

2019 年度大学入試センター試験 解説 〈化学〉

第 1 問

問 1

a 塩化カリウムは、カリウムイオン K^+ と塩化物イオン Cl^- のイオン結合のみを含む物質であり、共有結合を含まない。

(答) …①

b 黒鉛の結晶中では、各炭素原子の 4 つの価電子のうち 3 つが隣り合う他の原子との共有結合に使われ、残りの 1 つは結晶を構成する層上を自由に移動している。そのため、黒鉛は固体の状態でも電気をよく通す。

(答) …②

問 2 単位格子に含まれる炭素原子の数は、

$$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 1 \times 4 = 8$$

である。よって、単位格子の体積と質量より、ダイヤモンドの密度 d [g/cm^3] を表す式は、次の通りである。

$$\frac{\frac{8}{N_A [\text{mol}]} \times M [\text{g/mol}]}{a^3 [\text{cm}^3]} = \frac{8M}{a^3 N_A} [\text{g/cm}^3]$$

(答) …④

問 3

①…誤 一般に、分子間力が弱い物質は、分子間力が強い物質よりも沸点が低い。

②～④は、正しい記述である。

(答) …①

問 4 A の分子量を M とおくと、その値は気体の状態方程式より、次の通りである。

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{500}{1000} \text{ L} = \frac{1.4}{M} \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 360 \text{ K}$$

$$M \doteq 83.6$$

(答) …③

問 5

⑤…誤 四塩化炭素は無極性分子であり、無極性溶媒であるヘキサンによく溶ける。

①～④は、正しい記述である。

(答) …⑥

問6 ヘンリーの法則より，気体の水に対する溶解量は，その気体の分圧と水の体積に比例する。

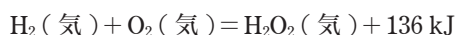
よって，求める質量は，次の通りである。

$$1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{2.0 \times 10^5 \text{ Pa}}{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}} \times \frac{10 \text{ L}}{1.0 \text{ L}} \times 32 \text{ g/mol} = 0.64 \text{ g}$$

(答) …⑥

第2問

問1 H_2O_2 (気) の生成熱は，次の熱化学方程式で表される。



よって， H_2 (気) 1 mol と O_2 (気) 1 mol がもつエネルギーの和は， H_2O_2 (気) 1 mol がもつエネルギーよりも 136 kJ だけ大きい。ここで，H-O の結合エネルギーを Q [kJ/mol] とおくと，その値は次の通りである。

$$436 + 498 + 136 = 144 + 2Q$$

$$Q = 463 \text{ kJ/mol}$$

(答) …⑤

問2 化学平衡の状態では，正反応の速度と逆反応の速度が等しいため，

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

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{B}]}{[\text{A}]} \quad \dots (i)$$

が成り立つ。また，化学平衡の法則より，この反応の濃度平衡定数を K とおくと，

$$K = \frac{[\text{B}]}{[\text{A}]} \quad \dots (ii)$$

が成り立つ。(i)，(ii) より，

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{5.0}{1.0} = 5.0$$

である。ここで，反応開始時から平衡に達するまでに反応した A の濃度 (A の濃度の減少量) を x [mol/L] とおくと，その値は次の通りである。

$$5.0 = \frac{[\text{B}]}{[\text{A}]} = \frac{x}{1.2 - x}$$

$$x = 1.0 \text{ mol/L}$$

よって，求める値は，

$$1.2 - 1.0 = 0.2 \text{ mol/L}$$

(答) …①

問3 図2より、塩化銀の溶解度積 K_{SP} を求めることができる。例えば、 $[Ag^+] = 3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

のとき、 $\frac{K_{SP}}{[Ag^+]} = 0.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ なので、

$$[Ag^+] \times \frac{K_{SP}}{[Ag^+]} = 3 \times 10^{-5} \times 0.6 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^2$$

$$K_{SP} = 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

である。硝酸銀水溶液と塩化ナトリウム水溶液を同体積ずつ混合すると、 $[Ag^+]$ と $[Cl^-]$ は元の $\frac{1}{2}$ となる。塩化銀の沈殿が生成するものは、 $[Ag^+][Cl^-] > K_{SP}$ となるので、

$$\text{ア} \cdots 0.50 \times 10^{-5} \times 0.50 \times 10^{-5} = 0.25 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2 < 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

$$\text{イ} \cdots 1.0 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10^{-5} = 1.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2 < 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

$$\text{ウ} \cdots 1.5 \times 10^{-5} \times 1.5 \times 10^{-5} = 2.25 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2 > 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

$$\text{エ} \cdots 2.0 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10^{-5} = 2.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2 > 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

$$\text{オ} \cdots 2.5 \times 10^{-5} \times 0.50 \times 10^{-5} = 1.25 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2 < 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

