

酸化還元滴定

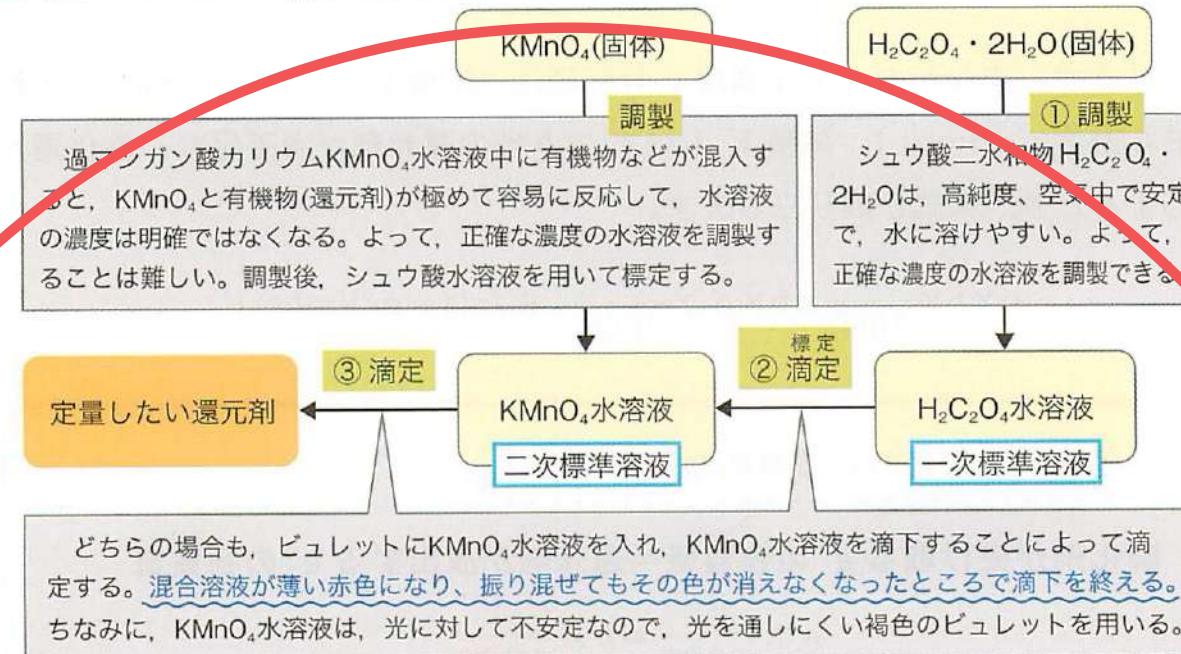
過マンガン酸塩滴定

ヨウ素滴定



SO_2

● 過マンガン酸塩滴定



終点の判定 過マンガン酸イオン MnO_4^- はかなり希薄な水溶液においても明瞭な赤紫色を示す一方で、酸化還元反応によってマンガン(II)イオン Mn^{2+} に変化するとほぼ無色になるため、この色の変化を利用して終点の判定が行われます。

過マンガン酸塩滴定とは？

例：モル濃度が未知の過酸化水素 H_2O_2 水を定量する。

H_2O_2 水 (体積 V' mL は既知) を過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液 (濃度 c mol/L は既知) で滴定したところ、滴定の終点までに V mL を要した。この実験の結果から、 H_2O_2 のモル濃度 (c' mol/L) が求まる。

量的な関係

$$\text{KMnO}_4 \text{ の価数} \times \text{KMnO}_4 \text{ の物質質量} = \text{H}_2\text{O}_2 \text{ の価数} \times \text{H}_2\text{O}_2 \text{ の物質質量}$$

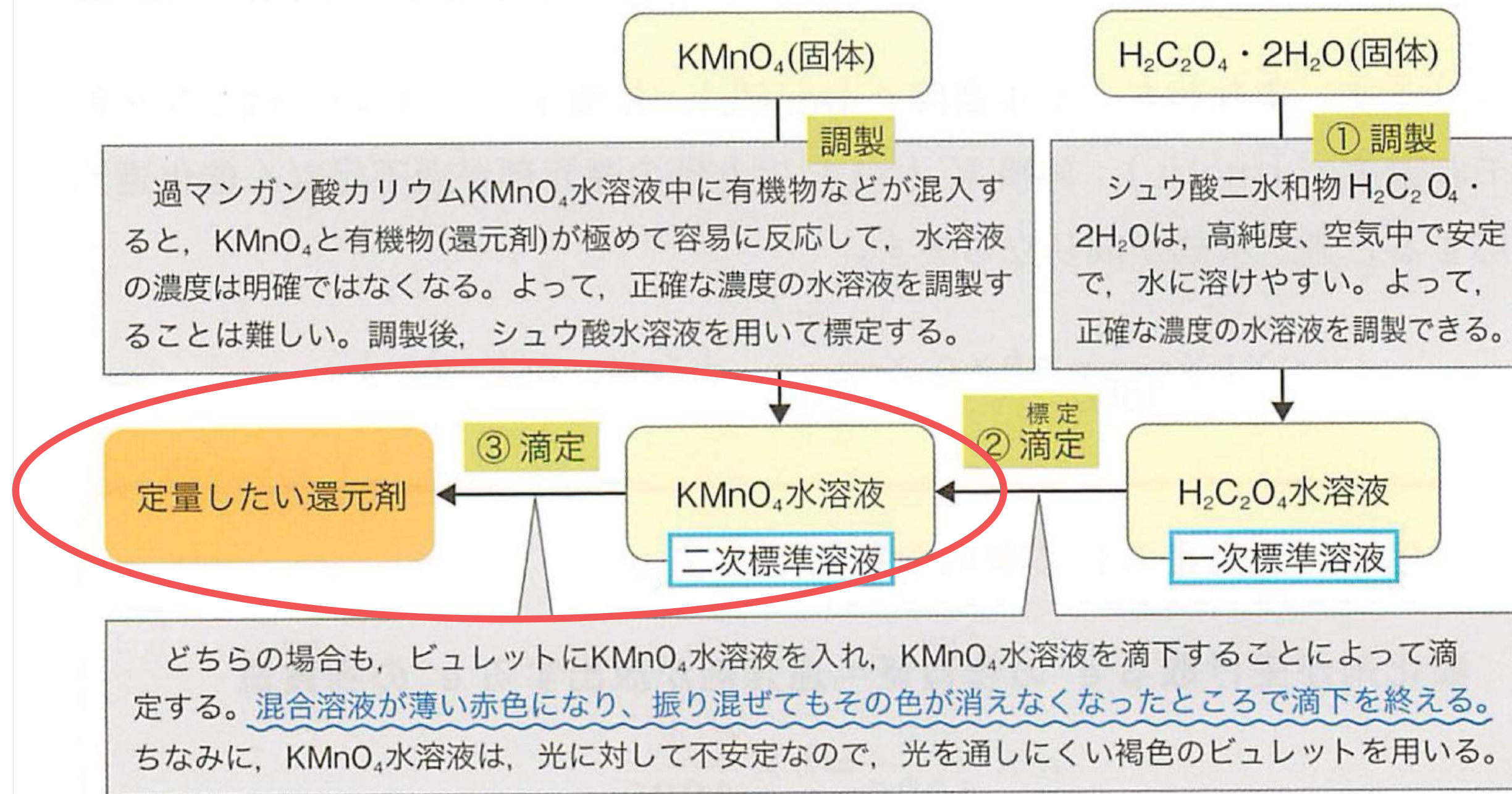
$$5_{\text{価}} \times c \times \frac{V}{1000} = 2_{\text{価}} \times c' \times \frac{V'}{1000}$$

終点の判定

試料溶液に滴下した過マンガン酸カリウム溶液 (過マンガン酸イオン) の色が消えなくなり、試料溶液がわずかに赤く着色した点を終点とする！

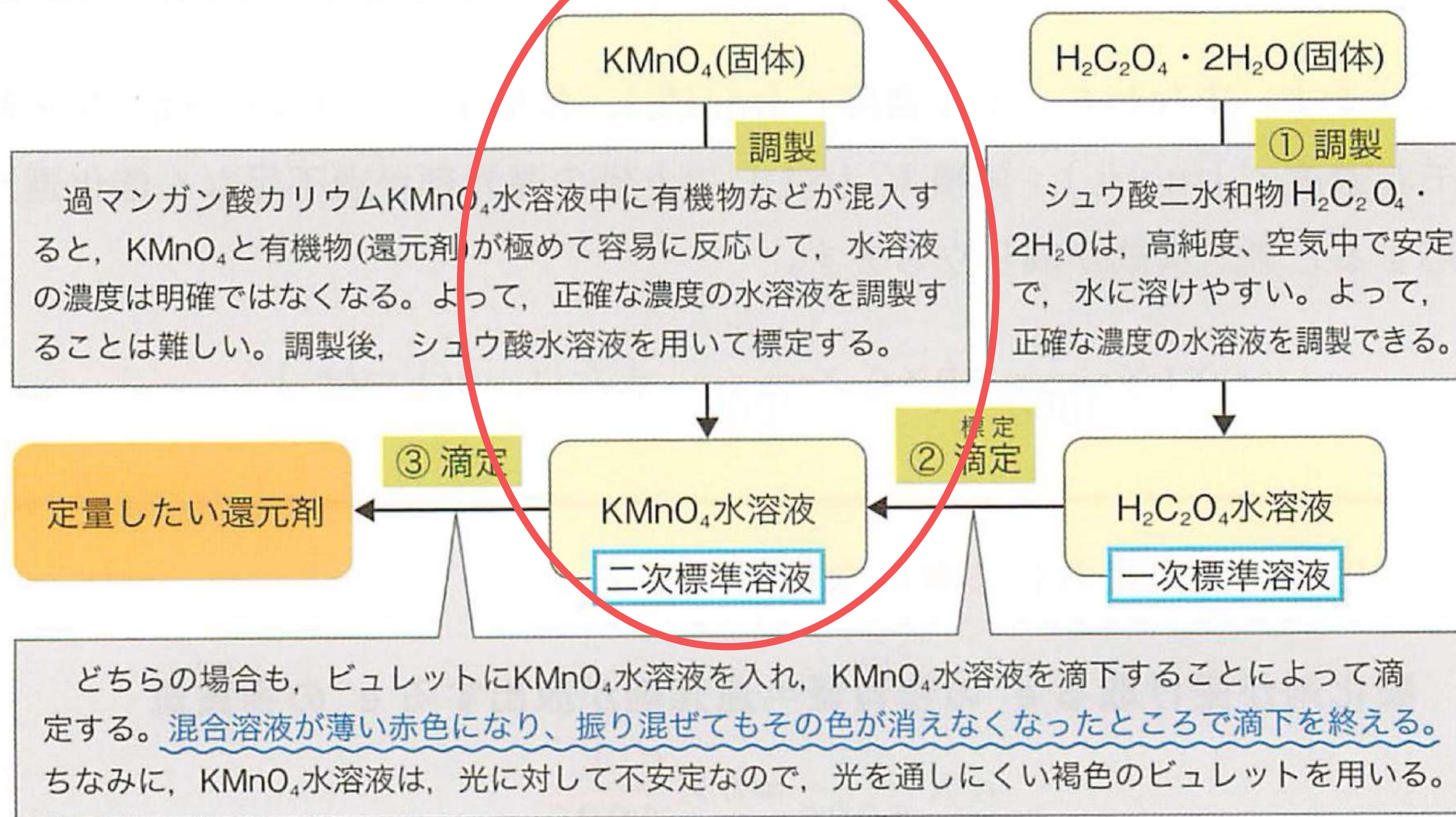
● 過マンガン酸塩滴定

● 過マンガン酸塩滴定

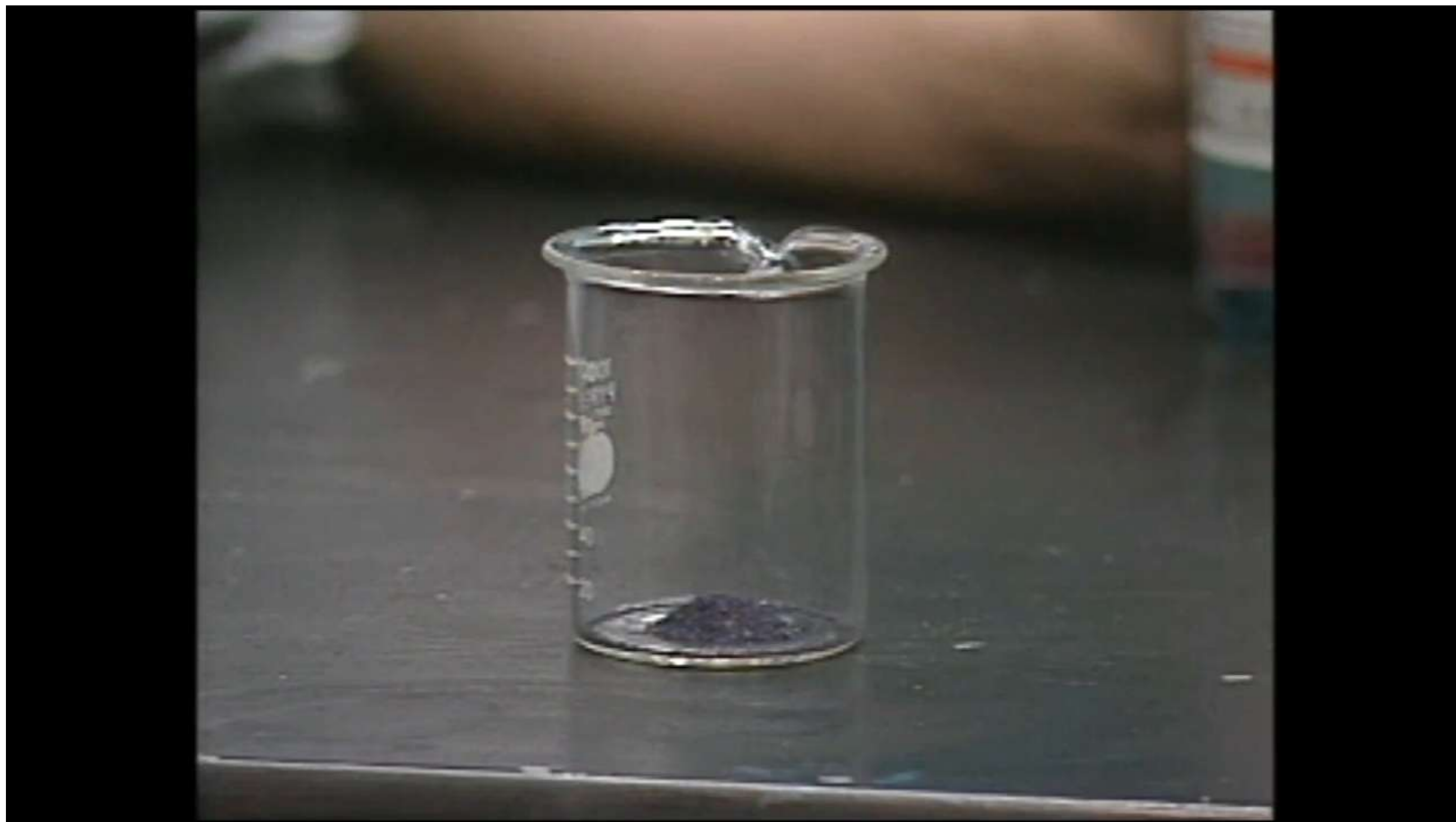


終点の判定 過マンガン酸イオン MnO_4^- はかなり希薄な水溶液においても明瞭な赤紫色を示す一方で、酸化還元反応によってマンガン(II)イオン Mn^{2+} に変化するとほぼ無色になるため、この色の変化を利用して終点の判定が行われます。

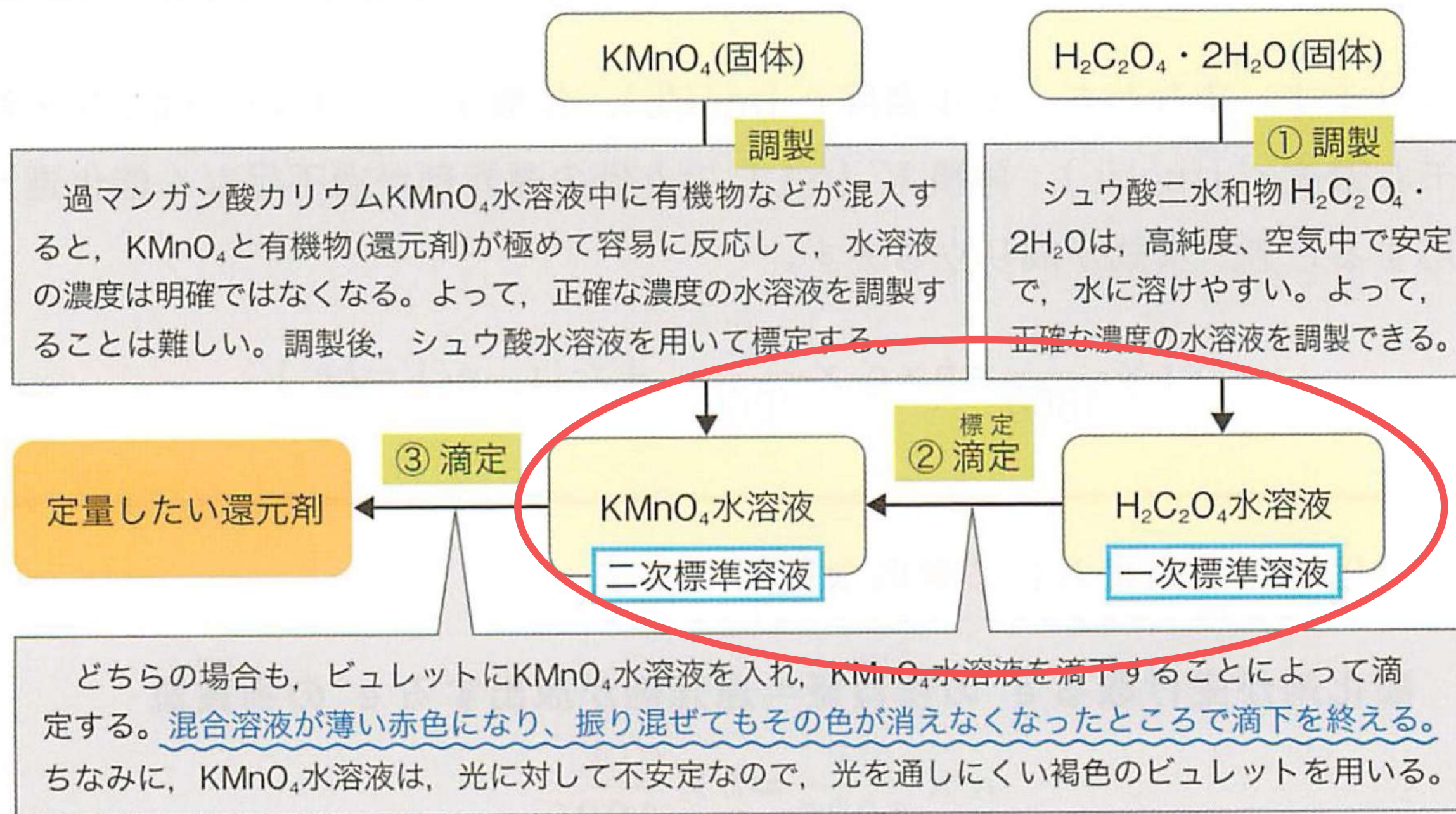
● 過マンガン酸塩滴定



終点の判定 過マンガン酸イオン MnO_4^- はかなり希薄な水溶液においても明瞭な赤紫色を示す一方で、酸化還元反応によってマンガン(II)イオン Mn^{2+} に変化するとほぼ無色になるため、この色の変化を利用して終点の判定が行われます。

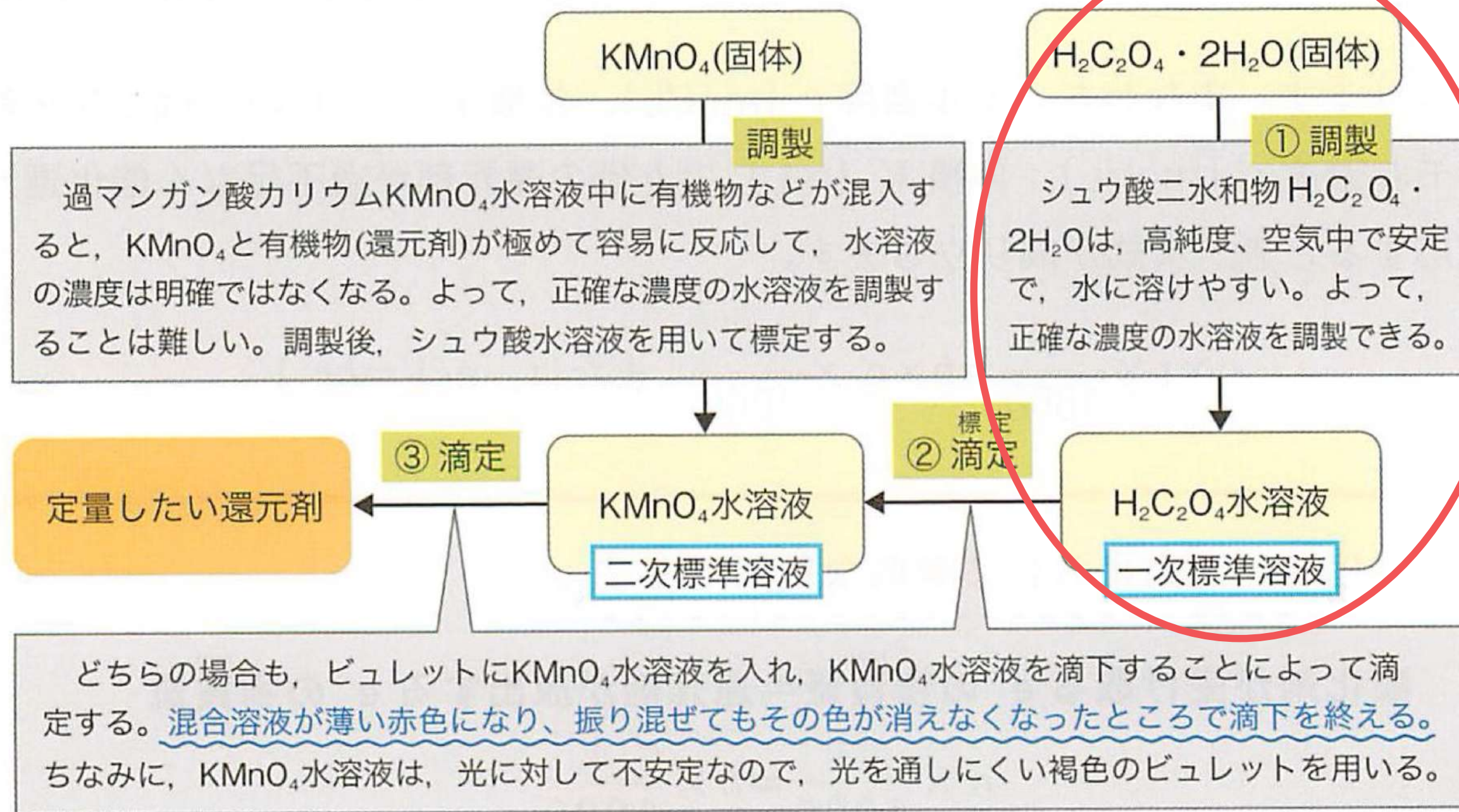


● 過マンガン酸塩滴定



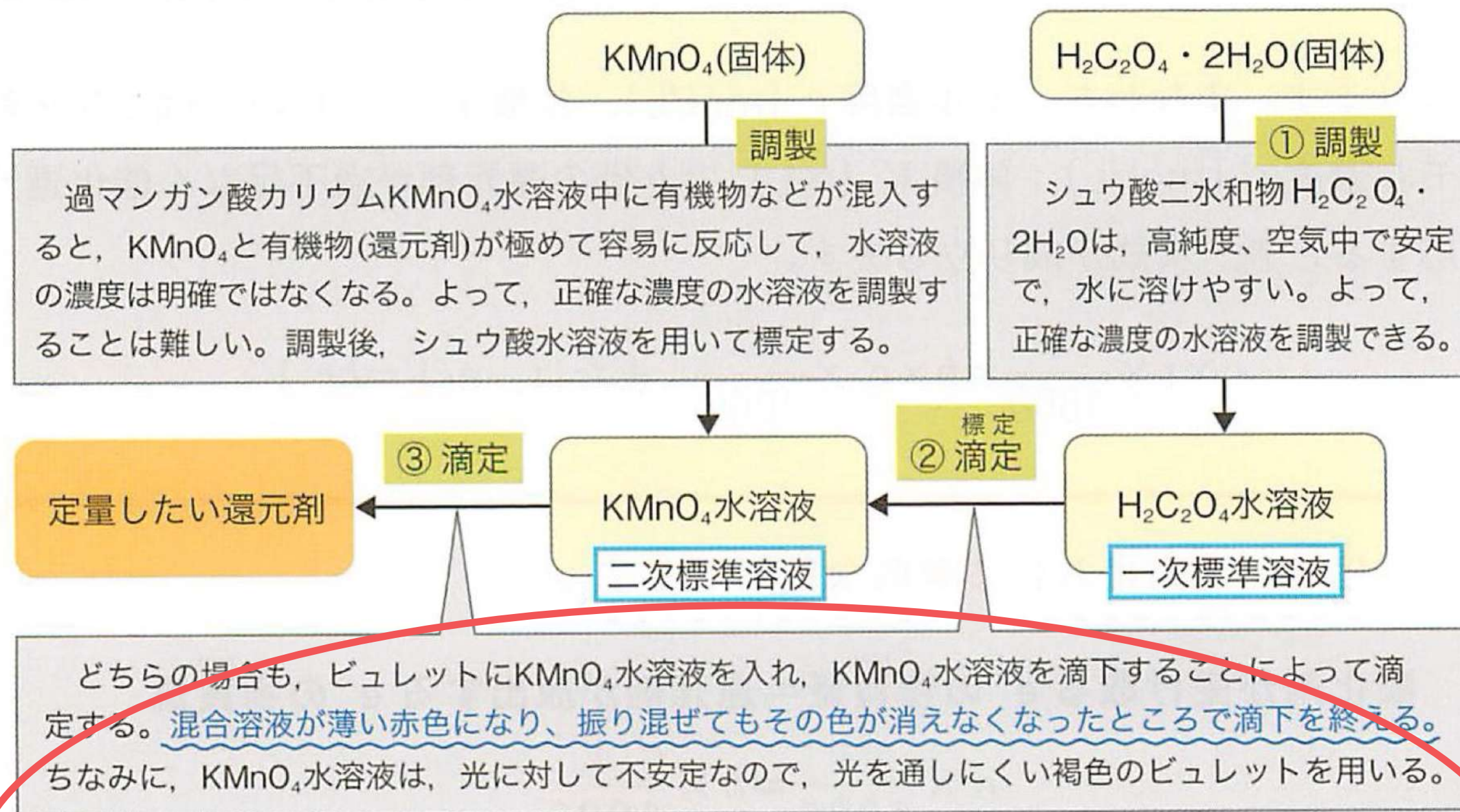
終点の判定 過マンガン酸イオン MnO_4^- はかなり希薄な水溶液においても明瞭な赤紫色を示す一方で、酸化還元反応によってマンガン(II)イオン Mn^{2+} に変化するとほぼ無色になるため、この色の変化を利用して終点の判定が行われます。

● 過マンガン酸塩滴定



終点の判定 過マンガン酸イオン MnO_4^- はかなり希薄な水溶液においても明瞭な赤紫色を示す一方で、酸化還元反応によってマンガン(II)イオン Mn^{2+} に変化するとほぼ無色になるため、この色の変化を利用して終点の判定が行われます。

