

化 学

I

解答

問1. 1—③ 2—④

問2. ④ 問3. ⑥ 問4. ⑤ 問5. ④

問6. 7—⑤ 8—② 問7. ③ 問8. ④ 問9. ⑤

問10. ② 問11. ② 問12. ③

解説

《小問 12 問》

問2. ①誤文。原子から電子を1つ取り去るときに吸収するエネルギーをイオン化エネルギーという。

②誤文。原子が電子を1つ受け取って1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを電子親和力という。

③誤文。共有電子対を引きつける強さを電気陰性度という。

④正文。同族元素の原子では、原子番号が大きいほど最外殻電子は原子核から離れた位置にあり、取り去るために必要なエネルギー（＝イオン化エネルギー）は小さくなる。

⑤誤文。アルカリ金属元素の原子は最外殻電子を1つしかもたず、1価の陽イオンになりやすいため、同周期の他の元素の原子よりもイオン化エネルギーは小さくなる。

問3. F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} はいずれも Ne と同じ電子配置となる。同じ電子配置のとき、原子番号が大きいほど電子を強く引きつけるため、イオン半径は小さくなる。したがってイオン半径は $F^- > Na^+ > Mg^{2+}$ となる。

問4. 陽性の大きい K 原子と陰性の大きい Cl 原子はイオン結合によって結びつくため、KCl はイオン結晶である。

問6. a. 炭素原子の物質量 [mol] は

$$\frac{1.8 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}} = 3.0 [\text{mol}]$$

b. 水 H_2O は 1 分子中に H 原子を 2 個含むので、水素原子の物質質量 [mol] は

$$\frac{1.5 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} \times 2 = 0.50 [\text{mol}]$$

問 7. a. 誤文。水素分子は H_2 なので、分子量は 2 になる。

b. 誤文。 ^{35}Cl と ^{37}Cl の存在比が不明であるため、塩化水素の分子量を 37 とすることはできない。

c. 正文。原子量は、各同位体の相対質量と存在比から求められる平均値であるため、相対質量のみで原子量を求めることはできない。

問 8. $\text{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$ なので、 0.50 mol の質量 [g] は

$$40 \times 0.50 = 20 [\text{g}]$$

100 g の水に溶かした質量パーセント濃度 [%] は

$$\frac{20}{100 + 20} \times 100 = 16.6 \div 17 [\%]$$

問 9. b. 誤文。イオン結晶では同符号のイオンが接すると電気的な反発が生じるため不安定になる。イオン結晶が安定して存在するためには、異符号のイオンは接するが、同符号のイオンは接しない空間配置となる必要がある。

問 10. ①正文。氷はすき間の多い固体で、圧力を加えるとすき間の少ない水に変化するため曲線 AB (=融解曲線) は負の傾きをもつ。多くの物質は固体の方が液体よりもすき間が少なく密度が大きいため、融解曲線は正に傾く。

②誤文。点 A を三重点という。

問 11. アルゴンの物質量を $n [\text{mol}]$ とおくと、気体の状態方程式 $PV = nRT$ より

$$n = \frac{3.0 \times 10^5 \times 8.3}{8.3 \times 10^3 \times 300} = 1.0 [\text{mol}]$$

問 12. 水酸化ナトリウムのモル質量は 40 g/mol である。また、 $V [\text{mL}]$ の水は密度が 1.0 g/cm^3 なので $V [\text{g}]$ となる。水酸化ナトリウムは水溶液中で完全に電離し、粒子数が 2 倍になるので、沸点上昇度 Δt は

$$\Delta t = K \cdot m = 0.52 \times \frac{w}{40} \times \frac{1000}{V} \times 2$$

