

令和4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)

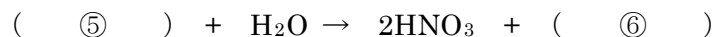
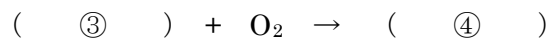
(注)

- 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. 同位体とは何か、同素体とは何か、説明せよ。

2. 下記の「硝酸の工業的製法であるオストワルド法」の反応式を完成せよ。



3. アルカリ金属は、どうして強いアルカリ性を示すか、説明せよ。

4. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 中の K、Fe、 C_2O_4 、 H_2O の理論重量含有百分率 (wt%) はいくらか。小数以下 1 桁まで求めること。原子量を K=39、Fe=56、C=12、O=16、H=1 とする。

5. 不純物を含む金属 Zn 1.41 g を希 HCl と反応させたところ、27 °C、1 atm の条件で 492 mL の H_2 を発生した。Zn の純度を計算せよ。(ただし、不純物は HCl とは反応しない。) 原子量を Zn=65 とする。

1. 有機化合物の酸塩基に関する以下の問いに答えよ。

(1) 以下の塩基に対する共役酸を記せ。



(2) 以下の酸に対する共役塩基を記せ。



(3) 酸の酸性度は何が安定化されると強くなるか答えよ。また、この安定化に寄与する因子を3つ記せ。

(4) 酢酸とアンモニアの酸塩基反応式を書き、共役酸に○印を、共役塩基に□印を付けよ。

2. カルボン酸とその誘導体について、以下の問いに答えよ。

(1) カルボン酸が酸としてはたらく理由をメソメリー効果、共鳴効果のキーワードを用いて説明せよ。

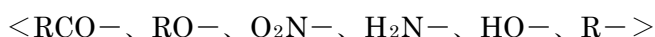
(2) カルボン酸の酸性度はカルボキシ基に隣接する官能基に依存するが、どのような官能基であれば酸性度は高くなるか答えよ。

(3) カルボン酸の沸点は、ほぼ同じ分子量あるいは同じ炭素数の化合物の沸点と比べて、高くなる理由を説明せよ。

(4) カルボン酸誘導体はハロゲン化アルカノイルを含めて4種類に分類される。残り3つの一般的構造式と名称を答えよ。これら4種の誘導体をアルコールとそれぞれ反応させた場合、共通の化合物が得られる。この化合物の一般的な名称を答えよ。

3. 芳香族化合物に関する以下の問いに答えよ。

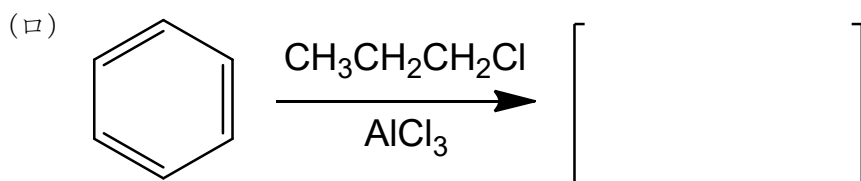
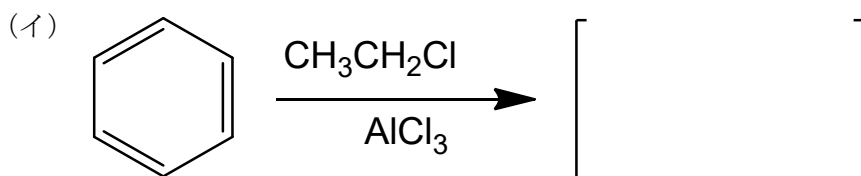
(1) ベンゼン誘導体の求電子置換反応は、ベンゼンに結合している置換基により、オルト・パラ配向性かメタ配向性が決まる。以下の官能基は、どちらに該当するか答えよ。



(2) フリーデル・クラフツ反応とはどのような反応か答えよ。

(3) フリーデル・クラフツ反応の問題点を2つ記せ。

(4) 以下の反応式の生成物を構造式で記せ。



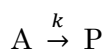
1. 熱力学第三法則を簡単に説明せよ。

2. エントロピーについて以下の問いに答えよ。

(1) 水の転移温度（273.15 K）における標準融解エンタルピー $\Delta_{\text{fus}}H^\ominus$ は 6.01 kJ mol^{-1} である。水の転移温度における標準融解エントロピー $\Delta_{\text{fus}}S^\ominus$ を求めよ。

(2) 多くの液体で標準蒸発エントロピー $\Delta_{\text{vap}}S^\ominus$ は約 $85 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である（これをトルートンの規則という）。水の標準蒸発エントロピー $\Delta_{\text{vap}}S^\ominus$ は $109.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ で、多くの液体よりも大きな標準蒸発エントロピーである。水が例外的に大きな標準蒸発エントロピーである理由を簡単に説明せよ。

3. 次のような化学反応があるとする。



この反応は 2次の速度式 に従い、 $k = 1.00 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ とする。この反応の半減期（秒）を求めよ。ただし、A の初濃度を 1.00 mol dm^{-3} とする。

科目名：分析化学（1／全1枚）

1. 0.150 mol L^{-1} の酢酸 50 mL を、 0.075 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。次の問いに答えよ。ただし、酢酸の酸解離定数 K_a は $\text{p}K_a=4.8$ とする。また、溶液を混合しても溶液の体積は変化せず、混合前の溶液の体積の合計と混合後の溶液の体積は等しいとする。

- (1) 0.150 mol L^{-1} の酢酸の pH はいくらか。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液を 25 mL 加えたときの pH はいくらか。
- (3) 中和点の pH はいくらか。