● 過マンガン酸塩滴定



終点の判定 過マンガン酸イオン MnO_4^- はかなり希薄な水溶液においても明瞭な赤紫色を示す一方で、酸化還元反応によってマンガン(II)イオン Mn^{2+} に変化するとほぼ無色になるため、この色の変化を利用して終点の判定が行われます。

過マンガン酸塩滴定とは？

例：モル濃度が未知の過酸化水素 H_2O_2 水を定量する。

H_2O_2 水（体積 V' mL は既知）を過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液（濃度 c mol/L は既知）で滴定したところ、滴定の終点までに V mL を要した。この実験の結果から、 H_2O_2 のモル濃度（ c' mol/L）が求まる。

量的な関係

$$\text{KMnO}_4 \text{ の価数} \times \text{KMnO}_4 \text{ の物質質量} = \text{H}_2\text{O}_2 \text{ の価数} \times \text{H}_2\text{O}_2 \text{ の物質質量}$$
$$5_{\text{価}} \times c \times \frac{V}{1000} = 2_{\text{価}} \times c' \times \frac{V'}{1000}$$

終点の判定

試料溶液に滴下した過マンガン酸カリウム溶液（過マンガン酸イオン）の色が消えなくなり、試料溶液がわずかに赤く着色した点を終点とする！

過マンガン酸塩滴定とは？

例：モル濃度が未知の過酸化水素 H_2O_2 水を定量する。

H_2O_2 水（体積 V' mL は既知）を過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液（濃度 c mol/L は既知）で滴定したところ、滴定の終点までに V mL を要した。この実験の結果から、 H_2O_2 のモル濃度（ c' mol/L）が求まる。

量的な関係

KMnO_4 の価数 $\times$ KMnO_4 の物質質量 = H_2O_2 の価数 $\times$ H_2O_2 の物質質量

$$5_{\text{価}} \times c \times \frac{V}{1000} = 2_{\text{価}} \times c' \times \frac{V'}{1000}$$

終点の判定

試料溶液に滴下した過マンガン酸カリウム溶液（過マンガン酸イオン）の色が消えなくなり、試料溶液がわずかに赤く着色した点を終点とする！

酸化還元滴定

【KMnO₄滴定】

【KMnO₄滴定】

濃度不明の硫酸鉄(Ⅱ)FeSO₄水溶液の濃度を酸化還元反応を利用して求めるために、次のような操作を行った。

〔操作 1〕 シュウ酸ナトリウム Na₂C₂O₄(式量：134) 13.4 g を水に溶かして正確に 1 L とし、0.100 mol/L の標準水溶液を調製した。

〔操作 2〕 過マンガン酸カリウム KMnO₄ を水に溶かして、約 0.04 mol/L の水溶液を調製した。

〔操作 3〕 この過マンガン酸カリウム水溶液の正確なモル濃度を求めるために、操作 1 で調製したシュウ酸ナトリウム標準水溶液から正確に 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、19.1 mL 加えたところで反応が完了した。

〔操作 4〕 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を求めるために、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、操作 3 でモル濃度を求めた過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、11.0 mL 加えたところで反応が完了した。

問 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を有効数字 3 桁で求めよ。

【KMnO₄滴定】

濃度不明の硫酸鉄(Ⅱ)FeSO₄水溶液の濃度を酸化還元反応を利用して求めるために、次のような操作を行った。

〔操作 1〕 シュウ酸ナトリウム Na₂C₂O₄(式量：134) 13.4 g を水に溶かして正確に 1 L とし、0.100 mol/L の標準水溶液を調製した。

〔操作 2〕 過マンガン酸カリウム KMnO₄ を水に溶かして、約 0.04 mol/L の水溶液を調製した。

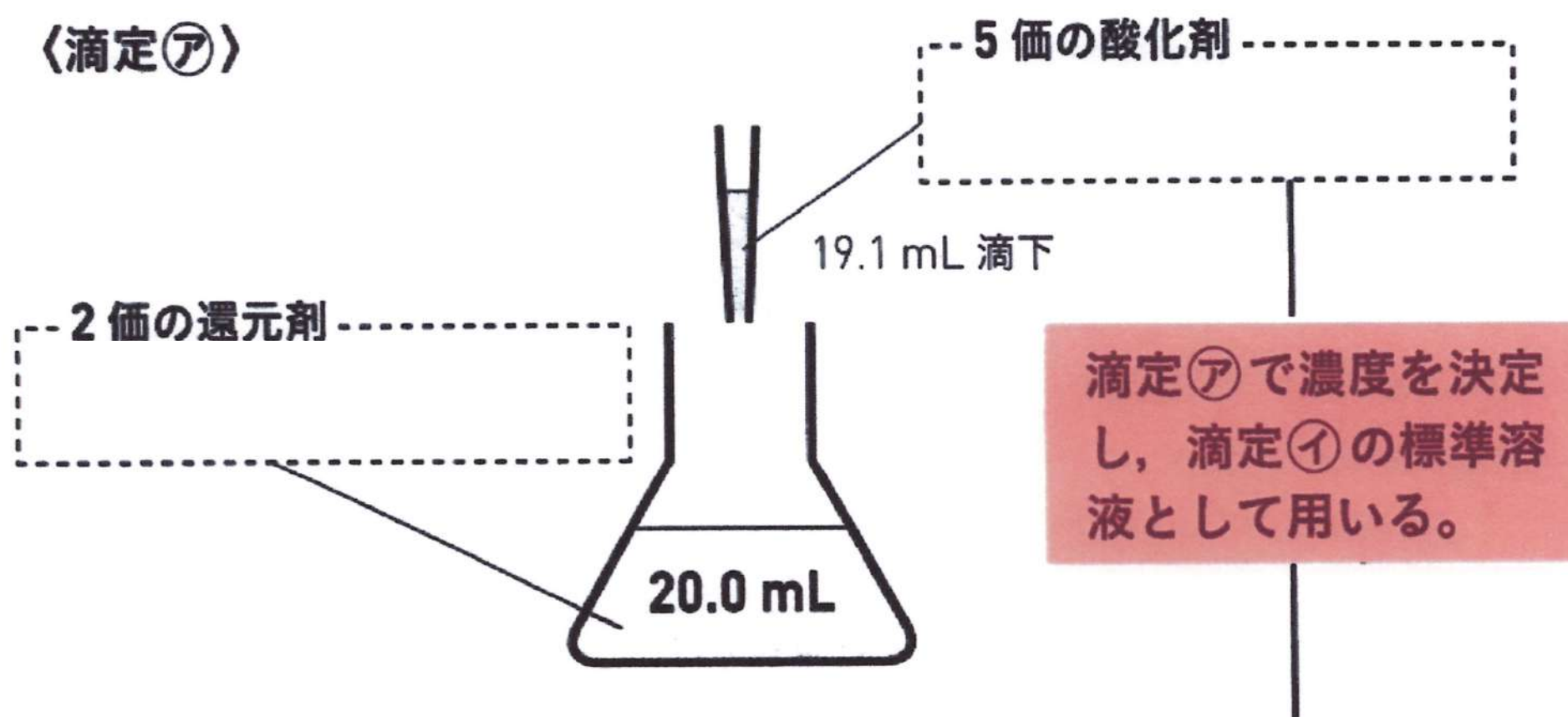
〔操作 3〕 この過マンガン酸カリウム水溶液の正確なモル濃度を求めるために、操作 1 で調製したシュウ酸ナトリウム標準水溶液から正確に 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、19.1 mL 加えたところで反応が完了した。

〔操作 4〕 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を求めるために、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、操作 3 でモル濃度を求めた過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、11.0 mL 加えたところで反応が完了した。

問 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を有効数字 3 桁で求めよ。

〔操作 3〕 この過マンガン酸カリウム水溶液の正確なモル濃度を求めるために、操作 1 で調製したシュウ酸ナトリウム標準水溶液から正確に 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、19.1 mL 加えたところで反応が完了した。

〈滴定②〉



〔操作 3〕 この過マンガン酸カリウム水溶液の正確なモル濃度を求めるために、操作 1 で調製したシュウ酸ナトリウム標準水溶液から正確に 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、19.1 mL 加えたところで反応が完了した。

〈滴定②〉

2 価の還元剤
0.100 mol/L $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ aq

20.0 mL

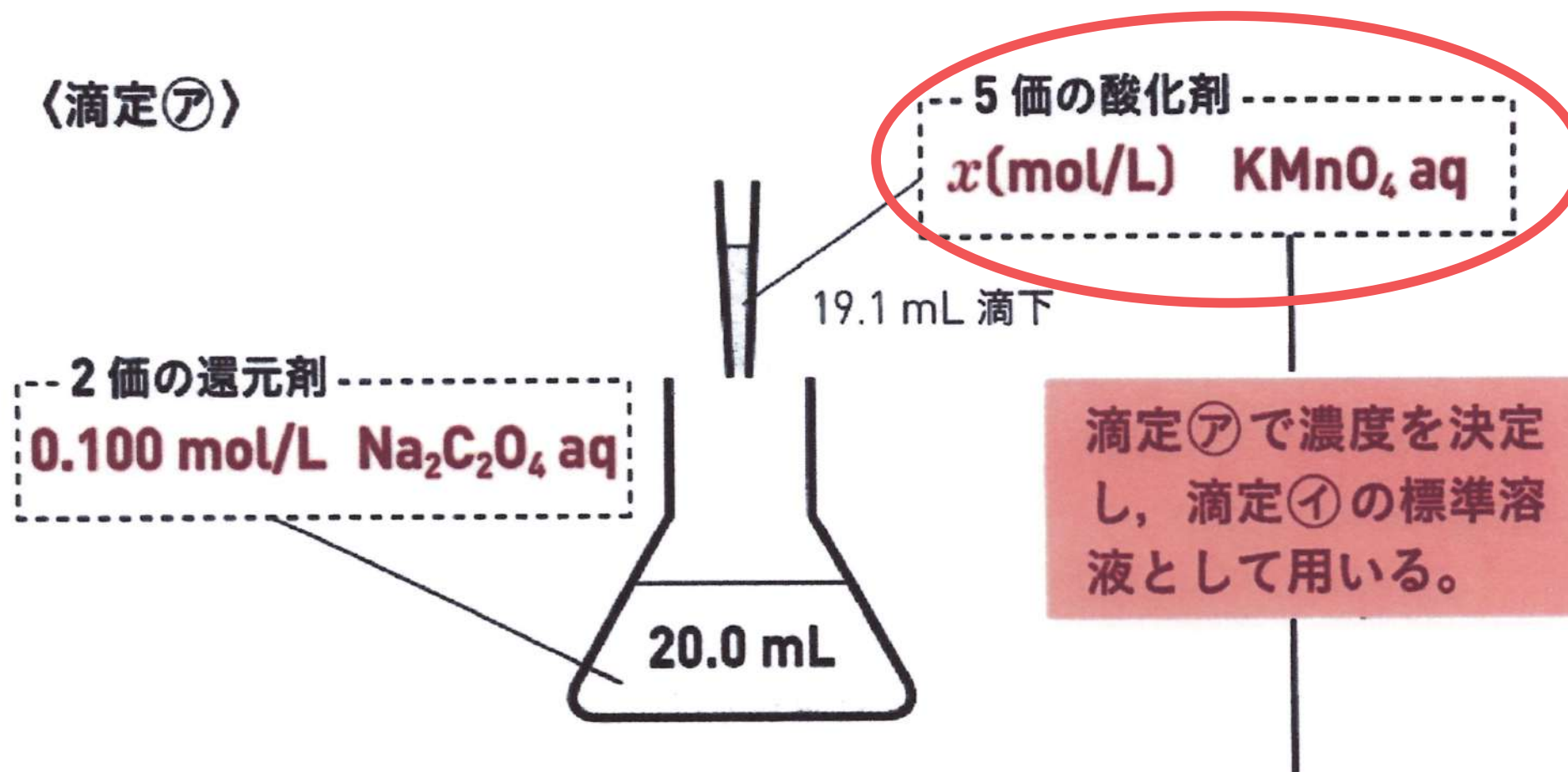
5 価の酸化剤

19.1 mL 滴下

滴定②で濃度を決定し、滴定①の標準溶液として用いる。

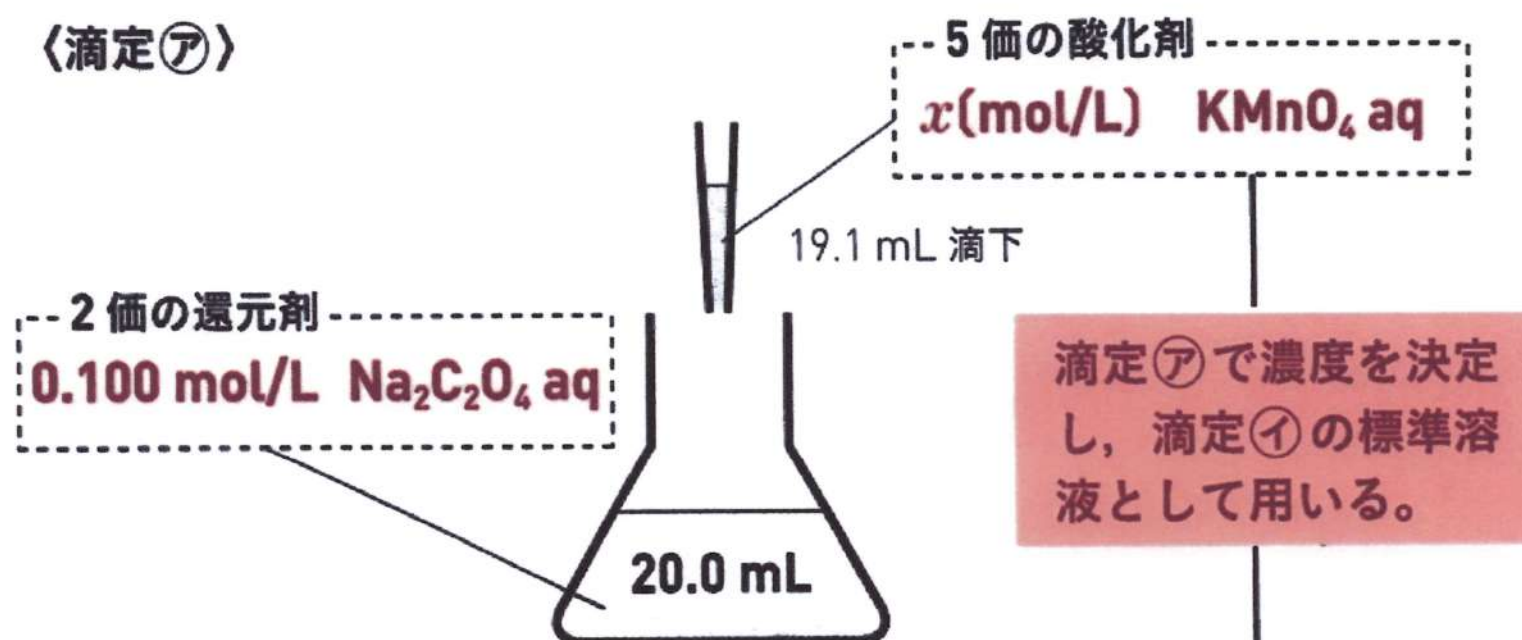
〔操作 3〕 この過マンガン酸カリウム水溶液の正確なモル濃度を求めるために、操作 1 で調製したシュウ酸ナトリウム標準水溶液から正確に 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、19.1 mL 加えたところで反応が完了した。

〈滴定②〉



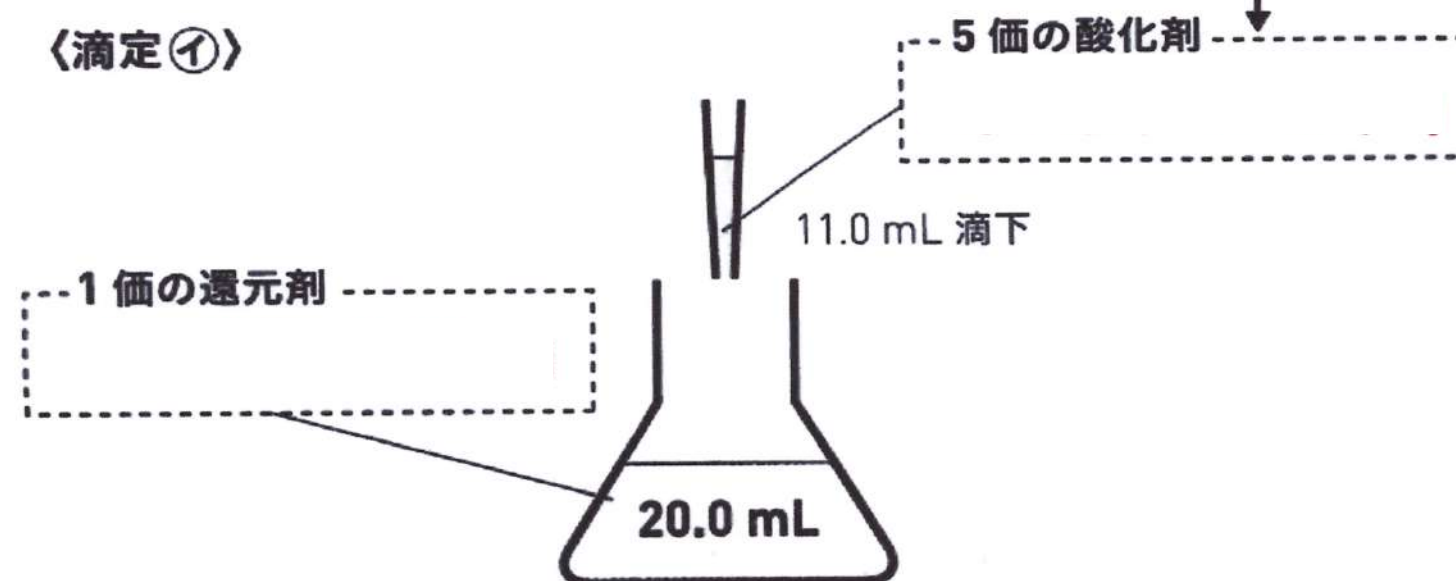
〔操作 4〕 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を求めるために、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60℃に加熱し、操作 3 でモル濃度を求めた過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、11.0 mL 加えたところで反応が完了した。

〈滴定②〉



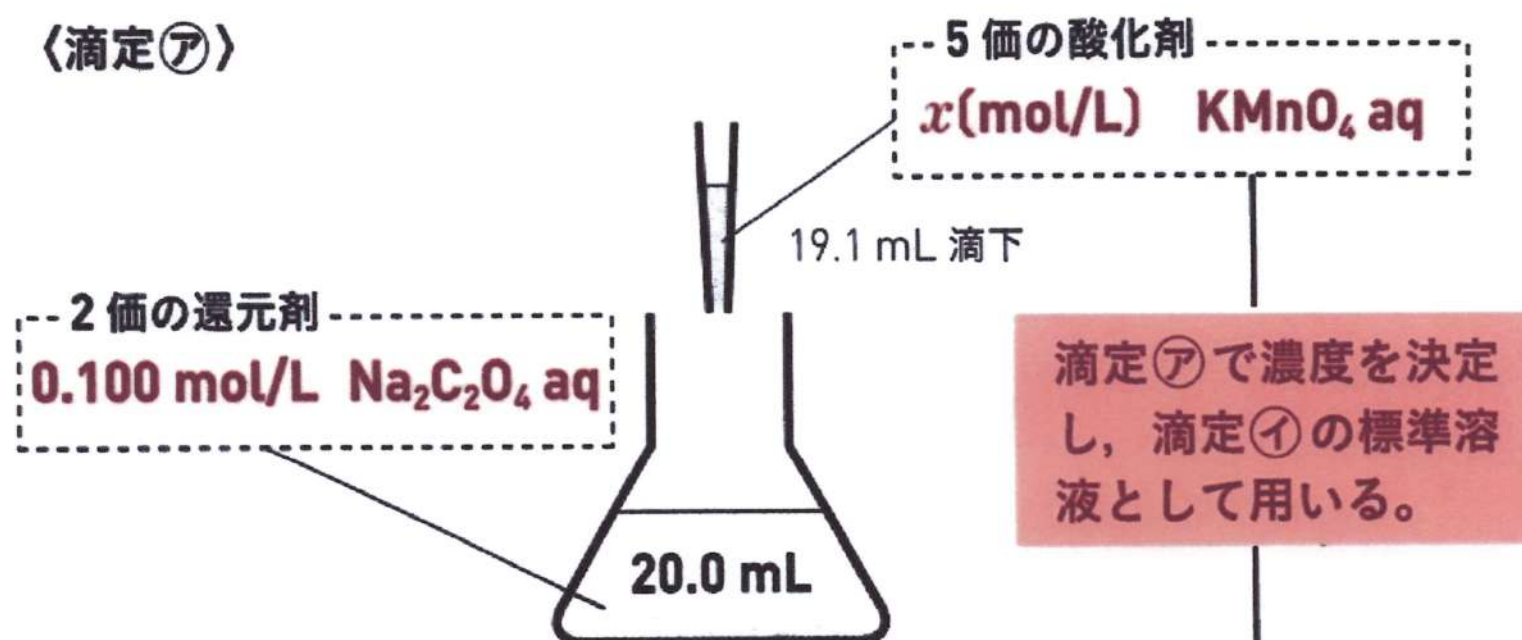
滴定②で濃度を決定し、滴定①の標準溶液として用いる。

〈滴定①〉



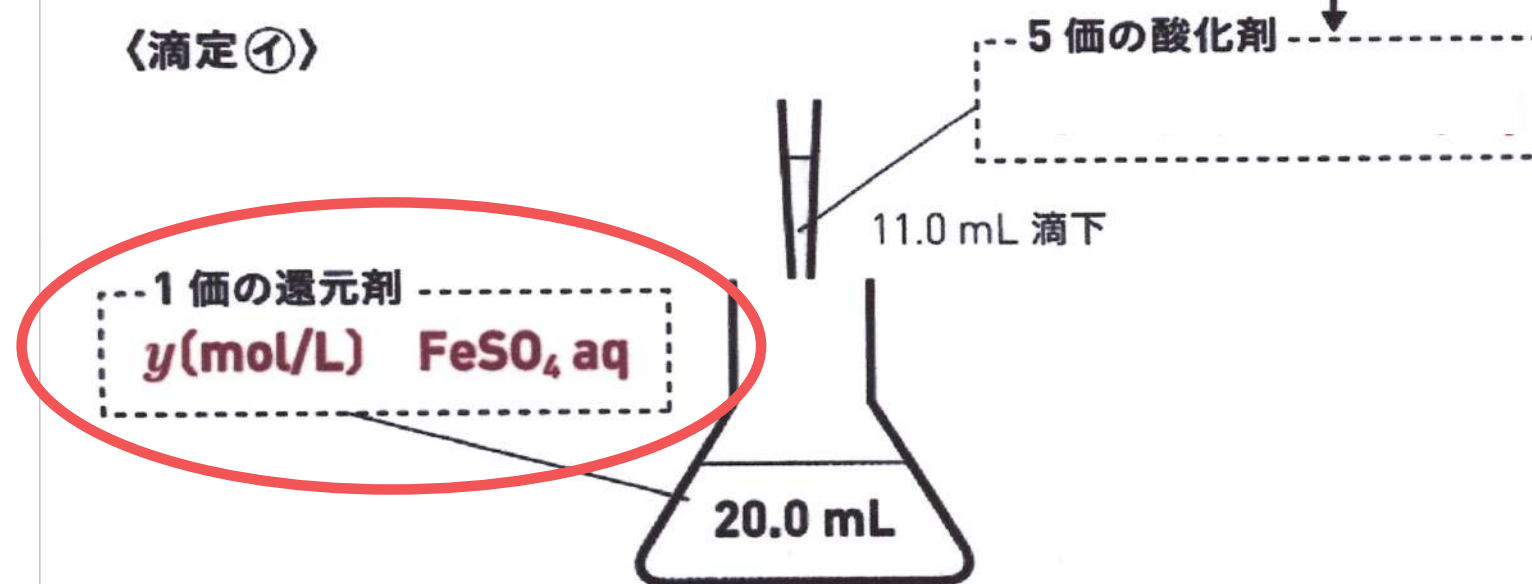
〔操作 4〕 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を求めるために、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60℃に加熱し、操作 3 でモル濃度を求めた過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、11.0 mL 加えたところで反応が完了した。

〈滴定②〉



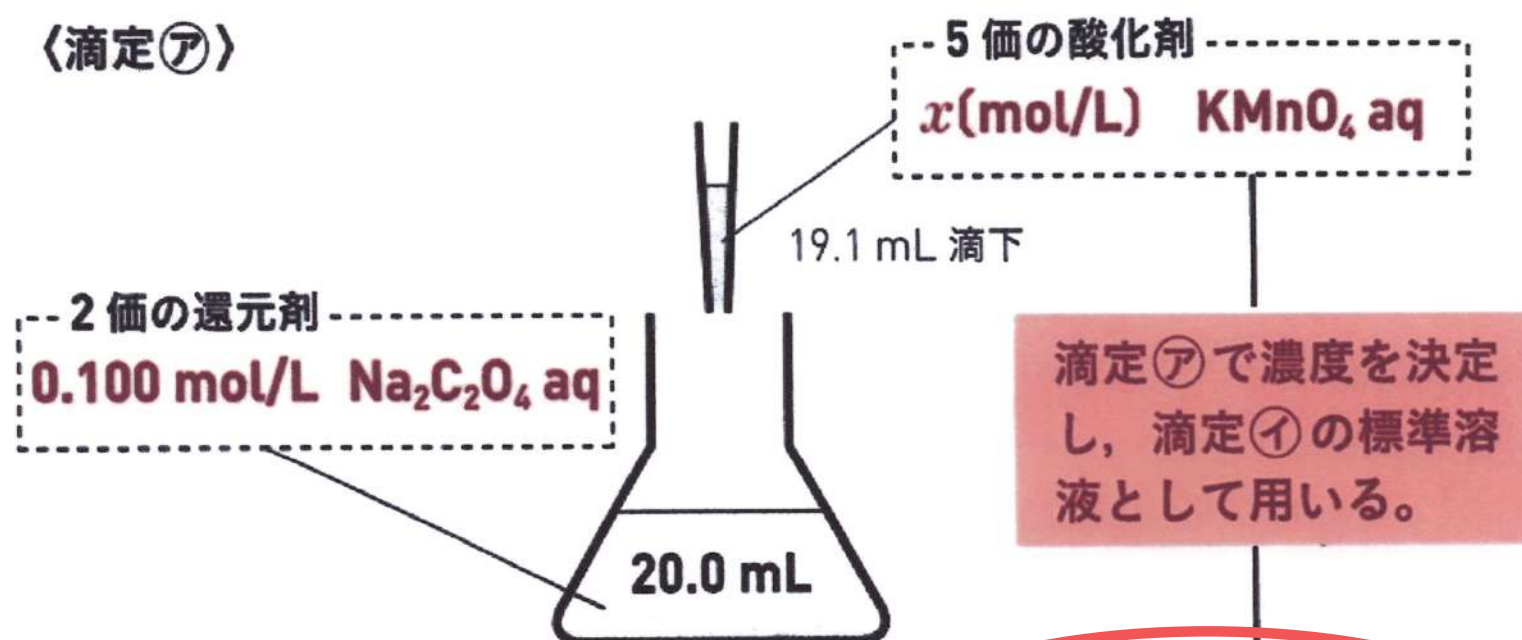
滴定②で濃度を決定し、滴定①の標準溶液として用いる。

〈滴定①〉



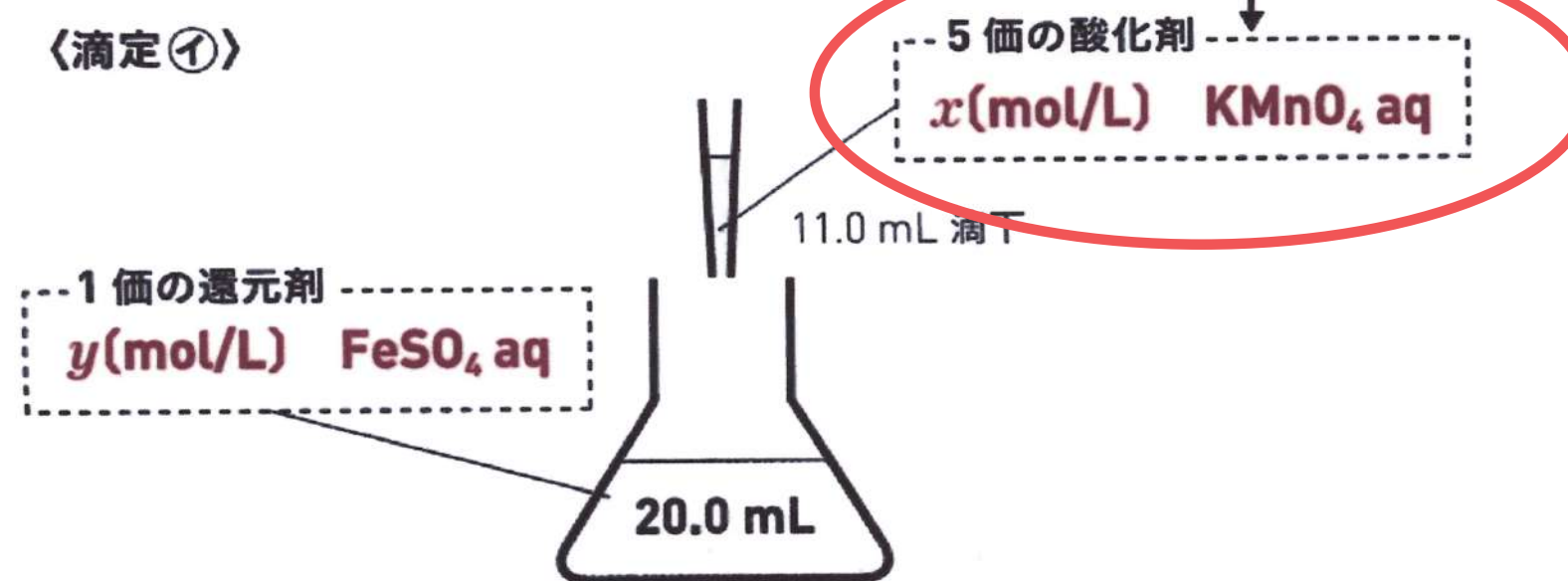
〔操作 4〕 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を求めるために、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60℃に加熱し、操作 3 でモル濃度を求めた過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、11.0 mL 加えたところで反応が完了した。

