

## [問題 : 化学]

**問題 1** 以下の問 1 と問 2 に答えよ。

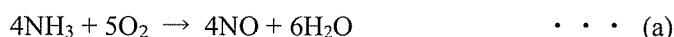
**問 1** 以下の(1)~(3)に答えよ。必要であれば, 下の値を用いよ。

$$\log_{10}2 = 0.30, \quad \log_{10}3 = 0.48$$

$$\text{気体定数 } R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

(1) 100 L の pH4.0 の硝酸溶液がある。その硝酸溶液の 60 L を捨てて, pH7.0 の純水を加えて 100 L にした。生じた溶液の pH を求め, 3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。

(2) 硝酸は白金を触媒とするオストワルト法により生産されている。オストワルト法は以下の 3 段階の反応からなる。この 3 つの反応をまとめて, アンモニアから硝酸を生じる反応式を記せ。



(3) アンモニア 2.0 mol に(2)で求めた反応式の係数比に従った物質量の酸素を加えて, ある容器に入れた。温度が 127°C の状態ではアンモニアと酸素の反応は起こらず, 容器内の圧力が  $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$  になった。この容器の容積(L)を求め, 3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。ただし, 気体は理想気体として振る舞うものとする。

**問 2** 海水中に含まれる有機物の量を表す尺度として, 化学的酸素要求量(COD)が用いられる。COD は, 含まれる有機物を酸化するのに必要な酸素の理論的な量(mg/L)を示したもので, 一定の酸化条件(硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液を用い, 100°C, 30 分間酸化)で有機物を全て反応させるのに必要な過マンガン酸カリウムの量から換算している。養殖において, COD は 2.0 mg/L 以下になっていないと, エタノールでも水質汚染を引き起こす可能性がある。必要であれば原子量は以下の値を用いよ。H : 1.0, C : 12, O : 16

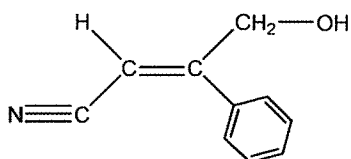
(1) エタノールは酸化により最終的に酢酸になる。エタノールと酸素が反応して酢酸が生じる場合の反応の化学反応式を記せ。

(2) エタノール 46 g に水を加えて COD が 2.0 mg/L の溶液にした。この溶液の体積(L)を求め, 3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。ただし, COD の量は(1)の反応式に基づいて決まるものとする。解答に至る導出過程も記すこと。

問題2 以下の問1と問2に答えよ

問1  $C_9H_{10}$  の分子式を有する芳香族化合物 A がある。この化合物は、ベンゼンの一置換化合物であり、幾何異性体が存在しており、トランス体である。A にある触媒と酸化剤を加えて反応させたところ、 $C_9H_{10}O$  の分子式をもつベンゼンの一置換化合物である B, C, D が生じた。B, C, D にはベンゼン環以外の炭素-炭素二重結合は存在していなかった。また、いずれの化合物も銀鏡反応も示さなかったが、化合物 C はヨードホルム反応を示した。化合物 D は環状エーテル構造を有しており、不斉炭素原子が2つ存在していた。この化合物 D を水と反応させると、 $C_9H_{12}O_2$  の分子式の化合物 E が生じ、E にも不斉炭素原子が2つ存在していた。

【構造式の例】



- (1) 化合物 A~E の構造式を例にならって記せ。不斉炭素原子が存在する場合には、\*を炭素原子の右上に記すこと。
- (2)  $C_9H_{10}O$  の分子式を有するベンゼンの一置換化合物で、銀鏡反応を示す全ての化合物の構造を例にならって記せ。不斉炭素原子が存在する場合には、\*を炭素原子の右上に記すこと。

問2 超ジュラルミンと呼ばれる合金 A は、アルミニウムを主成分とし、金属 B と金属 C を含む合金で、優れた強度をもつ。合金 A を粉末にして希塩酸または希硫酸に加えると、いずれも金属 B のみが溶解せずに残った。また、合金 A を粉末にして希硝酸に加えると、完全に溶解した。この溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、白色沈殿と有色沈殿が生じた。さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、有色沈殿の量は変化しなかったが、白色沈殿の量は減少していった。しかし、あるところから白色沈殿の量は変化しなくなった。

- (1) 金属 B と C は下の金属のうちのどれかを元素記号で記せ。

Na Mg Fe Cu Zn Au

- (2) 本文中の最後（下線部）に残った白色沈殿の化学式を記せ。
- (3) アルミニウム、金属 B、金属 D からなる合金 E に上と同様の操作を行ったところ、下線部の前までは同様の反応が起こったが、最終的に水酸化ナトリウム水溶液により生じた白色沈殿は全て溶けてしまった。金属 D は(1)に示した金属のどれかを元素記号で記せ。