より、ウとエである。

(答) …②

問4

a 銅よりもイオン化傾向が大きい金属は、電気分解によって水溶液中にイオンとなって溶解する。銅よりもイオン化傾向が大きい金属は、Zn, Fe, Ni である。

(答) …③

b 陰極では次の反応が起こる。



求める時間を t [s] とおくと、その値は次の通りである。

$$\frac{0.384 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} \times 2 = \frac{0.965 \text{ A} \times t \text{ [s]}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}}$$

$$t = 1.2 \times 10^3 \text{ s}$$

(答) …②

問5 硝酸アンモニウムの溶解による水の温度変化を Δt [K] とおくと、その変化を表す式は、次の通りである。

$$c [\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})] \times (Vd + m) [\text{g}] \times \Delta t [\text{K}] \times 10^{-3} = 26 \text{ kJ/mol} \times \frac{m[\text{g}]}{M[\text{g/mol}]}$$

$$\Delta t = \frac{2.6 \times 10^4 m}{c(Vd + m) M} [\text{K}]$$

ここで、硝酸アンモニウムの水への溶解は吸熱過程であることより、求める温度は、

$$\left(25 - \frac{2.6 \times 10^4 m}{c(Vd + m) M} \right) [^\circ\text{C}]$$

である。

(答) …②

第3問

問1

- ⑤…誤 銑鉄における炭素の含有率は約4%，鋼における炭素の含有率は約0.02～2%である。
①～④は、正しい記述である。

(答) …⑤

問2

- ④…誤 アルカリ金属の炭酸塩は水によく溶けるが、アルカリ土類金属の炭酸塩は水にほとんど溶けない。
①～③は、共通の性質である。

(答) …④

問3

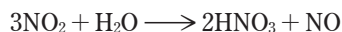
- ④…誤 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ の四つの配位子は、正四面体形の配置をとる。
①～③, ⑤は、正しい記述である。

(答) …④

問4

a

- ①…誤 触媒(白金)を利用するのは、反応Iである。
②…正 反応IIIでは、二酸化窒素と水が次のように反応して、硝酸と一酸化窒素が生成する。

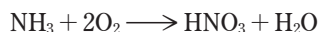


このとき、二酸化窒素の酸化と還元が起こっており、酸化された分子中の窒素原子の酸化数は+4から+5($\text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$)に増加し、還元された分子中の窒素原子の酸化数は+4から+2($\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}$)に減少している。

- ③…誤 一酸化窒素は、水に溶けにくい気体である。
④…誤 二酸化窒素は、赤褐色の気体である。
⑤…誤 硝酸は、熱や光で分解しやすいため、褐色ビンに入れて保存する。

(答) …②

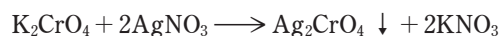
- b オストワルト法の全体の反応式は、次の通りである。



よって、化学反応式の係数比より、1 molのアンモニアから生成する硝酸は1 molである。

(答) …④

問5 クロム酸カリウム水溶液と硝酸銀水溶液を混ぜ合わせると、次の反応によりクロム酸銀の沈殿が生じる。



よって、試験管番号と生じる沈殿の最大量 [mol] は、次の通りである。

$$\text{試験管番号 3} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \cdots 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{3.0}{1000} \text{ L} = 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{AgNO}_3 \cdots 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{9.0}{1000} \text{ L} = 9.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{より, Ag}_2\text{CrO}_4 \cdots 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{試験管番号 4} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \cdots 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{4.0}{1000} \text{ L} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{AgNO}_3 \cdots 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{8.0}{1000} \text{ L} = 8.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{より, Ag}_2\text{CrO}_4 \cdots 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{試験管番号 5} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \cdots 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{5.0}{1000} \text{ L} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{AgNO}_3 \cdots 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{7.0}{1000} \text{ L} = 7.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{より, Ag}_2\text{CrO}_4 \cdots 3.5 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