〈滴定②〉



滴定②で濃度を決定し、滴定①の標準溶液として用いる。

〈滴定①〉



【KMnO₄滴定】

STEP 1 情報の整理

〈操作 3(以下, 滴定②)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液を, シュウ酸ナトリウム(注:酸性条件下ではシュウ酸)標準水溶液で滴定する(滴定②とする)。

KMnO₄(5 価の酸化剤):

Na₂C₂O₄(2 価の還元剤):

酸化剤 ⇒

還元剤 ⇒

【KMnO₄滴定】

STEP 1 情報の整理

〈操作 3(以下, 滴定②)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液を, シュウ酸ナトリウム(注:酸性条件下ではシュウ酸)標準水溶液で滴定する(滴定②とする)。

KMnO₄(5 価の酸化剤): $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

Na₂C₂O₄(2 価の還元剤):

酸化剤 ⇨

還元剤 ⇨

【KMnO₄滴定】

STEP 1 情報の整理

〈操作 3(以下, 滴定②)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液を, シュウ酸ナトリウム(注:酸性条件下ではシュウ酸)標準水溶液で滴定する(滴定②とする)。

KMnO₄(5 価の酸化剤): $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

Na₂C₂O₄(2 価の還元剤): $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{e}^-$

酸化剤 ⇨

還元剤 ⇨

【KMnO₄滴定】

STEP 1 情報の整理

〈操作 3(以下, 滴定②)〉

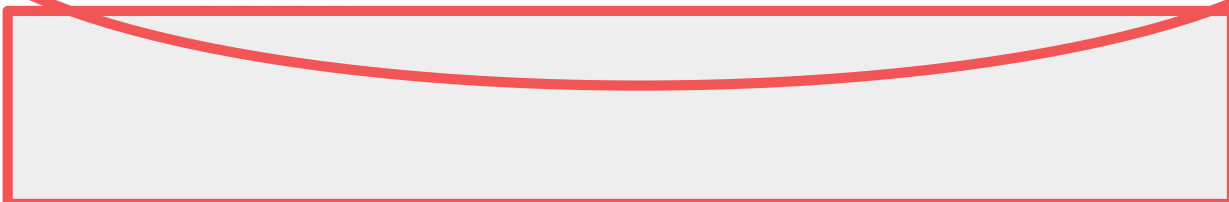
まず, 過マンガン酸カリウム水溶液を, シュウ酸ナトリウム(注:酸性条件下ではシュウ酸)標準水溶液で滴定する(滴定②とする)。

KMnO₄(5 価の酸化剤): $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

Na₂C₂O₄(2 価の還元剤): $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{e}^-$

酸化剤 ⇨ $x \times \frac{19.1}{1000} = 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 ⇨



【KMnO₄滴定】

STEP 1 情報の整理

〈操作 3(以下, 滴定②)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液を, シュウ酸ナトリウム(注:酸性条件下ではシュウ酸)標準水溶液で滴定する(滴定②とする)。

KMnO₄(5 価の酸化剤): $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

Na₂C₂O₄(2 価の還元剤): $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{e}^-$

酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{19.1}{1000} = 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow 0.100 \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$

〈操作 4(以下, 滴定①)〉

次に, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を, 滴定②で濃度の明らかになった過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する(滴定①とする)。

KMnO₄(5 価の酸化剤):

FeSO₄(1 価の還元剤):

酸化剤 ⇨

還元剤 ⇨

〈操作 4(以下, 滴定①)〉

次に, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を, 滴定②で濃度の明らかになった過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する(滴定①とする)。

KMnO₄(5 価の酸化剤): $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

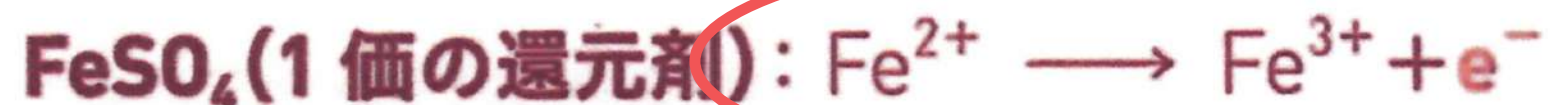
FeSO₄(1 価の還元剤):

酸化剤 ⇨

還元剤 ⇨

〈操作 4(以下, 滴定①)〉

次に, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を, 滴定②で濃度の明らかになった過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する(滴定①とする)。

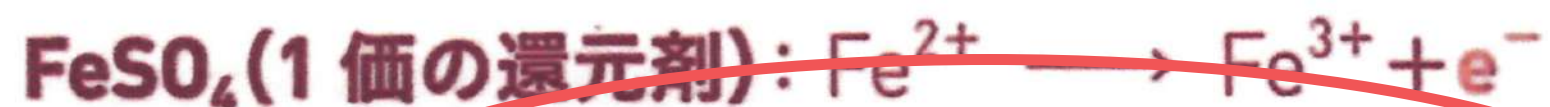


酸化剤 ⇨

還元剤 ⇨

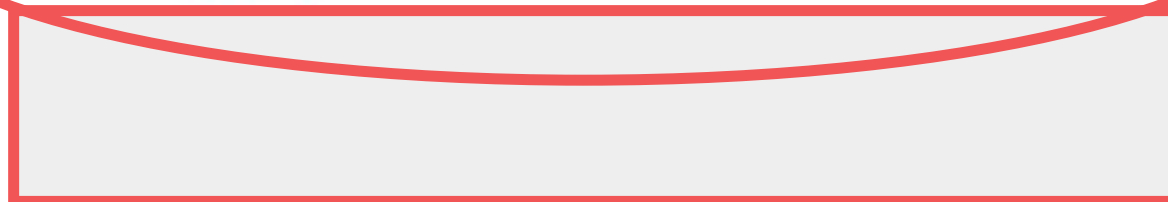
〈操作 4(以下, 滴定①)〉

次に, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を, 滴定②で濃度の明らかになった過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する(滴定①とする)。



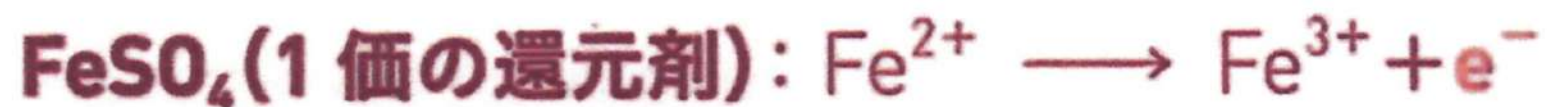
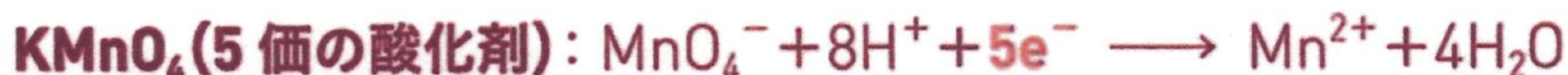
酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{11.0}{1000} = 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow$



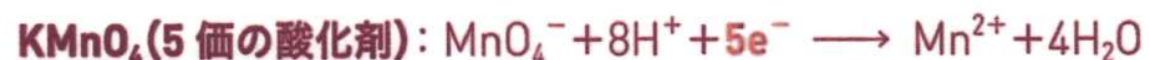
〈操作 4(以下, 滴定①)〉

次に, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を, 滴定②で濃度の明らかになった過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する(滴定①とする)。



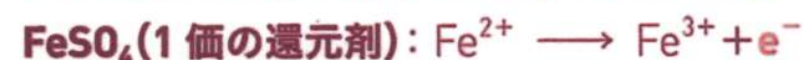
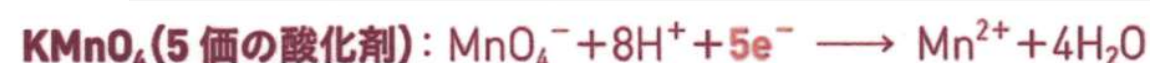
酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{11.0}{1000} = 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow y \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-2}y(\text{mol})$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{19.1}{1000} = 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow 0.100 \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{11.0}{1000} = 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow y \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-2}y(\text{mol})$

STEP 2 式への代入

酸化剤の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 還元剤の価数 $\times$ その物質質量(mol)

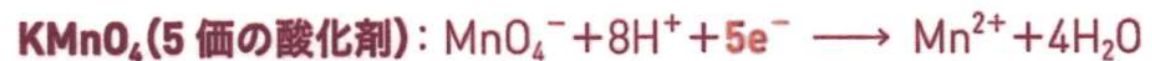
〈滴定②〉

〈滴定①〉

これらの等式を連立させて解くと、

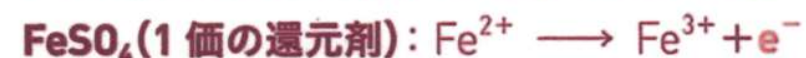
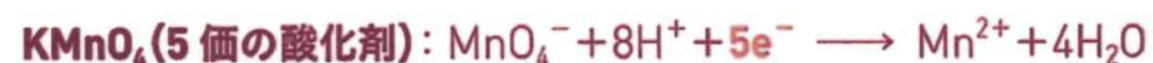
$$x = 4.188 \times 10^{-2}(\text{mol/L}), \quad y = 1.151 \times 10^{-1}(\text{mol/L})$$

問 $1.15 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{19.1}{1000} = 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow 0.100 \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{11.0}{1000} = 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow y \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-2}y(\text{mol})$

STEP 2 式への代入

酸化剤の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 還元剤の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

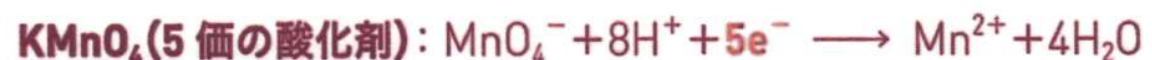
$$5(\text{価}) \times 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol}) = 2(\text{価}) \times 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

〈滴定④〉

これらの等式を連立させて解くと、

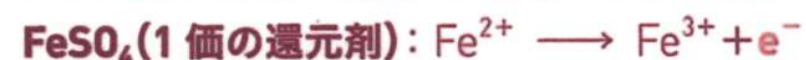
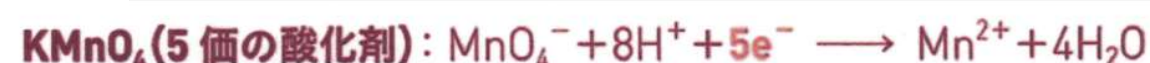
$$x = 4.188 \times 10^{-2}(\text{mol/L}), \quad y = 1.151 \times 10^{-1}(\text{mol/L})$$

問 $1.15 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{19.1}{1000} = 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow 0.100 \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{11.0}{1000} = 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow y \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-2}y(\text{mol})$

STEP 2 式への代入

酸化剤の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 還元剤の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$5(\text{価}) \times 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol}) = 2(\text{価}) \times 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

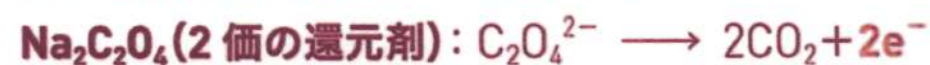
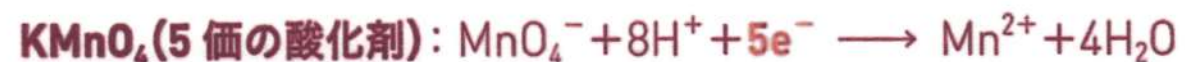
〈滴定①〉

$$5(\text{価}) \times 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times 2.00 \times 10^{-2}y(\text{mol})$$

これらの等式を連立させて解くと、

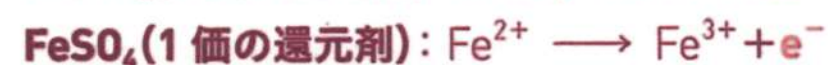
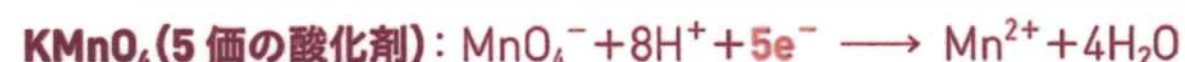
$$x = 4.188 \times 10^{-2}(\text{mol/L}), \quad y = 1.151 \times 10^{-1}(\text{mol/L})$$

問 $1.15 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{19.1}{1000} = 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow 0.100 \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$



酸化剤 $\Rightarrow x \times \frac{11.0}{1000} = 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol})$

還元剤 $\Rightarrow y \times \frac{20.0}{1000} = 2.00 \times 10^{-2}y(\text{mol})$

STEP 2 式への代入

酸化剤の価数 × その物質質量(mol) = 還元剤の価数 × その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$5(\text{価}) \times 1.91 \times 10^{-2}x(\text{mol}) = 2(\text{価}) \times 2.00 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

〈滴定①〉

$$5(\text{価}) \times 1.10 \times 10^{-2}x(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times 2.00 \times 10^{-2}y(\text{mol})$$

これらの等式を連立させて解くと、

$$x = 4.188 \times 10^{-2}(\text{mol/L}), \quad y = 1.151 \times 10^{-1}(\text{mol/L})$$

問 $1.15 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

【KMnO₄滴定②】

【KMnO₄滴定②】

0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液(濃紫色)20.0 mL を三角フラスコにとり、硫酸酸性下で濃度不明の亜硝酸カリウム KNO₂ 水溶液 10.0 mL を加えた。このとき、亜硝酸塩は過マンガン酸カリウムにより酸化されて、次式に示すように硝酸塩となる。



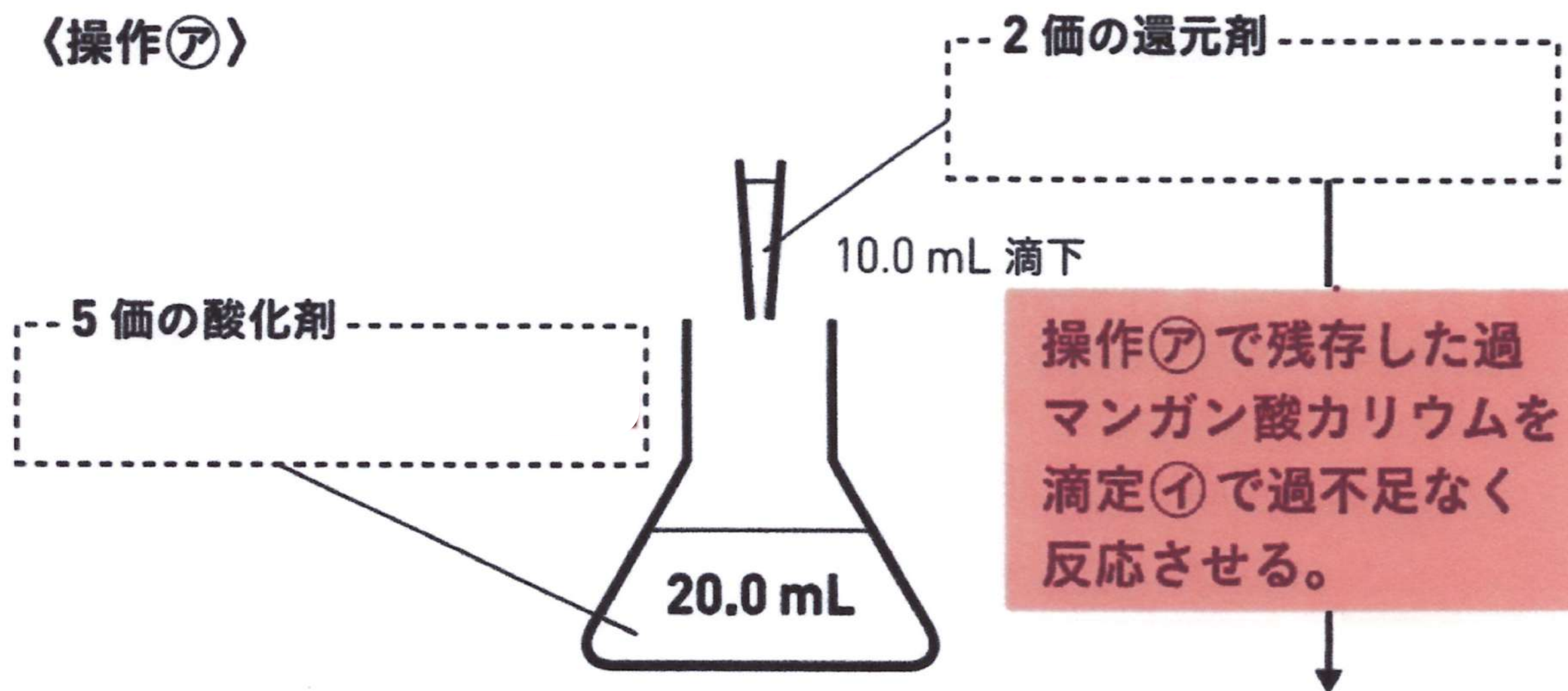
この溶液に 0.20 mol/L の硫酸鉄(Ⅱ)FeSO₄ 水溶液を 2.0 mL 加えたところ、この溶液の色は濃紫色から淡桃色に変化し、反応が完結した。

問 濃度不明の亜硝酸カリウム水溶液のモル濃度を求めよ。ただし、有効数字は 2 桁とする。

0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液(濃紫色)20.0 mL を三角フラスコにとり，硫酸酸性下で濃度不明の亜硝酸カリウム KNO_2 水溶液 10.0 mL を加えた。このとき，亜硝酸塩は過マンガン酸カリウムにより酸化されて，次式に示すように硝酸塩となる。



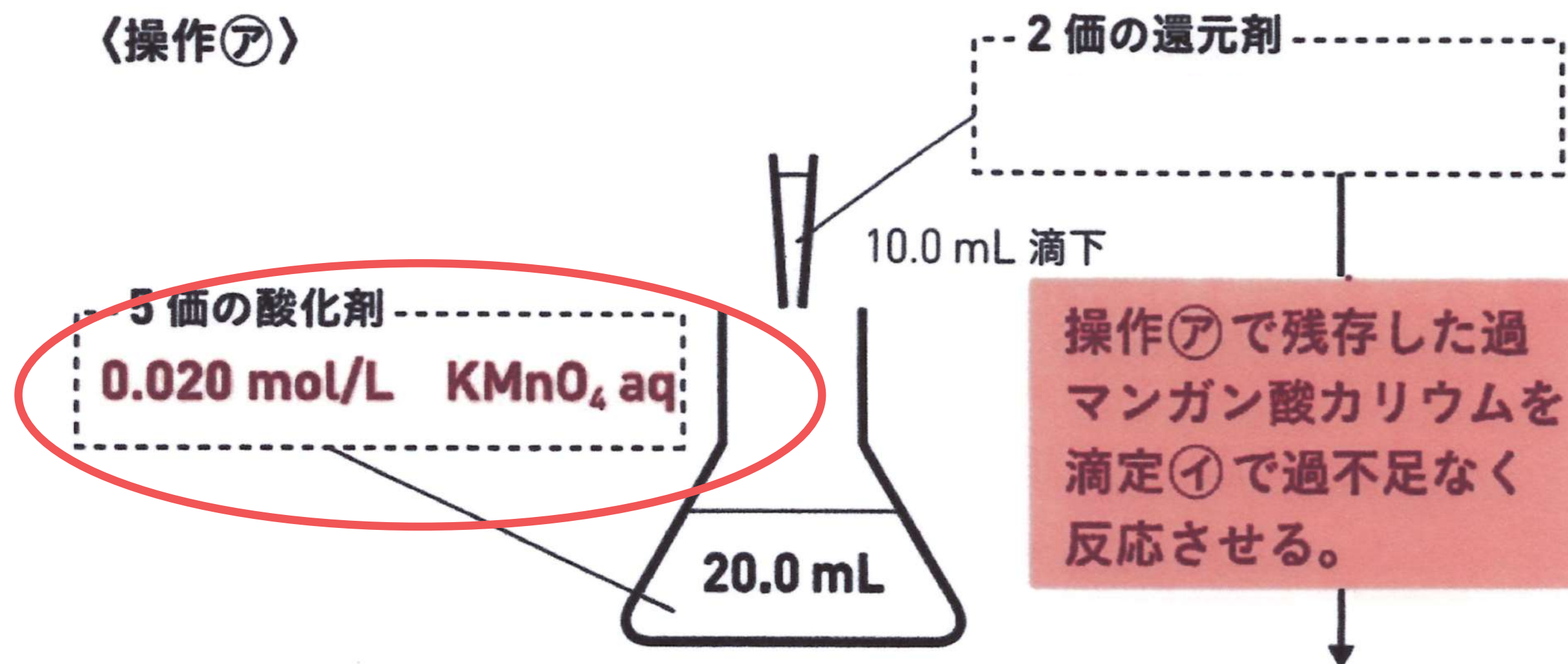
〈操作①〉



0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液(濃紫色)20.0 mL を三角フラスコにとり，硫酸酸性下で濃度不明の亜硝酸カリウム KNO_2 水溶液 10.0 mL を加えた。このとき，亜硝酸塩は過マンガン酸カリウムにより酸化されて，次式に示すように硝酸塩となる。



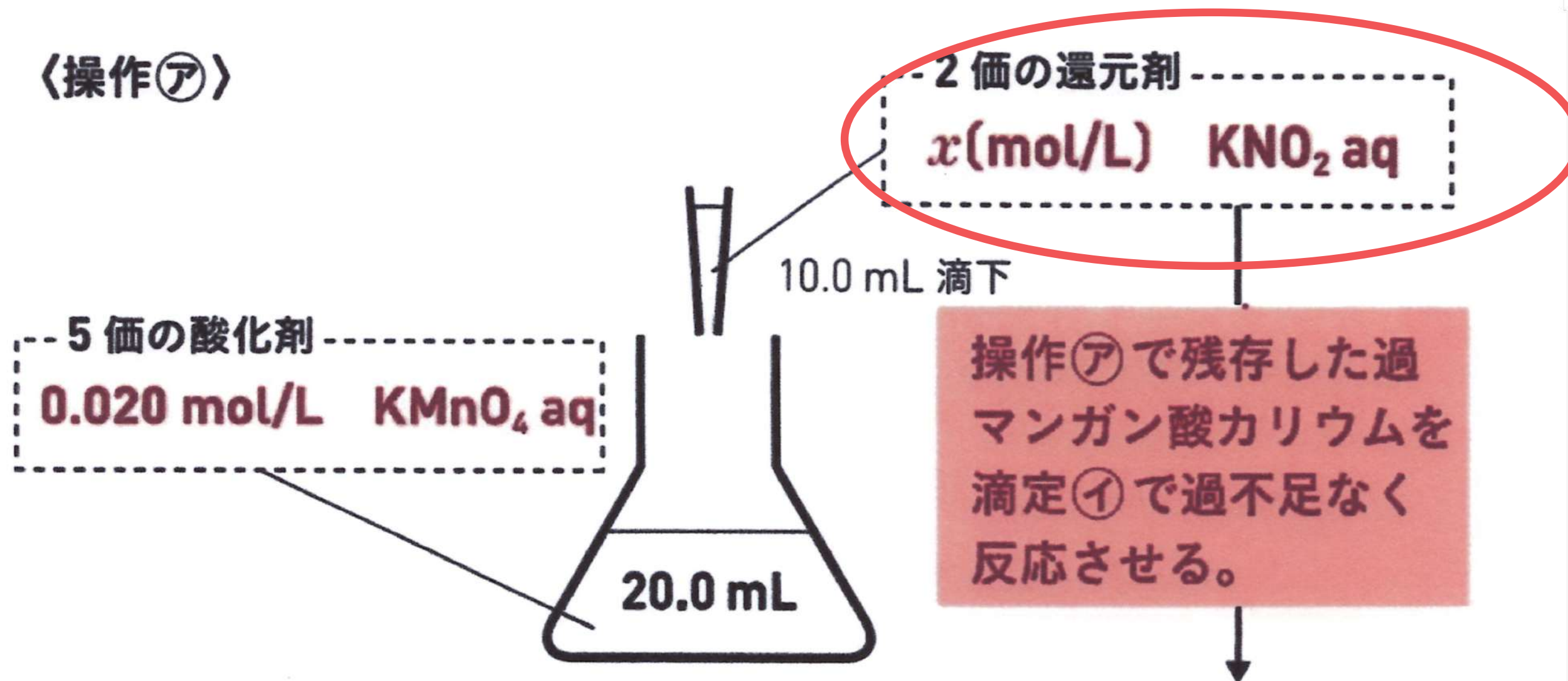
〈操作①〉



0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液(濃紫色)20.0 mL を三角フラスコにとり，硫酸酸性下で濃度不明の亜硝酸カリウム KNO_2 水溶液 10.0 mL を加えた。このとき，亜硝酸塩は過マンガン酸カリウムにより酸化されて，次式に示すように硝酸塩となる。

