

令和3年度専攻科入学者選抜検査

(学力二次) 検査問題

生物応用化学専攻

専門科目

(検査時間 120分)

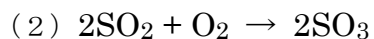
(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～7ページです。
- 2 6科目(無機化学、有機化学、物理化学、分析化学、化学工学、生物化学)すべてに解答してください。
- 3 電卓は、所定のものを使用可能です。
- 4 解答は、全て解答用紙に記入してください。
- 5 検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

科目名：無機化学（1 / 全1枚）

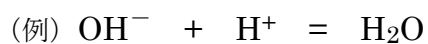
1. 周期表の同一周期では右に行くに従って、第一イオン化エネルギーは増加する傾向がある。（特に、第2周期から第3周期において顕著である。）その理由を述べよ。

2. 次の各反応を起こさせるために用いられる触媒を化学組成式で示せ。

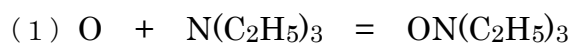


3. バンド理論によって、絶縁体と半導体の特徴を説明せよ。（バンド図を使うこと。）

4. Lewis の酸・塩基の定義に従い、以下の反応における酸と塩基を示せ。



	酸	塩基
(例) $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$	H^+	OH^-



科目名：有機化学（1／全1枚）

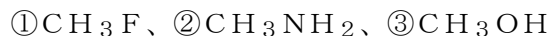
1. 化学結合に関する以下の問いに答えよ。

(1) 炭素、窒素、酸素、水素の最外殻電子の数をそれぞれ示せ。

(2) 次のイオンのルイス構造を書け。



(3) 次の化合物を分極の小さい順に並べよ。



2. 以下の化合物の構造式を書け。

(a) ブタナール

(b) ブタン二酸

(c) 4-ヒドロキシペンタナール

(d) 1-フェニルプロパン-1-オン

(e) *N*-エチル-*N*-メチルプロピルアミン

(f) *p*-ヒドロキシ安息香酸

3. カルボン酸に関する以下の問いに答えよ。

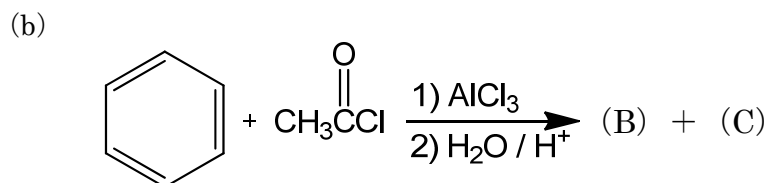
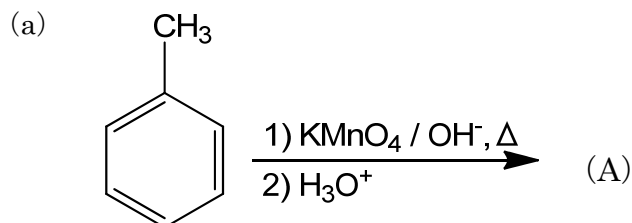
(1) アルキル基をRとして、カルボン酸の基本構造式を書け。

(2) カルボン酸が酸として機能する場合、どのような反応が起こっているか、その平衡反応式を書け。また、その共鳴構造も書け。

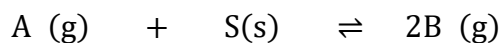
(3) なぜ、上記(2)のような反応が起こるか、その理由を説明せよ。

(4) カルボン酸の酸性度を高めるには、置換基であるアルキル基(R)は、どのような官能基であればよいか、答えよ。

4. 以下の反応式において、合成される化合物(A)、(B)、(C)の構造式を書け。



1. 次のような気体 A、B と固体 S を含む仮想的な不均一反応があるとする。



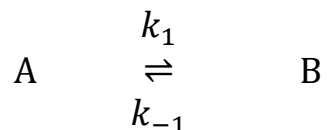
気体はすべて理想気体として振る舞うとするとし、次の問いに答えよ。

(1) 真空の容器に A のみを n mol 加え、ある温度で平衡に到達させたところ、A の解離度は α であった。平衡時の全物質量を n と α を用いて表せ。

