

発展例題 11-1

【問題文】

以下の問いに有効数字2桁で答えよ。ただし、必要であれば以下の原子量を用いよ。

O: 16 S: 32 K: 39 Mn: 55 Cu: 64 Ag: 108 I: 127

- 二酸化硫黄が128 mg 溶けている水溶液を完全に酸化するためには、過マンガン酸カリウムを何 mg 溶かした希硫酸溶液が必要であるか。
- 硫化水素水溶液 100 mL に 7.62 g のヨウ素を加え、余ったヨウ素を 0.100 mol/L のシュウ酸水溶液で滴定したところ、20.0 mL を要した。はじめの硫化水素水溶液のモル濃度を求めよ。
- 過酸化水素水 25.0 mL に 1.00 mol/L ヨウ化カリウム水溶液 200 mL を加え、生じたヨウ素を 0.250 mol/L のシュウ酸水溶液で滴定したところ、40.0 mL を要した。はじめの過酸化水素水のモル濃度を求めよ。
- (3)の滴定において、滴定の終点はどのようにして確認されるか。適宜必要な指示薬を補って述べよ。
- 銀に対して 1.0×10^{-2} mol/L の希硝酸 20 mL を加えたところ、銀はすべて溶解した。反応後の溶液から銀イオンを沈殿させて除去し、次いで 0.10 mol/L のシュウ酸水溶液 20 mL を加えた。その溶液を 4.6×10^{-2} mol/L の硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、終点までに 15 mL の滴下を要した。はじめに加えた銀の質量 [mg] を求めよ。
- (5)の滴定において、滴定の終点はどのようにして確認されるか。
- 銅に対して濃硫酸を加えて加熱したところ、銅はすべて溶解した。発生した気体を、0.10 mol/L のヨウ素-ヨウ化カリウム水溶液 20 mL に通じた後、反応後の溶液を 0.20 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、終点までに 10 mL の滴下を要した。はじめに加えた銅の質量 [mg] を求めよ。
- 酸素が溶け込んだ河川水 100 mL をはかり取り、NaOH 水溶液とともに 0.80 mol/L の MnSO_4 水溶液 2 mL を加えたところ、 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ の沈殿が生じた。これに塩酸と 0.30 mol/L のヨウ化カリウム水溶液 20 mL を加えたところ、沈殿は消滅して、溶液が褐色を呈した。これを 0.010 mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、終点までに 10 mL の滴下を要した。この河川水 1 L あたりに溶解している酸素は標準状態で何 mL か。

☆滴定(だけじゃないけど測定系)の注意点

- 実験で使った数値と求める数値のずれ
実験では 0.1 g → 求めるのは 1 g あたり
100 mL → 1 L あたり
- (溶液など) 部分取り出し、希釈にご用心!

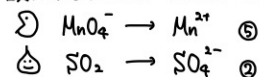
☆滴定実験で心がけること

- まず実験の目的把握(求めたいものは何? それを何で滴定する?)
- 終点(≒当量点)の求め方、指示薬の把握

☆酸化還元滴定の基本形

- 何が酸化剤、何が還元剤の判定
- どちらが全量反応したかの判定
- 最終的に何と何が反応したかの確認

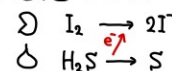
(1): “酸化するために” KMnO_4 を加えている



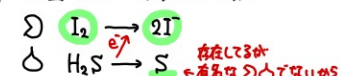
$$\frac{x \times 10^{-3}}{158} \times 5 = \frac{12.8 \times 10^{-3}}{64} \times 2$$

$$\therefore x = 1.3 \times 10^2 \text{ mg}$$

(2) ①: S 、 I_2 の判定



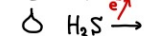
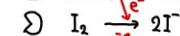
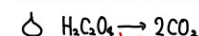
②: 全量判定 “余ったヨウ素を”



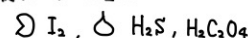
③: S 、 I_2 の判定

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は S 、 I_2 を滴定とある

※滴定ではどちらも全量反応する



・最終的に確定

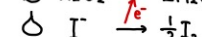
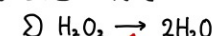