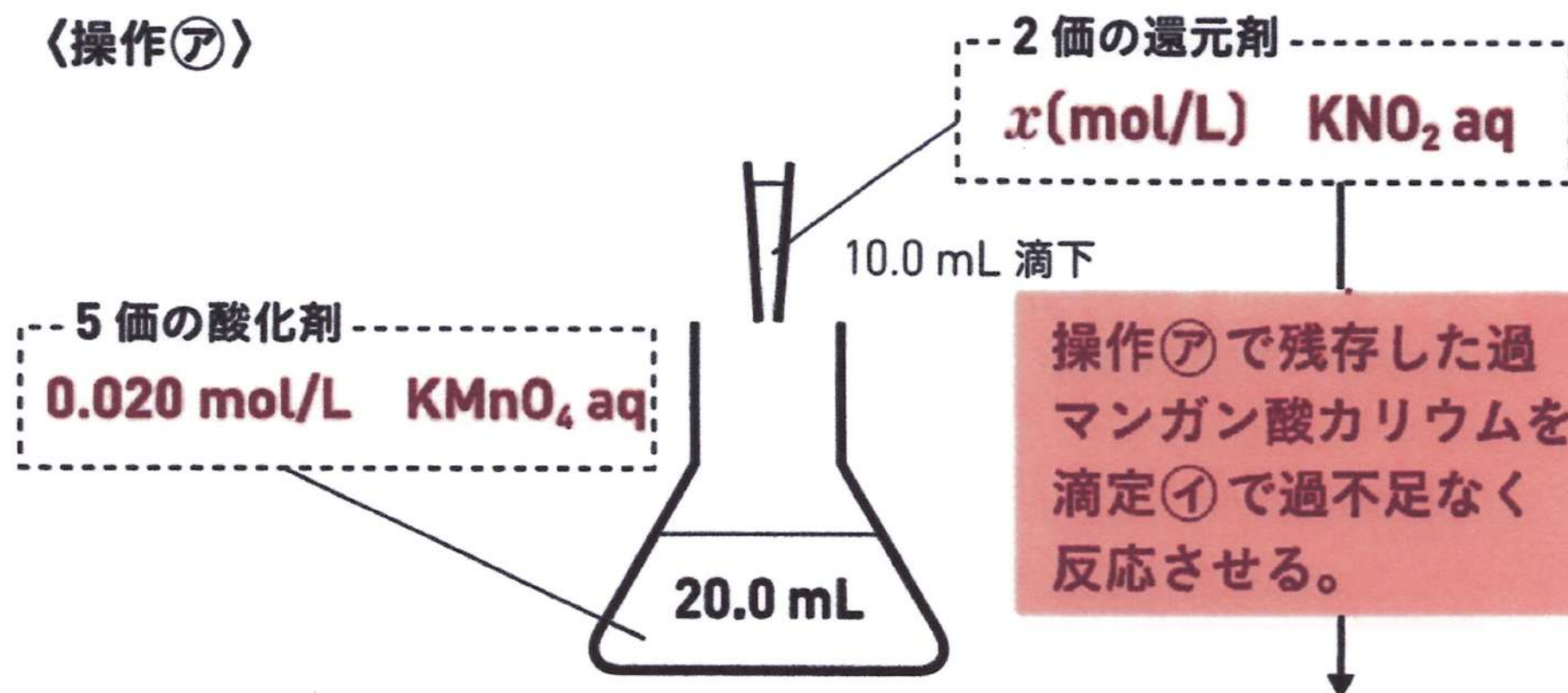


〈操作②〉

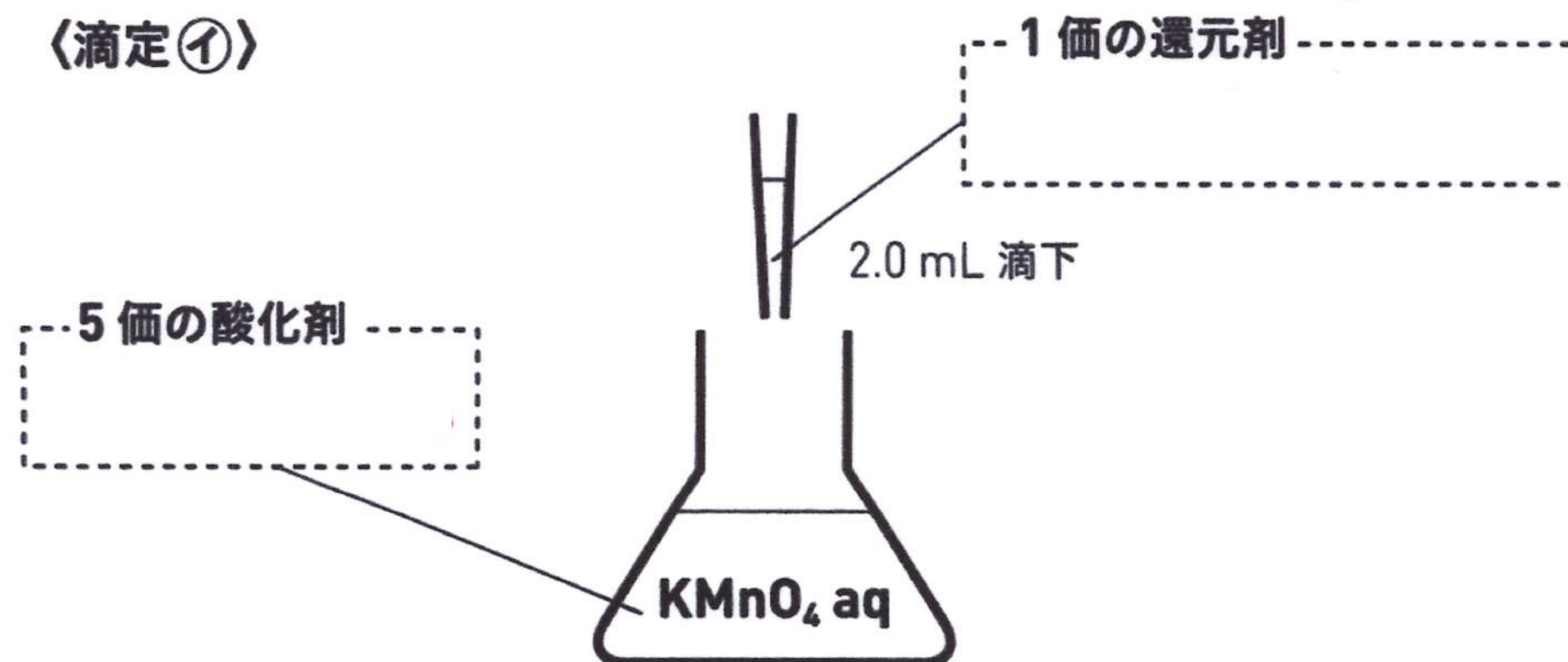


この溶液に 0.20 mol/L の硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液を 2.0 mL 加えたところ、この溶液の色は濃紫色から淡桃色に変化し、反応が完結した。

〈操作ア〉

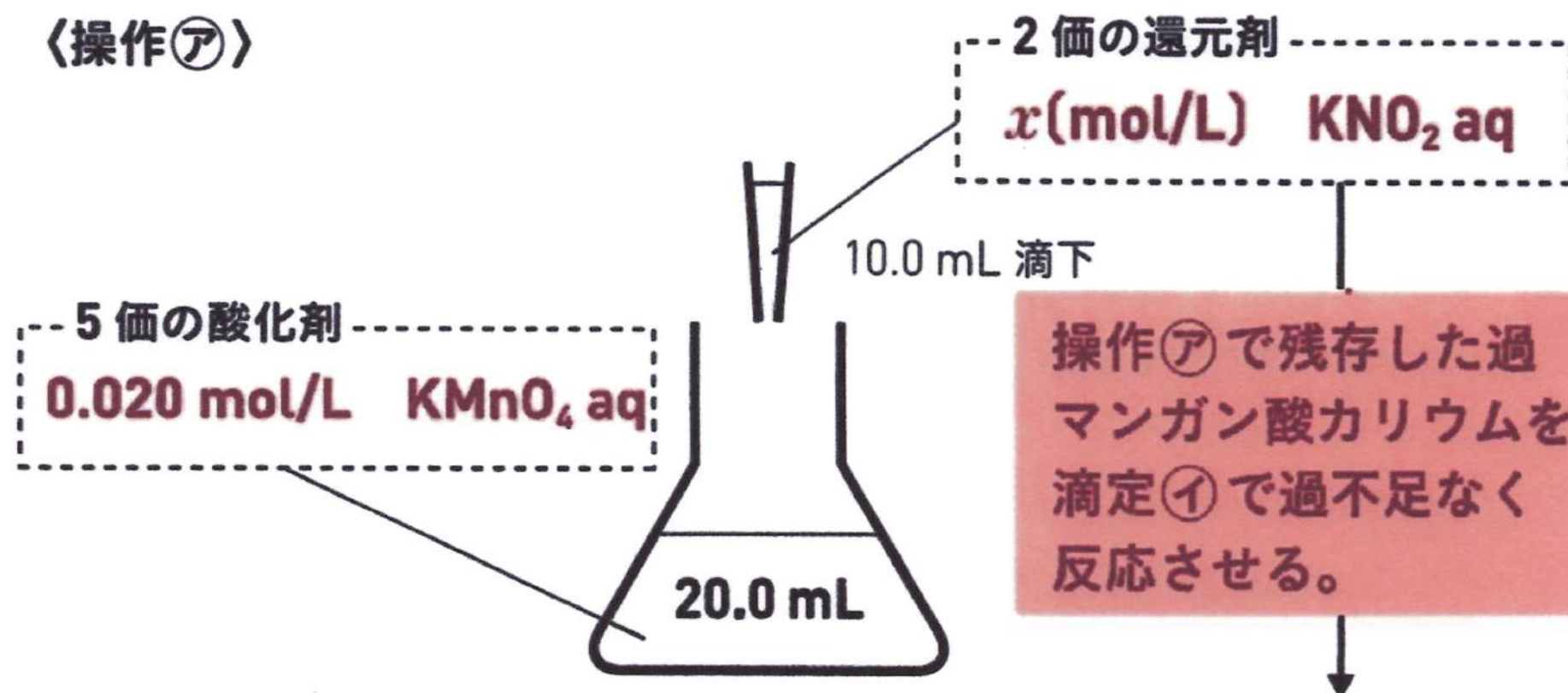


〈滴定イ〉

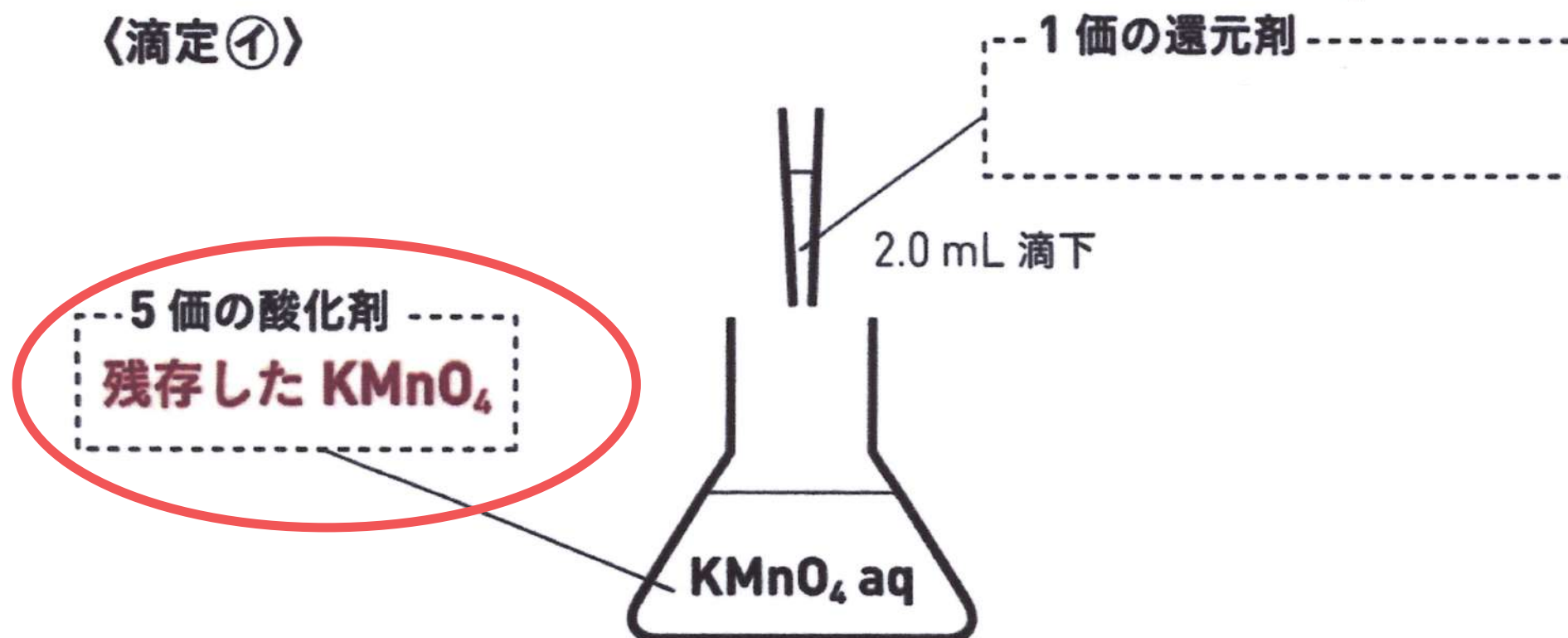


この溶液に 0.20 mol/L の硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液を 2.0 mL 加えたところ、この溶液の色は濃紫色から淡桃色に変化し、反応が完結した。

〈操作①〉

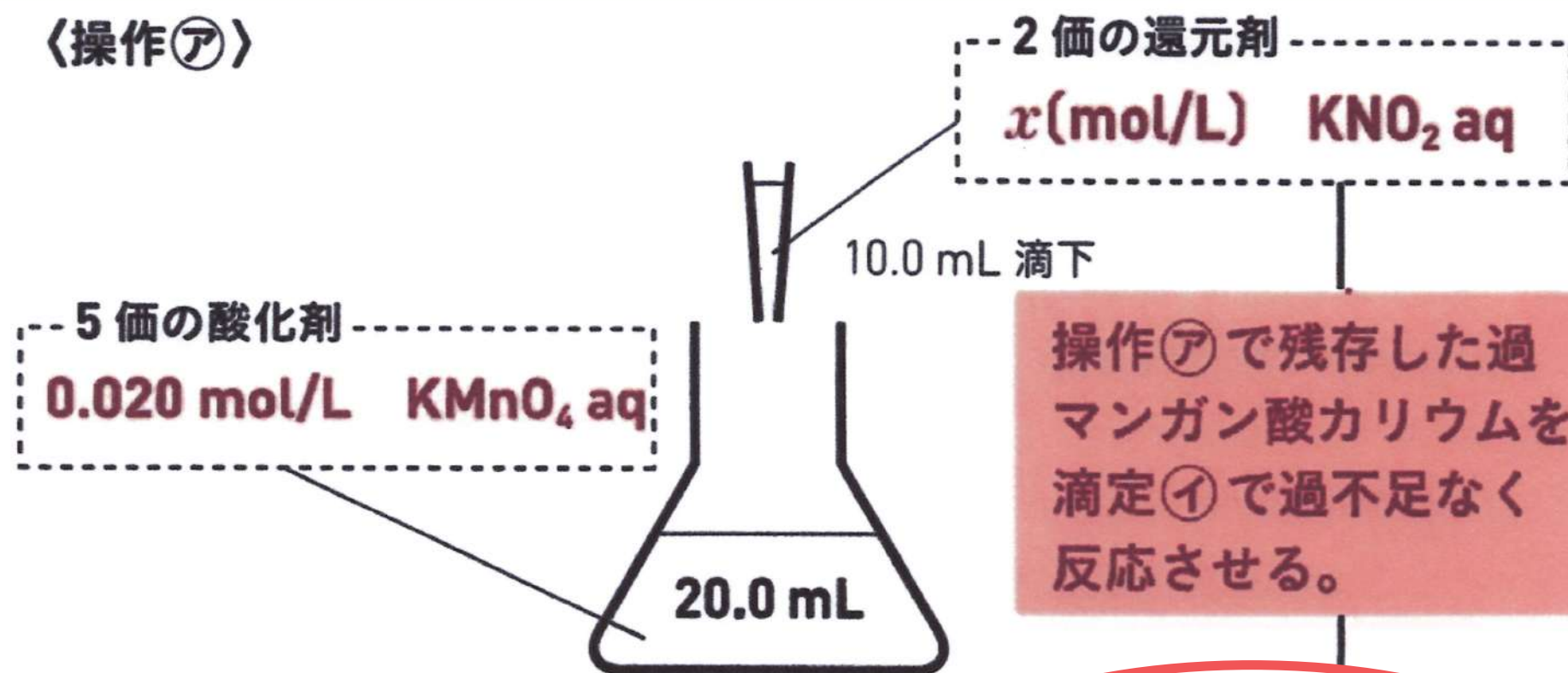


〈滴定②〉

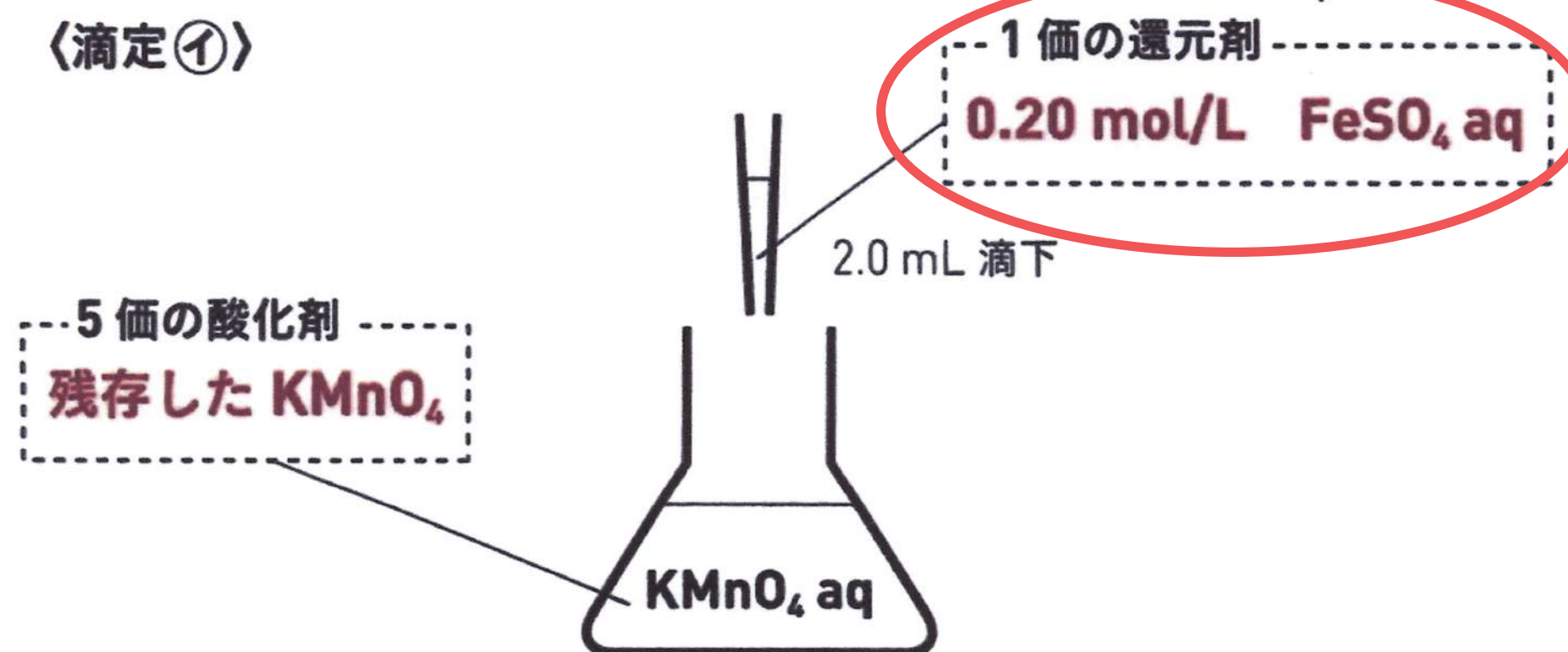


この溶液に 0.20 mol/L の硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液を 2.0 mL 加えたところ、この溶液の色は濃紫色から淡桃色に変化し、反応が完結した。

〈操作②〉

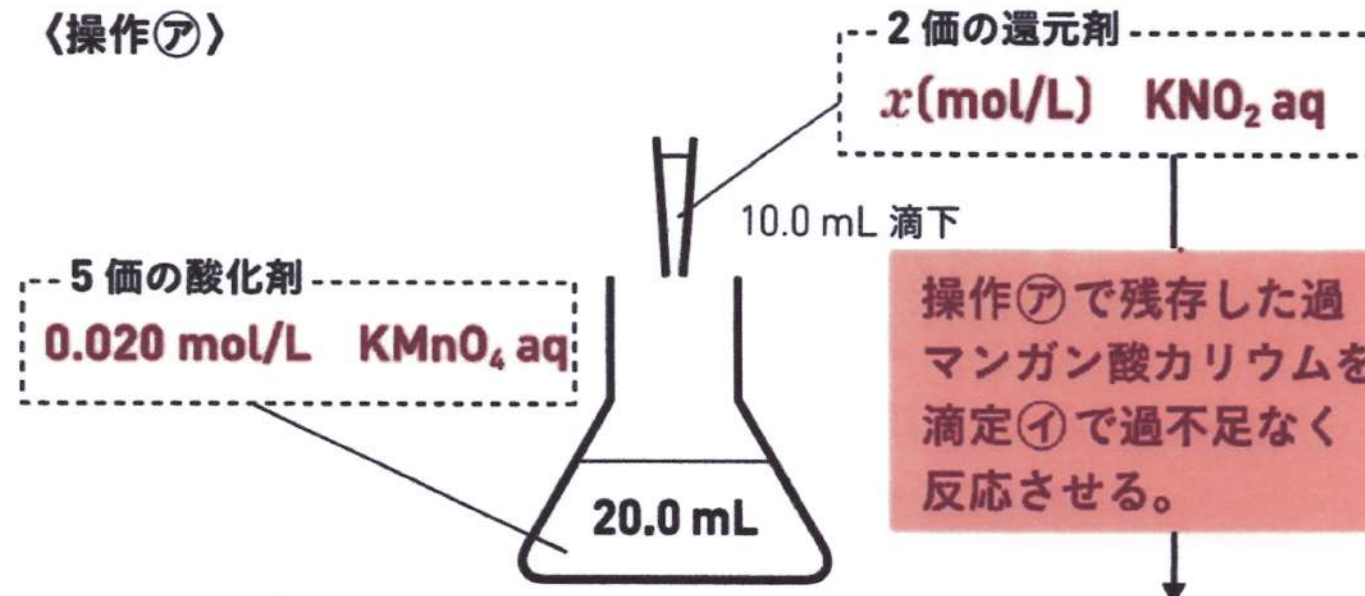


〈滴定③〉

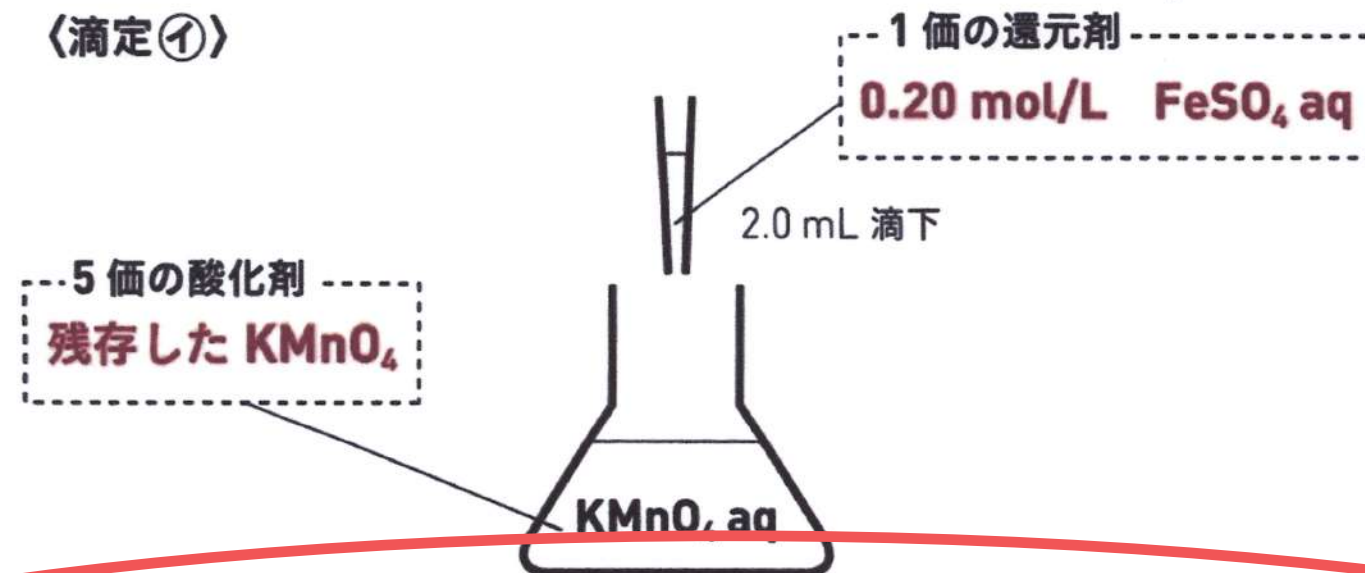


この溶液に 0.20 mol/L の硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液を 2.0 mL 加えたところ、この溶液の色は濃紫色から淡桃色に変化し、反応が完結した。

〈操作②〉



〈滴定①〉



酸化剤の価数 × 物質質量 →

還元剤の価数 × 物質質量 →

KMnO_4 が受け取る e^- (mol)

⇕ 等しい!

