

- ③ He 1 個に含まれる電子の数は 2 個なので、

$$\underbrace{1}_{\text{He [mol]}} \times \underbrace{2}_{\text{電子 [mol]}} \times \underbrace{N_A}_{\text{電子 [個]}} = 2N_A \text{ [個]}$$

- ④ $\underbrace{1}_{\text{水溶液 [mol/L]}} \times \underbrace{1}_{\text{CaCl}_2 \text{ [mol]}} \times \underbrace{2}_{\text{Cl}^- \text{ [mol]}} \times \underbrace{N_A}_{\text{Cl}^- \text{ [個]}} = 2N_A \text{ [個]}$

- ⑤ C=12 より、

$$\underbrace{12}_{\text{C [g]}} \times \underbrace{\frac{1}{12}}_{\text{C [mol]}} \times \underbrace{N_A}_{\text{C [個]}} = N_A \text{ [個]}$$

よって、下線部の数値が最も大きいものは①となる。

(答) ...①

問5 100 g の酸化物を金属に還元したとすると、 $100 \times \frac{37}{100} = 37 \text{ g}$ 質量が減少したことになる。

この 37 g が 100 g の酸化物中に含まれていた酸素の質量とわかり、 $(100 - 37) \text{ g}$ が金属 M の質量とわかる。金属 M の原子量が 55、酸素 O の原子量が 16 なので、

$$\text{M} : \text{O} = \frac{100 - 37}{55} : \frac{37}{16} \doteq 1 : 2 \text{ (mol比)}$$

となり、この酸化物の組成式は MO_2 となる。

(答) ...③

問6 炭酸飲料をコップに注ぐと出てくる泡は、炭酸飲料に溶けきれなくなった CO_2 が気体として発生したものである。溶けていた CO_2 が溶けきれなくなって発生しているだけであり、酸化還元反応はおこっていない。

(答) ...②

第 2 問 物質の変化

問 1 赤熱した炭素 C に水蒸気 H₂O を反応させて水性ガスをつくる反応の熱化学方程式は次のように表される。



この Q は、

$$Q = (\text{右辺にある物質の生成熱の総和}) - (\text{左辺にある物質の生成熱の総和})$$

より、

$$Q = (111) - (242) = -131 \text{ [kJ]}$$

と求めることができる。この Q = -131 kJ は、1.00 mol の CO が生成するときの反応熱に相当する。

(答) …③

問 2 与えられた熱化学方程式の Q は、

$$\begin{aligned} Q &= (\text{右辺にある物質の生成熱の総和}) - (\text{左辺にある物質の生成熱の総和}) \\ &= (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{液}) \text{の生成熱}) - (\text{C}_2\text{H}_4 (\text{気}) \text{の生成熱} + \text{H}_2\text{O} (\text{液}) \text{の生成熱}) \end{aligned}$$

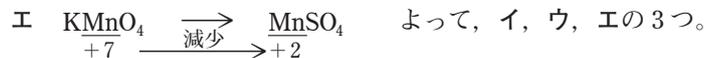
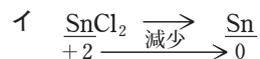
または、

$$\begin{aligned} Q &= (\text{左辺にある物質の燃焼熱の総和}) - (\text{右辺にある物質の燃焼熱の総和}) \\ &= (\text{C}_2\text{H}_4 (\text{気}) \text{の燃焼熱}) - (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{液}) \text{の燃焼熱}) \end{aligned}$$

から求めることができる。

(答) …①

問 3 下線で示す物質の酸化数が減少しているものが酸化剤としてはたらいっているものとする。

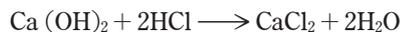


(答) …③

問 4 メスフラスコは、内部を純水で洗浄したのち、純水でぬれたまま用いることができる。試料水溶液で洗って用いることはしない。

(答) …①

問5 水酸化カルシウム水溶液を塩酸を用いて中和すると次の反応がおこる。



よって、0.010 mol/L の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aq 100 mL から生じる H_2O は、

$$\begin{array}{ccccccc} 0.010 & \downarrow & \times \frac{100}{1000} & \downarrow & \times 2 & \downarrow & = 2.0 \times 10^{-3} \text{ [mol]} \\ \text{水溶液 [mol/L]} & & \text{Ca(OH)}_2 \text{ [mol]} & & \text{H}_2\text{O [mol]} & & \end{array}$$

となり、このとき発生する熱量は

$$56.5 \times 2.0 \times 10^{-3} \doteq 0.11 \text{ [kJ]}$$

(答) 12 …③

問6 鉛蓄電池は、電源の + 端子に正極を、- 端子に負極を接続することで充電する。つまり、電極 A は負極の鉛 Pb とわかる。鉛蓄電池の充電の化学反応式は、次のようになる。



