

平成30年度

# 理工学群化学類 推薦入試

## 小論文 試験問題

### 注意事項

- ① 問題Ⅰ～Ⅲは別々の解答用紙に解答し、各用紙の左上に問題番号を記入すること。
- ② 解答が書ききれない場合は、「裏へ」と明記の上で、その解答用紙の裏面に続けて書くこと。
- ③ 試験時間は120分とする。
- ④ 解答に必要な場合は、次の数値を用いること。

原子量: H = 1.0、C = 12、N = 14、O = 16、Cl = 35.5、K = 39、

Mn = 55、Ag = 108、Pb = 207

アボガドロ数:  $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

### 問題 I

次の英文を読み、問1～4に答えよ.

The choice of water elements, such as  $^{18}\text{O}$ , can be affected by hydrochemical processes. Several previous studies with low resolution have shown the presence of  $^{18}\text{O}$  is greater in samples of weathered rock with high degree of leaching in relation to those in which leaching was not evident because usually the more weathered found above the water table. The experimental studies of the weathering process carried out by the double-chamber distribution of water profiles (Fig. 2) with weather that is more weathered in samples of the soil (1) changes in the degree of the three profiles as weathering occurs. The most noticeable in these soil profiles is the range of water is constant, then weather along the range is to light, indicating the soil weathered. In a deeper soil, however, this

The first question arises about what is the source of  $^{222}\text{Rn}$  in groundwater. The first one used is geogenic source, which can often continue to supply the water table as conventional geologic data on the timing of fault is geologic time. However, the energy produced by the decay of  $^{226}\text{Ra}$  (which decays to  $^{222}\text{Rn}$ ) is comparable with the timing of conventional fault in recent. The second explanation of origin of geogenic source (2) is that a source for energy derived by the decay of  $^{226}\text{Ra}$  is  $^{222}\text{Rn}$  is approximately 1000 times as much rate change of weathering process than conventional source, which cannot with source.

The use of nuclear power is controversial in many parts of the world. However, with the right technology, nuclear power can be the cheapest source of electricity, generating more power per unit of fuel than any other source. The use of nuclear power is controversial, but the benefits of nuclear power are many. Nuclear power is a clean source of energy, producing no greenhouse gases. It is also a reliable source of energy, providing a constant supply of electricity. The use of nuclear power is also a safe way to produce electricity, with no risk of global warming or climate change. The use of nuclear power is also a safe way to produce electricity, with no risk of global warming or climate change. The use of nuclear power is also a safe way to produce electricity, with no risk of global warming or climate change.

注 : fission 分裂, bombardment 衝撃, neutron 中性子, thermal neutron 熱中性子, velocity 速度, nuclide 核種, nucleon 核子, unsymmetrical 非対称な, nucleus 原子核, double-humped 2つの山がある, mass number 質量数, yield 収率, fission product 核分裂生成物, Mo モリブデン (原子番号 42 の元素), Ba バリウム (原子番号 56 の元素), half-life 半減期, decay 壊変する, radioactive 放射性, turbine タービン, ore 鉱石, misuse 悪用

P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong 著, Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, 5th edition (Oxford, 2010) より抜粋 (一部改変)

- 問 1. 下線部(a)に関して,  $^{235}\text{U}$  の核分裂反応の特徴を本文に即して説明せよ.
- 問 2. 下線部(b)に関して, 原子力発電の原理, 利点および問題点を本文に即して要約せよ.
- 問 3. 下線部(c)に基づき, 1.0 mol のオクタンが完全燃焼するときの熱化学方程式を示せ. ただし, オクタンは分子式で, 熱量は有効数字 2 桁で示せ.
- 問 4. 下線部(d)に関して, その化合物 1 つの名称と電子式を示せ.

## 問題Ⅱ

次の問 1, 2 に答えよ.

問 1. 次の文章を読み, (1) ~ (5) に答えよ.

難溶性塩の溶解平衡を考える. たとえば<sub>(a)</sub>塩化銀の飽和水溶液中において, 次の式 (i) の溶解平衡が成り立つ.

