

## 2022年度大学入学共通テスト 解説 〈化学〉

### 第1問

問1 Bの原子番号は5であり、B原子はK殻2個、L殻に3個の電子をもつ。よって、②が正解である。

(答)  …②

問2 各化合物の窒素含有率は、それぞれ次の通りである。

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad \text{NH}_4\text{Cl} \cdots \frac{14}{53.5} &\doteq 0.26 & \textcircled{2} \quad (\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdots \frac{14 \times 2}{60} &\doteq 0.47 \\ \textcircled{3} \quad \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdots \frac{14 \times 2}{80} &= 0.35 & \textcircled{4} \quad (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdots \frac{14 \times 2}{132} &\doteq 0.21 \end{aligned}$$

よって、②が正解である。

(答)  …②

問3 混合気体の密度を  $d$  (g/L)、平均モル質量を  $M$  (g/mol)、温度を  $T$  (K)、気体定数を  $R$  (Pa·L/(K·mol)) をとおくと、

$$d = \frac{p_0}{RT} M$$

より、 $d$  は  $M$  に比例して大きくなる。さらに、A と B のモル質量をそれぞれ  $M_A$  (g/mol)、 $M_B$  (g/mol)、A のモル分率を  $x$  とおくと、

$$\begin{aligned} M &= M_A \cdot x + M_B \cdot (1 - x) \\ &= (M_A - M_B) x + M_B \end{aligned}$$

が得られ、 $M_A < M_B$  であることより、 $M$  は  $x$  に比例して小さくなる。ここで、混合気体では「モル比 = 分圧比」が成り立つため、 $d$  は A の分圧に比例して小さくなる。よって、④が正解である。

(答)  …④

問4 ポリエチレンのうち、結晶の部分が多く密度の大きなものを高密度ポリエチレンという。一方、非結晶の部分が多く密度の小さなものを低密度ポリエチレンという。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。

(答)  …④

### 問5

a 図1より、 $1.0 \times 10^5$  Pa の下で水 1 L に溶ける  $\text{O}_2$  の物質量は、 $10^\circ\text{C}$  で  $1.75 \times 10^{-3}$  mol、 $20^\circ\text{C}$  で  $1.40 \times 10^{-3}$  mol である。よって、 $10^\circ\text{C}$  から  $20^\circ\text{C}$  に温度を上げたとき、水溶液中から遊離する  $\text{O}_2$  の物質量は、水 1 L あたり  $(1.75 - 1.40) \times 10^{-3}$  mol である。よって、求める値は、

$$(1.75 - 1.40) \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{20 \text{ L}}{1 \text{ L}} = 7.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

である。以上より、②が正解である。

(答)  …②

b ピストンに  $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の圧力を加えているとき、 $\text{N}_2$  の分圧は  $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  であり、 $20^\circ\text{C}$  で水  $1.0 \text{ L}$  に溶解している  $\text{N}_2$  の物質量は、図 1 より、

$$0.70 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{4.0 \times 10^5 \text{ Pa}}{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}} = 2.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

である。同様に、ピストンに  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の圧力を加えているとき、 $\text{N}_2$  の分圧は  $0.80 \times 10^5 \text{ Pa}$  であり、 $20^\circ\text{C}$  で水  $1.0 \text{ L}$  に溶解している  $\text{N}_2$  の物質量は、図 1 より、

$$0.70 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{0.80 \times 10^5 \text{ Pa}}{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}} = 0.56 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

である。よって、遊離した  $\text{N}_2$  の  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  における体積は、

$$(2.8 - 0.56) \times 10^{-3} \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} \times 10^3 \approx 50 \text{ mL}$$

である。以上より、③が正解である。

(答)  …③

## 第2問

問1 物質の溶解は、発熱の場合も吸熱の場合もある。一方、燃焼反応、中和反応、凝固は、いずれも発熱である。よって、③が正解である。

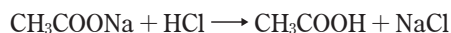
(答)  …③

問2 混合した酢酸ナトリウムおよび塩化水素の物質量は、それぞれ次の通りである。

$$\text{酢酸ナトリウム} \cdots 0.060 \text{ mol/L} \times 0.050 \text{ L} = 0.0030 \text{ mol}$$

$$\text{塩化水素} \cdots 0.060 \text{ mol/L} \times 0.050 \text{ L} = 0.0030 \text{ mol}$$

よって、



の反応により、酢酸  $0.0030 \text{ mol}$  が生成し、モル濃度は、

$$\frac{0.0030 \text{ mol}}{0.100 \text{ L}} = 0.030 \text{ mol/L}$$

である。よって、水素イオン濃度は、

$$[\text{H}^+] = \sqrt{0.030 \text{ mol/L} \times 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}} = 9.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

