

化 学

1

解答

問1. ア 問2. イ 問3. ウ 問4. エ 問5. カ
問6. ウ 問7. エ

解説

《小問7問》

問1. 図1は、原子番号2, 10, 18の貴ガスで極大値, 原子番号3, 11, 19のアルカリ金属で極小値をとり、各周期で原子番号が増加するほど概ね大きくなっているため、イオン化エネルギーを表していると判断できる。

図2は、原子番号2, 10, 18の貴ガスの値が0であり、各周期で原子番号が増加すると等間隔で増加しているため、価電子数を表していると判断できる。

問2. b. 誤り。金属は展性や延性に富み、もろい性質は示さない。

d. 誤り。金属の単体の化学式は組成式を用いて表す。

問3. ウ. 誤り。電離度は、同じ物質であっても温度や濃度によって変化する。

問4. 50gの $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ に含まれる CuSO_4 は

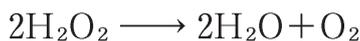
$$50 \times \frac{160}{250} = 32[\text{g}]$$

なので、求める水の質量を $x[\text{g}]$ とすると、 60°C における飽和溶液に着目して

$$\frac{32}{50+x} = \frac{40}{100+40}$$

$$\therefore x = 62[\text{g}]$$

問5. カ. 誤り。過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えると、次式のように反応して酸素を生じる。



問6. 与えられた3つの反応式を組み合わせると、次式が得られる。



これより、1 mol の Fe_2O_3 (式量 160) が反応すると、2 mol の Fe (原子量 56) が得られるとわかるので、求める鉄の質量は

$$\frac{8.0}{160} \times 2 \times 56 = 5.6 [\text{kg}]$$

問7. ナイロン 66 の平均重合度を n とすると、その平均分子量は

$$(146 + 116 - 18 \times 2) \times n = 226n$$

と表される。 n [mol] のアジピン酸 (分子量 146) と n [mol] のヘキサメチレンジアミンが反応して 1 mol のナイロン 66 が生じるので、求めるナイロン 66 の質量は

$$\frac{7.30}{146} \times \frac{1}{n} \times 226n = 11.3 [\text{g}]$$

2 **解答** (A)問1. ク 問2. ア 問3. オ 問4. エ
(B)問5. ク 問6. オ 問7. エ

解説

《化学結合と結晶の構造, 非晶質, 反応熱, 結合エネルギー》

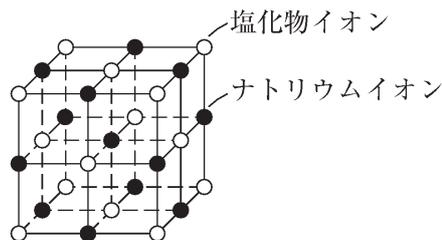
(A)問1. a. 誤り。単位格子の頂点にある塩化物イオンは $\frac{1}{8}$ 個分の状態となっており、これが単位格子の頂点 8 カ所に存在するので、単位格子に含まれる塩化物イオンの数は

$$\frac{1}{8} \times 8 = 1 \text{ 個}$$

b. 誤り。単位格子の中心にあるセシウムイオンには頂点にある 8 個の塩化物イオンが接しているので、セシウムイオンの配位数は 8 である。

c. 誤り。塩化ナトリウムの結晶格子は塩化セシウムの結晶格子と異なる構造である。

問2. イ. 誤り。イオン結晶は水に溶けやすいものが多いが、 AgCl や PbSO_4 など水に溶けにくいものもある。



ウ. 誤り。単原子分子以外の分子中の原子間は共有結合で結ばれている。

エ. 誤り。HCl や H₂S などの分子間には水素結合は形成されない。

オ. 誤り。黒鉛は共有結合結晶に分類される。

問3. 求める金属の原子量を M とすると、面心立方格子の単位格子中に含まれる原子数は4個なので、密度と体積と質量の関係より

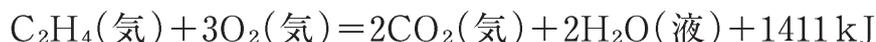
$$d \times a^3 = M \times \frac{4}{N}$$

$$\therefore M = \frac{a^3 d N}{4}$$

問4. 原子やイオンなどの構成粒子が規則的に配列してできた固体を結晶という。これに対して構成粒子が不規則なものは非晶質（アモルファス）といい、ガラスやプラスチックなどがその例としてあげられる。

