

久留米大学医学部(後期) 化学

2019年3月8日実施

1

- (1) (イ) (2) Hg (3) 37.5 mL (4) 会合コロイド (ミセルコロイド) (5) 酸化鉛(IV)

解説

- (1) 同位体は陽子数が等しく、中性子数が異なるものなので正解は(イ)の ^{12}C と ^{13}C 。なお(ウ)の O_2 と O_3 のように同じ元素からなるが化学的性質の異なる単体どうしは同素体、(エ)の ^{14}C と ^{14}N のように質量数が等しく原子番号が異なる原子どうしは同重体、(オ)のメタノールとエタノールのように同じ一般式で表される化合物どうしは同族体という。
- (2) 塩化ナトリウム、銅、二酸化ケイ素は常温で固体なので除外。水と水銀は常温で液体だが、水銀は温度計に用いることから $0\text{ }^\circ\text{C}$ 以下でも液体と予想出来る。よって答えは水銀でHg (なお融点は $-38.87\text{ }^\circ\text{C}$)
- (3) 100倍希釈したので希硝酸30 mL中の溶質の物質量は濃硝酸0.30 mL中の溶質の物質量(= $x\text{ mol}$ と置く)と等しい。

溶液	100 g	0.30 mL = $1.40 \times 0.30\text{ g}$	$100 : \frac{67.5}{63} = 1.40 \times 0.30 : x$ より、 $x = 4.5 \times 10^{-3}\text{ mol}$
溶媒			
溶質	$67.5\text{ g} = \frac{67.5}{63}\text{ mol}$	$x\text{ mol}$	

中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を $V\text{ mL}$ とすると、 $0.12 \times \frac{V}{1000} = 4.5 \times 10^{-3}$

これを解いて $V = 37.5\text{ mL}$

- (4) 多数の分子が会合して出来たコロイドを会合コロイド (またはミセルコロイド) という。
- (5) 鉛蓄電池は正極に酸化鉛(IV)、負極に鉛、電解液に希硫酸を用いた二次電池である。

2

- (1) $8.3 \times 10^3\text{ Pa}$ (2) 酸素の分圧： $4.2 \times 10^4\text{ Pa}$ 窒素の分圧： $1.7 \times 10^5\text{ Pa}$
- (3) $n_A = 0.28\text{ mol}$ $n_B = 0.24\text{ mol}$ $P = 1.2 \times 10^5\text{ Pa}$
- (4) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (5) $3.6 \times 10^3\text{ Pa}$
- (6) (b) 理由：2つの容器内の水蒸気圧は等しいが、容器A内に液体の水が存在している以上その圧力は $3.6 \times 10^3\text{ Pa}$ であり、これは $77\text{ }^\circ\text{C}$ における水の飽和蒸気圧より低いため。
- (7) $2.4 \times 10^{-2}\text{ mol}$

解説

- (1) 容器A内の気体は $\frac{0.32}{16} = 0.0200\text{ mol}$ なので、状態方程式より、 $P_A = \frac{0.0200 \times 8.3 \times 10^3 \times 300}{6.0} = 8.3 \times 10^3\text{ Pa}$

- (2) 容器 B 内には酸素と窒素が 1 : 4 で含まれることからその平均分子量は $32 \times \frac{1}{5} + 28 \times \frac{4}{5} = 28.8$ であり、含まれる気体の総モル数は $\frac{14.4}{28.8} = 0.500 \text{ mol}$ である。その圧力は $P_B = \frac{0.500}{0.0200} \times P_A = 2.075 \times 10^5 \text{ Pa}$ なので

$$P_{\text{O}_2} = P_B \times \frac{1}{5} = 4.15 \times 10^4 \text{ Pa} \quad P_{\text{N}_2} = P_B \times \frac{4}{5} = 1.66 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- (3) コックを開いた状態では、2 つの容器内の圧力は等しい $\left(\frac{n_A RT_A}{V} = \frac{n_B RT_B}{V} \right)$ ため、 $n_A : n_B = \frac{1}{300} : \frac{1}{350} = 7 : 6$ となる。2 つの容器内に存在する気体の総モル数は $0.0200 + 0.500 = 0.520 \text{ mol}$ であることから、 $n_A = 0.520 \times \frac{7}{13} = 0.28 \text{ mol}$ 、 $n_B = 0.520 \times \frac{6}{13} = 0.24 \text{ mol}$ で、その圧力は $P = \frac{0.28 \times 8.3 \times 10^3 \times 300}{6.0} = 1.162 \times 10^5 \text{ Pa} \doteq 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$