$$=0.52 \times \frac{w}{40} \div \frac{V}{1000} \times 2$$

II

解答

問 1. (1)―④ (2)―⑤ (3)―② (4)―⑥ (5)―⑦

問 2. (1)―② (2)―③ (3)―⑤ (4)―② (5)―④

問 3. (1)―① (2)―③ (3)―⑧

問 4. (1)ア―② ウ―① (2)―③ (3)―⑤ (4)―③ (5)―⑤

解説

《pH, ヨウ素滴定, ダニエル電池, 過酸化水素の分解速度》

問 1. (1) 塩酸は 1 価の強酸, 硫酸は 2 価の強酸であるため, 同じモル濃度ならば硫酸のほうが水素イオン濃度は高く, pH は小さくなる。

(2) pH が 3 なので, $[H^+]$ は $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。したがって電離度 α は

$$\alpha = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{0.05} = 0.02$$

また, 酢酸のモル濃度が小さくなると, 溶質粒子を増やす方向に平衡が移動するため電離度は大きくなる。

(3) a. 炭酸ナトリウムは弱酸の炭酸と強塩基の水酸化ナトリウムから生じる塩であるため, 水溶液は塩基性を示す。

b. 硝酸アンモニウムは, 強酸の硝酸と弱塩基のアンモニアから生じる塩であるため, 水溶液は酸性を示す。

c. 硫酸カリウムは, 強酸の硫酸と強塩基の水酸化カリウムから生じる塩であるため, 水溶液は中性を示す。

(4) a. 誤文。酸や塩基の水溶液を限りなく希釈しても, pH は 7 に近づくだけである。

(5) HCl の物質質量 [mol] は

$$0.10 \times \frac{100}{1000} = 0.010 [\text{mol}]$$

NaOH の物質質量 [mol] は

$$0.30 \times \frac{100}{1000} = 0.030 [\text{mol}]$$

混合すると NaOH が 0.020 mol 余る。混合後の水溶液の体積は 200 mL

になっているので、水酸化物イオンのモル濃度 [mol/L] は

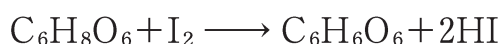
$$[\text{OH}^-] = 0.020 \times \frac{1000}{200} = 0.10 [\text{mol/L}]$$

水のイオン積 K_w から

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{0.10} = 1.0 \times 10^{-13} [\text{mol/L}]$$

$$\therefore \text{pH} = 13$$

問 2. (1) (i), (ii)式から電子を消去すればよいので, (iii)式は



となる。

(2) ビタミン C は電子を与える物質なので還元剤である。ビタミン C は他の物質よりも先に酸化されることで、他の物質の酸化を防ぐ酸化防止剤として用いられる。

(4) ビタミン C とヨウ素は 1 : 1 で反応するので、ビタミン C の物質量を $x [\text{mol}]$ とおくと

$$x = 0.050 \times \frac{4.00}{1000} = 2.0 \times 10^{-4} [\text{mol}]$$

(5) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 = 176 \text{ g/mol}$ であり、200 mL 中に $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 含まれるので、500 mL 中の質量 [g] は

$$2.0 \times 10^{-4} \times \frac{500}{200} \times 176 = 0.088 [\text{g}]$$

問 3. (2) 正極では次の反応により銅が析出する。



電気量 [C] は

$$\frac{3.18}{63.5} \times 2 \times 9.65 \times 10^4 \div 9.65 \times 10^3 [\text{C}]$$

(3) 亜鉛イオンや硫酸イオンが移動することで電池内にも電気的な回路が形成され、放電し続けることができる。ガラス筒に変わるとイオンの移動ができなくなるため、電流は流れなくなる。

問 4. (2) 発生する O_2 の物質量 [mol] は、60 秒から 90 秒の間に分解された H_2O_2 の $\frac{1}{2}$ となるので、その体積 [mL] は

$$(0.083-0.034) \times \frac{10}{1000} \times \frac{1}{2} \times 22.4 \times 10^3 = 5.488 \div 5.5 [\text{mL}]$$

(3) 平均の分解速度を $\bar{v} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$ とおくと

$$\bar{v} = -\frac{0.083-0.20}{60-30} = 3.9 \times 10^{-3} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

