

## 2023年度大学入学共通テスト 解説 〈化学〉

### 第1問

問1 Br<sub>2</sub> は、単結合である Br - Br 結合からなる分子である。なお、CH<sub>3</sub>CHO は C = O 結合、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> は C ≡ C 結合を含む。また、BaCl<sub>2</sub> は Ba<sup>2+</sup> と Cl<sup>-</sup> のイオン結合からなる物質である。以上より、③が正解である。

(答)  …③

問2 コロイド粒子を含む溶液をゾルといい、ゾルには流動性がある。一方、流動性を失って、固まった状態のものをゲルという。また、ゲルを乾燥させたものをキセロゲルという。以上より、⑥が正解である。

(答)  …⑥

問3 圧縮前に容器内に存在する水蒸気のも質量は、

$$\frac{3.0 \times 10^3 \text{ Pa} \times 24.9 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 (\text{Pa} \cdot \text{L} \cdot (\text{K} \cdot \text{mol})) \times 300 \text{ K}} = 0.030 \text{ mol}$$

また、圧縮後の水蒸気のも質量は、

$$\frac{3.6 \times 10^3 \text{ Pa} \times 8.3 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 (\text{Pa} \cdot \text{L} \cdot (\text{K} \cdot \text{mol})) \times 300 \text{ K}} = 0.012 \text{ mol}$$

よって、求める物質量は、

$$0.030 \text{ mol} - 0.012 \text{ mol} = 0.018 \text{ mol}$$

である。以上より、②が正解である。

(答)  …②

### 問4

a 図2の結晶構造は、NaClの結晶構造と同様であり、各イオンの配位数は6である。また、単位格子の1辺の長さは  $2(R_S + r_{Ca})$  より、単位格子の体積は、

$$\{2(R_S + r_{Ca})\}^3 = 8(R_S + r_{Ca})^3$$

である。以上より、 は②、 は①が正解である。

(答)  …②,  …①

b CaS 40 g の結晶の体積は  $15 \text{ cm}^3$  であるため、この結晶の密度は、

$$\frac{40 \text{ g}}{15 \text{ cm}^3} \doteq 2.66 \text{ g/cm}^3$$

となる。ここで、CaSの結晶の単位格子中に含まれる Ca<sup>2+</sup> と S<sup>2-</sup> は4個ずつであり、単位格子の

質量は,

$$\frac{4}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 72 \text{ g/mol} = 4.8 \times 10^{-22} \text{ g}$$

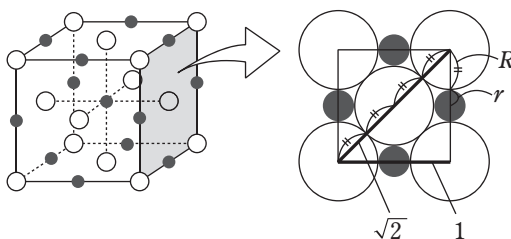
である。よって、求める体積は,

$$\frac{4.8 \times 10^{-22} \text{ g}}{2.66 \text{ g/cm}^3} \doteq 1.8 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$$

である。以上より、②が正解である。

(答)  …②

c 陽イオンと陰イオンが接し、かつ半径が大きい方のイオンどうしが接している状態における単位格子の面の模式図は、次の通りである。



よって,

$$4R : 2(R + r) = \sqrt{2} : 1$$

より,

$$R = (\sqrt{2} + 1)r$$

となる。以上より、 は②,  は①が正解である。

(答)  …②,  …①

## 第2問

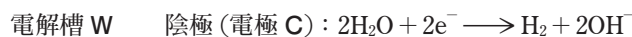
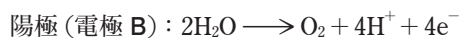
問1 「反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)」より,

$$\text{反応熱 } Q = (333 + 286) - (394 + 2 \times 46) = 133 \text{ kJ}$$

以上より、⑥が正解である。

(答)  …⑥

問2 各電解槽の陰極および陽極で起こる反応は、それぞれ次の通りである。



以上より、③と④が誤りである。よって、③と④が正解である。

(答)  ·  …③, ④

問3 温度  $T$  における式 (2) の反応の平衡定数  $K$  は、

$$K = \frac{3 \cdot 2^2}{0.40 \times 0.40} = 64$$

である。よって、密閉容器 Y (容積  $V$  (L) とおく) に入れた 1.0 mol の HI のうち、 $2x$  (mol) が  $H_2$  と  $I_2$  に分解したとすると、

$$\frac{\left(\frac{1.0 - 2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{x}{V}\right)\left(\frac{x}{V}\right)} = 64$$