以上より、試験管番号4のときに生じる沈殿が最大量であり、その質量は、次の通りである。

$$4.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 332 \text{ g/mol} \doteq 0.133 \text{ g}$$

(答) …①

第4問

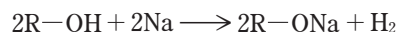
問1

⑥…誤 鉄粉を触媒にしてベンゼンと塩素を反応させると、置換反応が起こり、クロロベンゼンが生成する。なお、光を照射しながらベンゼンと塩素を反応させると、付加反応が起こり、ヘキサクロシクロヘキサンが生成する。

①～④は、正しい記述である。

(答) …⑤

問2 一般に、1価のアルコールとナトリウムは、次のように反応して水素を発生する。



よって、化学反応式の係数比より、アルコール 2 mol が反応すると水素 1 mol が発生することから、混合物 3.7 g に含まれる 1-ブタノールの質量は、次の通りである。

$$0.015 \text{ mol} \times 2 \times 74 \text{ g/mol} = 2.22 \text{ g}$$

以上より、求める割合は、

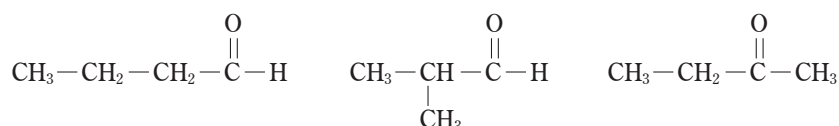
$$\frac{2.22 \text{ g}}{3.7 \text{ g}} \times 100 = 60 \%$$

(答) …④

問3 ニトロベンゼンは、還元されるとアニリンになる。また、アルデヒドは、還元されると第一級アルコールになる。

(答) ・ …①, ③(順不同)

問4 化合物 A の分子式は、 C_4H_8O である。また、一般に、カルボニル基をもつ化合物をカルボニル化合物(アルデヒドとケトン)といい、分子式 C_4H_8O で表されるカルボニル化合物は、次の3種類である。



(答) …③

問5 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱すると、次の反応によりメタンが発生する。



また、メタンは水に溶けにくい気体であるため、水上置換によって捕集する。

(答) …④

第5問

問1 高分子化合物 A は、分子量分布より、分子量が M よりも小さい分子の割合が高く、平均分子量 M_A は M よりも小さい。一方、高分子化合物 B は、分子量分布より、分子量が M よりも大きい分子の割合が高く、平均分子量 M_B は M よりも大きい。

(答) …⑥

問2

③…誤 木綿(綿)は植物繊維であり、その主成分はセルロースである。なお、絹や羊毛などの動物繊維の主成分はタンパク質である。

①, ②, ④は、正しい記述である。

(答) …③

第 6 問

問 1 アクリル繊維は、アクリロニトリルの付加重合で得られるポリアクリロニトリルを主成分とした合成繊維である。一方、尿素樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂は、それぞれ尿素、フェノール、メラミンがホルムアルデヒドと付加反応と縮合反応を繰り返して重合（付加縮合）した合成樹脂である。また、ビニロンは、ポリビニルアルコールとホルムアルデヒドを反応（アセタール化）させて、水に溶けにくくした合成繊維である。

(答) …①

問 2 高分子化合物 A の平均分子量を M とおくと、その値は次の通りである。

$$\frac{1.00}{M} \times 2 \times 6.0 \times 10^{23} = 1.2 \times 10^{19}$$

$$M = 1.0 \times 10^5$$

(答) …②

第 7 問

問 1

⑤…誤 ラクトースはグルコースとガラクトースからなる二糖類である。

①～④は、正しい記述である。

(答) …⑤

問 2 図 2 より、ジペプチド A には硫黄原子（約 13.5 %）が含まれているため、A を構成するアミノ酸の一つはシステインである。なお、硫黄原子の含有率から、A がシステイン 2 分子から構成されることはない。

$$\frac{32 \times 2}{121 \times 2 - 18} \times 100 \doteq 28.5 \% (\neq 13.5 \%)$$

よって、A を構成するもう一つのアミノ酸の分子量を M とおくと、その値は次の通りである。

$$\frac{32}{121 + M - 18} \times 100 \doteq 13.5 \%$$

$$M \doteq 134$$

よって、もう一つのアミノ酸はアスパラギン酸である。

(答) …②