

医学部専門予備校 クエスト 解答速報

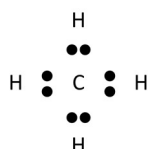
日本医科大学（後期） 化学 試験日 2月28日（土）



[I]

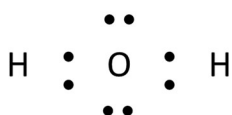
問 1

(1) 電子式



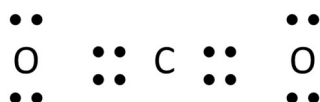
理由 メタンでは炭素のまわりに 4 組の共有電子対が存在する。電子対は負の電荷をもつため、4 組の電子対は空間内で互いに離れる配置をとる。炭素原子を中心として 4 つの水素原子は正四面体形に配置されるため。

(2) 電子式



理由 水分子では酸素は 2 個の水素原子とそれぞれ 1 組ずつ電子対を共有するため、酸素のまわりには 2 組の共有電子対と 2 組の非共有電子対をもつ。メタンと同様、電子対は負の電荷をもつため互いに離れた結果、電子対の配置は正四面体形となる。水素原子の位置は共有電子対の方向に決まるため、2 つの水素原子は正四面体配置のうち 2 方向を占める。残りの 2 方向には非共有電子対が存在するため。

(3) 電子式



理由 二酸化炭素分子では炭素は 2 個の酸素原子とそれぞれ二重結合をつくる。二重結合は電子対を 2 組共有しているが、結合の方向としては 1 つの方向を占める。炭素原子のまわりには電子対の方向が 2 方向存在し、電子対は離れようとした結果、配置は一直線上となるため。

問 2

(1) 管の中の水銀柱は重力によって下に引かれ、水銀の表面には大気圧がかかっている、水銀を押し上げる。やがて水銀柱の重さによる圧力と外からかかる大気圧が等しくなり、一定の高さで止まるため。

- (2) 720 mm
- (3) 水銀から蒸発した蒸気が存在する状態
- (4) 9.48 m

解説

- (4) 大気圧が蒸発した水蒸気の水蒸気圧と水柱にかかる圧力の和に等しい。水柱にかかる圧力は

$$9.6 \times 10^4 - 2.4 \times 10^3 = 9.36 \times 10^4 \text{ Pa}$$

大気圧が単位面積あたり押し上げる質量は

$$13.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 72 \text{ cm} = 972 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}$$

水の密度は 1.0 g/cm^3 であるから大気圧 $9.6 \times 10^4 \text{ Pa}$ は 972 cm の水柱を支える。

今回の水柱は $9.36 \times 10^4 \text{ Pa}$ を示すから比例関係より

$$972 \text{ cm} \times \frac{9.36 \times 10^4 \text{ Pa}}{9.6 \times 10^4 \text{ Pa}} = 947.7 \text{ cm}$$

問3 $4.00 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$

解説

$\text{Ag}_2\text{CrO}_4(332)$ 3.32mg が水溶液 100mL に溶解したのでモル濃度(mol/L)は

$$\frac{3.32 \times 10^{-3}}{332} \times \frac{1000}{100} = 1.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

溶解度積を K_{sp} とおいて

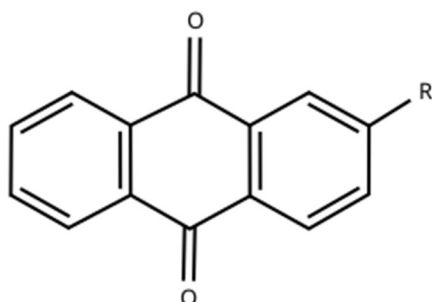
$$\begin{aligned} K_{\text{sp}} &= [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = (2.00 \times 10^{-4})^2(\text{mol/L})^2 \times (1.00 \times 10^{-4})(\text{mol/L}) \\ &= 4.00 \times 10^{-12}(\text{mol/L})^3 \end{aligned}$$

[II]

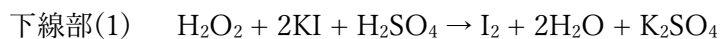
問 1

ア 消毒液 イ 酸化剤 ウ 無 エ 褐 オ 還元剤 カ 赤紫

問 2 構造



問 3



問 4

塩化鉄(III)は均一触媒であり，酸化マンガン(IV)は不均一触媒である

問 5 151 kJ/mol

解説 O-O の結合エネルギーを $A(\text{kJ/mol})$ として

「反応エンタルピー = (左辺の結合エネルギーの和) - (右辺の結合エネルギーの和)」から

$$-98 = (463 \times 2 + A) - (463 \times 2 + \frac{1}{2} \times 498) \quad \therefore A = 151 \text{ kJ/mol}$$