より、

$$x = 0.10 \text{ mol}$$

となる。よって、平衡時の HI の物質量は、

$$1.0 - 2 \times 0.10 = 0.80$$

以上より、④が正解である。

(答)  …④

問4

a  $MnO_2$  は過酸化水素の分解反応の触媒としてはたらく。一般に、触媒自身は反応の前後で形が変化しない。よって、④の記述は誤りである。なお、①～③の記述は正しい記述である。

(答)  …④

b 表 1 より、1.0 分～2.0 分で発生した酸素の物質量は、

$$(0.747 - 0.417) \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.330 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

である。ここで、「分解した過酸化水素の物質量 = 発生した酸素の物質量  $\times$  2」より、1.0 分～2.0 分の間における過酸化水素の平均分解速度は、

$$\frac{\frac{0.330 \times 10^{-3} \times 2 \text{ mol}}{0.0100 \text{ L}}}{(2.0 - 1.0) \text{ min}} \doteq 6.6 \times 10^{-2} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$$

以上より、⑥が正解である。

(答)  …⑥

c 用いた過酸化水素の物質量が、

$$0.400 \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

であることより、発生する酸素の物質量が  $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$  を超えることはない。よって、④か⑤のいずれかである。ここで、反応速度定数が 2.0 倍になったことより、反応開始直後の酸素の生成速度も 2.0 倍となる。よって、反応開始直後の酸素の生成速度を図 2 のグラフと比べると、④はおよそ 4 倍、⑤はおよそ 2 倍になっている。以上より、⑤が正解である。

(答) 15 …⑤

### 第 3 問

問 1 フッ素  $\text{F}_2$  の酸化力はヨウ素  $\text{I}_2$  よりも強く、 $\text{HF}$  が  $\text{I}_2$  によって酸化されて  $\text{F}_2$  を生じることはない。よって、④の記述は誤りである。なお、①～③は正しい記述である。以上より、④が正解である。

(答) 16 …④

問 2 水溶液 A に  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  がすべて含まれていると仮定すると、各操作によって以下のような結果が得られる。

操作 I …  $\text{AgCl}$  の沈殿が生じる

(⇒結果：沈殿が生じなかったため、①  $\text{Ag}^+$  は含まれていない)

操作 II …  $\text{CuS}$  の沈殿が生じる

(⇒結果：沈殿が生じたため、③  $\text{Cu}^{2+}$  が含まれている)

操作 III …  $\text{Al}(\text{OH})_3$  および  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沈殿が生じる

(⇒結果：沈殿が生じなかったため、②  $\text{Al}^{3+}$  および④  $\text{Fe}^{3+}$  は含まれていない)

操作 IV …  $\text{ZnS}$  の沈殿が生じる

(⇒結果：沈殿が生じたため、⑤  $\text{Zn}^{2+}$  が含まれている)

以上より、③と⑤が正解である。

(答) 17 ・ 18 …③, ⑤

### 問 3

a 1 族元素の金属の単体 2 mol が希塩酸と反応すると、水素 1 mol が発生する。一方、2 族元素の金属の単体 1 mol が希塩酸と反応すると、水素 1 mol が発生する。よって、金属 X のモル質量を  $x \text{ (g/mol)}$  とおくと、X, Y が 20 mg のときの  $\text{H}_2$  の発生量を図 2 から読み取って

・ X が 1 族元素の金属の場合

$$\frac{20 \times 10^{-3} \text{ g}}{x \text{ (g/mol)}} : \frac{18.5 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 2 : 1 \quad x \doteq 12 \text{ g/mol (←不適)}$$

・ X が 2 族元素の金属の場合

$$\frac{20 \times 10^{-3} \text{ g}}{x \text{ (g/mol)}} : \frac{18.5 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 1 : 1 \quad x \doteq 24 \text{ g/mol (←⑤ Mg)}$$

