

2021年度大学入学共通テスト 解説 〈化学基礎〉

第1問

問1 空気は窒素 N_2 や酸素 O_2 などを含む混合物，メタン CH_4 は化合物，オゾン O_3 は単体である。

(答) …⑥

問2

① $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 2 = 2.0 \text{ mol}$

② $\frac{18 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 1 = 1.0 \text{ mol}$

③ $1.0 \text{ mol} \times 2 = 2.0 \text{ mol}$

④ $C + O_2 \rightarrow CO_2$ より，1 mol の C の完全燃焼によって 1 mol の CO_2 が発生する。

$$\frac{12 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} \times 2 = 2.0 \text{ mol}$$

(答) …②

問3

a 原子番号の増加に対して単調に増加するイは陽子の数，周期的に変化するウは価電子の数である。よって，アは中性子の数である。なお，安定同位体の中性子の数は，原子番号の増加に伴い増加していくが，単調増加とはならない。

(答) …③

b 質量数 = 陽子の数 + 中性子の数より，原子番号 18 の Ar 原子の質量数が， $18 + 22 = 40$ となり最も大きい。

(答) …④, …⑤

また，M 殻に電子がない原子は，原子番号 1~10 (H~Ne) であり，原子番号 10 の Ne 原子の原子番号が最も大きい。

(答) …⑥, …⑦

問4 金属結晶は，自由電子をもつため電気伝導性を示す。一方，ナフタレンのような分子結晶は，自由電子をもたないため電気伝導性を示さない。なお，共有結合の結晶である黒鉛は，炭素原子がつくる網目状の平面構造の中を電子が自由に動くため，電気伝導性を示す。

(答) …⑧

問5 次に示す金属のイオン化列について、Li～Naは常温の水、Li～Mgは熱水、Li～Feは高温の水蒸気と反応する。

(イオン化列)

Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

(答) …④

問6 ②, ③は, 反応の前後で酸化数が変化する原子が存在しないため, 酸化還元反応ではない。①および④の下線を付した物質に含まれる原子の酸化数の変化は, 次の通りである。

① C原子 $+2 \rightarrow +4$

④ Br原子 $0 \rightarrow -1$

よって, ④のBr₂は酸化剤としてはたらいっている。

(答) …④

問7 溶液の質量は,

$$100 \text{ mL} \times d (\text{g/cm}^3) = 100d (\text{g})$$

であり, この中に含まれる溶質の質量は,

$$100d (\text{g}) \times \frac{x}{100} = xd (\text{g})$$

である。よって, 求める物質量は,

$$\frac{xd (\text{g})}{M (\text{g/mol})} = \frac{xd}{M} (\text{mol})$$

である。

(答) …①

問8 正極の反応式より, 4 molの電子が流れたとき2 molの水が生成する。よって, 2.0 molの電子が流れたときに生成する水の質量は,

$$2.0 \text{ mol} \times \frac{2}{4} \times 18 \text{ g/mol} = 18 \text{ g}$$

である。また, 負極の反応式より, 2 molの電子が流れたとき1 molの水素が消費される。よって, 2.0 molの電子が流れたときに消費される水素の質量は,

$$2.0 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 2.0 \text{ g/mol} = 2.0 \text{ g}$$

である。

(答) …⑤

第2問

問1

a ①, ②, ④は正塩である。③のように, 化学式中に酸としてはたらく H を含む塩は酸性塩である。

(答) 13 …③

b 各水溶液には, 電解質から生じた陽イオンが同じ物質量だけ含まれる。ア, イ, エには, それぞれ1価の陽イオン, ウには2価の陽イオンが含まれるため, 陽イオンの物質量を n (mol) とおくと, 陽イオンと交換された水素イオンの物質量は, 次の通りである。

$$\text{ア} \quad 1 \times n \text{ (mol)} = n \text{ (mol)}$$

$$\text{イ} \quad 1 \times n \text{ (mol)} = n \text{ (mol)}$$

$$\text{ウ} \quad 2 \times n \text{ (mol)} = 2n \text{ (mol)}$$

$$\text{エ} \quad 1 \times n \text{ (mol)} = n \text{ (mol)}$$

ここで, アとウから得られた水溶液は HCl (強酸) 水溶液であり, 交換された水素イオンはイオンのまま存在する。一方, イからは H_2O , エからは CH_3COOH (弱酸) 水溶液が得られるため, 交換された水素イオンの大部分は, それぞれ OH^- , CH_3COO^- と結びつき H_2O 分子, CH_3COOH 分子の状態で存在する。よって, 得られた水溶液中の水素イオンの物質量が最も大きいものはウである。

(答) 14 …③

問2

a CaCl_2 水溶液は中性であり, pH はおよそ7である。

① 2価の強酸 (H_2SO_4) と1価の強塩基 (KOH) を同じ物質量で反応させた水溶液は, 酸性を示す。

よって, この水溶液の pH は7よりも小さい。

② 1価の強酸 (HCl) と1価の強塩基 (KOH) を同じ物質量で反応させた水溶液は, 中性を示す。

よって, この水溶液の pH はおよそ7である。

③ 1価の強酸 (HCl) と1価の弱塩基 (NH_3) を同じ物質量で反応させた水溶液は, 酸性を示す。

よって, この水溶液の pH は7よりも小さい。

④ 1価の強酸 (HCl) と2価の強塩基 ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) を同じ物質量で反応させた水溶液は, 塩基性を示す。よって, この水溶液の pH は7よりも大きい。

(答) 15 …②

b 水溶液を希釈するときは, 「メスフラスコ」を用いる。

(答) 16 …②

c NaOH 水溶液と反応した H^+ は,

$$0.100 \text{ mol/L} \times \frac{40.0}{1000} \text{ L} = 0.0040 \text{ mol}$$

である。よって、 Ca^{2+} と交換された H^+ は

$$0.0040 \text{ mol} \times \frac{500 \text{ mL}}{10.0 \text{ mL}} = 0.20 \text{ mol}$$

であり、1 mol の Ca^{2+} と交換される H^+ は $(2 \times 1 =) 2 \text{ mol}$ であることから、試料 A に含まれていた $CaCl_2$ の質量は,

$$0.20 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 111 \text{ g/mol} = 11.1 \text{ g}$$

である。以上より、試料 A に含まれていた H_2O の質量は,

$$11.5 - 11.1 = 0.4 \text{ g}$$

(答) …①