よって、電解液中の硫酸イオン SO_4^{2-} (式量 96) が 2 mol 増加しているときに、鉛 Pb (電極 A) は SO_4 (式量 96) 1 mol 分が減少している。

よって、電解液中の SO_4^{2-} が $2 \times 96 = 192 \text{ g}$ 増加しているときに、鉛 Pb (電極 A) は $1 \times 96 = 96 \text{ g}$ 減少することになる。

つまり、質量比で

$$\text{SO}_4^{2-} : \text{電極 A} = 192 : 96 = \begin{array}{c} \underline{2} \\ \text{増加} \end{array} : \begin{array}{c} \underline{1} \\ \text{減少} \end{array} \text{ の質量比で変化しているグラフ④を選ばよ。}$$

(答) 13 …④

問7 陰極でおこる反応は、



となり、 e^- が 2 mol 流れると OH^- (NaOH) が 2 mol 生成することがわかる。流した電流を x [A]

とおくと、 $\text{NaOH} = 40.0$ より次の式が成り立つ。

$$\begin{array}{ccccccc} \frac{x \times 1 \times 60 \times 60}{9.65 \times 10^4} & \downarrow & \times 1 & \downarrow & = & \frac{2.00}{40.0} & \downarrow \\ \text{e}^- \text{ [mol]} & & \text{NaOH [mol]} & & & \text{NaOH [mol]} & \end{array}$$

$$x \doteq 1.34 \text{ [A]}$$

(答) 14 …②

第 3 問 無機物質

問 1 フッ化水素 HF は、螢石（フッ化カルシウム） CaF_2 に濃硫酸 H_2SO_4 を加え、加熱して製造される。濃塩酸ではない。



(答) …④

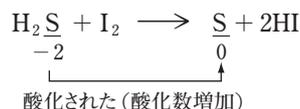
問 2 鉛 Pb は冷水に溶けにくい。塩化鉛 (II) PbCl_2 ができるため、希塩酸 HCl に溶けにくい。

(答) …⑤

問 3 酸性酸化物である P_4O_{10} と両性酸化物である ZnO を選べばよい。

(答) ・ …③・⑤ (順不同)

問 4 硫化水素 H_2S は、ヨウ素 I_2 によって酸化される。還元ではない。



(答) …②

問 5 硫酸銅 (II) CuSO_4 水溶液に、希塩酸 HCl を加えて硫化水素 H_2S を通じると、硫化銅 (II) CuS の黒色沈殿を生じる。(酸性下でも沈殿する。)

(答) …①

問 6 塩化鉄 (III) FeCl_3 水溶液に、十分量のアンモニア水を加えると $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の赤褐色沈殿を生じる。この沈殿を強熱すると Fe_2O_3 (式量 160) の粉末を得ることができる。このときにおこるイオン反応式や化学反応式は次のようになる。

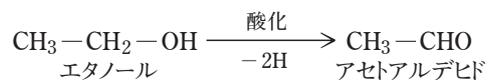


よって、0.40 mol/L の FeCl_3 aq 20 mL から得られた粉末の質量は、

$$0.40 \times \frac{20}{1000} \left[\text{FeCl}_3 \text{ [mol]} \right] \times 1 \left[\text{Fe}(\text{OH})_3 \text{ [mol]} \right] \times \frac{1}{2} \left[\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ [mol]} \right] \times 160 \left[\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ [g]} \right] = 0.64 \text{ [g]}$$

(答) …②

問6 エタノールを二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ の硫酸酸性水溶液で酸化するとアセトアルデヒドが得られる。



アセトアルデヒドは沸点が低いため蒸気として発生し、試験管 B に通じて氷冷することで、液体として得られる。本問では水溶液にしている。

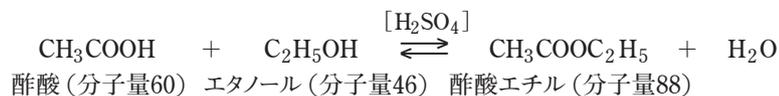
a アンモニア水は、刺激臭をもつ。

(答) …⑤

b フェーリング液と反応した物質は、ホルムアルデヒドではなくアセトアルデヒドである。

(答) …③

問7 酢酸エチルは、濃硫酸を触媒として酢酸とエタノールから合成できる。



反応式から、酢酸エチル $\frac{88}{88} = 1.0 \text{ mol}$ が得られたので、酢酸 1.0 mol が酢酸エチルに変化したとわかる。よって、酢酸の

$$\frac{1.0 \times 60}{2.0 \times 60} \times 100 = 50[\%]$$

が酢酸エチルに変化した。

(答) …⑤