KNO_2 が放出する e^- (mol) | FeSO_4 が放出する e^- (mol)

【KMnO₄滴定②】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下、操作ア)〉

まず、過マンガン酸カリウム水溶液に、亜硝酸カリウム水溶液を加える。

KMnO₄(5 価の酸化剤) :

KNO₂(2 価の還元剤) :

酸化剤 ⇒

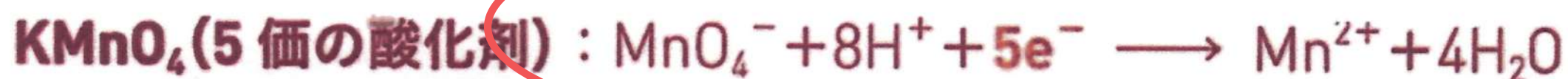
還元剤(KNO₂) ⇒

【KMnO₄滴定②】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作ア)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液に, 亜硝酸カリウム水溶液を加える。



KNO₂(2 価の還元剤) :

酸化剤 ⇒

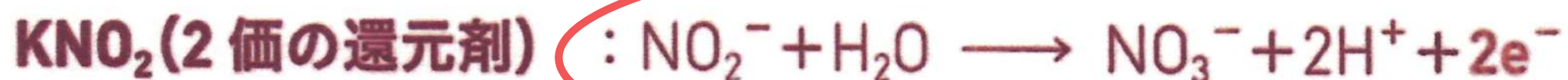
還元剤(KNO₂) ⇒

【KMnO₄滴定②】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作A)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液に, 亜硝酸カリウム水溶液を加える。



酸化剤 ⇒

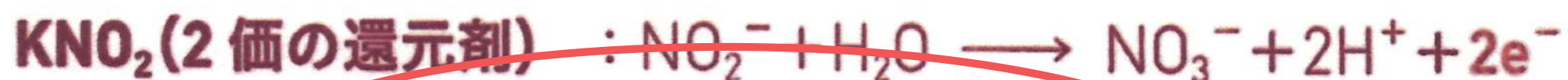
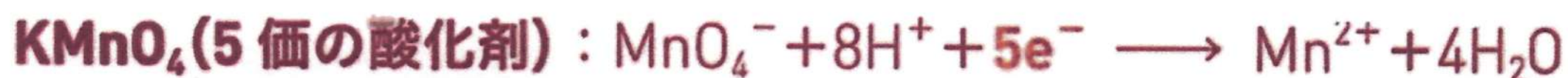
還元剤(KNO₂) ⇒

【KMnO₄滴定②】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液に, 亜硝酸カリウム水溶液を加える。



酸化剤 $\Rightarrow 0.020 \times \frac{20.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

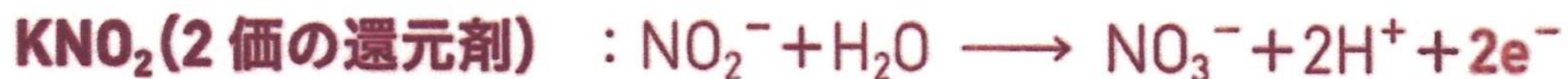
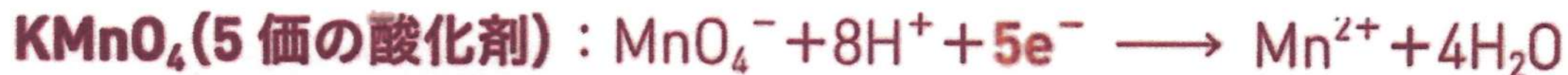
還元剤(KNO₂) $\Rightarrow$

【KMnO₄滴定②】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作A)〉

まず, 過マンガン酸カリウム水溶液に, 亜硝酸カリウム水溶液を加える。



酸化剤 $\Rightarrow 0.020 \times \frac{20.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

還元剤(KNO₂) $\Rightarrow x \times \frac{10.0}{1000} = 1.00 \times 10^{-2} x (\text{mol})$

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

次に、反応せずに残った過マンガン酸カリウムを、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液と過不足なく反応させる。

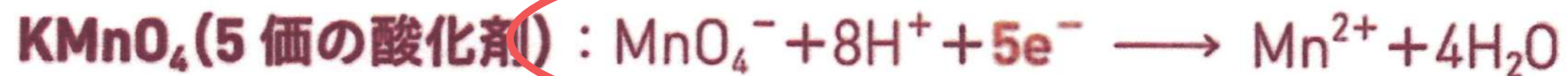
KMnO₄(5 価の酸化剤) :

FeSO₄(1 価の還元剤) :

還元剤(FeSO₄) ⇨

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った過マンガン酸カリウムを, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液と過不足なく反応させる。



FeSO₄(1 価の還元剤) :

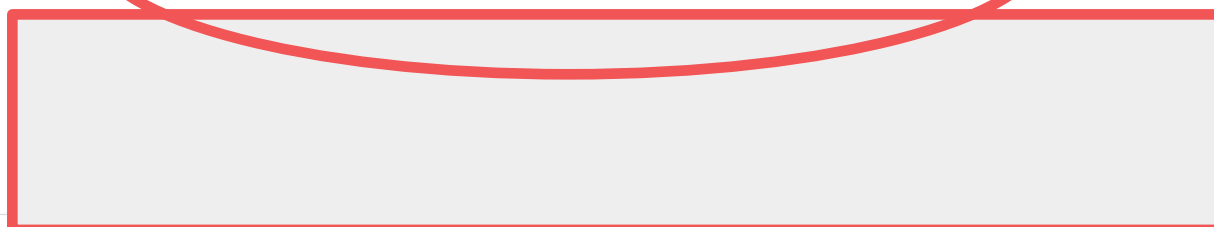
還元剤(FeSO₄) ⇨

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った過マンガン酸カリウムを, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液と過不足なく反応させる。

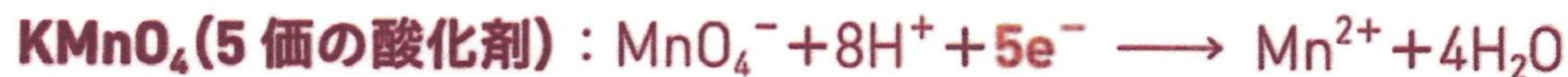


還元剤(FeSO₄) ⇨

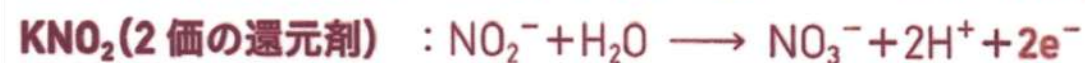
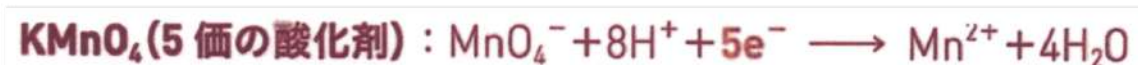


〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った過マンガン酸カリウムを, 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液と過不足なく反応させる。

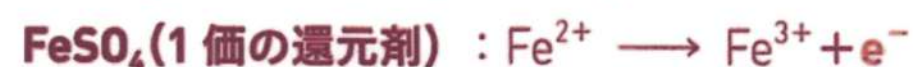


還元剤(FeSO₄) $\Rightarrow 0.20 \times \frac{2.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$



酸化剤 $\Rightarrow 0.020 \times \frac{20.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

還元剤(KNO₂) $\Rightarrow x \times \frac{10.0}{1000} = 1.00 \times 10^{-2} x (\text{mol})$



還元剤(FeSO₄) $\Rightarrow 0.20 \times \frac{2.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

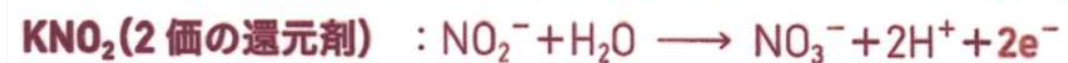
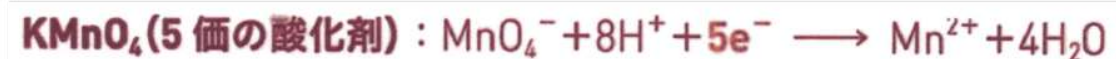
STEP 2 式への代入

酸化剤の価数 × その物質質量(mol) = 還元剤の価数 × その物質質量(mol)

〈操作②と滴定①とを合わせて〉

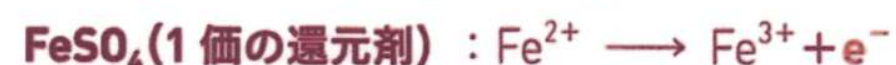
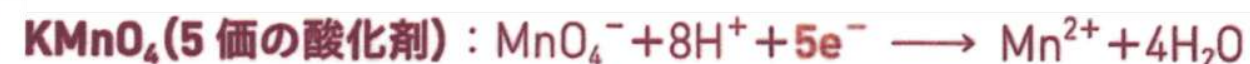
この等式を解くと、 $x = 8.00 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

問 $8.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$



酸化剤 $\Rightarrow 0.020 \times \frac{20.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

還元剤(KNO₂) $\Rightarrow x \times \frac{10.0}{1000} = 1.00 \times 10^{-2} x (\text{mol})$



還元剤(FeSO₄) $\Rightarrow 0.20 \times \frac{2.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

STEP: 2 式への代入

酸化剤の価数 × その物質質量(mol) = 還元剤の価数 × その物質質量(mol)

〈操作②と滴定①とを合わせて〉

$5(\text{価}) \times 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

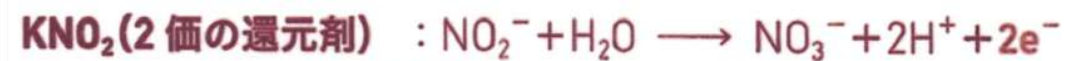
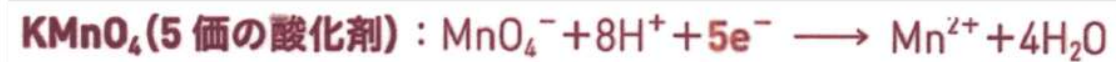
KMnO_4

$= 2(\text{価}) \times 1.00 \times 10^{-2} x (\text{mol}) + 1(\text{価}) \times 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

KNO_2 FeSO_4

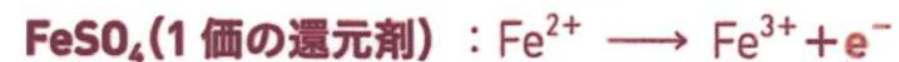
この等式を解くと, $x = 8.00 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

問 $8.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$



酸化剤 $\Rightarrow 0.020 \times \frac{20.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

還元剤(KNO₂) $\Rightarrow x \times \frac{10.0}{1000} = 1.00 \times 10^{-2} x (\text{mol})$



還元剤(FeSO₄) $\Rightarrow 0.20 \times \frac{2.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

STEP: 2 式への代入

酸化剤の価数 × その物質質量(mol) = 還元剤の価数 × その物質質量(mol)

〈操作②と滴定①とを合わせて〉

$5(\text{価}) \times 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

KMnO_4

$= 2(\text{価}) \times 1.00 \times 10^{-2} x (\text{mol}) + 1(\text{価}) \times 4.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

KNO_2

FeSO_4

この等式を解くと、 $x = 8.00 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

問 $8.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

【鉄イオンの定量】

【鉄イオンの定量】

濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり、 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に、この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え、生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し、完全に酸化物としてから質量をはかったところ、 0.32 g であった。

問 溶液 A 中の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンの濃度を mol/L 単位で求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

ただし、原子量は、 $\text{Fe}=55.9$ とする。

【鉄イオンの定量】

濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり、 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に、この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え、生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し、完全に酸化物としてから質量をはかったところ、 0.32 g であった。

問 溶液 A 中の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンの濃度を mol/L 単位で求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

ただし、原子量は、 $\text{Fe}=55.9$ とする。

濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

生徒 「前半では、酸化剤(過マンガン酸カリウム水溶液)による
[] のですね」

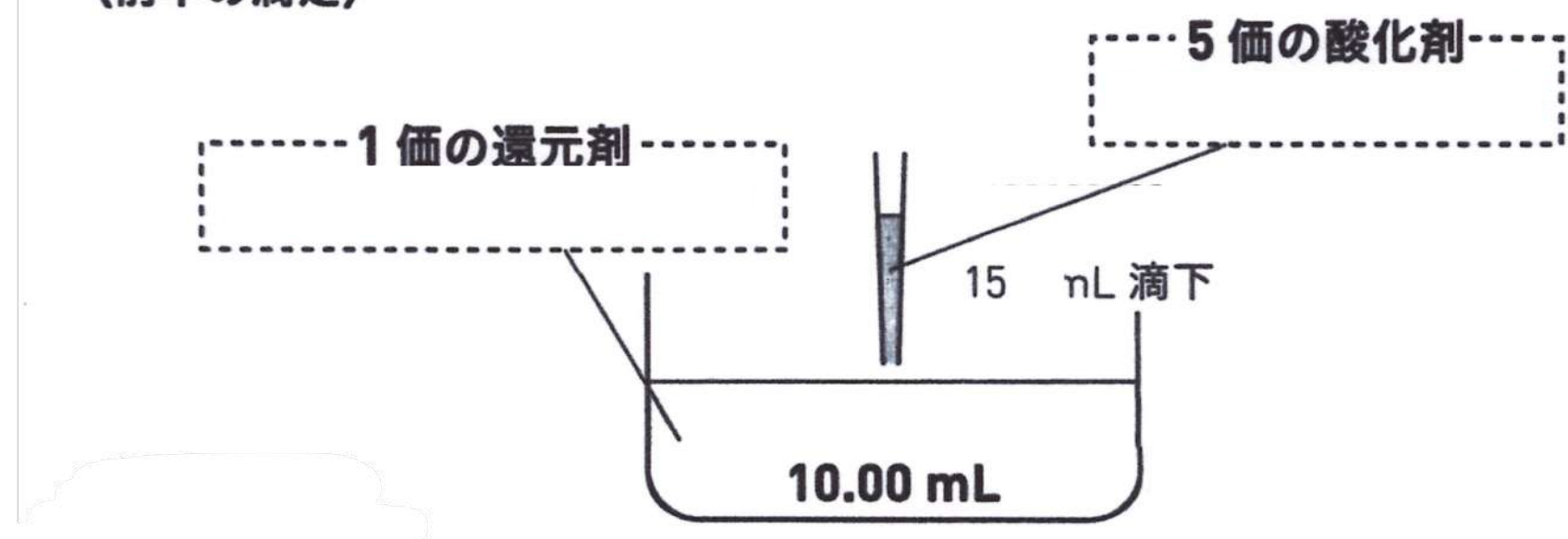
濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

生徒 「前半では、酸化剤(過マンガン酸カリウム水溶液)による還元剤(Fe^{2+} イオン)の定量を行っているのですね」

濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

step 1 『操作や滴定の内容を把握しよう』

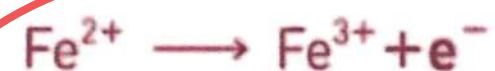
〈前半の滴定〉



濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

step I 『操作や滴定の内容を把握しよう』

〈前半の滴定〉



--- 1 価の還元剤 ---

$x(\text{mol})$ (10.00 mL 中) Fe^{2+}

--- 5 価の酸化剤 ---

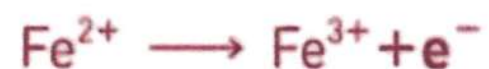
15 nL 滴下

10.00 mL

濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

step I 『操作や滴定の内容を把握しよう』

〈前半の滴定〉



1 価の還元剤

$x(\text{mol})$ (10.00 mL 中) Fe^{2+}

5 価の酸化剤

$0.020 \text{ mol/L KMnO}_4 \text{ aq}$

15 nL 滴下

10.00 mL

別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり, 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 g であった。

先生 「後半では, 十分な量の酸化剤(H_2O_2 aq)によってすべての鉄イオン(この段階では, Fe^{2+} と Fe^{3+})を Fe^{3+} のみにしている。次に, NH_3 水によってすべての鉄イオン(この段階では, Fe^{3+} のみ)を水酸化物沈殿として回収し, 加熱して酸化物とした上でその質量を測定している」

--	--	--	--

生徒 「つまり, 後半では,
 ことになるわけですね」

別に溶液Aを10.00 mLはかりとり、7.0%の過酸化水素水溶液1.0 gを加えて加熱した。次に、この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え、生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し、完全に酸化物としてから質量をはかったところ、0.32 gであった。

先生 「後半では、十分な量の酸化剤(H_2O_2 aq)によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{2+} と Fe^{3+})を Fe^{3+} のみにしている。次に、 NH_3 水によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{3+} のみ)を水酸化物沈殿として回収し、加熱して酸化物とした上でその質量を測定している」

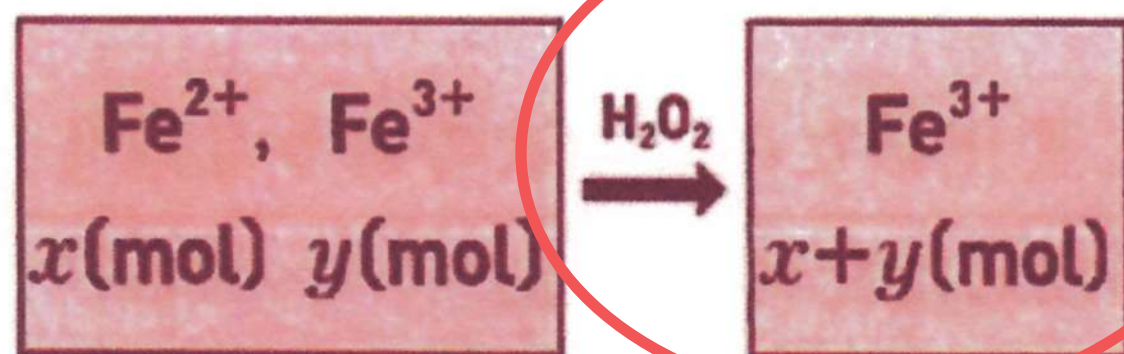
Fe^{2+} , Fe^{3+}
 $x(\text{mol})$ $y(\text{mol})$

生徒 「つまり、後半では、

ことになるわけですね」

別に溶液Aを10.00 mLはかりとり、7.0%の過酸化水素水溶液1.0 gを加えて加熱した。次に、この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え、生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し、完全に酸化物としてから質量をはかったところ、0.32 gであった。

先生 「後半では、十分な量の酸化剤(H_2O_2 aq)によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{2+} と Fe^{3+})を Fe^{3+} のみにしている。次に、 NH_3 水によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{3+} のみ)を水酸化物沈殿として回収し、加熱して酸化物とした上でその質量を測定している」

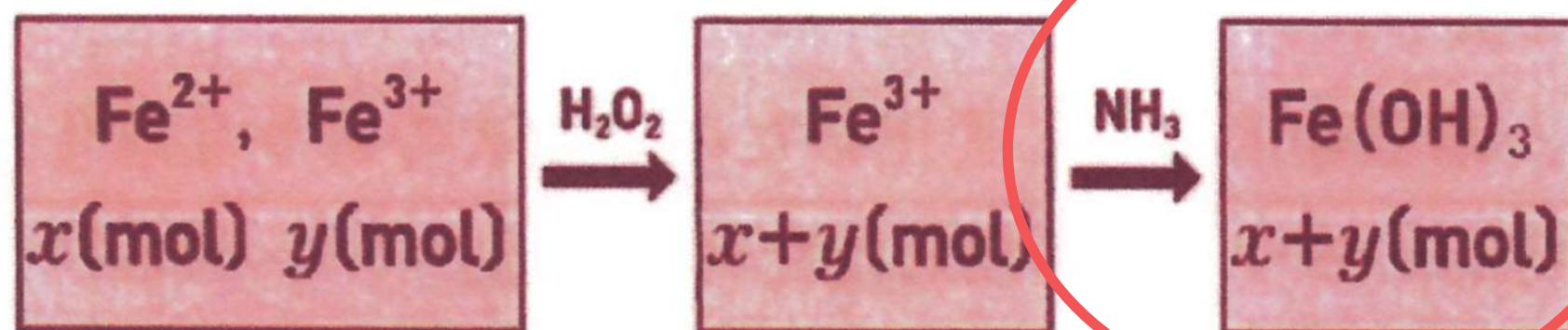


生徒 「つまり、後半では、

ことになるわけですね」

別に溶液Aを10.00 mLはかりとり、7.0%の過酸化水素水溶液1.0 gを加えて加熱した。次に、この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え、生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し、完全に酸化物としてから質量をはかったところ、0.32 gであった。

先生 「後半では、十分な量の酸化剤(H_2O_2 aq)によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{2+} と Fe^{3+})を Fe^{3+} のみにしている。次に、 NH_3 水によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{3+} のみ)を水酸化物沈殿として回収し、加熱して酸化物とした上でその質量を測定している」

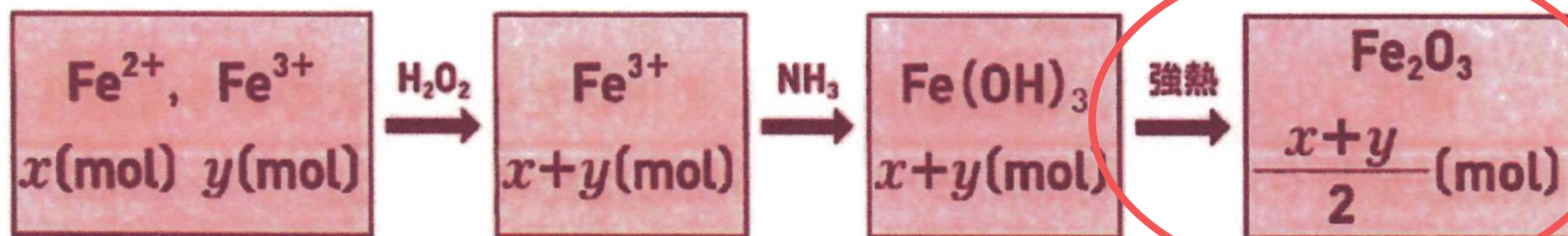


生徒 「つまり、後半では、

ことになるわけですね」

別に溶液Aを10.00 mLはかりとり, 7.0%の過酸化水素水溶液1.0 gを加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 gであった。

先生 「後半では, 十分な量の酸化剤(H_2O_2 aq)によってすべての鉄イオン(この段階では, Fe^{2+} と Fe^{3+})を Fe^{3+} のみにしている。次に, NH_3 水によってすべての鉄イオン(この段階では, Fe^{3+} のみ)を水酸化物沈殿として回収し, 加熱して酸化物とした上でその質量を測定している」

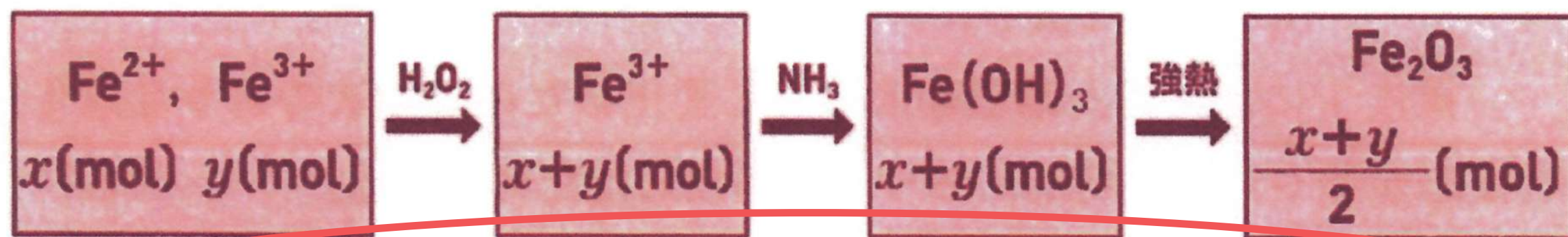


生徒 「つまり, 後半では,

ことになるわけですね」

別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり、7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に、この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え、生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し、完全に酸化物としてから質量をはかったところ、0.32 g であった。

先生 「後半では、十分な量の酸化剤(H_2O_2 aq)によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{2+} と Fe^{3+})を Fe^{3+} のみにしている。次に、 NH_3 水によってすべての鉄イオン(この段階では、 Fe^{3+} のみ)を水酸化物沈殿として回収し、加熱して酸化物とした上でその質量を測定している」

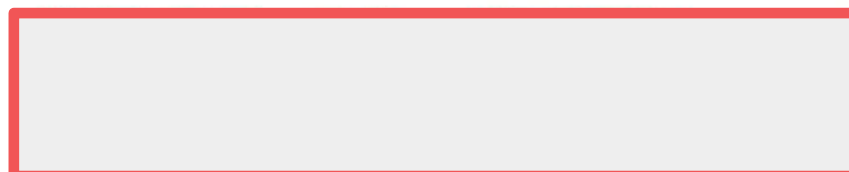


生徒 「つまり、後半では、 Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンとを合わせた、鉄イオンの合計量の定量を行っていることになるわけですね」

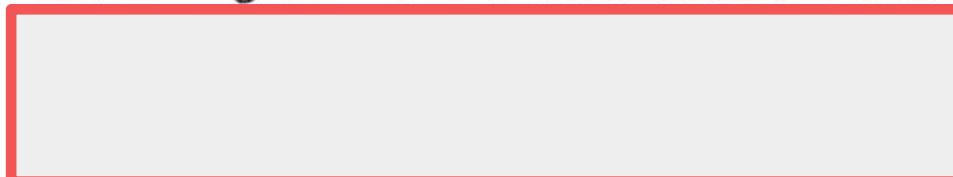
別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり, 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 g であった。

〈後半の操作〉

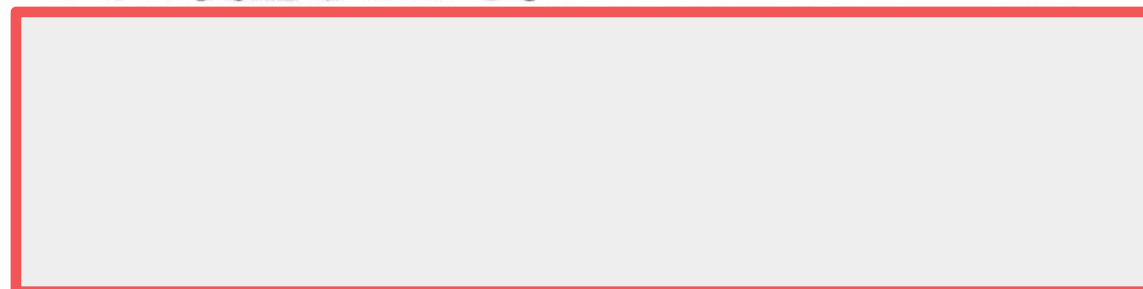
〔手順 1〕 すべての鉄(Ⅱ)イオン($x(\text{mol})$)を, 過酸化水素水溶液で酸化して, $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンとする。



〔手順 2〕 最初から存在していた $y(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンと, 手順 1 で生成した $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンのすべてを, アンモニア水で水酸化物とし, $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿を回収する。



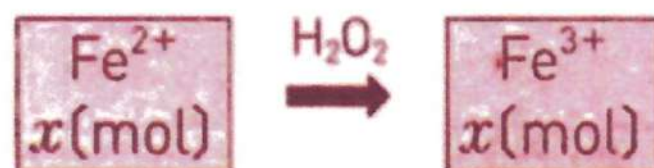
〔手順 3〕 手順 2 で生成した $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のすべてを, 加熱によって酸化物とし, $\frac{x+y}{2}(\text{mol})$ の酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 としてその質量をはかる。



別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり, 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 g であった。

〈後半の操作〉

〔手順 1〕 すべての鉄(Ⅱ)イオン($x(\text{mol})$)を, 過酸化水素水溶液で酸化して, $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンとする。



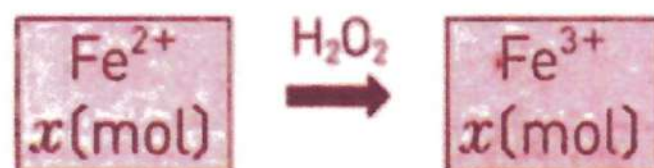
〔手順 2〕 最初から存在していた $y(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンと, 手順 1 で生成した $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンのすべてを, アンモニア水で水酸化物とし, $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿を回収する。

〔手順 3〕 手順 2 で生成した $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のすべてを, 加熱によって酸化物とし, $\frac{x+y}{2}(\text{mol})$ の酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 としてその質量をはかる。

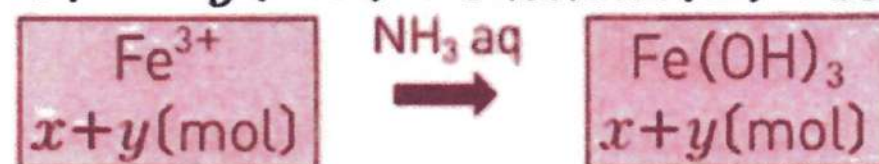
別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり, 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 g であった。

〈後半の操作〉

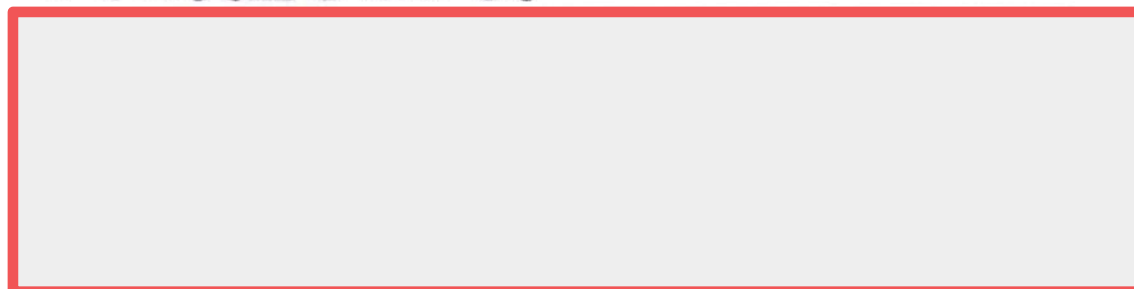
〔手順 1〕 すべての鉄(Ⅱ)イオン($x(\text{mol})$)を, 過酸化水素水溶液で酸化して, $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンとする。



〔手順 2〕 最初から存在していた $y(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンと, 手順 1 で生成した $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンのすべてを, アンモニア水で水酸化物とし, $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿を回収する。