2. 塩化銀の溶解度積は 8.0×10^{-11} である。次の問いに答えよ。

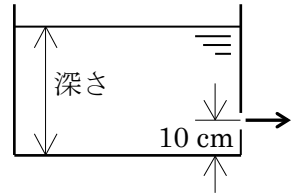
- (1) 塩化銀の飽和水溶液のモル濃度 (mol L^{-1}) はいくらか。
- (2) $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ の塩化バリウム水溶液に塩化銀を溶解し、飽和溶液にしたときの塩化銀のモル濃度 (mol L^{-1}) はいくらか。

1. 次の問いに答えよ。

(1) 20 wt%硝酸カリウム水溶液を 0.15 kg/s、8.0 wt%硝酸カリウム水溶液を 0.30 kg/s で液体混合装置に供給して混合液を製造している。混合後の水溶液の硝酸カリウム濃度は何 wt%か。

(2) 20 wt%硝酸カリウム水溶液を 0.15 kg/s で結晶析出装置に供給して 10°Cまで冷却し、硝酸カリウムの無水結晶と飽和水溶液（硝酸カリウム濃度 8.0 wt%）を製造している。無水結晶の流量は何 kg/s か。

2. 右図のように、底から 10 cm の位置に小孔が開いたタンクに水を入れて水面を一定の深さに保っている。小孔からの水の流出速度が 2.5 m/s であるとき、水面から底までの深さは何 cm か。ただし、周囲は大気圧であり、摩擦は無視できるとする。

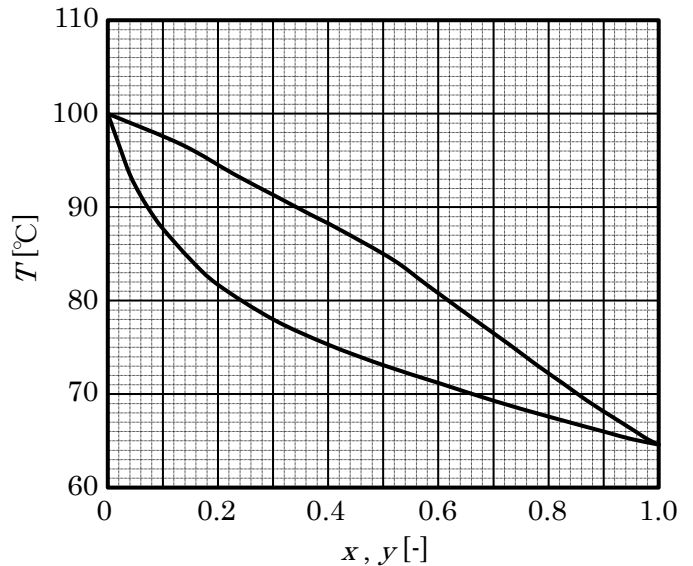


3. 右図はメタノール-水系の気液平衡を表している。x, y はそれぞれ液相および気相のメタノールのモル分率である。この図を用いて次の問いに答えよ。

(1) 30 mol%メタノール水溶液の沸騰温度は何°Cか。

(2) 20 mol%メタノール水溶液を沸騰させたときに発生する蒸気中のメタノール濃度は何 mol%か。

(3) 20 mol%メタノール水溶液の気液平衡における比揮発度を求めよ。

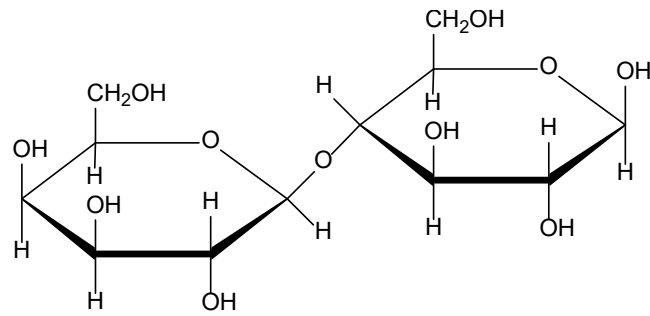


1. アミノ酸に関する以下の問いに答えよ。

- (1) α -アミノ酸の構造式を記せ。また、 α -アミノ酸の特徴的な2つの官能基名を記せ。
- (2) 上記2つの官能基の酸性と塩基性における構造を記せ。
- (3) 20種類のアミノ酸のうち体内で合成できないアミノ酸は何種類あるか答えよ。また、このアミノ酸の名称を答えよ。
- (4) タンパク質を構成するための相互作用は主に4つあるが、それらを全て記せ。
- (5) タンパク質の二次構造を形成している名称を2つ記せ。この2つの構造について、共通している点と異なる点を述べよ。

2. 炭水化物について、以下の問いに答えよ。

- (1) 炭水化物は大きく分けると3つに分類される。分類名を3つ書き、それぞれの概要を説明せよ。
- (2) α -D-グルコースの構造を Fischer 投影式と Haworth 投影式でそれぞれ記せ。
- (3) ラクトースの構造式は以下のとおりである。この糖は何糖類かに分類されるか答えよ。ラクトースを構成する単糖類は α 形と β 形のどちらか答えよ。この単糖を結合している結合名を書記せ。また、アセタール炭素とヘミアセタール炭素にそれぞれ○印と△印を構造式中に付けよ。さらに、ヘミアセタール炭素の別名を答えよ。



ラクトースの構造式

- (4) グルコースが α -1,4結合あるいは β -1,4結合で多数結合した糖の名称をそれぞれ記せ。
- (5) D-グルコースの水溶液中における α 形と β 形の存在比はそれぞれ約36%と約64%であるが、このような比率になる理由を説明せよ。