(B)問5. 生成熱は、1 mol の化合物がその構成元素の単体から生じるときに出入りする熱量のことである。固体の溶解熱は、NaOH のように発熱する物質もあれば KNO₃ のように吸熱する物質もある。また、反応熱は反応の最初と最後の状態によって決まり、反応の経路や方法には無関係である。これをヘスの法則または総熱量保存の法則という。

問6. エチレンの燃焼熱を表す熱化学方程式は



ここで、黒鉛の燃焼熱は二酸化炭素の生成熱に等しく、水素の燃焼熱は水の生成熱に等しいので、反応熱は生成物の生成熱の総和から反応物の生成熱の総和を引いた値に等しいという関係があることを利用すると、エチレンの生成熱を x [kJ/mol] として

$$1411 = 394 \times 2 + 286 \times 2 - (x + 0)$$

$$\therefore x = -51 \text{ [kJ/mol]}$$

と求められる。よって、与えられた熱化学方程式について、反応熱と生成熱の関係を適用すると

$$Q = 85 - (-51 + 0) = 136 \text{ [kJ/mol]}$$

問7. 求める O=O 結合の結合エネルギーを x [kJ/mol]、O-H 結合の結合エネルギーを y [kJ/mol] とする。図2において、 $2\text{H}(\text{気}) + \text{O}(\text{気})$ と $2\text{H}(\text{気}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{気})$ のエネルギーの差が O=O 結合の結合エネルギーの

$\frac{1}{2}$ 倍に等しいので

$$\frac{1}{2} \times x = 685 - 436$$

$$\therefore x = 498 [\text{kJ/mol}]$$

また、結合エネルギーは液体ではなく気体分子中の原子間の共有結合の切断に必要なエネルギーである。図 2 において、 $2\text{H}(\text{気}) + \text{O}(\text{気})$ と $\text{H}_2\text{O}(\text{気})$ のエネルギーの差が $\text{O}-\text{H}$ 結合の結合エネルギーの 2 倍に等しいので

$$2 \times y = 685 + 242$$

$$\therefore y = 463.5 \doteq 464 [\text{kJ/mol}]$$

3

解答

(A)問 1. エ 問 2. (1)ーア (2)ーウ

(B)問 3. (1)ーウ (2)ーイ 問 4. (1)ーエ (2)ーイ

解説

《マンガン乾電池，ダニエル電池，平衡移動，平衡定数》

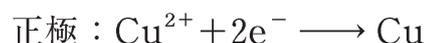
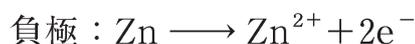
(A)問 1. マンガン乾電池の放電時の負極の反応は



と表され、1 mol の電子が流れると $\frac{1}{2}$ mol の亜鉛が酸化されることがわかるので、求める亜鉛の物質量は

$$\frac{0.20 \times 2.7 \times 60 \times 60}{9.65 \times 10^4} \times \frac{1}{2} = 1.00 \times 10^{-2} \doteq 1.0 \times 10^{-2} [\text{mol}]$$

問 2. ダニエル電池の放電時の各電極における反応は、次の通りである。



(1) イ. 誤り。溶液中に溶解するのは亜鉛板であり、銅板は溶けない。

ウ. 誤り。電流は、電子の流れる向きと反対で、正極の銅板から豆電球を通り負極の亜鉛板に流れている。

エ. 誤り。負極と正極を流れる電子の物質量は等しいので、溶ける亜鉛と析出する銅の物質量は等しいが、亜鉛と銅の原子量が異なるため、各電極の質量変化量は異なる値となる。

オ. 誤り。硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度が大きいほど、長時間放電できる。

(2) 1 mol の Cu^{2+} が反応すると 2 mol の電子が流れるので、求める電気量は

$$0.040 \times 2 \times 9.65 \times 10^4 = 7.72 \times 10^3 \doteq 7.7 \times 10^3 [\text{C}]$$