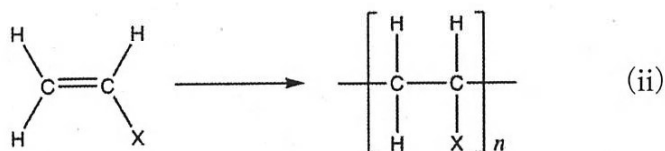


このときの溶解度積を  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$  とする. 必要があれば  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ , 塩化鉛(II)の溶解度積  $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^3$  を用いよ. また, 塩化水素を加えることおよび沈殿の生成・溶解による水溶液の体積変化は無視するものとする.

- (1) 下線部(a)の結晶は NaCl 型の結晶構造を取り, 単位格子あたりに 4 個ずつの銀イオンと塩化物イオンを含む. 単位格子の一辺の長さを  $5.5 \times 10^{-10} \text{ m}$  としたときの結晶の密度  $[\text{g/cm}^3]$  を有効数字 2 桁で答えよ.
- (2) 飽和塩化銀水溶液における塩化銀のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を答えよ.
- (3)  $0.10 \text{ mol/L}$  塩酸に対して塩化銀を溶解して飽和させたときの塩化銀のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を答えよ.
- (4) 塩化鉛(II)の溶解度積  $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2)$  を鉛(II)イオン濃度  $[\text{Pb}^{2+}]$  および塩化物イオン濃度  $[\text{Cl}^-]$  を用いて表せ.
- (5) 銀イオンを  $0.010 \text{ mol/L}$ , 鉛(II)イオンを  $0.040 \text{ mol/L}$  含む混合水溶液に, 塩化水素を加えることを考える. どちらのイオンが先に沈殿を生じるか, 理由とともに答えよ.

問2. 次の文章を読み、(1)～(6)に答えよ.

ビニル基をもつ化合物を反応させると、式(ii)に示す[ア]重合反応が起こり、高分子化合物が得られる. 式(ii)において-Xで示す置換基が異なる単量体を用いることで、様々な高分子を合成できる.



置換基-Xとして-CNをもつ[イ]を反応させて得られるポリ[イ]は、毛織物のような風合いをもち、セーターや毛布などに用いられる. また、置換基-Xとして-Clをもつ[ウ]から得られるポリ[ウ]は、難燃性や熱可塑性を持ち、パイプやホースなどに用いられている.

2種類以上の単量体を重合することにより得られる高分子化合物を[エ]重合体と呼び、単量体の種類や混合の割合により、いろいろな特性を兼ね備えた高分子を作ることができる. 例えば、[イ]と[ウ]の[エ]重合体は、天然素材に似た質感と難燃性を併せもち、カーテンなどに用いられている.

1.00 molの[イ]と、 $x$  molの[ウ]とを反応させて、[エ]重合体Aを得た. この重合体Aの元素分析を行なったところ、塩素Clが全重量の21.0%含まれていることがわかった.

置換基-Xとして-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>をもつ芳香族化合物である[オ]と、単量体Bとを[エ]重合することにより得られる高分子は、<sup>(b)</sup>水や一般的な有機溶媒に溶解しにくい固体となる. この固体高分子に酸性もしくは塩基性の官能基を導入したイオン交換樹脂は、天然物の分離精製や、<sup>(c)</sup>海水から飲料水を作ること

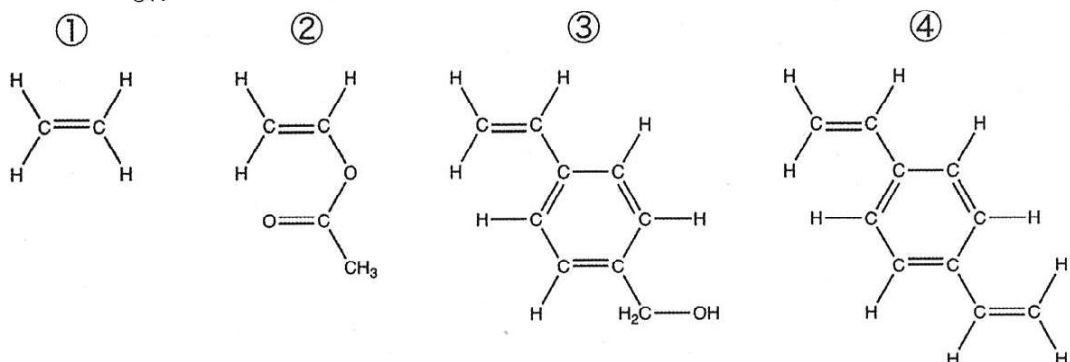
に利用できる.