求める濃度: $C[\text{mol/L}]$ とすると、

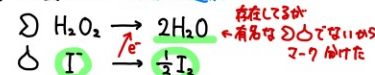
$$\frac{7.62 \text{ g}}{127 \times 2 \text{ g/mol}} \times 2 = C[\text{mol/L}] \times \frac{100}{1000} \text{ L} \times 2 + 0.100 \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L} \times 2$$

$$\therefore C = 2.8 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

(3) ①: S 、 I_2 の判定

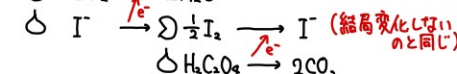
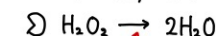


②: 全量判定 ☆ I^- は過剰



③: S 、 I_2 の判定

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は S 、 I_2 を滴定とある



※滴定ではどちらも全量反応する

・最終的に確定

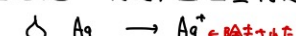


H_2O_2 : $C[\text{mol/L}]$ とすると、

$$C[\text{mol/L}] \times \frac{25.0}{1000} \text{ L} \times 2 = 0.250 \text{ mol/L} \times \frac{40.0}{1000} \text{ L} \times 2$$

$$\therefore C = 4.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

(5) ①: S 、 I_2 の判定, ②: 全量判定 “ Ag は全て溶解”

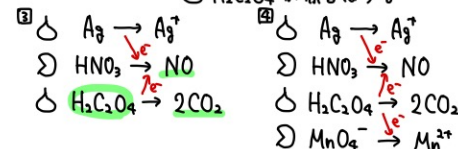


③: S 、 I_2 の判定: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を加えているので

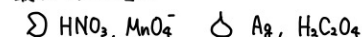
HNO_3 と反応

全量判定: 次に KMnO_4 を加えているので、

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ が余るはず!



・最終的に確定



求める質量 $x[\text{mg}]$ とすると、

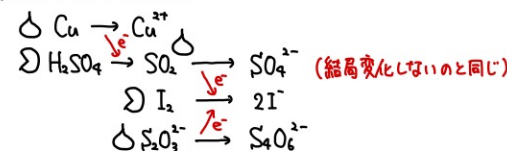
$$\begin{aligned} \frac{x \times 10^{-3}}{108} \times 1 + 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} \times 2 \\ = 10 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} \times 3 + 4.6 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times \frac{15}{1000} \text{ L} \times 5 \end{aligned}$$

$$\therefore x = 5.4 \text{ mg}$$

(7): ☆気体は全量反応 の逆滴定

今回は SO_2 を全て SO_4^{2-} に変換

今回は下図のように反応



よて結局 S : I_2 , S : Cu , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ であり、

Cu の質量: $x[\text{mg}]$ とすると、

$$\frac{x \times 10^{-3}}{64} \times 2 + 0.20 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} \times 1$$

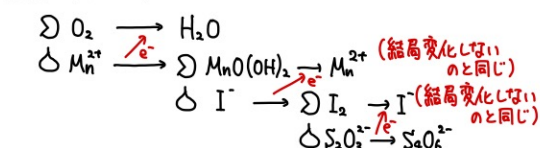
$$= 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} \times 2$$

$$\therefore x = 6.4 \times 10 \text{ mg}$$

(8): ☆気体は全量反応

今回は O_2 を $\text{MnO}(\text{OH})_2$ へと変換

今回は下図のように反応



よて結局 S : O_2 , S : $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ であり、

河川中の O_2 を $n[\text{mol}]$ とすると、

$$n[\text{mol}] \times 4 = 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} \times 1$$

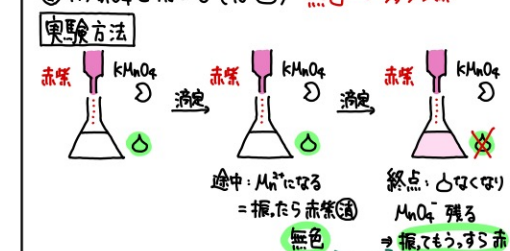
$$\therefore n = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

河川水 1 L あたりに換算して

$$10 n[\text{mol}] \times 22.4 \text{ L/mol} \times 10^3 = 5.6 \text{ mL}$$

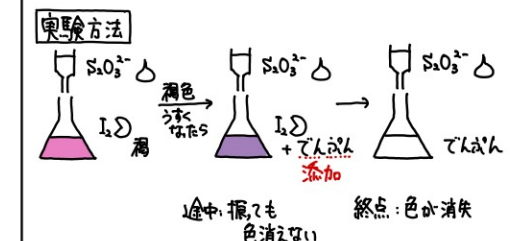
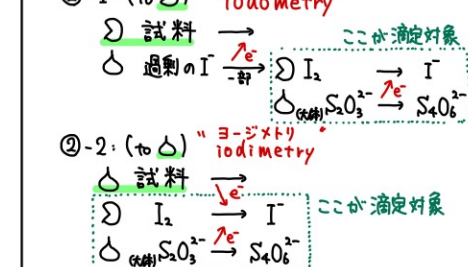
(4),(6) ☆酸化還元と指示薬