となる。同様に、金属 Y のモル質量を  $y \text{ (g/mol)}$  とおくと、

・ Y が 1 族元素の金属の場合

$$\frac{20 \times 10^{-3} \text{ g}}{y \text{ (g/mol)}} : \frac{9.5 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 2 : 1 \quad y \doteq 23 \text{ g/mol (←② Na)}$$

・ Y が 2 族元素の金属の場合

$$\frac{20 \times 10^{-3} \text{ g}}{y \text{ (g/mol)}} : \frac{9.5 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 1 : 1 \quad y \doteq 47 \text{ g/mol (←不適)}$$

となる。以上より、 は⑤、 は②が正解である。

(答)  …⑤,  …②

b 塩化カルシウムは H<sub>2</sub>O を吸収し、ソーダ石灰は CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>O の両方を吸収する。よって、吸収管 B に塩化カルシウム、吸収管 C にソーダ石灰を入れる。以上より、③が正解である。

(答)  …③

c b の実験により、MgO が  $\left(\frac{2.00 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}}\right) 0.050 \text{ mol}$  残ったことから、用いた混合物 A に含まれる MgO, Mg(OH)<sub>2</sub>, MgCO<sub>3</sub> の物質量の合計は 0.050 mol である。ここで、捕集された H<sub>2</sub>O の物質量は混合物に含まれていた Mg(OH)<sub>2</sub> の物質量と等しく、

$$\frac{0.18 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0.010 \text{ mol}$$

である。また、捕集された CO<sub>2</sub> の物質量は混合物に含まれていた MgCO<sub>3</sub> の物質量と等しく、

$$\frac{0.22 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0.0050 \text{ mol}$$

である。よって、混合物 A に含まれていた MgO の物質量は、

$$0.050 \text{ mol} - (0.010 + 0.0050) \text{ mol} = 0.035 \text{ mol}$$

であり、求める割合は、

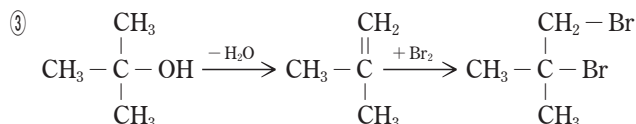
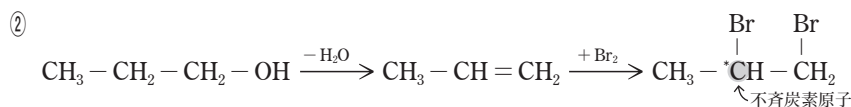
$$\frac{0.035 \text{ mol}}{0.050 \text{ mol}} \times 100 = 70 \%$$

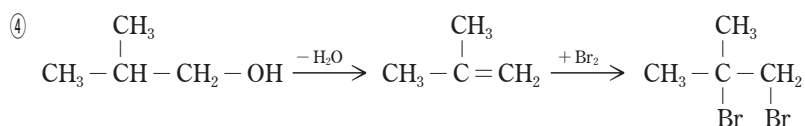
である。以上より、④が正解である。

(答)  …④

## 第 4 問

問 1 ①～④のうち、条件ア ヨードホルム反応を示すアルコールは①のみである。さらに、②～④のうち、条件イを満たすアルコールは、②である。





以上より、②が正解である。

(答)  …②

問2 アニリンは塩基性の化合物であり、塩酸には塩となって溶解するが、水酸化ナトリウム水溶液とは反応せず、ほとんど溶解しない。よって、②の記述は誤りである。なお、①、③、④は正しい記述である。以上より、②が正解である。

(答)  …②

問3 ポリプロピレンはプロペン ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ ) の重合体であり、炭化水素の高分子化合物である。よって、分子間で水素結合を形成することはなく、④の記述は誤りである。なお、①～③は正しい記述である。

(答)  …④

#### 問4

a トリグリセリド X 1 分子が 4 個の  $\text{C} = \text{C}$  結合をもつことから、X 1 mol に付加する水素は 4 mol である。よって、44.1 g の X に付加する水素の物質量は、

$$\frac{44.1 \text{ g}}{882 \text{ g/mol}} \times 4 = 0.20 \text{ mol}$$

以上より、 は①、 は②、 は③が正解である。

(答)  …①,  …②,  …③

b 脂肪酸 A と脂肪酸 B は、ともに硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を脱色したため、A と B はともに不飽和脂肪酸である。さらに、X 1 分子が 4 個の  $\text{C} = \text{C}$  結合をもつこと、また、X 1 分子を構成する脂肪酸 A が 1 個、脂肪酸 B が 2 個であることより、A は  $\text{C} = \text{C}$  結合を 2 個、B は  $\text{C} = \text{C}$  結合を 1 個もつ。以上より、③が正解である。

