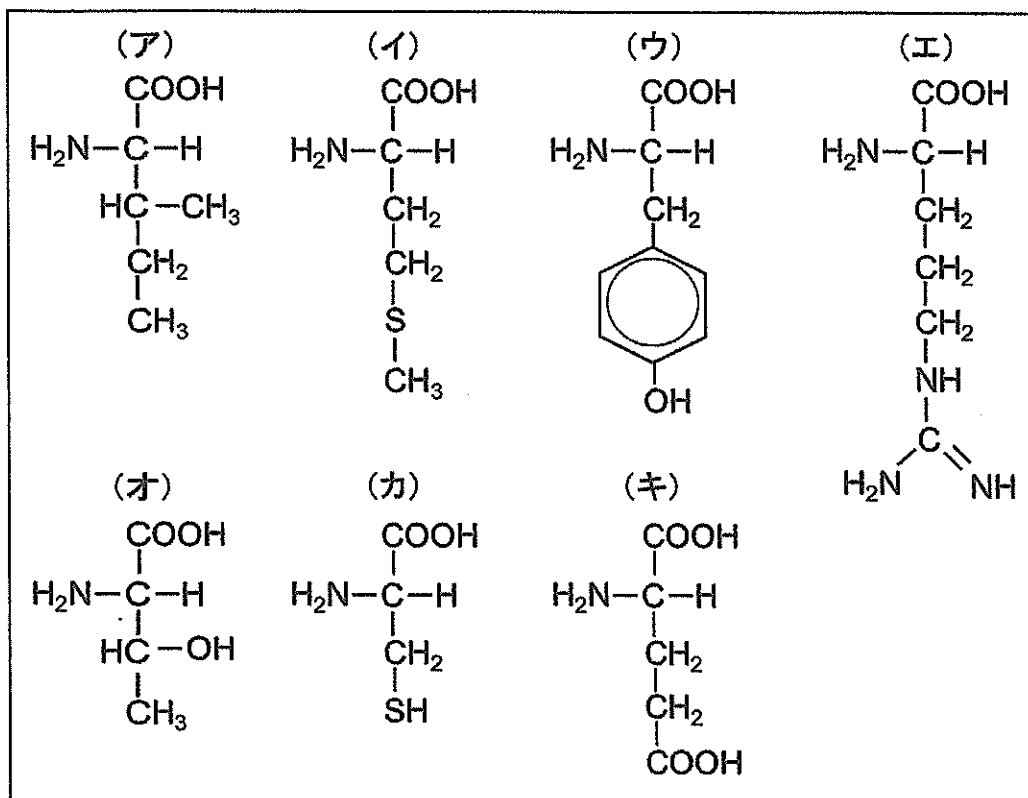


図5-1 タンパク質を構成する代表的なアミノ酸

- (1) アミノ酸を構成する $-\text{NH}_2$ は“アミノ基”と呼ばれているが、 $-\text{COOH}$ は何と呼ばれているか。
- (2) アミノ酸を構成する $-\text{NH}_2$ の生理的pHにおける主要な電荷状態は $-\text{NH}_3^+$ であるが、 $-\text{COOH}$ についてはどう表すことができるか。
- (3) 図のアミノ酸のうち、タンパク質中でジスルフィド結合を形成することができるものはどれか(1つ)。(ア)～(キ)で答えよ。
- (4) 図のアミノ酸のうち、280 nmに吸収がありタンパク質定量の紫外吸収測定法に利用されるものはどれか(1つ)。(ア)～(キ)で答えよ。
- (5) 図のアミノ酸のうち、塩基性側鎖アミノ酸はどれか(1つ)。(ア)～(キ)で答えよ。
- (6) (カ)のアミノ酸について、アミノ基転移酵素の作用を受けることで生成されるケト酸の構造式を示せ。

問2 脂肪酸の活性化及び β -酸化をまとめたものを図5-2に示す。この脂肪酸の異化代謝及び脂肪酸に関連する次の問に答えよ。

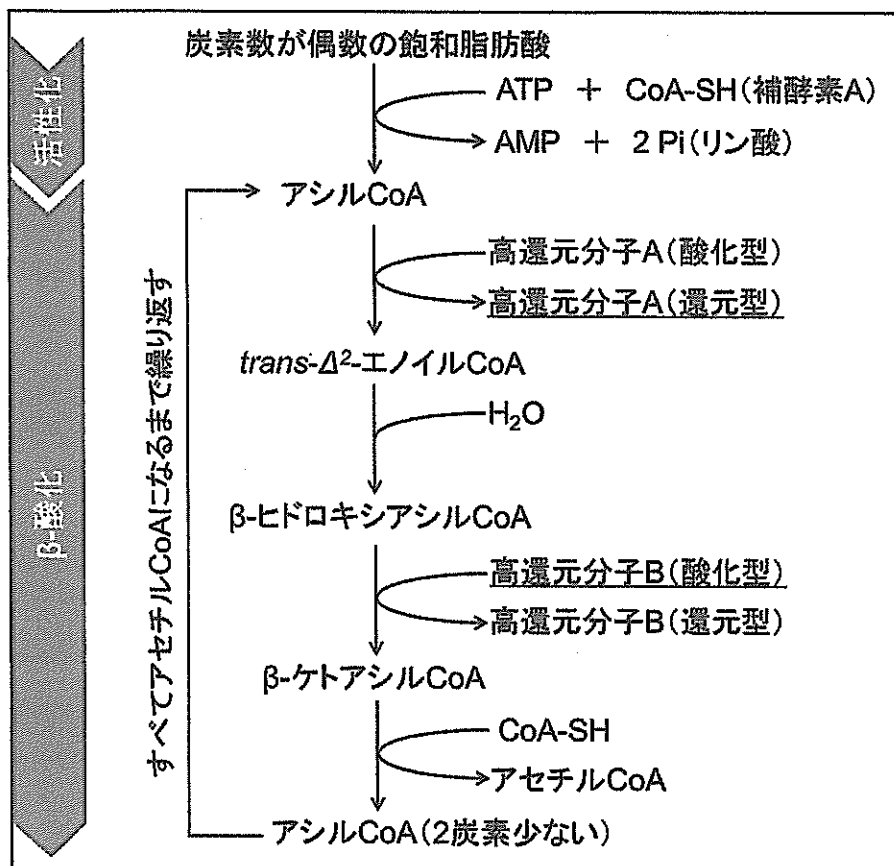


図5-2 脂肪酸の活性化及び β -酸化

- (1) 脂肪酸1モルの活性化（アシルCoAの形成）により実質何モルのATPが消費されるか。
- (2) 真核細胞における β -酸化の主要な場はどこか。
- (3) 図の下線部分の各高還元分子の略称名を以下より選択し，（ア）～（カ）で答えよ。
（ア）FAD，（イ）FADH₂，（ウ）NAD⁺，（エ）NADH，（オ）NADP⁺，（カ）NADPH
- (4) 炭素数16の飽和脂肪酸はパルミチン酸である。この脂肪酸の場合， β -酸化は何回受けることになるか。
- (5) 炭素数18の脂肪酸として，ステアリン酸（飽和脂肪酸），エライジン酸（ $trans$ 型の二重結合が1つ），オレイン酸（ cis 型の二重結合が1つ），リノール酸（ cis 型の二重結合が2つ）を挙げることができる。この中で一番融点の高いものはどれか。脂肪酸名で答えよ。