である。以上より、③が正解である。

(答)  …③

問3 平衡状態では、 $v_1 = v_2$  より、

$$k_1 [\text{A}] = k_2 [\text{B}][\text{C}]$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{B}][\text{C}]}{[\text{A}]}$$

が得られ、 $\frac{k_1}{k_2}$  は式(1)の反応の平衡定数と同じ値になる。よって、平衡時の  $[\text{B}]$  を  $x$  (mol/L) とおくと、

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{6.0 \times 10^{-6}} = \frac{x \cdot x}{1 - x}$$

$$6x^2 + x - 1 = 0$$

$$(2x + 1)(3x - 1) = 0$$

$$x = \frac{1}{3} \quad (0 < x < 1)$$

より、①が正解である。

(答)  …①

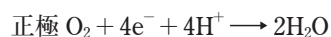
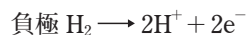
問4

a  $\frac{248 \text{ g}}{6.2 \text{ g/cm}^3} \times 1200 \times 10^{-3} \text{ L/mL} \times \frac{1}{22.4 \text{ L/mol}} \doteq 2.1 \text{ mol}$

より、④が正解である。

(答)  …④

b 負極と正極で起こる反応は、それぞれ次の通りである。



ここで、図1において、電子が左側の電極から電球を通過して右側の電極へ流れているため、左側の電極が負極、右側の電極が正極である。よって、アは負極に通じた  $\text{H}_2$ 、イは正極に通じた  $\text{O}_2$ 、ウは未反応の  $\text{H}_2$ 、エは未反応の  $\text{O}_2$  と生成した  $\text{H}_2\text{O}$  である。以上より、④が正解である。

(答)  …④

c 流れた電子の物質量は、反応した  $\text{H}_2$  の物質量の2倍なので、

$$2.00 \text{ mol} \times 2 = 4.00 \text{ mol}$$

である。よって、流れた電気量は、

$$4.00 \text{ mol} \times 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol} = 3.86 \times 10^5 \text{ C}$$

である。以上より、④が正解である。

(答)  …④

## 第3問

### 問1

ア… $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の水溶液からは $\text{Al}(\text{OH})_3$ の白色沈殿を生じるが、 $\text{NaCl}$ の水溶液では変化は見られない。

イ… $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の水溶液からは $\text{CaSO}_4$ の白色沈殿を生じるが、 $\text{NaCl}$ の水溶液では変化は見られない。

ウ…どちらの水溶液でも変化は見られない。

エ… $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の水溶液では陽極から無色の気体が発生するが、 $\text{NaCl}$ の水溶液では陽極から黄緑色の気体が発生する。

よって、③が正解である。

(答)  …③

問2 図1より、 $\text{M}$   $2.00 \times 10^{-2}$  molを用いたとき、 $\text{M}$ と $\text{O}_2$ が過不足なく反応している。このとき、反応した $\text{O}_2$ の物質量は $1.00 \times 10^{-2}$  molであり、 $\text{M}$ 原子 $2.00 \times 10^{-2}$  molと $\text{O}$ 原子 $2.00 \times 10^{-2}$  molが結びついたことになる。よって、酸化物の組成式は1:1である。以上より、①が正解である。

(答)  …①

### 問3

a  $\text{CO}_2$ および $\text{NH}_4\text{Cl}$ は、水に溶けて酸性を示す。一方、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ は水に溶けて塩基性を示す。よって、⑤が正解である。

(答)  …⑤

b 飽和食塩水にアンモニアと二酸化炭素を通じると、 $\text{NaHCO}_3$ と $\text{NH}_4\text{Cl}$ が生成する。このとき、比較的水への溶解度が小さい $\text{NaHCO}_3$ は白色沈殿として析出し、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ は水に溶解している。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。

(答)  …①

c アンモニアソーダ法の全体の反応の化学反応式は、次の通りである。



よって、1 molの $\text{NaCl}$ がすべて反応するときに必要な $\text{CaCO}_3$ の物質量は $\frac{1}{2}$  molであり、求める質量は、

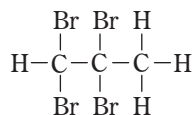
$$\frac{58.5 \times 10^3 \text{ g}}{58.5 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{2} \times 100 \text{ g/mol} \times 10^{-3} \text{ kg/g} = 50.0 \text{ kg}$$

である。以上より、②が正解である。

(答)  …②

## 第4問

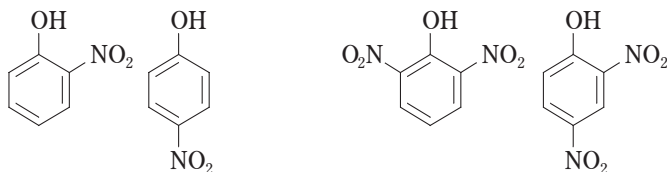
問1 プロピン1分子に臭素2分子を付加して得られる生成物は、1,1,2,2-テトラブロモプロパンである。



