

2020 年度大学入試センター試験 解説 〈化学〉

第 1 問

問 1 ハロゲンの単体の酸化作用は、原子番号が小さいほど強く、 $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ である。

①～③, ⑥は、正しい記述である。

(答) …④

問 2 融解曲線が左に傾いているので、固体の融点は、圧力が高いほど低くなる。

①～④は、正しい記述である。

(答) …⑤

問 3 この混合気体の平均分子量は、

$$2.0 \times \frac{1}{2} + 28 \times \frac{1}{2} = 15$$

である。ここで、混合気体の体積を V [L]、質量を w [g] とおくと、

$$P \times V = \frac{w}{15} \times R \times (t + 273)$$

より、密度 $d \left(= \frac{w}{V} \right)$ [g/L] を表す式は、

$$\frac{15P}{R(t + 273)}$$

である。

(答) …②

問 4 図 2, イより、化合物 X の蒸気圧は、

$$(760 - 532) \text{ mmHg} = 228 \text{ mmHg}$$

である。また、図 2, アより、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$ なので、求める値は、

$$228 \text{ mmHg} \times \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{760 \text{ mmHg}} \doteq 3.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(答) …②

問 5 図 3, ウの状態では、半透膜の左右にかかる力が次のように釣り合っている。

$$\text{「純水の液面にかかる大気圧 + 浸透圧」} = \text{「水溶液の液面にかかる圧力」}$$

よって、浸透圧を π [Pa] とおくと、

$$(1.0133 \times 10^5 + \pi) \text{ [Pa]} = 1.0153 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\pi = 200 \text{ Pa}$$

ここで、Y のモル質量を M [g/mol] とおくと、ファントホッフの法則より、

$$200 \text{ Pa} = \frac{0.020 \text{ g}}{\frac{M \text{ [g/mol]}}{10} \text{ L}} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$$

$$M \doteq 2.5 \times 10^4 \text{ g/mol}$$

である。

(答) …⑤

問 6 流動性のあるコロイドをゾルといい、それを冷却し、流動性を失ったものをゲルという。

①～③, ⑥は、正しい記述である。

(答) …④

第 2 問

問 1

a 用いた鉄の物質量は、

$$\frac{1.68 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0.030 \text{ mol}$$

である。また、図 1 のグラフより、0.030 mol の鉄と過不足なく反応する酸素分子 O_2 の物質量は 0.020 mol であり、生じた物質 A に含まれる鉄原子と酸素原子の物質量は、

$$0.030 \text{ mol} : 0.020 \text{ mol} \times 2 = 3 : 4$$

である。よって、A の化学式は Fe_3O_4 である。

(答) …③

b 図 1 のグラフより、水槽の水の温度上昇は 2.5 K なので、発生した熱量は、

$$4.48 \text{ kJ/K} \times 2.5 \text{ K} = 11.2 \text{ kJ}$$

である。また、このとき生じた A (Fe_3O_4) は 0.010 mol であることより、A の生成熱は、

$$\frac{11.2 \text{ kJ}}{0.010 \text{ mol}} = 1120 \text{ kJ/mol}$$

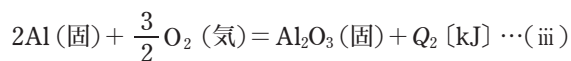
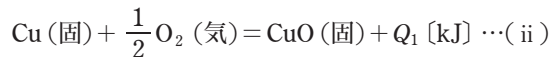
である。

(答) …⑦

問2 与式より,



また, Q_1, Q_2 を表す熱化学方程式は,



よって, (i) = $-3 \times$ (ii) + (iii) より,

$$Q = -3Q_1 + Q_2$$

(答) …⑤

問3 図2より, [B]一定の下で, [A]が2倍になると v (Cの生成速度)が2倍になるので, v は[A]に比例する。よって, $a=1$ である。また, 図3より, [A]一定の下で, [B]が2倍になると v が4倍になるので, v は[B]の2乗に比例する。よって, $b=2$ である。以上より, 次の式が得られる。

$$v = k[\text{A}][\text{B}]^2$$

これより, [A]と[B]をいずれも2倍にすると, v は8倍になる。

(答) …④

問4 温度を下げると, 反応速度が小さくなるため, 平衡に達するまでの時間が遅くなる。また, ルシャトリエの原理より, 平衡時のC(気)の生成量は増加するため, ①のグラフになる。一方, 触媒を加えると, 反応速度が大きくなるため, 平衡に達するまでの時間が早くなる。また, 触媒の存在は平衡状態に影響しないため, ④のグラフになる。

(答) …①

(答) …④

問5 $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$ が10となるとき,

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Leftrightarrow [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \times 10 = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

より, $\text{pH}=5$ である。また, $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$ が0.1となるとき,

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Leftrightarrow [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \times 0.1 = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

より, $\text{pH}=7$ である。よって, この指示薬の変色域は $\text{pH}5 \sim 7$ である。図5のA~Eのうち, 中和点の pH が $5 \sim 7$ と重なっているのは, AとEである。

(答) …③

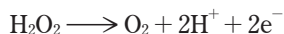
第3問

問1 ニクロムは、電気抵抗が大きい合金である。

②～④は、正しい記述である。

(答) …①

問2 MnO_2 と過酸化水素の反応で、酸素が発生するとした場合、過酸化水素が次のように反応することになる。



この反応では、過酸化水素分子に含まれる酸素原子の酸化数が -1 から 0 に増加するため、過酸化水素が還元剤としてはたらく。よって、 MnO_2 が還元剤としてはたらく、酸素が発生することはない。ここでの MnO_2 は、触媒として用いられている。