① KMnO_4 を用いる (と S) “無色 → うす赤”



② I_2 を用いる “青紫 → 無色”

②-1: (と S) “ヨードメトリ”



今回は、

①: (1) (5)

②-1: (3) (8)

②-2: (2) (7)

発展例題 11-2

【問題文】 ☆実験: 目的の把握

濃度未知の過酸化水素水 X の濃度を求めるために、次の実験を行った。この実験に関して、後の問に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.0$ とする。

【操作1】 過酸化水素水 X 10.0 mL を ① ではかりとり、その質量を測定したところ、10.1 g であった。

【操作2】 チオ硫酸ナトリウム五水和物の結晶約 13 g に水を加えて 1 L とし、約 0.05 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を調製した。

【操作3】 三角フラスコに 1 mol/L ヨウ化カリウム水溶液 5 mL と、1 mol/L 硫酸 5 mL をとった。さらに 0.0102 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液を ② で 10.0 mL とって加えたところ、水溶液の色は褐色に変化した。

【操作4】 【操作3】 で調製した褐色の水溶液に、【操作2】 で調製したチオ硫酸ナトリウム水溶液を ③ から滴下した。チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴下に伴って、溶液の色は次第に薄くなり、黄色の水溶液となった。このとき 2% デンプン水溶液を 2 滴加えると、水溶液は青色を呈した。さらに ③ からチオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、水溶液の青色が無色になった点を反応の終点とした。滴下したチオ硫酸ナトリウム水溶液の体積は 10.0 mL であった。

【操作5】 過酸化水素水 X 10.0 mL を ④ ではかりとり、250 mL の ⑤ に入れて水を加え、正確に 25 倍に薄めた。

【操作6】 【操作5】 で調製した、X を薄めた水溶液から ⑥ で 10.0 mL をはかりとり、三角フラスコに加えた。さらに、1 mol/L のヨウ化カリウム水溶液 5 mL および 1 mol/L の硫酸 5 mL を加えた。

【操作7】 【操作6】 の三角フラスコに、⑦ から、【操作2】 で調製したチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下した。溶液の色が薄い黄色になってから 2% デンプン水溶液を 2 滴加えた。その後、水溶液の青色が無色になるまで、さらにチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えた。変色までに滴下したチオ硫酸ナトリウム水溶液の体積は 13.8 mL であった。

(1) 空欄 ① ~ ⑦ にあてはまる実験器具を、次のア~カの中から 1 つずつ選び、記号で答えよ。ただし、2 箇所ある ③ には同じ実験器具が入る。

ア メスフラスコ イ メスシリンダー ウ ホールピペット
エ ビュレット オ 駒込ピペット カ コニカルビーカー

(2) 【操作3】 における、過マンガン酸カリウムとヨウ化カリウムとの反応を、イオン反応式で記せ。

(3) 【操作6】 における、過酸化水素とヨウ化カリウムとの反応を、イオン反応式で表せ。

(4) 【操作3】 および 【操作6】 において、1 mol/L 硫酸 5 mL の代わりに 2 mol/L 塩酸 5 mL を用いて実験を行っても、実験に支障はない。その理由を答えよ。

(5) 過酸化水素水 X の質量パーセント濃度を、有効数字 3 桁で求めよ。

(1): 実験器具の復習

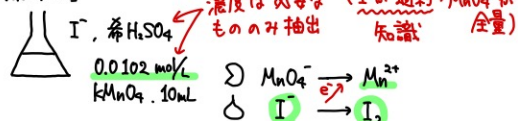
正確に はかり取る ... ホールピペット (正確) ビュレット
作る ... メスフラスコ コニカルビーカー

- ①: ホールピペット. ウ ②: ホールピペット. ウ
③: ビュレット. エ ④: ホールピペット. ウ
⑤: メスフラスコ. ア ⑥: ホールピペット. ウ
⑦: ビュレット. エ

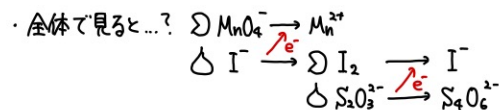
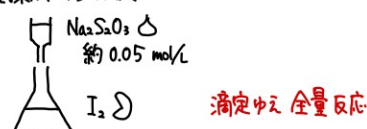
(5): 操作ごとに追ってゆく

“加えている物質の意味を考えよう!”
(硫酸酸性にしたときの H_2SO_4 の濃度など、
タニ=数値に惑わされないで!)