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。

(答)  …④

問2 フェノールは、オルト位とパラ位に置換反応を受けやすい。よって、ニトロフェノールの異性体およびジニトロフェノールの異性体は、それぞれ次の2通りである。



よって、 は②,  は②が正解である。

(答)  …②,  …②

問3 ポリエチレンテレフタラートを加水分解すると、テレフタル酸とエチレングリコールが生成する。よって、⑤の記述は誤りである。なお、①～④は正しい記述である。

(答)  …⑤

## 問4

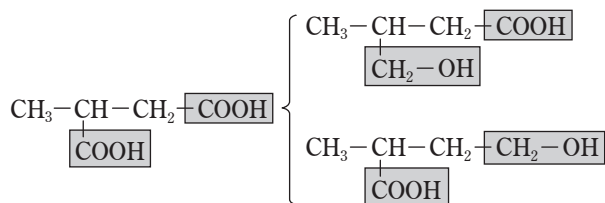
a ジカルボン酸→ヒドロキシ酸→2価アルコールの順に変化するので、単調に減少しているAがジカルボン酸、単調に増加しているBが2価アルコールである。よって、②が正解である。

(答)  …②

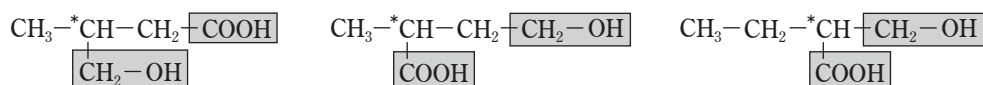
b Yは銀鏡反応を示さないため、①ではない。また、炭酸水素ナトリウム水溶液と反応しないため、②, ③ではない。ここで、元素分析値より、Yの組成式はC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Oと決まるため、⑤が正解である。

(答)  …⑤

- c 与えられたジカルボン酸のうち、次のジカルボン酸は2つのカルボキシ基が区別できるため、2種類のヒドロキシ酸が生成可能である。



なお、他の3つのジカルボン酸は2つのカルボキシ基が区別できないため、1種類のヒドロキシ酸が生成する。よって、生成するヒドロキシ酸は立体異性体を区別しないで数えると5種類である。また、そのうち、不斉炭素原子をもつものは、次の3種類である。



以上より、④が正解である。

(答) 24 …④

## 第5問

- 問1 1-ブチンにおける3つの炭素原子(-C≡C-C)は同一直線上にあるが、残り1つの炭素原子は、同一直線上にはない。よって、③の記述は誤りである。なお、①、②、④は正しい記述である。

(答) 25 …③

## 問2

- a アルデヒド B はヨードホルム反応を示さないため、 $R^1$  は  $\text{CH}_3$  ではない。また、ケトン C はヨードホルム反応を示すため、 $R^2$ 、 $R^3$  のうち、少なくとも一方は  $\text{CH}_3$  である。以上より、④が正解である。

(答) 26 …④

- b 式(3)より、 $\text{SO}_2$ (気)と $\text{SO}_3$ (気)の生成熱をそれぞれ  $a$  (kJ/mol)、 $b$  (kJ/mol) とおくと、

$$\text{反応熱} = \text{「生成物の生成熱」} - \text{「反応物の生成熱」}$$

より、

$$99 = b - a$$

である。同様に、式(2)より、

$$Q = (186 + 217 + b) - (67 - 143 + a)$$

$$= 479 + (b - a)$$

である。よって、

$$Q = 479 + 99 = 578$$

より、③が正解である。

(答)  …③

c 1.0 秒のときのアルケン A のモル濃度は  $4.4 \times 10^{-7}$  mol/L, 6.0 秒のときのアルケン A のモル濃度は  $2.8 \times 10^{-7}$  mol/L である。よって、求める平均速度は、

$$\frac{(4.4 - 2.8) \times 10^{-7} \text{ mol/L}}{(6.0 - 1.0) \text{ s}} = 3.2 \times 10^{-8} \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}$$

である。よって、 は③,  は②,  は④が正解である。

(答)  …③,  …②,  …④

d 実験 1 と 3 を比べると,  $[\text{O}_3]$  と反応速度  $v$  が比例しているため,  $b = 1$  である。また, 実験 1 と 2 を比べると,  $[\text{A}]$  が 4 倍,  $[\text{O}_3]$  が  $\frac{1}{2}$  倍で反応速度  $v$  が 2 倍になっていることから,  $a = 1$  である。

よって, 実験 1 の値より反応速度定数  $k$  を求めると,

$$k = \frac{5.0 \times 10^{-9}}{1.0 \times 10^{-7} \times 2.0 \times 10^{-7}} = 2.5 \times 10^5 \text{ L/(mol}\cdot\text{s)}$$

である。以上より,  は②,  は⑤,  は⑥が正解である。

(答)  …②,  …⑤,  …⑥