

平成29年度

理工学群化学類
私費外国人留学生入試

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日本語で解答すること。
- ② 試験時間は90分です。

必要があれば、次の値を使うこと。

原子量 H: 1.00, C: 12.0, O: 16.0, Na: 23.0, Cl: 35.5, Ca: 40.0, Br: 80.0, I: 127

問題 I 次の(1)~(3)に答えよ。

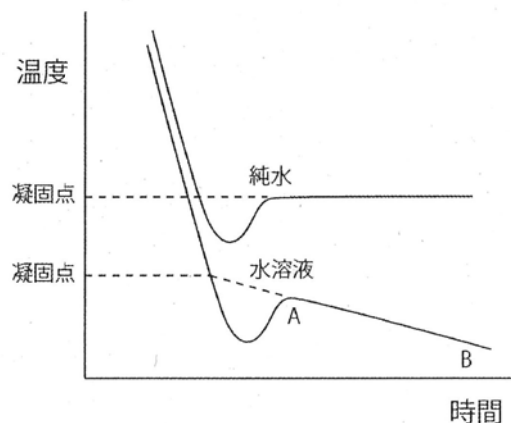
(1) 水 H_2O の電子式を示し、水分子が折れ線型構造を取る理由を説明せよ。

(2) シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ から 0.0500 mol/L シュウ酸標準溶液を調製し、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を中和滴定から求めた。次の i)~iii) に答えよ。

- i) シュウ酸が水酸化ナトリウムで完全に中和されるとき反応式を示せ。
- ii) この実験に必要なと思われるガラス器具の名称を4つ記せ。
- iii) このシュウ酸標準溶液 10.0 mL を、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、 12.5 mL で完全に中和された。水酸化ナトリウム水溶液の濃度を有効数字3けたで求めよ。

(3) 次の i)~iii) に答えよ。

- i) 純水およびある水溶液をそれぞれ冷却しつつ温度を測ると、右の図のように変化した。凝固点は純水よりも水溶液の方が低かった。水溶液の場合に、A点からB点で温度が低下し続ける理由を40字程度で答えよ。



- ii) 以下の4つの物質 1.0 g をそれぞれ 99 g の純水に溶解した。1気圧のもとで、最も凝固点が高い水溶液はどれか。またその溶液の凝固点は何 $^{\circ}\text{C}$ か、有効数字2けたで答えよ。ただし、1気圧のもとでの純水の凝固点は 0°C 、純水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ であるとする。

グルコース・臭化ナトリウム・塩化カルシウム・グリセリン

- iii) ある物質を純水に溶解したとき、全体の重さは $W \text{ [g]}$ 、体積は $V \text{ [L]}$ であった。また、この水溶液の凝固点は純水の場合と比べて $\Delta T \text{ [K]}$ 低かった。これらを用いて、温度 $T \text{ [K]}$ におけるこの水溶液の浸透圧 $P \text{ [Pa]}$ を表せ。ただし、気体定数は $R \text{ [Pa}\cdot\text{L/(K}\cdot\text{mol)]}$ 、純水のモル凝固点降下は $K_f \text{ [K}\cdot\text{kg/mol]}$ とし、水溶液の濃度は十分に希薄であるとせよ。

問題 II ベンゼン環を含む分子式 $C_9H_{10}O_2$ の化合物 **A**, **B**, **C** に関する以下の 1~5 を読み、(1)~(4)に答えよ。

1. 化合物 **A**, **B**, **C** は、いずれも金属ナトリウムを加えても反応しなかった。
2. 化合物 **A** を水酸化ナトリウム水溶液中で加水分解すると、化合物 **D** と分子式 $C_7H_6O_2$ のカルボン酸 **E** が生じた。
3. 化合物 **B** を水酸化ナトリウム水溶液中で加水分解すると、化合物 **F** と分子式 C_6H_6O の化合物 **G** が生じた。化合物 **G** を塩化鉄(III)水溶液に加えると、紫色に呈色した。
4. 化合物 **C** は水酸化ナトリウム水溶液中で加水分解されなかったが、ヨウ素を加えて水酸化ナトリウム水溶液中で加熱すると、(a)黄色固体が生じた。
5. 化合物 **C** のベンゼン環の水素を 1 つ臭素に置換すると 2 つの異性体が生じる。

(1) 化合物 **A**, **B** の構造式を示せ。

(2) 化合物 **C** の構造式を示せ。また、なぜそのように考えたのか理由を答えよ。

(3) 化合物 **C**, **E**, **G** の混合物から 3 つの化合物を分離するには、どのような実験を行えばよいか、説明せよ。

(4) 下線部(a)に関して、3.00 g の化合物 **C** がすべて反応して黄色固体となるために必要なヨウ素は何 g か、有効数字 3 けたで答えよ。

問題 III 以下の文章を読んで(1)~(6)に答えよ。

周期表の17族元素は(ア)と呼ばれ、塩素(Cl)やヨウ素(I)は最外殻に(イ)個の価電子を有する。塩素には、原子核の有する中性子数の違いにより、 ^{35}Cl 、 ^{37}Cl の安定同位体が存在し、(a)その原子量は35.5である。また、 ^{36}Cl は(b)放射線を出して別の原子に壊変する。このような同位体を特に(ウ)という。

塩素の単体は、(エ)結合からなる二原子分子であり、(c)水と反応してオキソ酸を生成する。実験室において塩素分子は、(d)酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え加熱することで発生させることができる。この製法では発生した気体を、(e)水と濃硫酸が入った洗気びんにそれぞれ通して、塩素分子を下方置換により捕集する。

- (1) 文章中の(ア)~(エ)に適した数字または語句を記入せよ。
- (2) 下線部(a)に関連して、 ^{35}Cl (相対質量35.0)と ^{37}Cl (相対質量37.0)の天然中における存在比をそれぞれ有効数字3けたで求めよ。ただし、 ^{35}Cl と ^{37}Cl 以外の同位体の量は無視できるほど少ないものとする。
- (3) 下線部(b)に関連して、 ^{36}Cl の半減期は30万年である。このとき、100万年前の ^{36}Cl の量は現在存在する量の何倍であったか求めよ。ただし、100万年の間に新たな ^{36}Cl の発生はなかったとし、 $\log_{10}2=0.30$ として計算せよ。
- (4) 下線部(c)について、生成するオキソ酸の名称、塩素の酸化数および構造式を示せ。
- (5) 下線部(d)の化学反応式を示せ。
- (6) 下線部(e)について、洗気びんの役割をそれぞれ説明せよ。