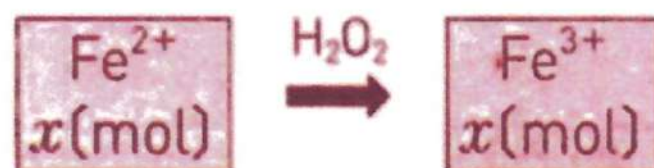
〔手順 3〕 手順 2 で生成した $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のすべてを, 加熱によって酸化物とし, $\frac{x+y}{2}(\text{mol})$ の酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 としてその質量をはかる。



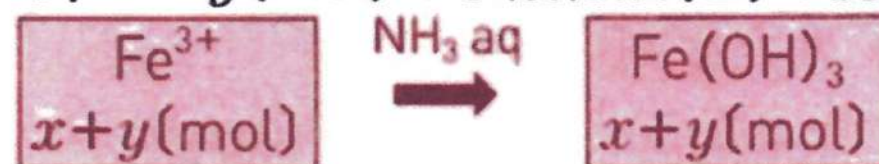
別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり, 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 g であった。

〈後半の操作〉

〔手順 1〕 すべての鉄(Ⅱ)イオン($x(\text{mol})$)を, 過酸化水素水溶液で酸化して, $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンとする。



〔手順 2〕 最初から存在していた $y(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンと, 手順 1 で生成した $x(\text{mol})$ の鉄(Ⅲ)イオンのすべてを, アンモニア水で水酸化物とし, $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿を回収する。



〔手順 3〕 手順 2 で生成した $x+y(\text{mol})$ の水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のすべてを, 加熱によって酸化物とし, $\frac{x+y}{2}(\text{mol})$ の酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 としてその質量をはかる。



別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり, 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 g であった。



すなわち後半部分からは,

.....(a式)

別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり, 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に, この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え, 生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し, 完全に酸化物としてから質量をはかったところ, 0.32 g であった。



すなわち後半部分からは,

$$\frac{x+y}{2} = \frac{0.32}{159.8} \quad \text{より,} \quad x+y = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol}) \quad \dots\dots (\text{a 式})$$

〈前半の滴定〉

step2 情報の整理

『酸化剤の物質量(mol)は?』

酸化剤(KMnO_4 : 5 価) $\Rightarrow$

『還元剤の物質量(mol)は?』

還元剤(Fe^{2+} : 1 価) $\Rightarrow$

〈前半の滴定〉

step2 情報の整理

『酸化剤の物質量(mol)は?』

酸化剤(KMnO_4 : 5 価) $\Rightarrow 0.020 \times \frac{15.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

『還元剤の物質量(mol)は?』

還元剤(Fe^{2+} : 1 価) $\Rightarrow$

〈前半の滴定〉

step2 情報の整理

『酸化剤の物質量(mol)は?』

酸化剤(KMnO_4 : 5 価) $\Rightarrow 0.020 \times \frac{15.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$

『還元剤の物質量(mol)は?』

還元剤(Fe^{2+} : 1 価) $\Rightarrow x \times \frac{10.00}{10.00} = x (\text{mol})$

〈前半の滴定〉

$$\text{酸化剤 (KMnO}_4\text{ : 5 価)} \Rightarrow 0.020 \times \frac{15.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

『還元剤の物質質量 (mol) は?』

$$\text{還元剤 (Fe}^{2+}\text{ : 1 価)} \Rightarrow x \times \frac{10.00}{10.00} = x (\text{mol})$$

step3 式への代入

酸化剤の価数 × その物質質量 (mol) = 還元剤の価数 × その物質質量 (mol)

より,

が求められる。これと先の①式

より,

〈前半の滴定〉

$$\text{酸化剤 (KMnO}_4\text{ : 5 価)} \Rightarrow 0.020 \times \frac{15.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

『還元剤の物質質量 (mol) は?』

$$\text{還元剤 (Fe}^{2+}\text{ : 1 価)} \Rightarrow x \times \frac{10.00}{10.00} = x (\text{mol})$$

step3 式への代入

酸化剤の価数 $\times$ その物質質量 (mol) = 還元剤の価数 $\times$ その物質質量 (mol)

$$5 (\text{価}) \times 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol}) = 1 (\text{価}) \times x (\text{mol})$$

より,

が求められる。これと先の①式

より,

〈前半の滴定〉

$$\text{酸化剤 (KMnO}_4\text{ : 5 価)} \Rightarrow 0.020 \times \frac{15.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

『還元剤の物質質量 (mol) は?』

$$\text{還元剤 (Fe}^{2+}\text{ : 1 価)} \Rightarrow x \times \frac{10.00}{10.00} = x (\text{mol})$$

step3 式への代入

酸化剤の価数 $\times$ その物質質量 (mol) = 還元剤の価数 $\times$ その物質質量 (mol)

$$5(\text{価}) \times 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol}) = 1(\text{価}) \times x (\text{mol})$$

より,

$$x = 1.50 \times 10^{-3} (\text{mol, ただし } 10.00 \text{ mL 中})$$

が求められる。これと先の①式

より,

〈前半の滴定〉

$$\text{酸化剤 (KMnO}_4\text{ : 5 価)} \Rightarrow 0.020 \times \frac{15.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

『還元剤の物質量 (mol) は?』

$$\text{還元剤 (Fe}^{2+}\text{ : 1 価)} \Rightarrow x \times \frac{10.00}{10.00} = x (\text{mol})$$

step3 式への代入

酸化剤の価数 $\times$ その物質量 (mol) = 還元剤の価数 $\times$ その物質量 (mol)

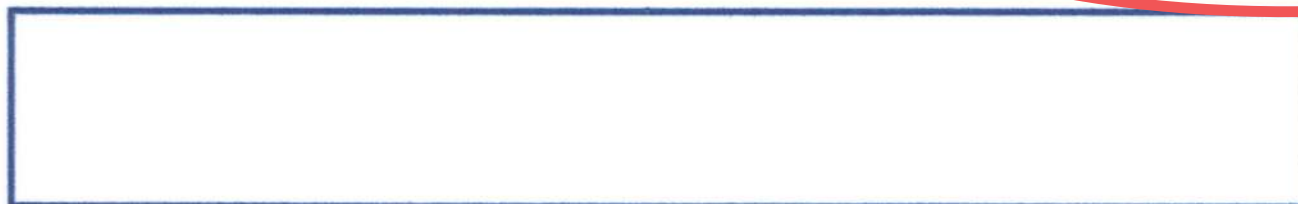
$$5(\text{価}) \times 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol}) = 1(\text{価}) \times x (\text{mol})$$

より,

$$x = 1.50 \times 10^{-3} (\text{mol, ただし } 10.00 \text{ mL 中})$$

が求められる。これと先の①式

$$x + y = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol}) \text{ より,}$$



〈前半の滴定〉

$$\text{酸化剤 (KMnO}_4\text{ : 5 価)} \Rightarrow 0.020 \times \frac{15.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

『還元剤の物質質量 (mol) は?』

$$\text{還元剤 (Fe}^{2+}\text{ : 1 価)} \Rightarrow x \times \frac{10.00}{10.00} = x (\text{mol})$$

step3 式への代入

酸化剤の価数 $\times$ その物質質量 (mol) = 還元剤の価数 $\times$ その物質質量 (mol)

$$5 (\text{価}) \times 3.00 \times 10^{-4} (\text{mol}) = 1 (\text{価}) \times x (\text{mol})$$

より,

$$x = 1.50 \times 10^{-3} (\text{mol, ただし } 10.00 \text{ mL 中})$$

が求められる。これと先の①式

$$x + y = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

より,

$$y = 2.50 \times 10^{-3} (\text{mol, ただし } 10.00 \text{ mL 中})$$

step4 要求されている解答の形式に整える。

すなわち, $[\text{Fe}^{2+}] = 1.50 \times 10^{-3} \times \frac{1000}{10.00} = 1.50 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$

また, $[\text{Fe}^{3+}] = 2.50 \times 10^{-3} \times \frac{1000}{10.00} = 2.50 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$

解答 $[\text{Fe}^{2+}] = 1.5 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$

$[\text{Fe}^{3+}] = 2.5 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$

● 過マンガン酸塩滴定 (COD)

河川や湖沼などの水質汚濁の程度を示す指標の 1 つに、Chemical Oxygen Demand **化学的酸素要求量 COD** があります。

COD については、おおまかには、次の手順で操作を行えば、その値を求めることができます。

step 1 まず、汚濁の誘因物質である試料水中の有機物（酸素欠乏の原因物質）を、例えば、ある量の試料水を、 100°C で 30 分間、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液と反応させるなど、一定の条件下で酸化する。

step 2 その際に、その有機物の酸化に使われた KMnO_4 の量を定量する。

step 3 最終的には、定量した KMnO_4 の量を、酸素 O_2 の量に換算する。例えば、「試料水 1 L あたり何 mg の O_2 が使われたか」など。

つまり、**COD の値が大きいほど、試料水中に有機物が多く存在し、試料水を採取した河川や湖沼の水質が、好ましくない状況にある**ことになります。

以下は、COD の測定手順に関する、より詳細な説明です。

step 1 有機物を KMnO_4 で酸化する。

a (mol) の過マンガン酸カリウム KMnO_4 (次ページ図のⅠ) を含む水溶液と有機物 (次ページ図のⅡ) が含まれる試料水 v (mL) を混合し、酸性条件下で、一定の温度で、一定の時間加熱する。すると、 KMnO_4 と試料水中の有機物の反応が起こって、有機物は酸化される。 KMnO_4 は試料水中の有機物に対して過剰に加えられており、反応を終了した時点で、 MnO_4^- が残存しているので、この段階の水溶液 (溶液 A) は赤紫色である。

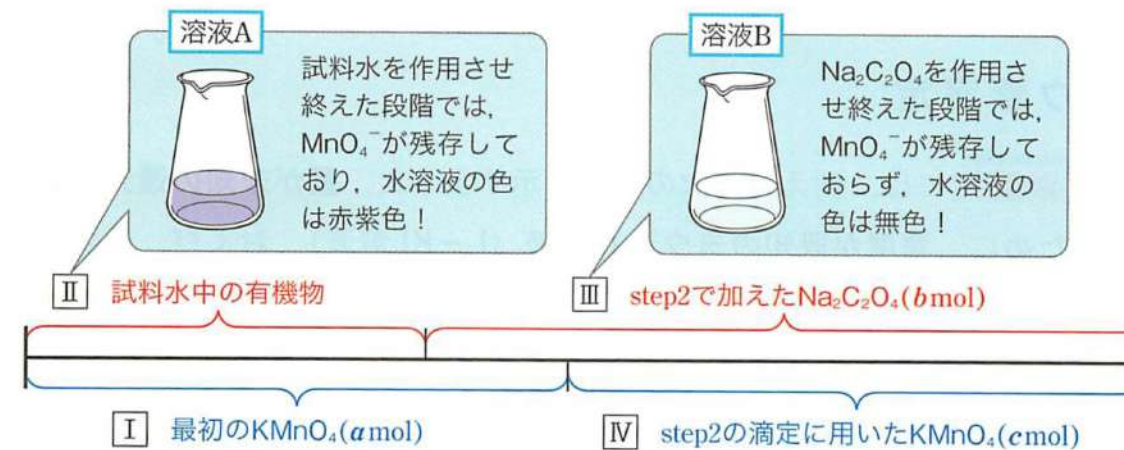
step 2 有機物と反応した KMnO_4 を定量する。

① 溶液 A に b (mol) のシュウ酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (次ページ図のⅢ) を含む水溶液を加える。すると、溶液 A 内に残存していた MnO_4^- は、 MnO_4^- に対して過剰に加えられたシュウ酸イオン $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ によって還元され、完全に消失する。よって、この段階の水溶液 (溶液 B) は無色である。

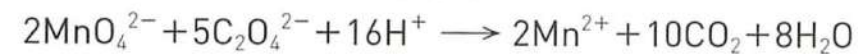
② 溶液 B には $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ が残存している。この $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ を KMnO_4 (次ページ図のⅣ) 水溶液で滴定する。ここで、過不足なく反応する (滴下した MnO_4^- の色

が消えなくなり、溶液の色がわずかに赤く着色する) までに、 a (mol) の KMnO_4 が必要だとする。

【ここまでの量的な関係】



KMnO_4 は合計で、 $a+c$ (mol) 消費されました。 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は、 b (mol) 消費されました。 KMnO_4 と $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は、水溶液中で、



のように、 $\text{KMnO}_4 : \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 2 : 5$ で反応します。よって、試料水中の有機物

と反応した KMnO_4 の物質量は、 $a+c - \frac{2}{5}b$ (mol) です。

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ と反応した KMnO_4 (mol)

step 3 定量した KMnO_4 の量を O_2 の量に換算する。

1 mol の KMnO_4 は、 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ のように、5 mol の e^- を受け取ります。また、1 mol の O_2 は、 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ のように、4 mol の e^- を受け取ります。よって、酸化剤 (e^- を受け取る物質) として、1 mol の KMnO_4 は、 $\frac{5}{4}$ mol の O_2 に相当します。ところで、COD は、一般に、試料水 1.0 L 中に含まれる有機物を酸化するのに必要な酸素の質量 (mg/L) で示されます。よって、本実験で求められる COD は、

で示されます。よって、本実験で求められる COD は、

$$\left(a+c-\frac{2}{5}b\right) \times \frac{1000}{v} \times \frac{5}{4} \times 32 \times 10^3 \text{ (mg/L)}$$

$\xleftarrow{\text{KMnO}_4 \text{ (mol)}}$
 $\xleftarrow{1.0 \text{ L あたり}}$
 $\xleftarrow{\text{O}_2 \text{ (mol)}}$
 $\xleftarrow{\text{O}_2 \text{ (mg)}}$

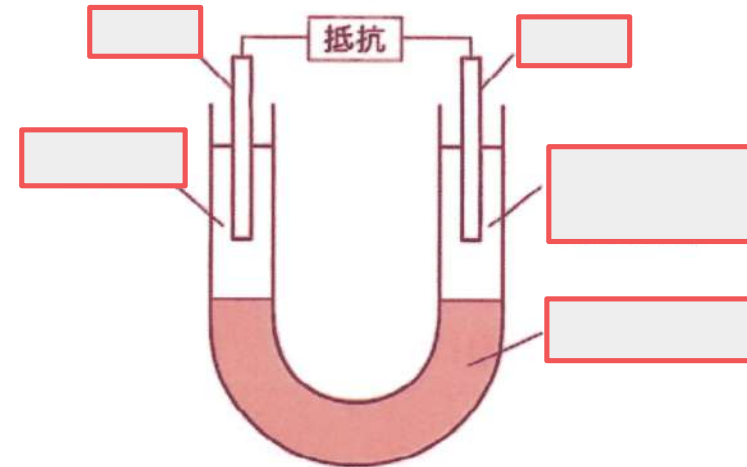
となります。

【電池の構成】

負極側に

正極側に

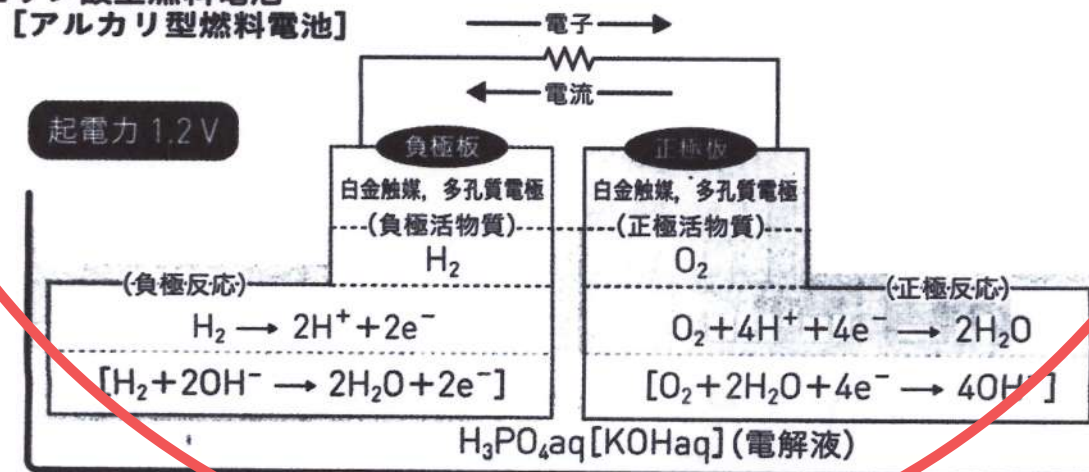
下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？



そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。

【燃料電池】

■リン酸型燃料電池 [アルカリ型燃料電池]



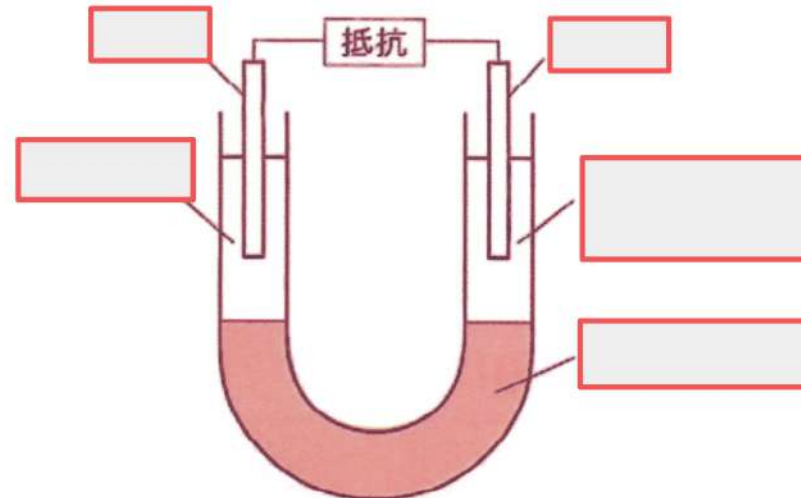
水素-酸素燃料電池全体としての反応:

【電池の構成】

負極側に

正極側に

下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？

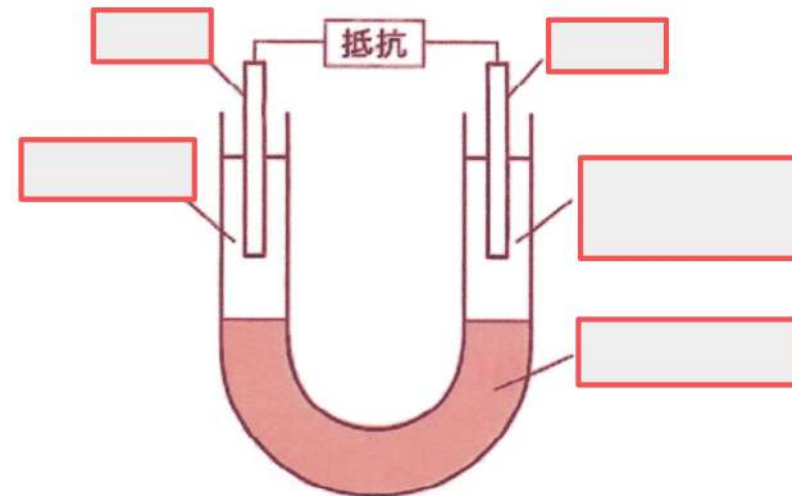


そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。

【電池の構成】

還元剤
負極側に負極活物質！ 正極側に

下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？

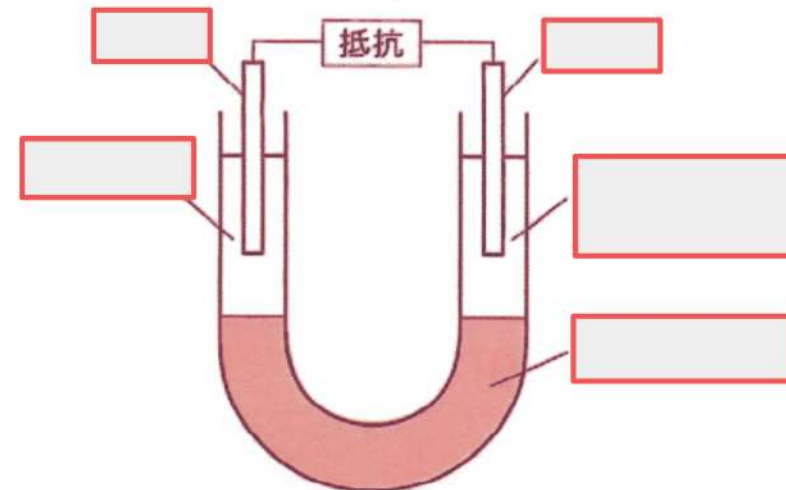


そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。

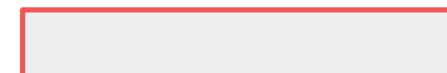
【電池の構成】

還元剤 酸化剤
負極側に負極活物質！ 正極側に正極活物質！

下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？



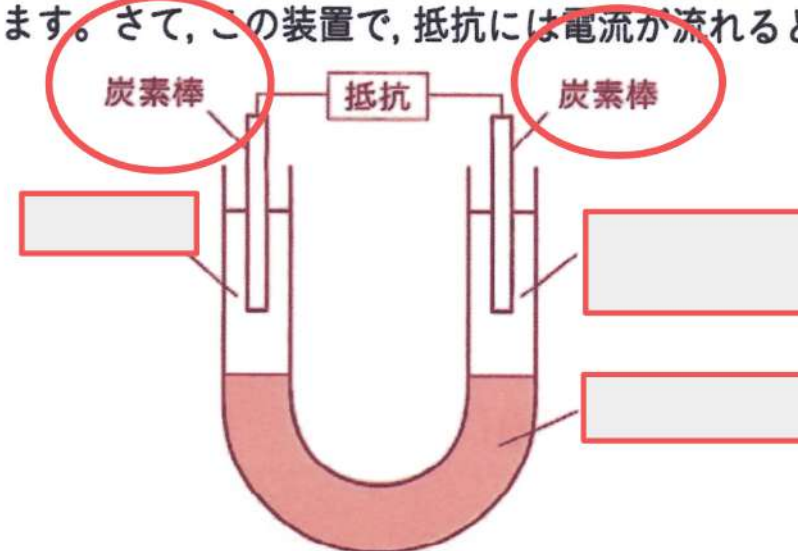
そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。



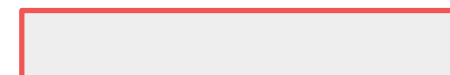
【電池の構成】

還元剤
負極側に負極活物質！ 酸化剤
正極側に正極活物質！

下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？



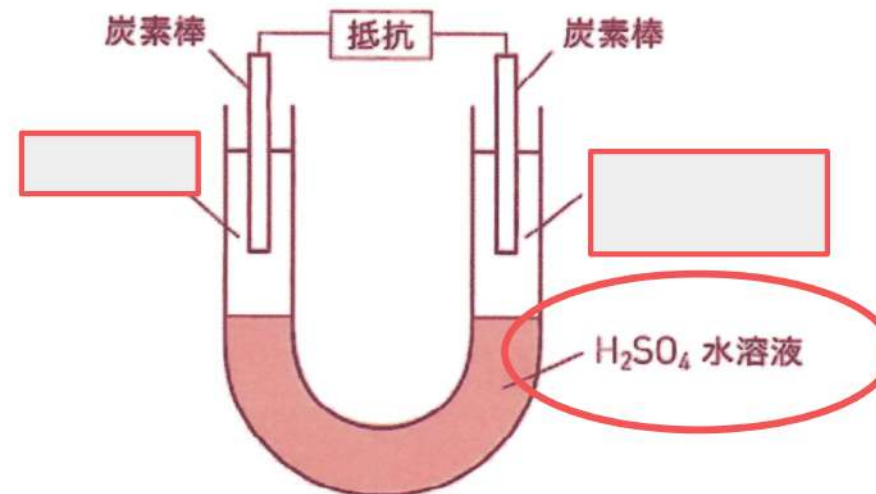
そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。



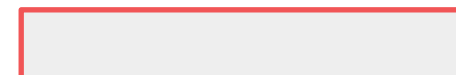
【電池の構成】

還元剤
負極側に負極活物質！ 酸化剤
正極側に正極活物質！

下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？



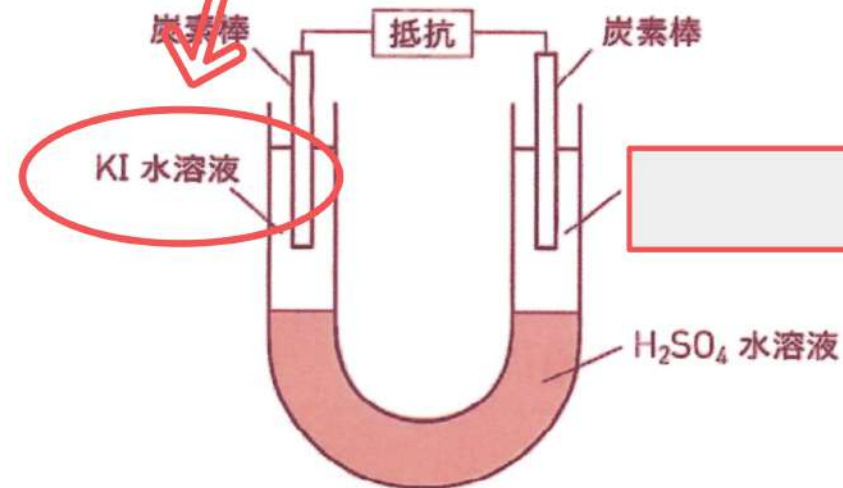
そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。



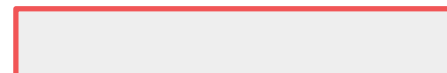
【電池の構成】

還元剤
負極側に負極活物質！ 酸化剤
正極側に正極活物質！

下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？



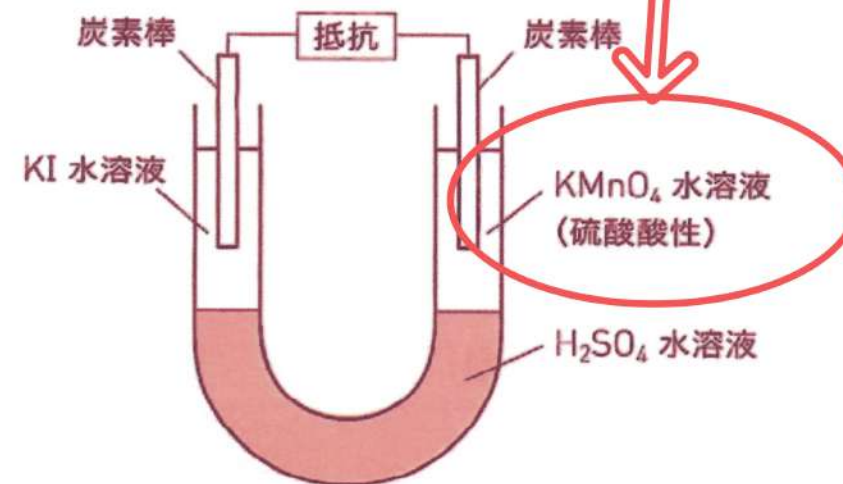
そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。



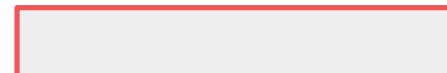
【電池の構成】

還元剤 酸化剤
負極側に負極活物質！ 正極側に正極活物質！

下の装置図を見てください。KI水溶液と KMnO_4 水溶液が、かたや外部回路(炭素棒、導線、抵抗)によって結ばれ、かたや電解液(H_2SO_4 水溶液)によって結ばれています。ちなみに、KI水溶液と KMnO_4 水溶液は、その密度が H_2SO_4 水溶液の密度より小さくなるように調製されています。よって、上手に扱えば、しばらくは H_2SO_4 水溶液の上に浮かせることができます。さて、この装置で、抵抗には電流が流れると思いますか？