(答)  …③

c 化合物 Y には鏡像異性体が存在しないことより、Y は不斉炭素原子をもたない。よって、 は H である。また、X 1 分子を構成する脂肪酸 A が 1 個、脂肪酸 B が 2 個であることよ

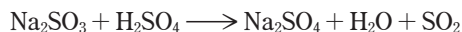
り、 は  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} - \text{R}^{\text{B}} \end{array}$  である。以上より、④が正解である。

(答)  …④

## 第5問

### 問1

a 亜硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  に希硫酸を加えると、次のように反応して  $\text{SO}_2$  が発生する。



ただし、硫酸ナトリウムに希硫酸を加えても反応は起こらない。よって、②の記述は誤りである。  
 なお、①、③、④は正しい記述である。以上より、②が正解である。

(答)  …②

b 式(1)の反応が平衡状態にあるとき、温度一定で密閉容器の圧力を減少させると、容器内の気体の総分子数が増加する方、つまり左に平衡が移動する。よって、①の記述は誤りである。なお、②～④は正しい記述である。以上より、①が正解である

(答)  …①

問2 実験に用いた  $\text{I}_2$  の全量は、

$$\frac{0.127 \text{ g}}{254 \text{ g/mol}} = 5.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

であり、このうち  $\text{H}_2\text{S}$  と反応せずに残った  $\text{I}_2$  が  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  と反応する。ここで、式(3)+式(4)より、 $\text{I}_2$  と  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  は物質質量比 1 : 2 で反応するため、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  と反応した  $\text{I}_2$  は、

$$5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times \frac{5.00}{1000} \text{ L} \times \frac{1}{2} = 1.25 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

である。よって、 $\text{H}_2\text{S}$  と反応した  $\text{I}_2$  は、

$$(5.00 - 1.25) \times 10^{-4} \text{ mol} = 3.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

となる。ここで、式(2)+式(3)より、 $\text{H}_2\text{S}$  と  $\text{I}_2$  は物質質量比 1 : 1 で反応するため、気体試料 A に含まれていた  $\text{H}_2\text{S}$  は  $3.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$  であり、求める体積は、

$$3.75 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} \times 10^3 = 8.40 \text{ mL}$$

である。以上より、③が正解である。

(答)  …③

### 問3

a 表1より、 $\text{SO}_2$  のモル濃度と  $\log_{10}T$  は比例関係にあるため、 $T$  が 0.80 のとき、

$$\log_{10}T = \log_{10} 0.80 = -0.10$$

気体試料 B に含まれる  $\text{SO}_2$  のモル濃度が  $2.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$  のとき  $\log_{10}T = -0.067$  であるので、求める  $\text{SO}_2$  のモル濃度は

$$2.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L} \times \frac{-0.10}{-0.067} \doteq 3.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

となる。以上より、③が正解である。なお、表1のデータを方眼紙上で直線のグラフで表し、 $\log_{10}T$  が  $-0.10$  となる  $\text{SO}_2$  のモル濃度を読み取ってもよい。

(答)  …③

b 密閉容器の長さ  $L$  と  $\log_{10}T$  は比例関係にあるため、密閉容器の長さが2倍になると、 $\log_{10}T$  も2倍になる。ここで、 $\text{SO}_2$  のモル濃度  $c$  と  $\log_{10}T$  も比例関係にあるので、本実験の  $\log_{10}T$  は、密閉容器の長さを  $L$  のままにして a における  $\text{SO}_2$  のモル濃度を2倍としたときの  $\log_{10}T$  と同じである。よって、

$$\log_{10}T = 2 \times \log_{10} 0.80 = \log_{10} 0.80^2$$

より、透過率  $T$  は

$$T = 0.80^2 = 0.64$$

である。以上より、④が正解である。

(答)  …④