(4) 0.50 mol/L の H_2O_2 10 mL がすべて反応すると、発生する O_2 の体積 [mL] は

$$0.50 \times \frac{10}{1000} \times \frac{1}{2} \times 22.4 \times 10^3 = 56 [\text{mL}]$$

発生する O_2 の体積が増加し、56 mL で最大になるグラフを選べばよい。

(5) 反応速度 v が $[\text{H}_2\text{O}_2]$ に比例すると仮定すると、反応速度式は

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2]$$

60～90 秒のとき、 H_2O_2 の平均モル濃度 [mol/L] は

$$[\overline{\text{H}_2\text{O}_2}] = \frac{0.083+0.034}{2} = 0.0585 [\text{mol/L}]$$

$$k = \frac{\bar{v}}{[\overline{\text{H}_2\text{O}_2}]} = \frac{1.6 \times 10^{-3}}{0.0585} = 2.73 \times 10^{-2} [\text{/s}]$$

90～120 秒のとき、 H_2O_2 の平均モル濃度 [mol/L] は

$$[\overline{\text{H}_2\text{O}_2}] = \frac{0.034+0.014}{2} = 0.024 [\text{mol/L}]$$

$$k = \frac{\bar{v}}{[\overline{\text{H}_2\text{O}_2}]} = \frac{6.7 \times 10^{-4}}{0.024} = 2.79 \times 10^{-2} [\text{/s}]$$

60～90 秒、90～120 秒の反応速度定数 k はほぼ同じ値なので、反応速度は $[\text{H}_2\text{O}_2]$ に比例することがわかる。よってこの反応における反応速度式は

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2]$$

と表されることがわかる。

Ⅲ

解答

問 1. (1)―⑥ (2)―④ (3)―⑤ (4)―③

問 2. (1)―④ (2)―④ (3)―② (4)―③

問 3. (1)―④ (2)―③ (3)―① (4)―②

解 説

《ハロゲン，アルカリ金属，人体の構成元素，気体の性質，硫黄とその化合物，鉄の反応》

問 1. (1) a. 誤文。フッ素は水と反応し酸素を発生する。



(2) a. 正文。アルカリ金属の Li, Na, K, Rb, Cs はいずれも炎色反応を示す。

b. 正文。アルカリ金属は水と反応し水酸化物に変化する。



c. 誤文。アルカリ金属は軽金属に分類され，密度が小さく軟らかい金属である。

(3) b. 誤文。ヨウ素は第 17 族に属するハロゲンである。

(4) a. 誤文。水素の分子量は 2，ヘリウムの分子量は 4 なので，水素のほうが軽い気体である。

b. 誤文。オゾンは淡青色で特異臭のある有毒気体である。

問 2. (2) c. 誤文。銅に濃硫酸を加えて加熱すると得られる気体は二酸化硫黄である。三酸化硫黄は，酸化バナジウム(V)を触媒として二酸化硫黄をさらに酸化させることで得られる。

(3) 硫黄原子の酸化数はそれぞれ次のとおり。



(4) 反応させた亜鉛の物質量 [mol] は

$$\frac{6.5}{65} = 0.10 [\text{mol}]$$

用いた硫酸の物質量 [mol] は

$$0.500 \times \frac{300}{1000} = 0.15 [\text{mol}]$$

亜鉛に希硫酸を加えると，次の反応が起こる。



硫酸が亜鉛よりも過剰に存在するので，亜鉛はすべて反応し発生する水素は 0.10 mol となる。したがって，発生する水素の体積 [L] は

$$0.10 \times 22.4 = 2.24 [\text{L}]$$

問 3. (3) b. 誤文。ウの水酸化鉄(Ⅱ)は緑白色沈殿である。

c. 誤文。アンモニアの電離によって水酸化物イオンが生じるため、水酸化ナトリウムを加えたときと同様に水酸化物の沈殿を生じる。