- (5) 気液共存である限り、その物質の分圧はその温度における飽和蒸気圧に等しい。
 (6) コックを開いているため、容器 A 内と容器 B 内の水蒸気分圧は等しく、その値は (5) の $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ である。この水蒸気圧より、 H_2O は 300 K の容器 A 内では飽和しているが、350 K の容器 B 内では飽和せず全て気体として存在していることがわかる。
 (7) 燃焼反応によって生じた H_2O の総モル数は $n_{\text{全}} = 0.0400 \text{ mol}$ である。

このうち、容器 A 内で気体として存在している H_2O のモル数は $n_{(\text{A}, \text{気})} = \frac{3.6 \times 10^3 \times 6.0}{8.3 \times 10^3 \times 300} = \frac{3.6}{415} \text{ mol}$

容器 B 内で気体として存在している H_2O のモル数は $n_{(\text{B}, \text{気})} = \frac{3.6 \times 10^3 \times 6.0}{8.3 \times 10^3 \times 350} = \frac{3.6}{415} \times \frac{6}{7} \text{ mol}$

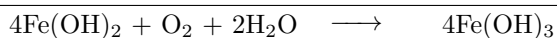
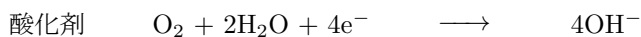
なので、液体として存在している H_2O のモル数は $n_{\text{全}} - (n_{(\text{A}, \text{気})} + n_{(\text{B}, \text{気})}) = 0.0238 \dots \doteq 2.4 \times 10^{-2} \text{ mol}$

3

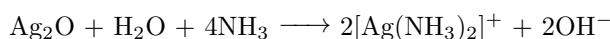
- (1) ① 緑白 (淡緑) ② 赤橙 (橙赤) (ア) Ag_2O (イ) Sn
 (2) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
 (3) ジアンミン銀(I)イオン
 (4) 金属イオンの位置が変化しても、自由電子が移動して金属結合が維持されるから。
 (5) 酸性条件 $+7 \longrightarrow +2$ 中性・塩基性条件 $+7 \longrightarrow +4$
 (6) 塩酸中に含まれる塩化物イオンが還元剤となって過マンガン酸イオンと酸化還元反応を起こし、正確な滴定ができないから。
 (7) 遷移元素では、原子番号が増えたときに配置される電子が内側の電子殻に入るため、化学的性質を決める価電子数が周期表上で隣り合う元素同士で同じになる場合が多いから。

解説

- (1) (イ) 青銅とは銅とスズの合金でブロンズともいう。
 (2) 湿った空気中で $\text{Fe}(\text{OH})_2$ が酸化されて $\text{Fe}(\text{OH})_3$ に変化する反応式は以下のようになっている。

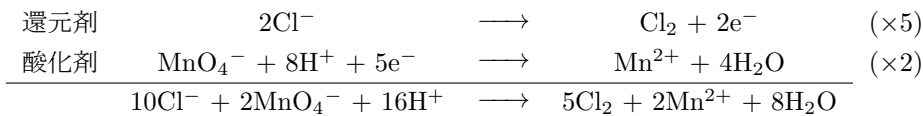


- (3) 酸化銀(I)にアンモニア水を過剰に加えると次の反応が起こり溶解する。



- (4) 金属単体中の金属イオン同士は、金属イオン間を動き回る自由電子が介在することでバラバラにならず結合している。このような結合を金属結合という。外力によって金属イオンの位置がずれても自由電子が金属イオン間に移動し金属結合が維持される。

- (5) 過マンガン酸イオンは酸性条件下においては $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$, 中性・塩基性条件下においては $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ のように働く.
- (6) 滴定の実験で過マンガン酸イオンが試料以外の物質と反応しては正確な結果が得られない. そこで過マンガン酸カリウム水溶液と反応してしまう塩化物イオンを生じる塩酸は使用不可能である. なお塩化物イオンは過マンガン酸イオンと次の反応を起こす.