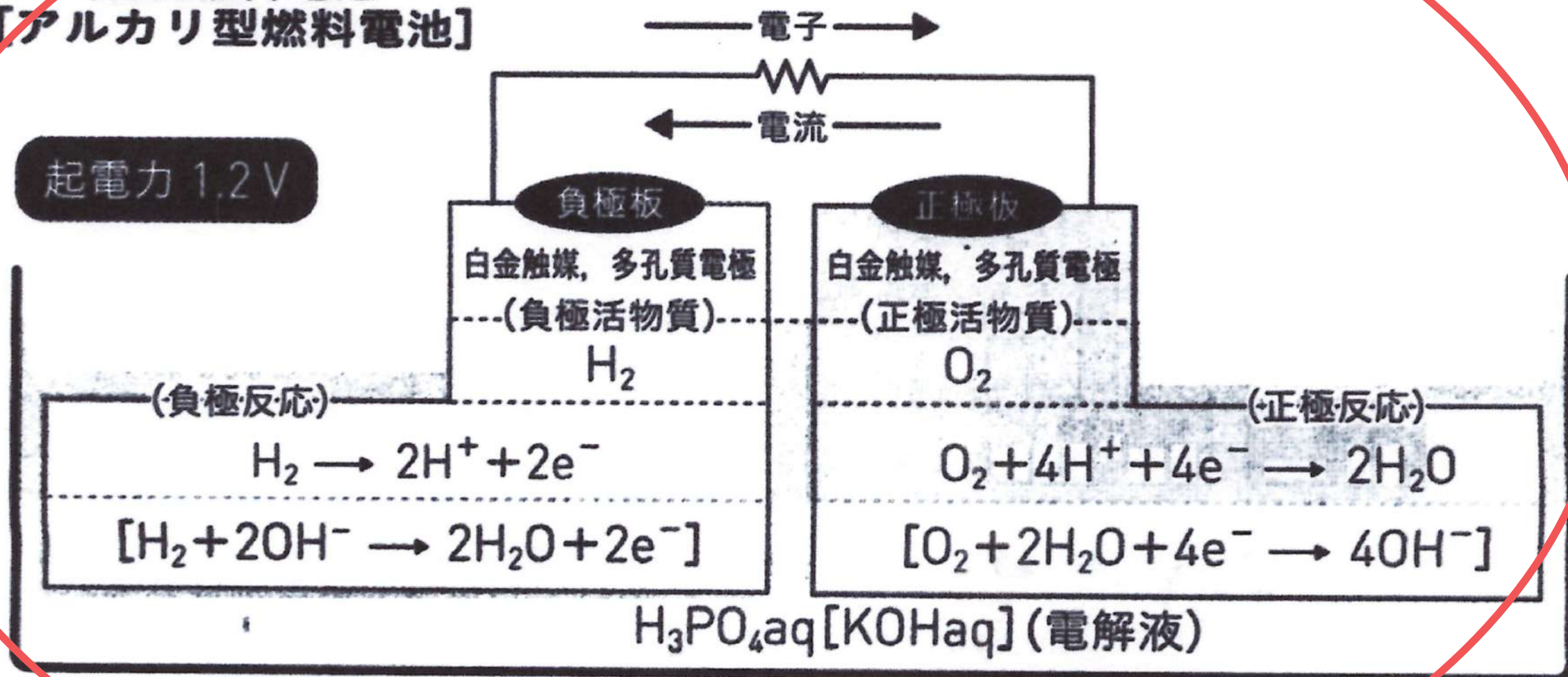


そうです。流れるはずですね。KI水溶液は、還元剤として働きます。 KMnO_4 水溶液は、酸化剤として働きます。両者が電解液(硫酸)で結ばれている状態からさらに両側を導線で結ぶと、電子の授受が起こり、外部回路に電子の流れが生じる、すなわち、電流が流れることになります。



【燃料電池】

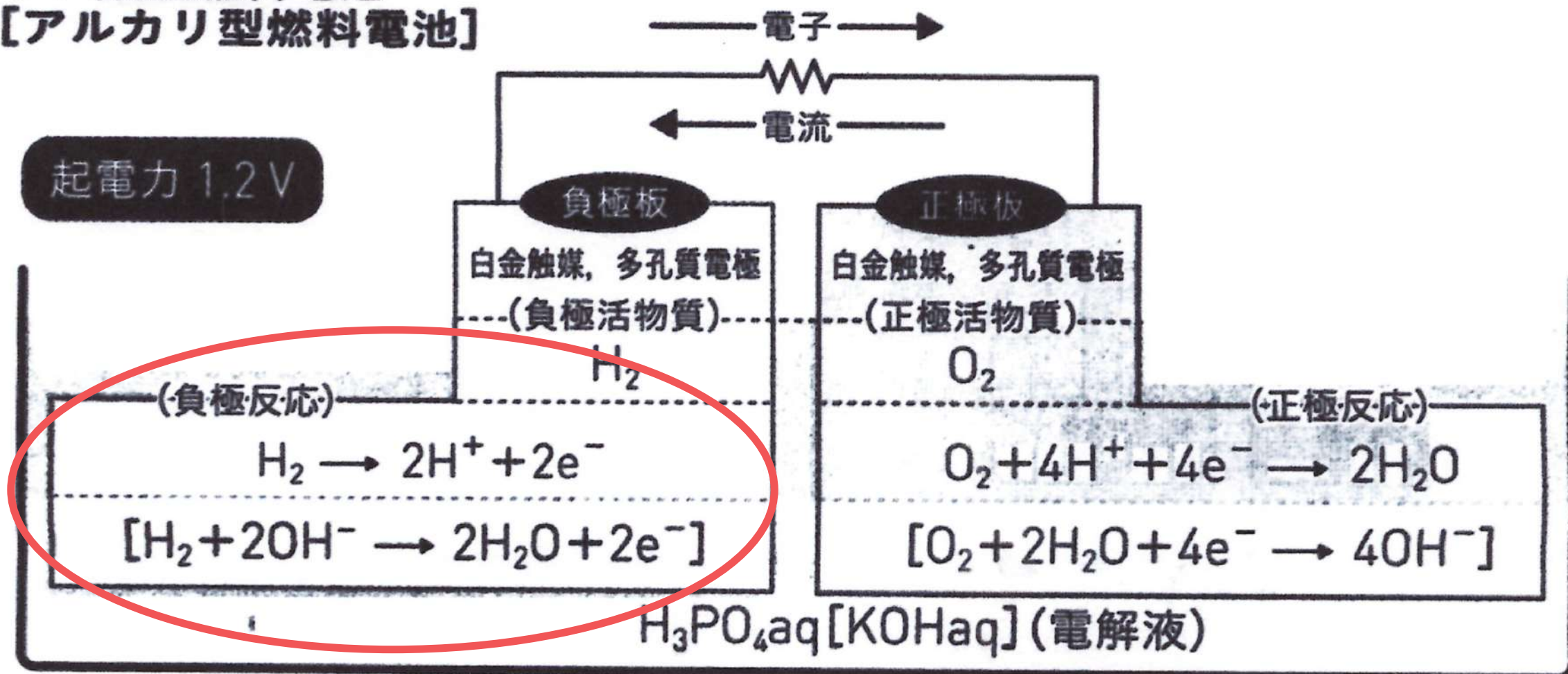
■リン酸型燃料電池 [アルカリ型燃料電池]



水素－酸素燃料電池全体としての反応：

【燃料電池】

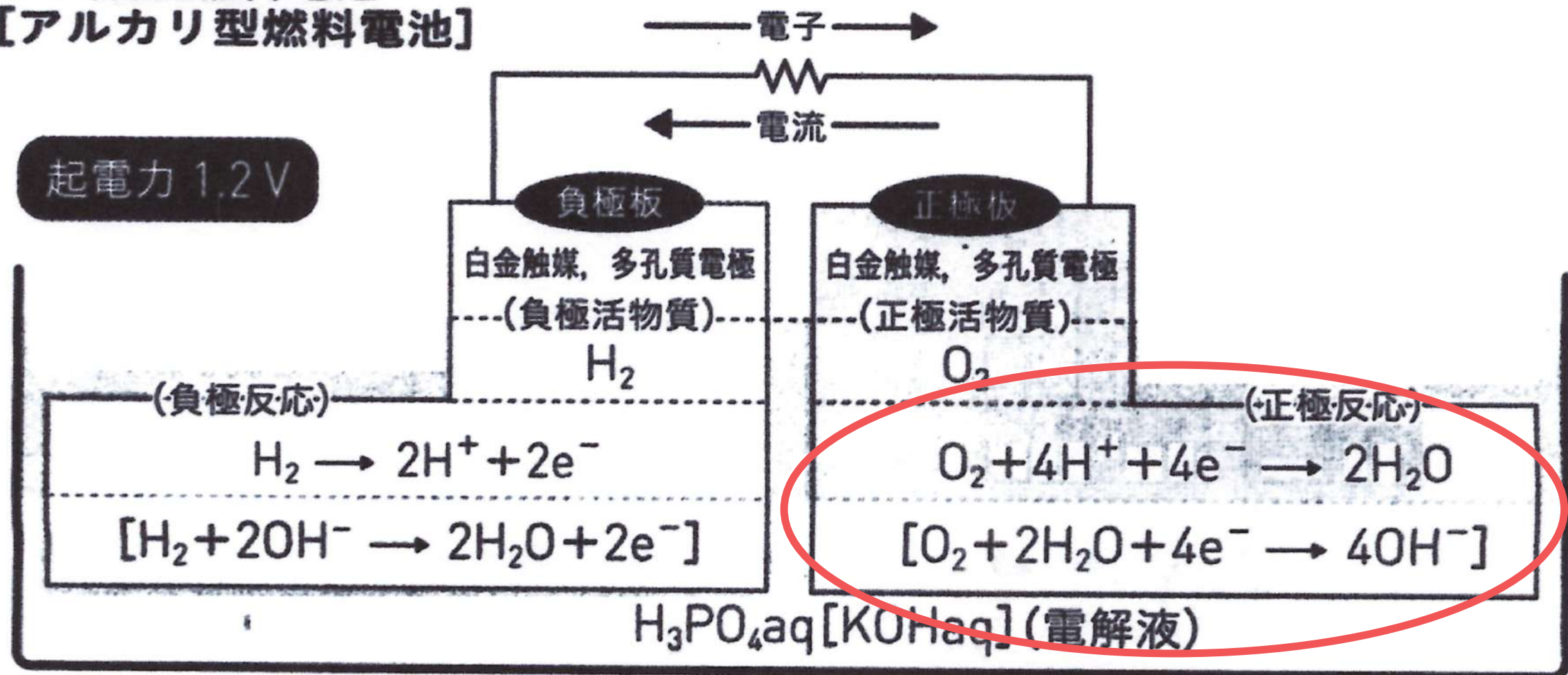
■リン酸型燃料電池 [アルカリ型燃料電池]



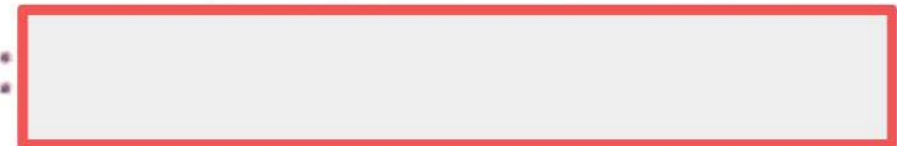
水素－酸素燃料電池全体としての反応：

【燃料電池】

■リン酸型燃料電池 [アルカリ型燃料電池]

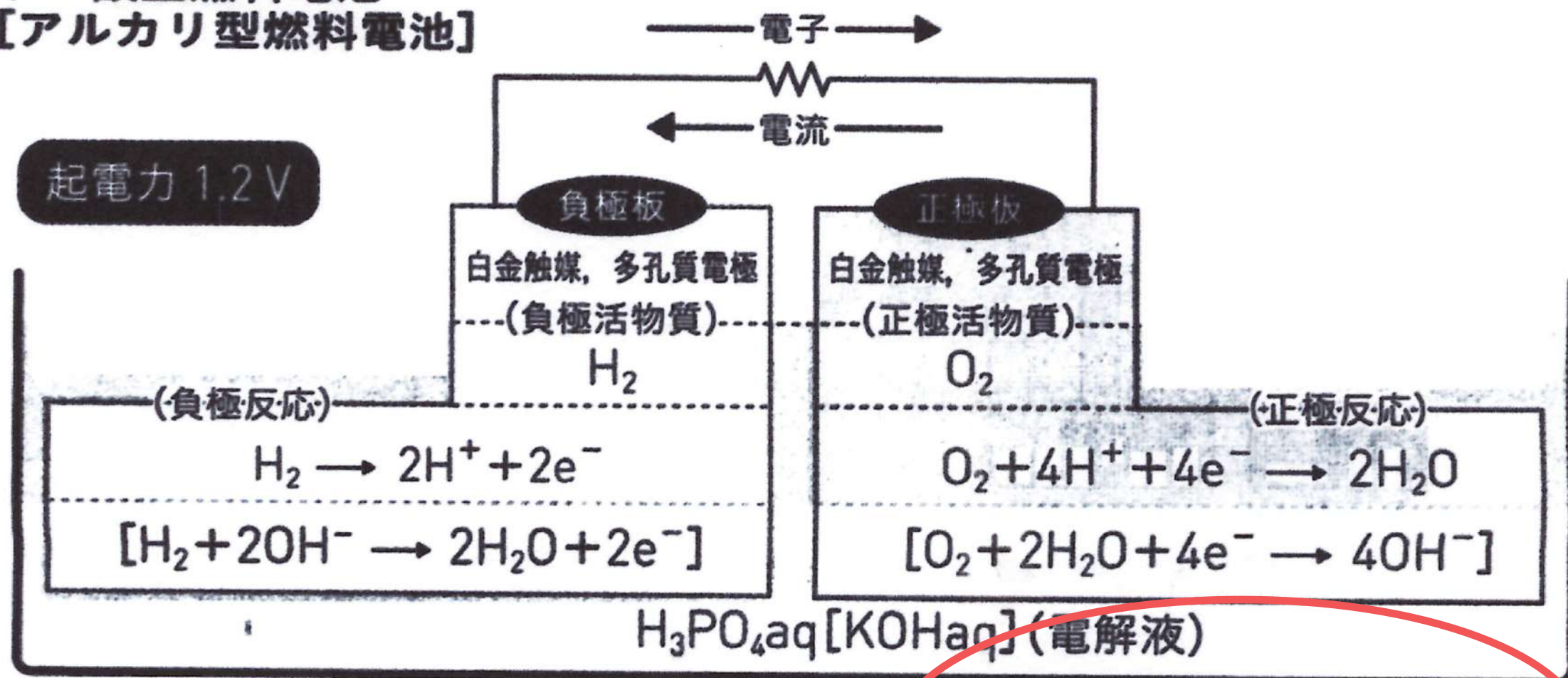


水素－酸素燃料電池全体としての反応：



【燃料電池】

■リン酸型燃料電池 [アルカリ型燃料電池]



水素－酸素燃料電池全体としての反応： $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

【燃料電池】

次の文章を読み、 (ア) には有効数字 2 桁の数値、 (イ) (ウ) には有効数字 3 桁の数値を入れよ。ただし、気体は理想気体とし、その 1 mol あたりの体積は 22.4 L (標準状態) であり、ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

燃料電池は、還元剤である水素と酸化剤である酸素との化学反応によって、電気を外部に取り出す装置である。通常の電池では、還元剤や酸化剤が消費されると電気を取り出すことができなくなるが、燃料電池では、燃料である水素と酸素を外部から供給することによって、連続的に電気を取り出せるという利点がある。

リン酸型の水素－酸素燃料電池で電流を取り出すとき、負極では水素が消費され、正極では酸素が消費される。この電池を回路につないで電流を流したところ、負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は (ア) mol である。

アポロ計画の宇宙船やスペースシャトルでは、水酸化カリウム水溶液を用いたアルカリ型燃料電池が電源として使用された。この燃料電池を、77.2 A の一定電流で、19 日間連続的に運転するためには、 (イ) L の液体酸素 (密度 1.14 g/cm^3) が必要である。このとき、燃料電池の負極では水が生成する。また、この燃料電池の負極で 19 日間に生じる水 (密度 1.00 g/cm^3) の体積は (ウ) L であり、この水は宇宙飛行士の飲料水などに用いられた。

【燃料電池】

次の文章を読み、□(ア)□には有効数字2桁の数値、□(イ)□、□(ウ)□には有効数字3桁の数値を入れよ。ただし、気体は理想気体とし、その1 molあたりの体積は22.4 L(標準状態)であり、ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

燃料電池は、還元剤である水素と酸化剤である酸素との化学反応によって、電気を外部に取り出す装置である。通常の電池では、還元剤や酸化剤が消費されると電気を取り出すことができなくなるが、燃料電池では、燃料である水素と酸素を外部から供給することによって、連続的に電気を取り出せるという利点がある。

リン酸型の水素－酸素燃料電池で電流を取り出すとき、負極では水素が消費され、正極では酸素が消費される。この電池を回路につないで電流を流したところ、負極では水素が標準状態に換算して465 mL消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は□(ア)□ molである。

アポロ計画の宇宙船やスペースシャトルでは、水酸化カリウム水溶液を用いたアルカリ型燃料電池が電源として使用された。この燃料電池を、77.2 Aの一定電流で、19日間連続的に運転するためには、□(イ)□ Lの液体酸素(密度 1.14 g/cm^3)が必要である。このとき、燃料電池の負極では水が生成する。また、この燃料電池の負極で19日間に生じる水(密度 1.00 g/cm^3)の体積は□(ウ)□ Lであり、この水は宇宙飛行士の飲料水などに用いられた。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池; 問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	
	負極	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質
流れた電子 e^- の物質量は不明なので、

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	
----	--

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\longrightarrow$
----	-------------------

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池; 問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質量

流れた電子 e^- の物質量は不明なので、

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	
----	--

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\longrightarrow$
----	-------------------

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池; 問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質量

流れた電子 e^- の物質量は不明なので、

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	
----	--

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\Rightarrow$
----	---------------

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池；問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質量
流れた電子 e^- の物質量は不明なので、 $x(\text{mol})$ とおく。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	
----	--

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\longrightarrow$
----	-------------------

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池; 問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質
流れた電子 e^- の物質量は不明なので、 $x(\text{mol})$ とおく。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	発生した水素の体積 : $(465 \text{ mL} =) 4.65 \times 10^{-1} \text{ L}$
----	--

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\longrightarrow$
----	-------------------

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池；問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質量
流れた電子 e^- の物質量は不明なので、 $x(\text{mol})$ とおく。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	発生した水素の体積： $(465 \text{ mL} =) 4.65 \times 10^{-1} \text{ L}$
----	---

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\frac{\text{H}_2}{2\text{e}^-} = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \longrightarrow$
----	--

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池; 問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質量
流れた電子 e^- の物質量は不明なので、 $x(\text{mol})$ とおく。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	発生した水素の体積 : $(465 \text{ mL} =) 4.65 \times 10^{-1} \text{ L}$
----	--

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\frac{\text{H}_2}{2\text{e}^-} = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{22.4 \text{ L}}{2 \text{ mol}} = \frac{4.65 \times 10^{-1} \text{ L}}{x(\text{mol})}$
----	---

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

負極では水素が標準状態に換算して 465 mL 消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は $\boxed{\text{ア}}$ mol である。

【燃料電池; 問題 $\boxed{\text{ア}}$ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ で流れた電子 (mol)

正極も負極も同物質量
流れた電子 e^- の物質量は不明なので、 $x(\text{mol})$ とおく。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにしよう』

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	発生した水素の体積 : $(465 \text{ mL} =) 4.65 \times 10^{-1} \text{ L}$
----	--

step2 式への代入

問題 $\boxed{\text{ア}}$ について

負極	$\frac{\text{H}_2}{2\text{e}^-} = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{22.4 \text{ L}}{2 \text{ mol}} = \frac{4.65 \times 10^{-1} \text{ L}}{x(\text{mol})}$
----	---

よって、 $x = 4.15 \times 10^{-2} (\text{mol})$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	
	負極	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 , で流れた電子(mol) 正極も負極も同物質量

流れた電子 e^- の物質量 =

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量:	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量:	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\Rightarrow$
負極	$\Rightarrow$

よって, $a=1.050 \times 10^4(g)$, $b=2.363 \times 10^4(g)$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 , で流れた電子(mol)

正極も負極も同物質量

流れた電子 e^- の物質量 =

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量:	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量:	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\Rightarrow$
負極	$\Rightarrow$

よって, $a=1.050 \times 10^4(g)$, $b=2.363 \times 10^4(g)$ と求められる。

【燃料電池；問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず，電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に，流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 , で流れた電子(mol)

正極も負極も同物質量

流れた電子 e^- の物質量 =

『さらに，問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量：	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量：	

step2 式への代入

問題 , について

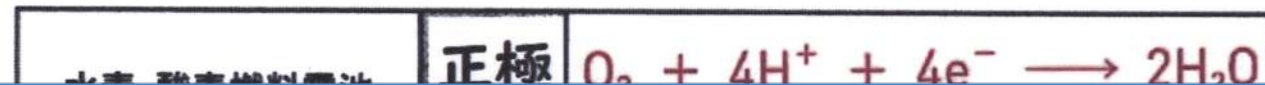
正極	$\Rightarrow$
負極	$\Rightarrow$

よって， $a = 1.050 \times 10^4 (g)$ ， $b = 2.363 \times 10^4 (g)$ と求められる。

【燃料電池;問題 ☐イ☐、☐ウ☐ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』



77.2 A の一定電流で、19 日間連続的に運転するためには、

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 ☐ (イ) ☐、☐ (ウ) ☐ で流れた電子 (mol)

流れた電子 e^- の物質量 = $\frac{77.2(A) \times (19 \times 24 \times 60 \times 60) \text{ 秒}}{9.65 \times 10^4 (C/mol)}$
 $= 1.313 \times 10^3 (mol)$

正極も負極も同物質量

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 ☐ (イ) ☐、☐ (ウ) ☐ について

正極	必要な O_2 の質量：	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量：	

step2 式への代入

問題 ☐ (イ) ☐、☐ (ウ) ☐ について

正極	$\Rightarrow$
負極	$\Rightarrow$

よって、 $a = 1.050 \times 10^4 (g)$ 、 $b = 2.363 \times 10^4 (g)$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

L の液体酸素(密度 1.14 g/cm^3)が必要
生じる水(密度: 1.00 g/cm^3)の体積は L :

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量: $a(\text{g})$	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量:	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\Rightarrow$
負極	$\Rightarrow$

よって, $a = 1.050 \times 10^4 (\text{g})$, $b = 2.363 \times 10^4 (\text{g})$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

L の液体酸素(密度 1.14 g/cm^3)が必要
生じる水(密度: 1.00 g/cm^3)の体積は L:

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量: $a(\text{g})$	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量: $b(\text{g})$	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\Rightarrow$
負極	$\Rightarrow$

よって, $a=1.050 \times 10^4(\text{g})$, $b=2.363 \times 10^4(\text{g})$ と求められる。

【燃料電池;問題 ☐ イ ☐ 、 ☐ ウ ☐ について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 ☐ (イ) ☐ , ☐ (ウ) ☐ で流れた電子(mol)

正極も負極も同物質量

$$\begin{aligned} \text{流れた電子 } e^- \text{ の物質量} &= \frac{77.2(A) \times (19 \times 24 \times 60 \times 60) \text{ 秒}}{9.65 \times 10^4 (C/mol)} \\ &= 1.313 \times 10^3 (mol) \end{aligned}$$

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 ☐ (イ) ☐ , ☐ (ウ) ☐ について

正極	必要な O_2 の質量: $a(g)$	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量: $b(g)$	

step2 式への代入

問題 ☐ (イ) ☐ , ☐ (ウ) ☐ について

正極	$\frac{O_2}{4e^-} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \Rightarrow$
負極	$\Rightarrow$

よって, $a = 1.050 \times 10^4 (g)$, $b = 2.363 \times 10^4 (g)$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 , で流れた電子(mol)

正極も負極も同物質量

$$\begin{aligned} \text{流れた電子 } e^- \text{ の物質量} &= \frac{77.2(A) \times (19 \times 24 \times 60 \times 60) \text{ 秒}}{9.65 \times 10^4 (C/mol)} \\ &= 1.313 \times 10^3 (mol) \end{aligned}$$

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量: $a(g)$	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量: $b(g)$	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\frac{O_2}{4e^-} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{32 \text{ g}}{4 \text{ mol}} = \frac{a(g)}{1.313 \times 10^3 \text{ mol}}$
負極	$\Rightarrow$

よって, $a = 1.050 \times 10^4 (g)$, $b = 2.363 \times 10^4 (g)$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 , で流れた電子(mol)

正極も負極も同物質量

$$\begin{aligned} \text{流れた電子 } e^- \text{ の物質量} &= \frac{77.2(A) \times (19 \times 24 \times 60 \times 60) \text{ 秒}}{9.65 \times 10^4 (C/mol)} \\ &= 1.313 \times 10^3 (mol) \end{aligned}$$

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量: $a(g)$	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量: $b(g)$	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\frac{O_2}{4e^-} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{32 \text{ g}}{4 \text{ mol}} = \frac{a(g)}{1.313 \times 10^3 \text{ mol}}$
負極	$\frac{2H_2O}{2e^-} = \frac{\cancel{1} \text{ mol}}{\cancel{2} \text{ mol}} \Rightarrow$

よって, $a = 1.050 \times 10^4 (g)$, $b = 2.363 \times 10^4 (g)$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 , で流れた電子(mol)

正極も負極も同物質量

$$\begin{aligned} \text{流れた電子 } e^- \text{ の物質量} &= \frac{77.2(A) \times (19 \times 24 \times 60 \times 60) \text{ 秒}}{9.65 \times 10^4 (C/mol)} \\ &= 1.313 \times 10^3 (mol) \end{aligned}$$

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量: $a(g)$	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量: $b(g)$	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\frac{O_2}{4e^-} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{32 \text{ g}}{4 \text{ mol}} = \frac{a(g)}{1.313 \times 10^3 \text{ mol}}$
負極	$\frac{2H_2O}{2e^-} = \frac{\overset{1}{\cancel{2}} \text{ mol}}{\underset{1}{\cancel{2}} \text{ mol}} \Rightarrow \frac{18 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = \frac{b(g)}{1.313 \times 10^3 \text{ mol}}$

よって, $a = 1.050 \times 10^4 (g)$, $b = 2.363 \times 10^4 (g)$ と求められる。

【燃料電池;問題 、 について】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

水素-酸素燃料電池 (リン酸型)	正極	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$
	負極	$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

問題 , で流れた電子(mol)

正極も負極も同物質量

$$\begin{aligned} \text{流れた電子 } e^- \text{ の物質量} &= \frac{77.2(A) \times (19 \times 24 \times 60 \times 60) \text{ 秒}}{9.65 \times 10^4 (C/mol)} \\ &= 1.313 \times 10^3 (mol) \end{aligned}$$

『さらに、問われている物質の量を記号化しよう』

問題 , について

正極	必要な O_2 の質量: $a(g)$	密度が与えられているので 質量が分かれば体積は求まる。
負極	生じる H_2O の質量: $b(g)$	

step2 式への代入

問題 , について

正極	$\frac{O_2}{4e^-} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \longrightarrow \frac{32 \text{ g}}{4 \text{ mol}} = \frac{a(g)}{1.313 \times 10^3 \text{ mol}}$
負極	$\frac{2H_2O}{2e^-} = \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \longrightarrow \frac{18 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = \frac{b(g)}{1.313 \times 10^3 \text{ mol}}$

よって, $a = 1.050 \times 10^4 (g)$, $b = 2.363 \times 10^4 (g)$ と求められる。

step3 計算の結果を，要求されている解答の形式に整える。

(イ) 質量(g)を体積(L)に換算する。

$$\text{体積}(\text{cm}^3) = \frac{\text{質量}(\text{g})}{\text{密度}(\text{g}/\text{cm}^3)} = \frac{1.050 \times 10^4 \text{ g}}{1.14 \text{ g}/\text{cm}^3} = 9.210 \times 10^3 (\text{cm}^3) \\ \Rightarrow 9.210 \text{ L}$$