(B)問 3. (1) ア・イ. 誤り。体積一定のもとで温度を低くすると、発熱の方向、すなわち NO_2 が減少する方向に平衡移動するので、赤褐色は薄くなる。

ウ. 正しい。温度一定のもとで圧力を急に低くすると、その直後は体積が大きくなるため NO_2 の濃度が減少し、赤褐色は薄くなる。その後しばらくすると、気体分子数が増加する方向、すなわち NO_2 が増加する方向に平衡移動するので、赤褐色は濃くなる。

エ・オ. 誤り。温度一定のもとで圧力を急に高くすると、その直後は体積が小さくなるため NO_2 の濃度が増加するので、赤褐色は濃くなる。その後しばらくすると、気体分子数が減少する方向、すなわち NO_2 が減少する方向に平衡移動するので、赤褐色は薄くなる。

(2) ア. 誤り。温度と体積を一定に保ってアルゴンを加えると、 N_2O_4 と NO_2 の分圧は変化しないので平衡は移動せず、色の変化はみられない。

ウ・エ・オ. 誤り。温度と全圧を一定に保ってアルゴンを加えると、 N_2O_4 と NO_2 の分圧の和は小さくなるので、気体分子数が増加する方向、すなわち NO_2 が増加する方向に平衡移動する。したがって、赤褐色は濃くなる。

問 4. (1) 平衡状態までに HI が 0.64 mol 生成しているので、平衡時の H_2 と I_2 はそれぞれ

$$0.40 - 0.64 \times \frac{1}{2} = 0.080 [\text{mol}]$$

ずつとなっている。したがって、求める濃度平衡定数 K_c の値は

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{0.64}{5.0}\right)^2}{\frac{0.080}{5.0} \times \frac{0.080}{5.0}} = 64$$

(2) (1)の平衡状態に H_2 と I_2 を 0.20 mol ずつ加えると、それぞれ

$$0.080 + 0.20 = 0.28 [\text{mol}]$$

となる。ここから新たな平衡状態までに H_2 と I_2 が $x[\text{mol}]$ ずつ反応するとすると、新たな平衡状態における HI は $0.64+2x[\text{mol}]$ となる。同一温度であれば平衡定数の値は一定なので、(1)より

$$K_c = \frac{\left(\frac{0.64+2x}{5.0}\right)^2}{\frac{0.28-x}{5.0} \times \frac{0.28-x}{5.0}} = 64$$

$$\therefore x = 0.16[\text{mol}]$$

したがって、求める HI の濃度は

$$\frac{0.64+2 \times 0.16}{5.0} = 0.192 \div 0.19[\text{mol/L}]$$

4

解答

(A)問1. ア 問2. (1)ーオ (2)ーエ (3)ーイ

(B)問3. (1)ーエ (2)ーウ 問4. (1)ーエ (2)ーウ

問5. キ

解説

《14族元素，アルミニウム，構造異性体，エステル，油脂》

(A)問1. イ. 誤り。ケイ素の単体は半導体であるが、金属であるスズや鉛の単体は半導体ではない。

ウ. 誤り。ケイ素の単体は天然に存在せず、酸化物やケイ酸塩などとして存在している。また、スズはスズ石（主成分 SnO_2 ）など、鉛は方鉛鉱（主成分 PbS ）などの化合物としてそれぞれ産出する。

エ. 誤り。いずれも14族元素である。

オ. 誤り。ステンレス鋼の成分は Fe , Cr , Ni , C である。

問2. (1) アルミニウムは、地殻を構成する元素としては O , Si に次いで3番目に多い。また、アルミニウムを製造する溶融塩電解においては、融点を下げる目的で氷晶石にアルミナを混合したものをを用いる。

(2) エ. 誤り。亜鉛でめっきされた鉄をトタンという。

(3) 求める時間を $t[\text{分}]$ とおくと、陰極の反応式より 3mol の電子が流れると 1mol のアルミニウムが析出するので

$$\frac{1.50 \times 10^4 \times t \times 60}{9.65 \times 10^4} \times \frac{1}{3} = \frac{16.2 \times 10^3}{27}$$

$$\therefore t = 193 \text{ 分}$$

ド) である。油脂の融点は、低級脂肪酸や不飽和脂肪酸を多く含むものほど低くなる傾向がある。また、 $R-COONa$ と表すことのできるセッケンは、酸性の水溶液中では



のような弱酸遊離反応が起こり、水に溶けにくい脂肪酸が遊離するため洗浄力が低下する。