【操作3】



【操作4】 滴定



よて. 結局 $\Sigma: MnO_4^-$, $\Delta: S_2O_3^{2-}$ であり.

$Na_2S_2O_3$ の濃度: $C [mol/L]$ とすると,

$$C [mol/L] \times \frac{10.0}{1000} L \times 1 = 0.0102 mol/L \times \frac{10.0}{1000} L \times 5$$

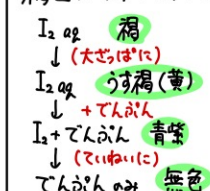
$$\therefore C = 5.10 \times 10^{-2} mol/L \leftarrow \text{約 } 0.05 mol/L \text{ みたす}$$

・結局何かしたかたの? ← 超大切!

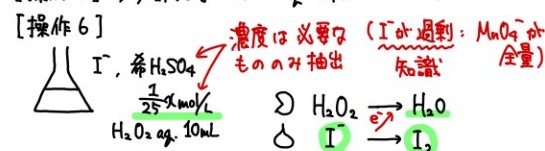
⇒ 後で $Na_2S_2O_3$ を使いたい. 正確な濃度求める

☆ヨウ素滴定: (iodometry, iodimetry)

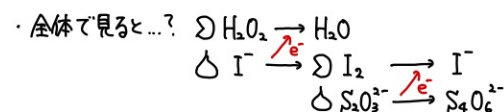
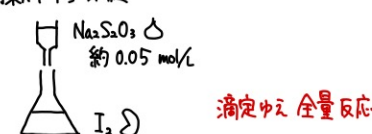
褐色がうすくなてからでんぶん!



【操作5】 うすめた. H_2O_2 aq. の原液: $\alpha [mol/L]$ とする.



【操作7】 滴定



よて. 結局 $\Sigma: H_2O_2$, $\Delta: S_2O_3^{2-}$ であり.

$$C [mol/L] \times \frac{13.8}{1000} L \times 1 = \frac{1}{25} \alpha [mol/L] \times \frac{10.0}{1000} L \times 2$$

$$\therefore \alpha = 8.79 \times 10^{-1} mol/L$$

・結局何かしたかたの? ← 超大切!

⇒ H_2O_2 の濃度求める.

よて, X: 1 L = 1010 g (操作1) あたり.

$$H_2O_2 \text{ は } 8.79 \times 10^{-1} mol = (3.51 \times 10^{-2} \times 34)$$

$$\text{よて, } \frac{8.79 \times 10^{-1} \times 34}{1010} \times 100 = 2.959 \approx 2.96 \% \dots (5)$$

【考察】

・操作2で $S_2O_3^{2-}$ aq. ③ 調製

⇒ ($KMnO_4$) → 操作3 → 操作4

操作5 → 操作6 → 操作7

Σ 調製 混合(同条件) 滴定

⇒ 要するに比較させている!

$$\text{操作4: } 0.0102 mol/L \times \frac{10.0}{1000} L \times 5 \quad (10.0)$$

$$\text{操作7: } \frac{1}{25} \alpha [mol/L] \times \frac{10.0}{1000} L \times 2 \quad (13.8)$$

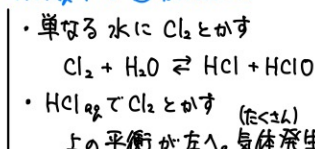
← こは揃えてる

$$\text{よて, } 0.0102 \times 5 : \frac{1}{25} \alpha \times 2 = 10.0 : 13.8$$

$$\therefore \alpha = 8.79 \times 10^{-1} \dots \text{とまで}$$

(4): 今回は Δ としてより 強い I^- が過剰なので Cl^- は Σ と反応しない
ただし. 余計な Σ . Δ を入るのは Δ
⇒ さうは 希 H_2SO_4 使う
(希 HNO_3 は Σ , 希 HCl は Δ)

☆ HCl aq. 中で Σ 加えたとき



(2). (3)