(1) [ア], [エ]に入る適切な語句を答えよ.

(2) [イ], [ウ], [オ]に入る適切な化合物の名称を答えよ.

(3)  $x$ の値を有効数字2桁で求めよ. 導出過程も必ず記すこと. なお、重合反応は定量的に進行し、十分に大きい分子量の重合体Aが得られたものとする.

- (4) 単量体 **B** として適切なものを次の①～④の中から1つ選び記号で答えよ.



- (5) オ と単量体 **B** から得られる重合体が、下線部(b)のような性質を持つのはなぜか. 分子構造の観点から 25 字以内で説明せよ.

- (6) 下線部(c)に関連して、イオン交換樹脂を適切に用いると、水溶性の塩を含む水溶液から特定のイオンを除去することができる. 以下の器具と試薬のうち必要なものを用い、硫酸銅 ( $\text{CuSO}_4$ ) 水溶液から銅イオンを除去して、金属イオンを含まない純粋な硫酸の水溶液を得る方法を 100～200 字程度で説明せよ. ただし、イオン交換反応は定量的に進行し、それぞれの樹脂・試薬は全てのイオンが交換するのに十分な濃度と量であるものとする.

[器具・試薬]

- ・  $-\text{SO}_3^-\text{Na}^+$  基をもつイオン交換樹脂を詰めたコック付カラム
- ・  $-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^-$  基をもつイオン交換樹脂を詰めたコック付カラム
- ・ 2 mol/L 塩酸
- ・ 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
- ・ 純水
- ・ pH 試験紙

### 問題 III

1990 年にアメリカの環境省は、有害化学物質をできる限り使用・排出しないように物質自体や反応方法を設計し、有用な化学製品をつくることを目標とした「Green Chemistry Programs」を提唱した。その後、1998 年にオックスフォード大学の研究者がグリーンケミストリー概念を 12 原則にまとめて発表した。12 原則のうち設問に関連する原則 4 つを以下に示した。

原則 1. 廃棄物はできる限り排出しない

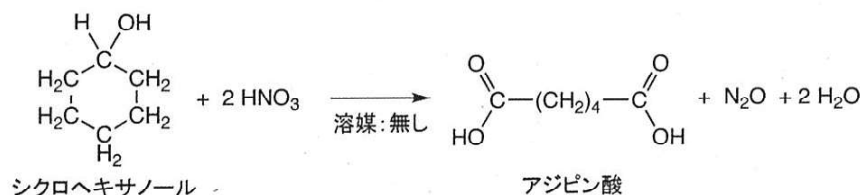
原則 2. 反応させる全物質の総重量に対する望む生成物の重量の割合が出来るだけ大きくなるような反応を設計する

原則 3. 人体と環境にできる限り害のない化学合成をする

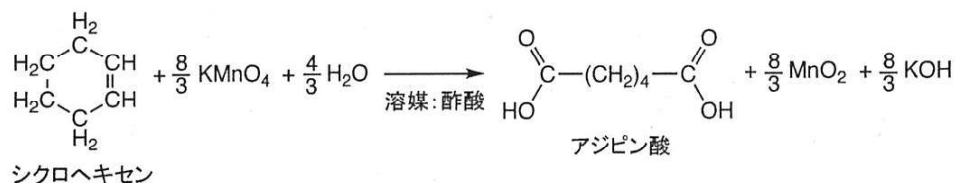
原則 4. 有害な溶剤、補助剤はできる限り使用しない

合成高分子ナイロン-6,6 を合成するための原料のひとつであるアジピン酸を炭素数 6 の環状有機化合物から合成する反応を以下に 3 つ示した。

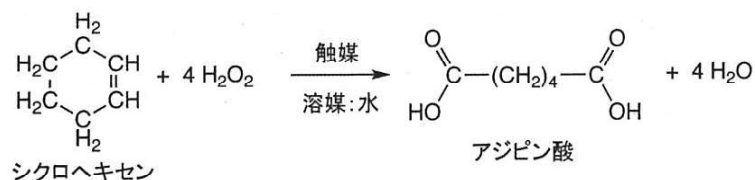
#### 反応 A



#### 反応 B



#### 反応 C



グリーンケミストリー概念に照らし合わせ、3 つの合成反応について 300～400 字程度で論じよ。