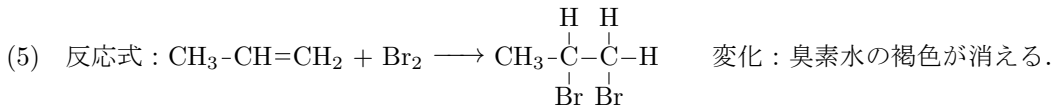
同様の理由で, 酸化剤として試料と反応してしまう硝酸などを利用することもできない.

また, 発生する塩素は有毒気体であるため, 正確な滴定ができないだけでなく危険である.

- (7) 最外殻にある電子を価電子という. 原子同士の化学結合に最外殻の電子(価電子)は深く関与しているが, 内側の電子殻の電子はほとんど関与していない. そのため, 価電子は元素の化学的性質を決定する上で重要なはたらきをもつ. したがって, 価電子数の等しい元素同士は化学的性質がよく似ている. 典型元素の場合, 原子番号の増加とともに最外殻に電子が配置されるので価電子数が1個ずつ増加し, 元素の性質は周期的に変化する. しかし遷移元素の場合原子番号の増加とともに内殻に電子が入り最外殻の電子数は基本的に変化しない. 例えば, 第4周期の遷移元素の場合, 内殻のM殻に電子が入り最外殻のN殻はCrとCuを除き2個のみである(CrとCuは1個). そのため, 遷移元素の場合同族元素(周期表の縦の元素) 同士の他に隣の元素ともよく似た性質を示す.

4

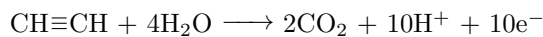
- (1) (ア) 水上 (イ) 黒 (ウ) 付加
 (2) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{CH}\equiv\text{CH}$
 (3) MnO_2
 (4) プロペン (プロピレン)



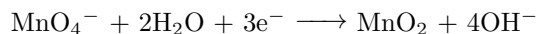
- (6) 7.4×10^2

解説

- (3) アセチレンは酸化されると二酸化炭素まで酸化される. その半反応式は



塩基性条件下で過マンガン酸カリウムは酸化剤として次のように働く.



この場合 MnO_2 は黒色の沈殿となる.

- (6) ポリプロピレンは $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ であるが, 繰り返し単位の式量が 42 なので, $n = \frac{3.1 \times 10^4}{42} = 738 \doteq 7.4 \times 10^2$ となる.

講評

1 [小問集合]

(易) 同位体, 物質の融点, 溶液の濃度と中和, コロイド, 電池に関する小問集合. 計算もしやすく解きやすい問題が並んだ. 満点を目指したい.

2 [気体の法則]

(標準) 温度の異なる 2 つの容器内において, コックが開かれていれば圧力 (全圧および各物質の分圧) が等しくなるという点を考慮できたかどうかで差がつきそうな問題.

3 [遷移金属]

(標準) 知識面を問う問題については完答を目指したい. 後半の記述問題も典型的な説明問題であったが, きちんと基礎的な事象を理解しているかどうかで差がついただろう.

4 [アセチレン誘導体]

(易) アセチレンを中心とした脂肪族化合物の性質および反応についての出題. 満点を目指したい. 塩基性条件下での過マンガン酸カリウムの反応後の生成物については大問 3 でも触れられていたため, 答えやすかったに違いない.

初の後期試験だが, 前期と比べて形式および難易度に大きな変化はなかった. 目標は 85 %.

医学部進学予備校

メビオ

〒540-0033 大阪市中央区石町2-3-12 ベルヴォア天満橋

 0120-146-156

<https://www.mebio.co.jp/>


M e B i o
S c h o l a s t i c s