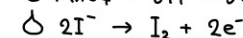
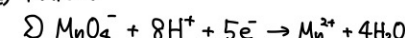
☆化学反応式とイオン反応式

化学反応式 ... 全てのイオンをくつつける
イオン反応式 ... (ほぼ) 100% 電離しているもののみイオン,
(沈殿しないイオン結晶・強酸/塩基) それ以外はくつつける
※ 化学反応式が分かっている時は,
① 化学反応式 → ② 電離するもののみイオンに

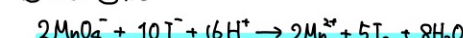
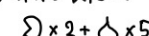
☆酸化還元における反応式を書く手順

- ① 半反応式
- ② (e^- 消して) イオン反応式
- ③ (反応物の由来考えてイオン足して) 化学反応式
※ 生成物は 複塩にせず, 陽/陰イオン 1種ずつ

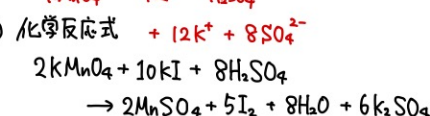
(2): ① 半反応式



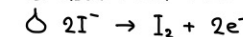
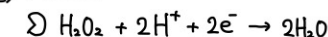
② イオン反応式



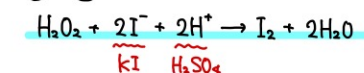
③ 化学反応式 $KMnO_4$ KI H_2SO_4
+ $12K^+ + 8SO_4^{2-}$



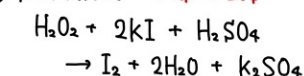
(3): ① 半反応式



② イオン反応式



③ 化学反応式 KI H_2SO_4
+ $2K^+ + SO_4^{2-}$



発展例題 11-3

【問題文】

自然界では水中に酸素分子が溶け込んでおり、これを利用して生物が呼吸を行う。しかし水中の有機化合物が増え水質が悪化すると、湖底などでは酸素分子が大量に消費されて、更なる悪化を招く可能性がある。水中の酸素分子濃度を測定するために、酸化還元滴定法が用いられる。

琵琶湖の湖底近く（水温 8℃）から、酸素分子濃度を測定するために湖水を採取し試料とした。これに硫酸マンガンの(II)水溶液と水酸化カリウム水溶液を加えた。このときマンガンの(II)イオンは白色の水酸化物（ $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ）となり沈殿する（式1）。水中のすべての酸素分子はこの沈殿と反応して褐色沈殿（ $\text{MnO}(\text{OH})_2$ ）を生じる（式2）。

$$\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2$$

式1

$$\begin{array}{c} \text{(II)} \quad \text{(ア)} \quad \dots\dots\dots \text{(マンガンの酸化数)} \\ 2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}(\text{OH})_2 \\ \text{(0)} \quad \text{(イ)} \quad \dots\dots\dots \text{(酸素の酸化数)} \end{array}$$

式2

褐色沈殿を生じた試料にヨウ化カリウムを加えておき、空気中の酸素が入らないよう密閉して実験室に持ち帰った。この試料に塩酸を加えて酸性にすると、式3の反応により褐色沈殿が溶解し、ヨウ素分子が生じて、溶液全体が茶色になった。生じたヨウ素分子を式4の反応によりチオ硫酸ナトリウム（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ）水溶液で滴定し、水中の酸素分子濃度を求めた。

$$\text{MnO}(\text{OH})_2 + 2\text{I}^- + \text{ウ} \text{ a} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + \text{エ} \text{ b}$$

式3

$$\text{I}_2 + \text{オ} \text{ S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{カ} \text{ I}^- + \text{キ} \text{ S}_4\text{O}_6^{2-}$$

式4

これらの式2～式4より、酸素分子 1 mol と反応するマンガンの(II)イオンの物質量は mol、 mol の褐色沈殿（ $\text{MnO}(\text{OH})_2$ ）と反応して生じるヨウ素分子の物質量は mol、 mol のヨウ素分子と反応するチオ硫酸イオンの物質量は mol である。

湖水 100 cm^3 に対して上記の操作を行い、生じたヨウ素分子を濃度 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、ヨウ素分子の色が消えるまでに 6.40 cm^3 を要した。このとき、湖水中に含まれていた酸素分子のモル濃度は mol/L となった。