①, ②, ④は、正しい記述である。

(答) …③

問3

a 水溶液Aに含まれる金属イオンのうち、塩化物イオンと沈殿をつくるイオンは、 Ag^+ と Pb^{2+} である。

(答) …②

b ろ液Bに含まれる金属イオンは、 Al^{3+} , Zn^{2+} である。よって、ろ液Bに過剰のアンモニア水を加えると、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ の沈殿と錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ に分離できる。

(答) …①

(答) …②

(答) …④

問4 化合物A～Dの化学式は、それぞれ次の通りである。

A : $\text{Ca}(\text{OH})_2$, B : CaCO_3 , C : $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, D : CaO

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ は水に少し溶け、その水溶液は強い塩基性を示す。

②～④は、正しい記述である。

(答) …①

問5 流れた電気量は、

$$\frac{6.7 \times 10^3 \text{ g}}{93 \text{ g/mol}} \times 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol} \doteq 6.95 \times 10^6 \text{ C}$$

1 C = 1 A・s より、

$$6.95 \times 10^6 \text{ C} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \doteq 1.9 \times 10^3 \text{ A} \cdot \text{h}$$

である。

(答) …④

第4問

問1 シクロアルカンの一般式は、 C_nH_{2n} で表される。

①～③は、正しい記述である。

(答) …④

問2 生成した水の物質量は、完全燃焼させた化合物の物質量の $\frac{n}{2}$ 倍なので、

$$\frac{18 \times 10^{-3} \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = \frac{30 \times 10^{-3} \text{ g}}{(140 + n) \text{ g/mol}} \times \frac{n}{2}$$

より、

$$n = 10$$

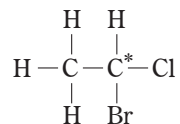
である。

(答) …②

問3 一般に、カルボン酸とフェノール類の水溶液は酸性を示すが、アルコールの水溶液は中性を示す。また、カルボン酸はフェノール類よりも強い酸性を示す。以上より、ア～ウを酸性の強い順に並べると、ウ>ア>イである。

(答) …⑤

問4 ①～④のうち、不斉炭素原子 C^* を含む構造をもつ異性体が存在する分子式は、③である。



(答) …③

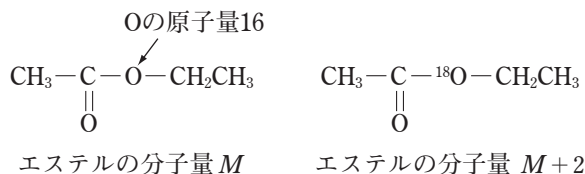
問 5

a 酢酸エチルは水よりも密度が小さく、図 2 の上層として得られる。

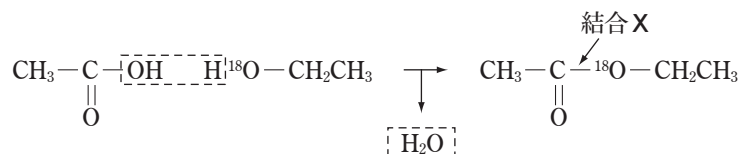
①, ②, ④は, 正しい記述である。

(答) …①

b 実験Ⅱで得られたエステルの分子量が実験Ⅰで得られたエステルの分子量よりも 2 大きいことより, 実験Ⅱで得られたエステルには, ^{18}O が含まれている。



この事実, エステル化で新たに形成される結合は, 結合 X であることを意味する。



また, このとき脱離した H_2O に ^{18}O は含まれないので, その分子量は 18 である。

(答) …①

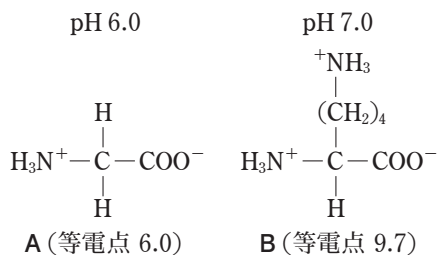
第 5 問

問 1 ナイロン 66 は, ア: アジピン酸とウ: ヘキサメチレンジアミンの縮合重合で得られる合成高分子化合物である。また, 合成ゴム (SBR: スチレンブタジエンゴム) は, イ: 1,3-ブタジエンとオ: スチレンの共重合で得られる合成高分子化合物である。

(答) …①

(答) …⑤

問 2 アミノ酸 A は等電点が 6.0 であり, pH 6.0 において主に双性(両性)イオンとして存在する。また, アミノ酸 B は等電点が 9.7 であり, pH 7.0 において主に陽イオンとして存在するため, 電気泳動を行うと陰極側に移動する。



(答) …⑥

第6問

問1 一般に、炭素原子間の二重結合の部分がシス形の構造をもつゴムの方が、トランス形の構造をもつものに比べて弾性に富む。

①～④, ⑥は、正しい記述である。

(答) …④

問2 合成高分子化合物の平均分子量より、

$$53.0m + 62.5n = 1.78 \times 10^4 \quad \dots(i)$$

また、炭素原子と塩素原子の物質質量比より、

$$3m + 2n : n = 3.5 : 1 \quad \dots(ii)$$

よって、(i), (ii)より、

$$m = 100$$

(答) …②

第7問

問1 タンパク質のポリペプチド鎖にみられる右巻きのらせん構造を α -ヘリックスという。

①, ③, ④は、正しい記述である。

(答) …②

問2 用いたデキストリンを構成するグルコース単位の数は、

$$\frac{8.1 \times 10^3}{162} = 50$$

である。よって、このデキストリン 1 mol から得られるマルトースは 25 mol である。以上より、求める質量は、

$$1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 25 \times 144 \text{ g/mol} = 3.6 \text{ g}$$

(答) …③