問 6 0s, 100s のときについて調べてプロットする。

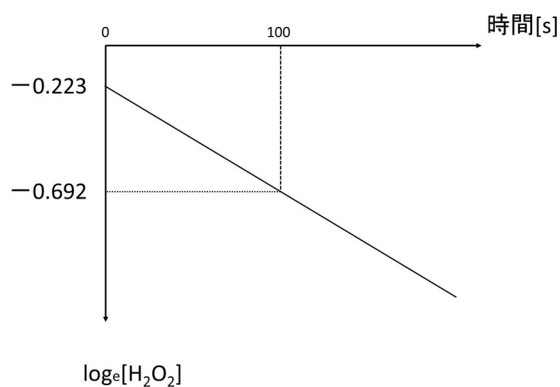
表で与えられている酸素の発生量から

$$0\text{s のとき } [\text{H}_2\text{O}_2] = 0.800 \text{ mol/L}, \quad \log_e[\text{H}_2\text{O}_2] = -0.223$$

$$100\text{s のとき } [\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{0.800 \text{ mol/L} \times 0.0100 \text{ L} - 1.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 2}{0.0100 \text{ L}} \\ = 0.500 \text{ mol/L}$$

$$\log_e[\text{H}_2\text{O}_2] = -0.692$$

グラフ



問7 $4.7 \times 10^{-3} / \text{s}$

解説 問6より, グラフの傾きが k にあたるので

$$k = -\frac{-0.692 - (-0.223)}{100 - 0} = 4.69 \times 10^{-3}$$

問8 活性化エネルギーが小さくなり, 活性化エネルギーを超えるエネルギーをもつ粒子数が増えるため。

問9 温度を上げる。

[Ⅲ]

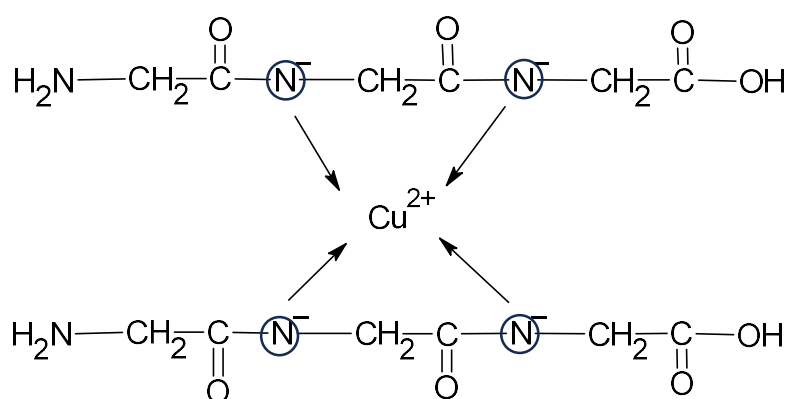
問 1

ア 脱水縮合 イ アミド ウ 水素 エ ジスルフィド オ 塩基 カ ビウレット
キ 還元

問 2 呈色が濃くなる

問 3 2 個以上

問 4



問 5 11.1

解説 NaHCO_3 (84), $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (124)のモル濃度(mol/L)は

$$\text{NaHCO}_3 \quad \frac{3.36}{84} = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad , \quad \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \quad \frac{29.76}{124} = 0.24 \text{ mol/L}$$

緩衝液となるから K_2 の式から $[\text{H}^+]$ は

$$[\text{H}^+] = 4.8 \times 10^{-11} \times \frac{4 \times 10^{-2}}{0.24} = 8.0 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

したがって

$$\text{pH} = 12 - 3 \times 0.30 = 11.1$$

問 6 酒石酸イオンとは錯イオンを形成しない

問 7 $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

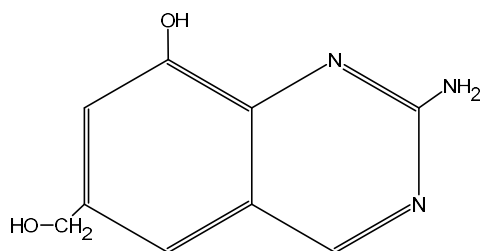
問 8 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

[IV]

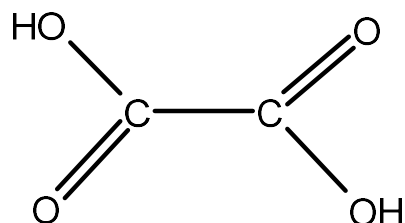
問 1 1つの分子内に正の電荷と負の電荷をもち、分子全体で電氣的に中性のイオン

問 2 $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{CH}_2\text{OH}$

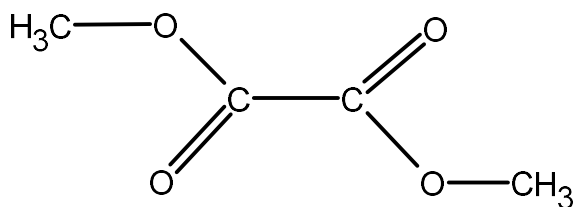
問 3 構造式



問 4 名称 シュウ酸 構造式



問 5 構造式



操作 酸, または塩基を加えて加熱し, 加水分解する。

メタノールとシュウ酸の混合水溶液からシュウ酸を取り除くならば, 塩化カルシウムを加えてシュウ酸のカルシウム塩として沈殿をろ過する。または, 混合水溶液の加熱を続けければメタノールが先に沸点に達し, 蒸留することでシュウ酸を得られる。

問 6 $\text{C}_{11}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_8$

問 7 50 g