次に水中の酸素飽和率（水中の酸素分子の濃度 $[\text{mol/L}]$ / 酸素分子の溶解度 $[\text{mol/L}] \times 100$ ）を求めた。酸素分子の水に対する溶解度は、圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ （1.00 atm）、水温 8℃ のとき $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。空気中に酸素は物質質量として 20% 含まれ、酸素分子の溶解度はヘンリーの法則に従うとすると、圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気と平衡状態にある水温 8℃ の水への酸素分子の溶解度は mol/L である。ここから酸素飽和率を求めた結果、 % となった。

問1

, に適当な酸化数を記せ。

問2

, に入る分子式またはイオン式を記せ。

問3

～ に入る適当な数値を整数値で示せ。

問4

に入る数値を有効数字2桁で示せ。計算過程も記せ。

問5

に入る数値を有効数字2桁で示せ。計算過程も記せ。

問6

に入る数値を有効数字2桁で示せ。計算過程も記せ。

問7

次の気体をヘンリーの法則に従うものと従わないものに分け、化学式で記せ。
アルゴン、アンモニア、メタン、塩化水素、水素、窒素

☆全量判定の重要知識

- ・気体は全量反応
- ・I⁻は過剰

問1～問3

☆ウィンクラ-法

・ O_2 の測定法。 O_2 は強いOではないが Mn^{2+} (@塩基性)が強いOなので、全量 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ に固定可。あとは $\text{MnO}(\text{OH})_2$ をOとして滴定。
一般には下図の手順。

$$\begin{array}{l} \text{O} \quad \text{O}_2 \xrightarrow{e^-} \text{H}_2\text{O} \\ \text{O} \quad \text{Mn}(\text{OH})_2 \xrightarrow{e^-} \text{MnO}(\text{OH})_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{O} \quad \text{I}^- \xrightarrow{e^-} \text{I}_2 \rightarrow \text{I}^- \\ \text{O} \quad \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \xrightarrow{e^-} \text{S}_4\text{O}_6^{2-} \end{array}$$

② ... Oが-2、Hが+1なので、+4
④ ... -2 ← 知らず $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ \rightarrow \text{e}^-$ の順?
式3 $\text{O} \quad \text{MnO}(\text{OH})_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$
 $\text{O} \quad 2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$
O + O あり、
 $\text{MnO}(\text{OH})_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$
④④ ④④④
式4 $\text{O} \quad \text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$
 $\text{O} \quad 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^-$
O + O あり、
 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
④ ④ ④④④
④ ... 式1で $\text{Mn}^{2+} : \text{Mn}(\text{OH})_2 = 1:1$
式2で $\text{Mn}(\text{OH})_2 : \text{O}_2 = 2:1 \rightarrow 2$
⑤ ... 式3より、④の1倍ゆえ2
⑥ ... 式4より、⑤の2倍ゆえ4

問4 (※部分取り出しにアンテナ張ってますか?)

☆酸化還元滴定の求式

- ① 酸化還元反応式の係数比から物質質量比④
- ② 「e⁻が等しい」を利用して、 $\text{mol/L} \times \text{L} \times \text{価数}$
※自分でやるなら②-択、だけど、
入試は①で誘導してくることがあり
どちらが楽かその都度判断!

今回も①

O_2 と $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ は 1:4 で反応するので、
④ $\text{mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{ L} : 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times \frac{6.4}{1000} \text{ L}$
 $= 1:4 \quad \therefore \text{④} : 1.6 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

問5: ヘンリ-

$\text{O}_2, 8^\circ\text{C}$, $\frac{1 \text{ atm}}{0.2 \text{ atm}}$, $\frac{1 \text{ L}}{1 \text{ L}}$, $\frac{2.00 \times 10^{-3} \text{ mol}}{\text{② mol}}$
 $\therefore \text{②} : 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

問6: $\frac{1.6 \times 10^{-4}}{4.0 \times 10^{-4}} \times 100 = 4.0 \times 10\%$

問7: 従う:(水にとけにくい) $\text{Ar}, \text{CH}_4, \text{H}_2, \text{N}_2$
従わない:(とけやすい) HCl, NH_3

☆極性の有無の判定

- ・結合の極性 ... 異なる原子間であれば
→ 区別する! 必ず生じる
- ・分子の極性 ... 結合の極性のベクトル和が
ゼロにならないとき生じる

		N_2	CO_2	NH_3	↑ cf. HCl は NH ₃ は
極性	結合	×	○	○	↓ むちとける!
	分子	×	×	○	

→ だんだん溶けやすくなる