

高3 化学総合 S・SA～前期第2回～ <解答>◆酸化還元◆

<予習問題>

【1】

<解答>

- (1) ① メスフラスコ ② ホールピペット
- (2) ア:2 イ:5 ウ:6 エ:2 オ:10 カ:CO₂
- (3) $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ の反応が起こり、
黒色の MnO₂ が生成する。
- (4) 塩酸中の塩化水素が還元剤としてはたらき、KMnO₄ 水溶液の滴下量が変化してしまうため。
- (5) 反応速度を大きくするため。
- (6) $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

<解説>

- (2) イオン反応式は
- $$2\text{MnO}_4^- + 5(\text{COOH})_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$$
- (3) KMnO₄ が中～弱塩基性下で酸化剤としてはたらくときは、MnO₂ が生じる。
- (4) 塩酸は還元作用を示し、KMnO₄ と反応するため、KMnO₄ の滴下量に変化して、
正確な濃度が求められなくなる。
- (5) 温度を高くすることで反応速度を大きくすることができる。また、温度が高いと
発生した CO₂ の溶解度が小さくなり、反応が進みやすくなる。
- (6) KMnO₄ 水溶液のモル濃度を $x [\text{mol/L}]$ とすると、

$$5 \times x \times \frac{20.0}{1000} = 2 \times \frac{1.260}{126} \times \frac{1000}{100} \times \frac{10.0}{1000}$$

$$x = 0.0200 [\text{mol/L}]$$

【2】

<解答>

- (1) I₃⁻ (2) デンプン (3) 無
- (4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
- (5) $9.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ (6) 0.900 mol/L

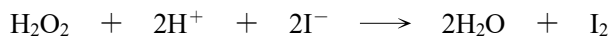
<解説>

- (1) 生成したヨウ素 I₂ と、未反応のヨウ化物イオン I⁻ が次のように反応し、
褐色の三ヨウ化物イオン I₃⁻ を生じる。 $\text{I}_2 + \text{I}^- \longrightarrow \text{I}_3^-$
- (2), (3) I₂ がすべて還元されて I⁻ になると、褐色は消失するが、この褐色は
薄くなると消失したかどうかの判断が難しいため、デンプン水溶液を指示薬
として加える。溶液中に I₂ が残っていればヨウ素デンプン反応の青色を呈するが、
すべて還元されて I⁻ になると、I⁻ はヨウ素デンプン反応を示さないため青色が
消失し、滴定の終点を判断することができる。

(4) H_2O_2 は酸化剤, KI は還元剤としてはたらく。



これらの2式から e^- を消去すると,



省略されている SO_4^{2-} と 2K^+ を両辺に加えると, 解答の式が得られる。

(5) 与式より, I_2 と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は物質質量比 1 : 2 で反応する。

$$0.100 \times \frac{18.0}{1000} \times \frac{1}{2} = 9.00 \times 10^{-4} \text{ [mol]}$$

(6) (4) の化学反応式より, 反応した H_2O_2 と生成した I_2 の物質質量比は 1 : 1 であるから希釈したオキシドール 20.0 mL に含まれる H_2O_2 は 9.00×10^{-4} mol である。ゆえに希釈前のオキシドールに含まれる H_2O_2 を x [mol/L] とすると,

$$x \times \frac{5.00}{100} \times \frac{20.0}{1000} = 9.00 \times 10^{-4} \quad \text{よって,} \quad x = 0.900 \text{ [mol/L]}$$

【3】

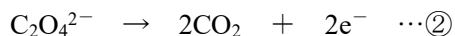
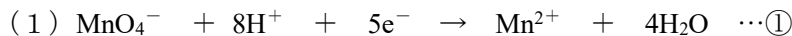
<解答>

(1) (イ) 5 (ロ) 8 (ハ) 5 (ニ) 8 (ホ) 10

(2) 元素 : C 酸化数 : +3 \rightarrow +4 (3) MnO_4^-

(4) 1.2×10^{-6} [mol] (5) 1.6×10^{-1} [mg/L]

<解説>



$\textcircled{1} \times 2 + \textcircled{2} \times 5$ より e^- を消去し, 2K^+ , 10Na^+ , 8SO_4^{2-} を組み合わせて, 式 (i) を得る。

(4) 100 mL の有機物を酸化するのに要した過マンガン酸カリウムの物質質量 = (使用した過マンガン酸カリウムの物質質量) - (シュウ酸ナトリウムと反応した過マンガン酸カリウムの物質質量) で求めることができる。よって

$$(4.0 \times 10^{-5} + 1.2 \times 10^{-6}) - \frac{2}{5} \times 1.0 \times 10^{-4} = 1.2 \times 10^{-6} \text{ [mol]}$$

(5) $\textcircled{1}$ の係数より, 過マンガン酸カリウムが奪う電子の物質質量は

$$\frac{5}{1} \times 4.0 \times 10^{-7} \text{ [mol]}$$

同じ量の電子を奪う酸素の物質質量は, 与えられた半反応式の係数より

$$\frac{5}{1} \times 4.0 \times 10^{-7} \times \frac{1}{4} \text{ [mol]}$$

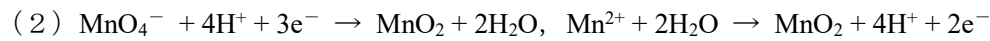
よって, 求める COD 値は

$$\frac{5}{1} \times 4.0 \times 10^{-7} \times \frac{1}{4} \times 32.0 \times 1000 \times \frac{1000}{100} = 1.6 \times 10^{-1} \text{ [mg/L]}$$

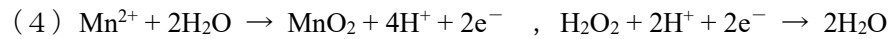
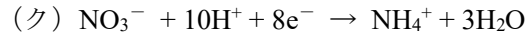
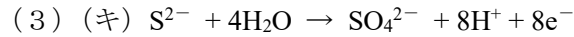
<演習問題>

【1】

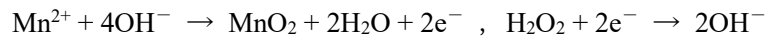
(1) (ア) +7 (イ) +2 (ウ) 増加 (エ) 減少 (オ) +4



2式より, (カ) $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$



アルカリ性での反応なので,



よって, $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(5) (a) 滴下した過マンガン酸イオンの赤紫色が消えなくなることで判断する。

(酸性溶液下では, $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ である。)

(b) $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ が起こるので, 酸化マンガン(IV)

(c) $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

オキシドール 1.0g には, 加えた MnO_4^- の物質量の 2.5 倍の H_2O_2 (分子量 34) が存在。

$$0.020 \times 18.0 \times 10^{-3} \times \frac{5}{2} = 9.0 \times 10^{-4} \text{mol}$$

$$\text{質量は, } 9.0 \times 10^{-4} \times 34 = 3.06 \times 10^{-2} \text{g}$$

$$\text{よって, 質量パーセント濃度は, } \frac{3.06 \times 10^{-2}}{1.0} \times 100 = 3.06 \approx 3.1\%$$