(2) $\alpha = 0.30$ のとき、A のモル分率を求めよ。

(3) 全圧を 1 bar とすると、この仮想的な化学反応の $\alpha = 0.30$ の時の圧平衡定数を求めよ。

2. 次のような可逆一次反応がある。



この反応の初期濃度は、それぞれ、物質 A では $[A]_0$ 、物質 B では $[B]_0 = 0$ とする。

(1) 物質 A の微分形式での速度式を示せ。

(2) 平衡時の A、B の濃度をそれぞれ $[A]_{eq}$ 、 $[B]_{eq}$ と表すことにする。B と A の平衡時の濃度の比 $[B]_{eq}/[A]_{eq}$ を、速度定数 k_1 、 k_{-1} を用いて表せ。

(3) 平衡時の B の濃度 $[B]_{eq}$ を物質収支の観点から考え、A の初期濃度 $[A]_0$ と平衡時の濃度 $[A]_{eq}$ を用いて表せ。

(4) 平衡濃度 $[A]_{eq}$ を A の初期濃度 $[A]_0$ と速度定数 k_1 、 k_{-1} を用いて表せ。

科目名：分析化学（1／全1枚）

1. CH_3COOH と CH_3COONa を用いて、pH が 5 の緩衝液を作りたい。両者の物質量の比（モル比）をいくらにすればよいか。

ただし、 CH_3COOH の酸解離定数 (K_a) を 1.8×10^{-5} 、水のイオン積 (K_w) を 1.0×10^{-14} とする。また、緩衝領域では $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COONa}]$ と近似できるとする。

2. 吸光分析について、次の各問に答えよ。

(1) 紫外・可視分光光度計の装置の構造（構成）について、次の各部を用いて説明せよ。

分光部

検出器部

光源部

試料部

(2) Lambert-Beer の法則について、簡単に説明せよ。

科目名：化学工学 (1/全1枚)

1. 以下の数値を単位換算せよ。

(1) $2.3 \times 10^4 \text{ kcal} = (\quad) \text{ J}$

(2) $1.2 \text{ nm/ms} = (\quad) \text{ km/s}$

(3) $1.5 \times 10^6 \text{ mm}^3/\text{Mg} = (\quad) \text{ m}^3/\text{kg}$

(4) $4.5 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) = (\quad) \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$

2. 蒸留装置にベンゼン 30 mol%とトルエン 70 mol%の混合液を 150 kmol/h で供給し、装置上部より 88 mol% ベンゼンの混合液、装置下部から 5 mol% ベンゼンの混合液を得る。装置の上部および下部から流出する液の流量を求めよ。

3. アンモニアを 15 wt%含む空気 1000 kg/h を 1500 kg/h の水と接触させて、空気中のアンモニアを水に吸収させている。吸収装置から出るガス中のアンモニア濃度は 1.0 wt%であった。出口の水に含まれるアンモニア濃度は何 wt%になるか。

科目名：生物化学（1／全1枚）

1. アミノ酸ならびにタンパク質について、以下の問いに答えよ。

(1) α -アミノ酸の基本構造を書き、 α 炭素を○印で囲め。また、 α -アミノ酸の特徴となる2つの官能基名を書け。

(2) α -アミノ酸の性質を4つ書け。

(3) タンパク質の二次構造において、C=OとN-Hの間で形成される結合名を書け。この結合は、同じペプチド鎖の分子内で形成される場合と、異なる分子間で形成される場合がある。それぞれ形成される構造名を書け。

(4) タンパク質の三次構造は大きく分けて2つに分類することができる。それぞれの名称と特徴を書け。

2. 糖に関する、以下の問いに答えよ。

(1) D-グルコースのFischer投影式とHaworth投影式をそれぞれ書け。また、各炭素原子に番号を付けよ。

(2) D-グルコースは水溶液中で非環状のアルデヒド型と環状の α 形および β 形で平衡状態となっている。この平衡関係を反応式で書け。また、環状である α 形と β 形の比率が約1：2と β 形が多くなる理由を説明せよ。