(ウ) 質量(g)を体積(L)に換算する。

$$\text{体積}(\text{cm}^3) = \frac{\text{質量}(\text{g})}{\text{密度}(\text{g}/\text{cm}^3)} = \frac{2.363 \times 10^4 \text{ g}}{1.00 \text{ g}/\text{cm}^3} = 2.363 \times 10^4 (\text{cm}^3) \\ \Rightarrow 23.63 \text{ L}$$

解答 **(ア)** 4.2×10^{-2} , **(イ)** 9.21, **(ウ)** 23.6

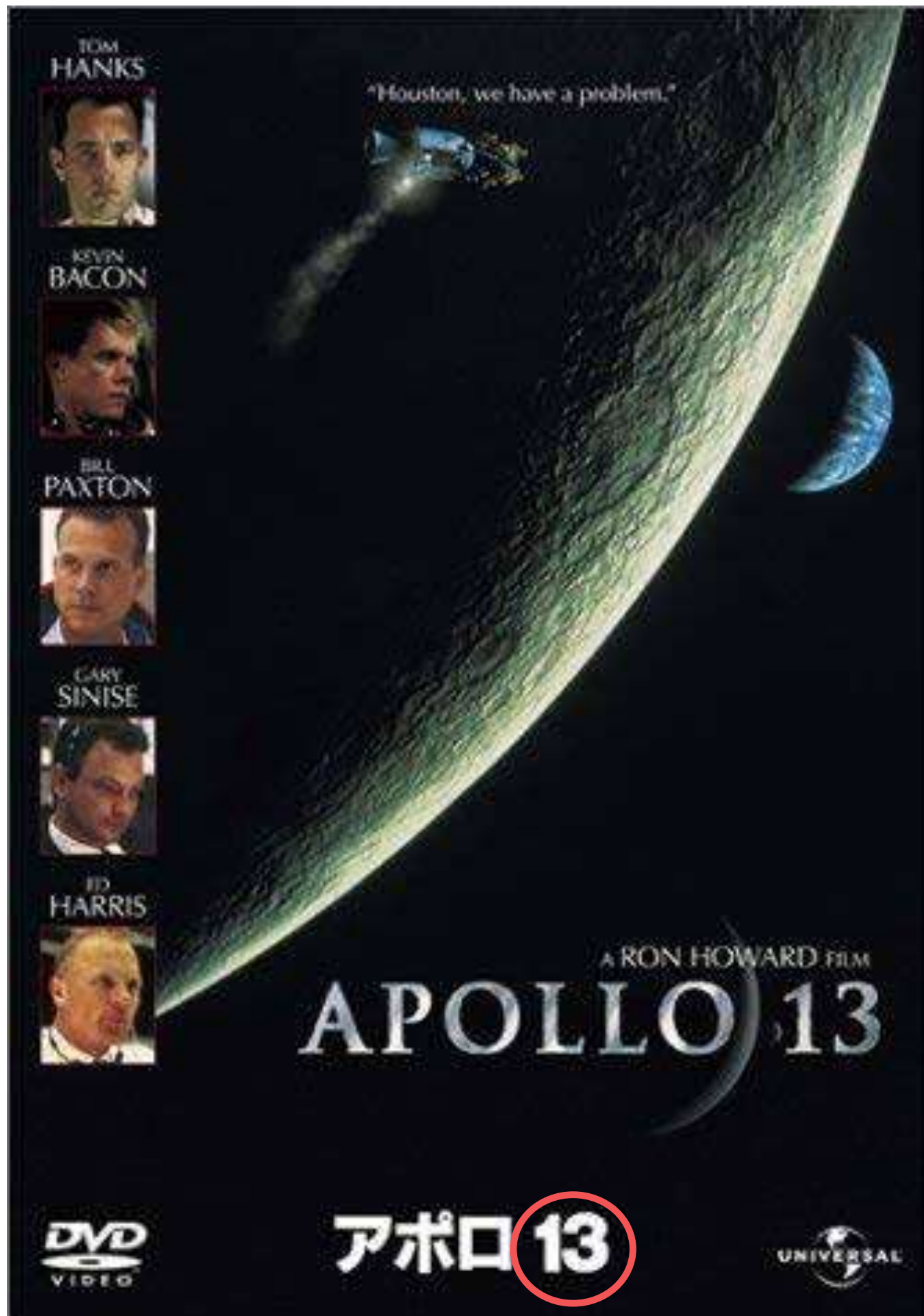
エネルギー問題の解決のために、いくつかの新しい発電方法が開発されている。1962年にアメリカのジェミニ宇宙船に採用された燃料電池は、水素と酸素の反応($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$)を利用した方法であり、下図のような構造の電池である。

この方法は、反応上非常にクリーンで安全性が高く、火力発電などに比べて熱による損失が少ないため効率が高い、などの特色をもっている。現在までに、水酸化カリウム水溶液やリン酸水溶液を電解液として用いたものがすでに実用化されている。

マーキュリー計画(1958～1963)

ジェミニ計画(1964～1966)

アポロ計画(1961～1972)



1970年4月11日

13時13分

打ち上げ

米国東部時間13日

地球から32万km

月まで6.5万km

酸素タンク爆発

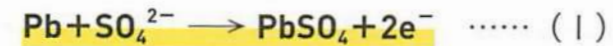
映画『アポロ13』予告編 1分30秒

ロン・ハワード監督最新作

鉛蓄電池

鉛蓄電池では、次のような化学変化が起こります。

- ① 鉛 Pb が、酸化されて硫酸鉛 (II) PbSO_4 になり、電子を放出する。すなわち、Pb 板は電子を放出する電極 (負極) になる。負極で起こる酸化反応 (イオン反応式) は次の通りである。

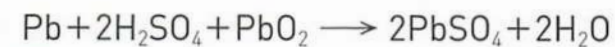


- ② 放出された電子は、導線 (外部回路) を通って、 PbO_2 板に流れ込む。

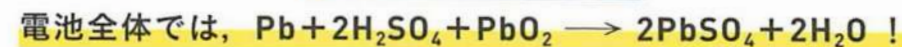
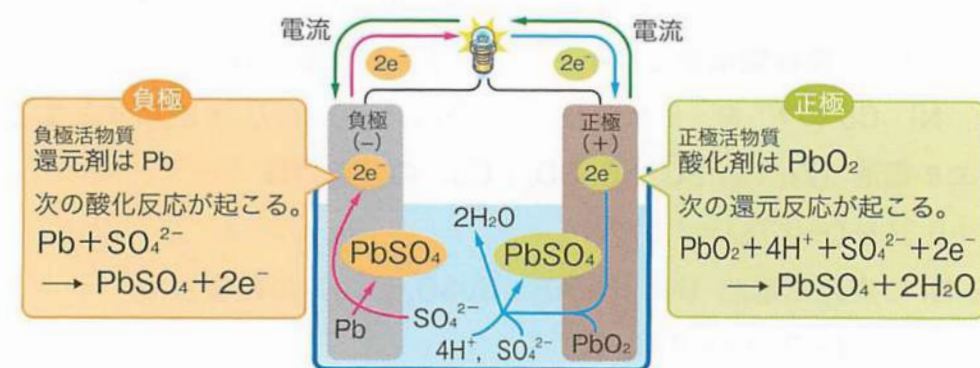
- ③ PbO_2 板では、酸化鉛 (IV) PbO_2 が、電子を受け取り、還元されて硫酸鉛 (II) PbSO_4 になる。すなわち、 PbO_2 板は電子を受け取る電極 (正極) になる。正極で起こる還元反応 (イオン反応式) は次の通りである。



また、この電池全体 (I 式 + II 式) では、次の酸化還元反応が起こります。

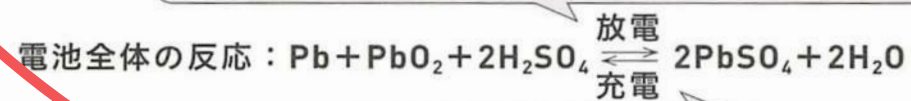


鉛蓄電池の構成と電極反応は？



鉛蓄電池における放電時と充電時の違いは？

負極、正極の質量増大、希硫酸の濃度 (密度) の減少

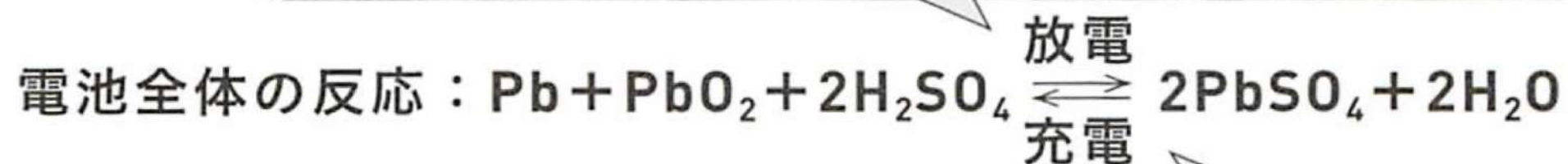


負極、正極の質量減少、希硫酸の濃度 (密度) の増大

充電時の反応は、放電時とは逆向き！

鉛蓄電池における放電時と充電時の違いは？

負極，正極の質量増大，希硫酸の濃度（密度）の減少



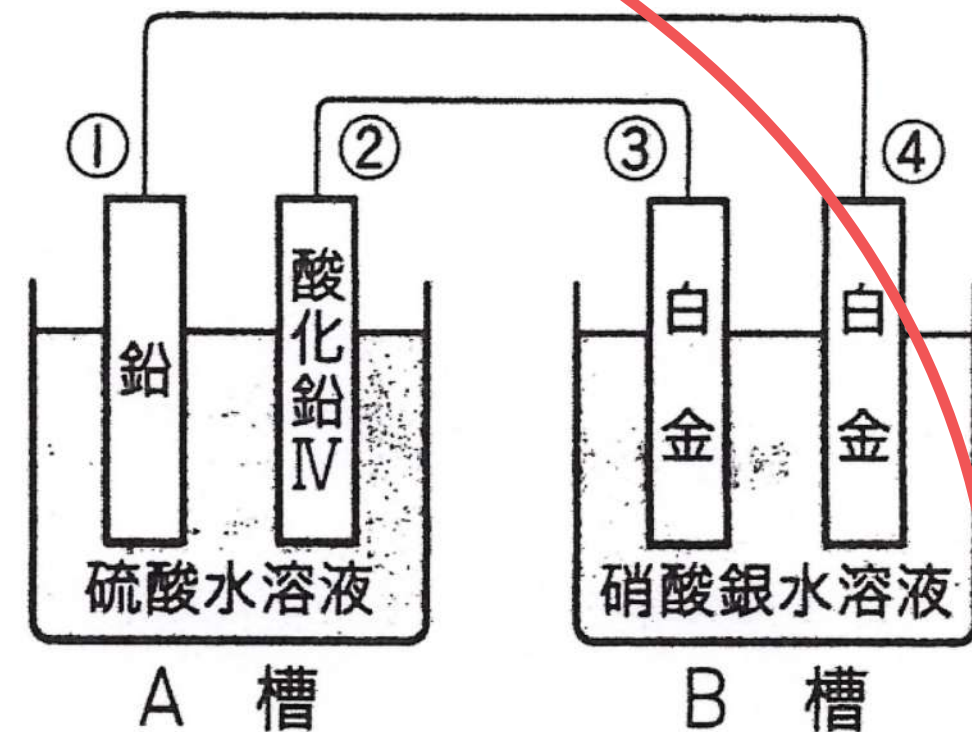
負極，正極の質量減少，希硫酸の濃度（密度）の増大

充電時の反応は，放電時とは逆向き！

【鉛蓄電池と電気分解】

右の図に示すように、硫酸水溶液を入れた A 槽と硝酸銀水溶液を入れた B 槽に、電極①～④を浸し、導線で結んだ。次の問いに答えよ。

ただし、各元素の原子量は、 $H=1$, $C=12$, $N=14$, $O=16$, $S=32$, $Ag=108$, $Pb=207$ とする。

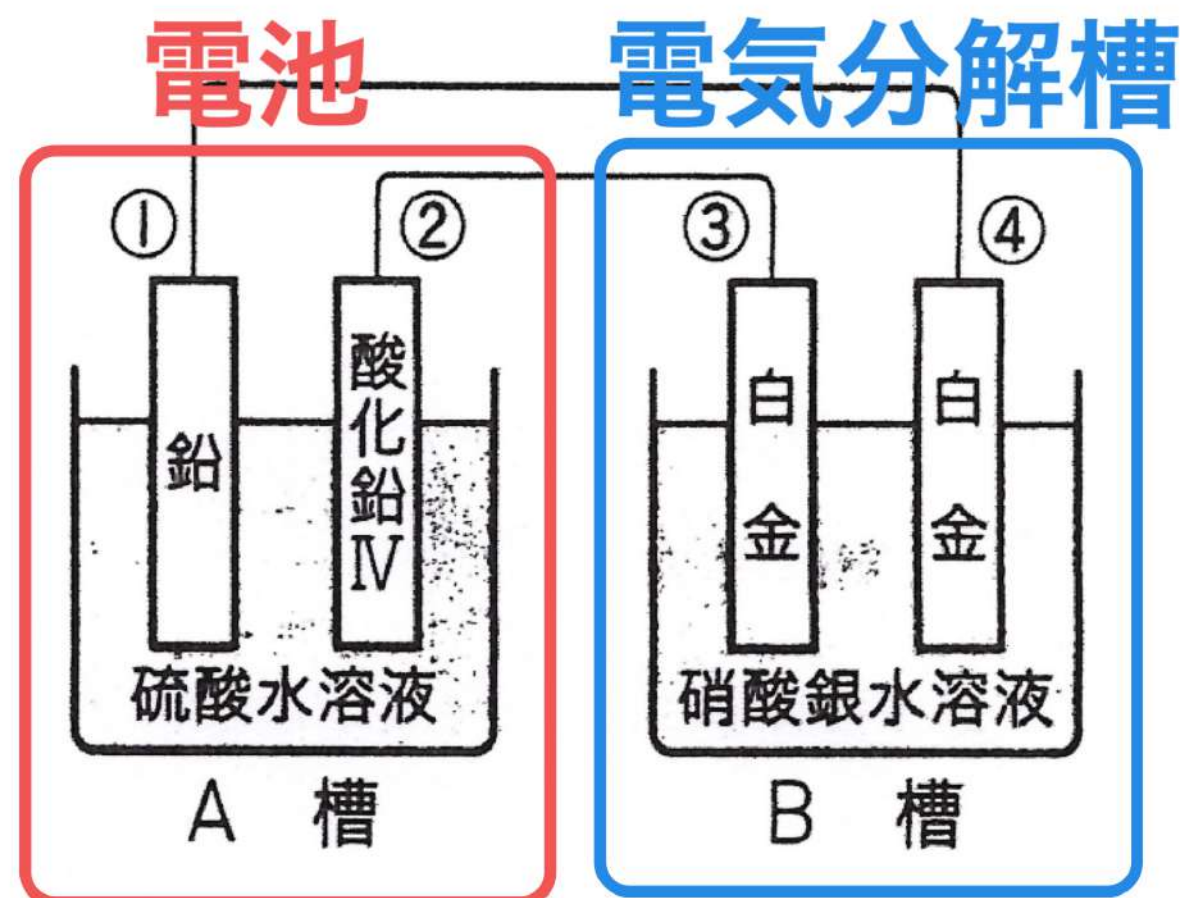


問 B 槽から発生した気体を捕集したところ、その体積は標準状態において 1.12 L であった。A 槽の硫酸水溶液の初めの質量パーセント濃度が 31% 、質量が 700 g であったとき、反応後の硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%か。整数で解答せよ。ただし、 1 mol の気体の体積は 22.4 L (標準状態) とする。

【鉛蓄電池と電気分解】

右の図に示すように、硫酸水溶液を入れたA槽と硝酸銀水溶液を入れたB槽に、電極①～④を浸し、導線で結んだ。次の問いに答えよ。

ただし、各元素の原子量は、 $H=1$, $C=12$, $N=14$, $O=16$, $S=32$, $Ag=108$, $Pb=207$ とする。



問 B槽から発生した気体を捕集したところ、その体積は標準状態において1.12 Lであった。A槽の硫酸水溶液の初めの質量パーセント濃度が31%、質量が700 gであったとき、反応後の硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%か。整数で解答せよ。ただし、1 molの気体の体積は22.4 L(標準状態)とする。

【鉛蓄電池と電気分解】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

鉛蓄電池		酸化鉛(IV)板	
	負極	鉛板	
	全体		

電解槽		電極③	
	陰極	電極④	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

—どの極(電池の正極と負極, 電解槽の陽極と陰極)も同物質量

流れた電子 e^- の物質量は不明なので,

【鉛蓄電池と電気分解】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』

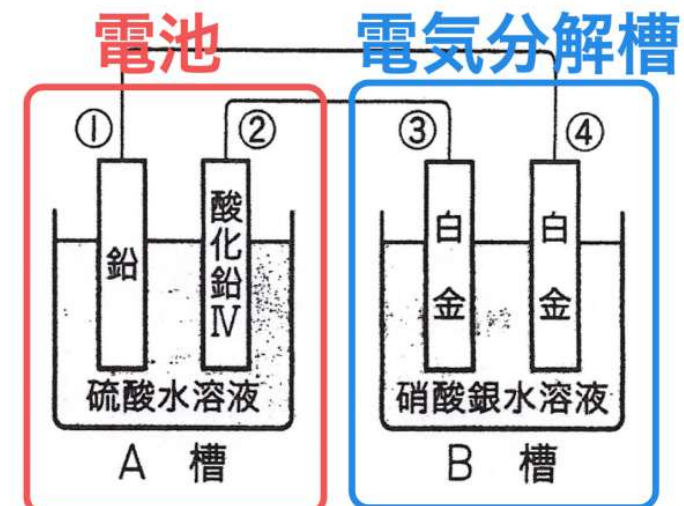
鉛蓄電池		酸化鉛(IV)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	
	全体		

電解槽		電極③	
	陰極	電極④	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

—どの極(電池の正極と負極, 電解槽の陽極と陰極)も同物質量

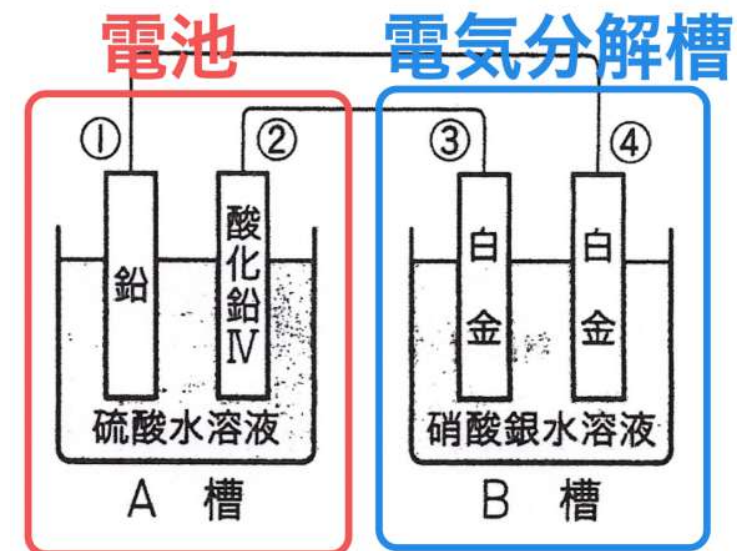
流れた電子 e^- の物質量は不明なので,



【鉛蓄電池と電気分解】

step I 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』



鉛蓄電池		酸化鉛(IV)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
	全体		

電解槽		電極③	
	陰極	電極④	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

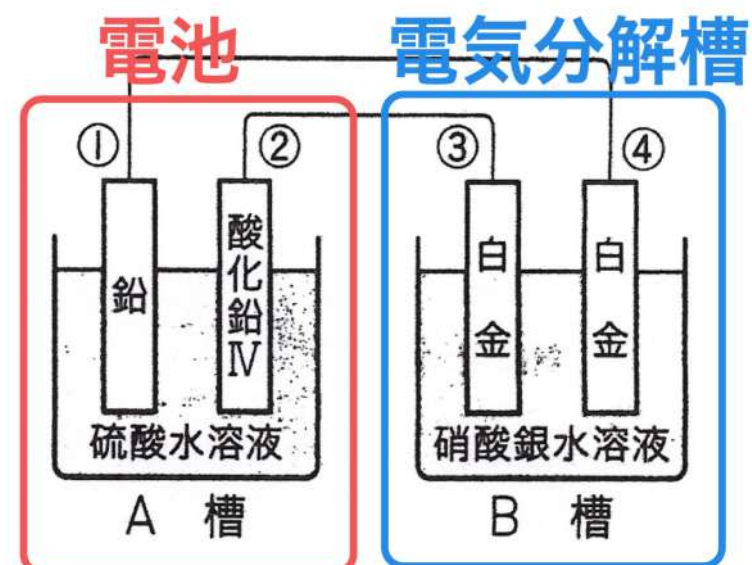
—どの極(電池の正極と負極, 電解槽の陽極と陰極)も同物質量

流れた電子 e^- の物質量は不明なので,

【鉛蓄電池と電気分解】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』



鉛蓄電池		酸化鉛(IV)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
	全体		$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{2\text{e}^-} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

電解槽		電極③	
	陰極	電極④	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

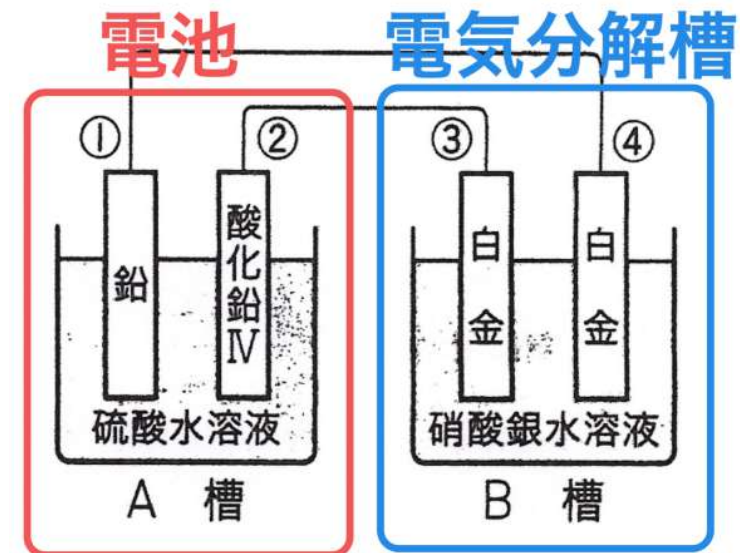
『どの極(電池の正極と負極, 電解槽の陽極と陰極)も同物質量

流れた電子 e^- の物質量は不明なので、

【鉛蓄電池と電気分解】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』



鉛蓄電池		酸化鉛(IV)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
	全体		$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{2\text{e}^-} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

電解槽		電極③	$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	電極④	

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

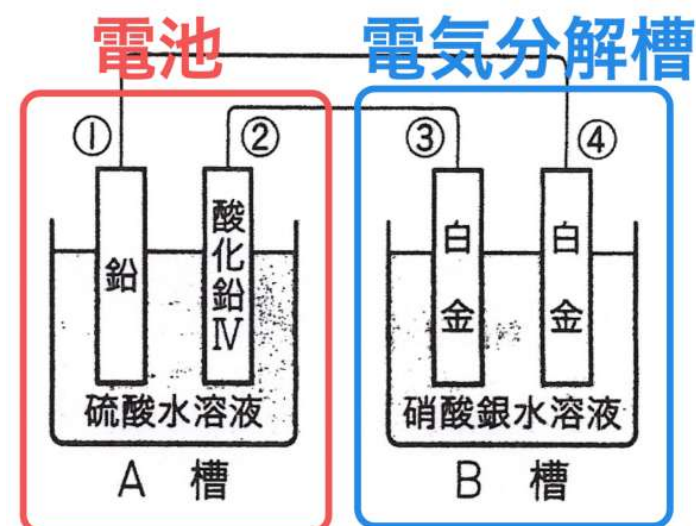
—どの極(電池の正極と負極, 電解槽の陽極と陰極)も同物質量

流れた電子 e^- の物質量は不明なので,

【鉛蓄電池と電気分解】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』



鉛蓄電池		酸化鉛(IV)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
	全体		$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{2\text{e}^-} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

電解槽		電極③	$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	電極④	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

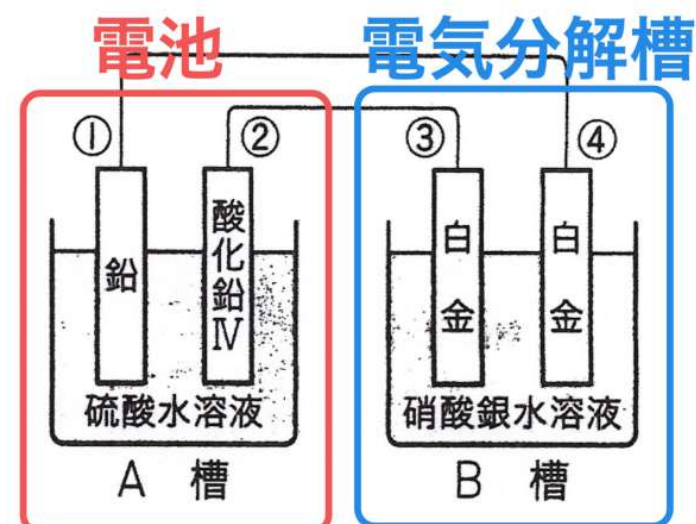
—どの極(電池の正極と負極, 電解槽の陽極と陰極)も同物質量

流れた電子 e^- の物質量は不明なので,

【鉛蓄電池と電気分解】

step1 情報の整理

『まず、電極反応を明らかにしよう』



鉛蓄電池		酸化鉛(IV)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
	全体		$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{2\text{e}^-} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

電解槽		電極③	$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	電極④	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$

『次に、流れた電子の物質量を明らかにしよう』

—どの極(電池の正極と負極, 電解槽の陽極と陰極)も同物質量—

流れた電子 e^- の物質量は不明なので, $x(\text{mol})$ とおく。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにし、問われている物質の量を記号化しよう』

鉛蓄電池	全体	減少した硫酸 H_2SO_4 の質量：
		増加した水 H_2O の質量：
電解槽	電極③	発生した酸素の体積：

step2 式への代入

鉛蓄電池 (A 槽)	全体 (電解液)	
B 槽	電極③	

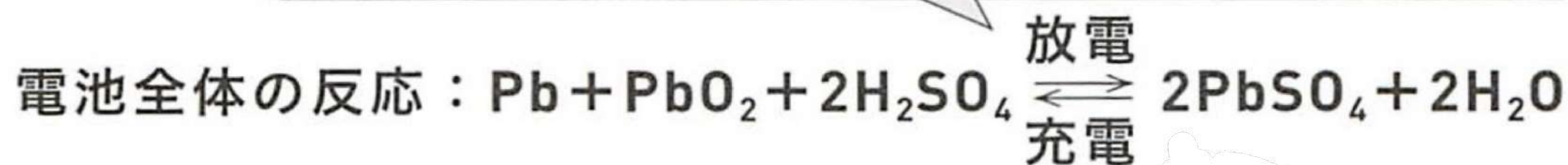
よって、 $x=0.200(\text{mol})$, $a=19.6(\text{g})$, $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにし、問われている物質の量を記号化しよう』

鉛蓄電池	全体	減少した硫酸 H_2SO_4 の質量：
		増加した水 H_2O の質量：
電解槽	電極③	発生した酸素の体積：

step2 式への代入

負極，正極の質量増大，希硫酸の濃度（密度）の減少



B 槽		電極③	

よって、 $x=0.200(\text{mol})$ ， $a=19.6(\text{g})$ ， $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにし、問われている物質の量を記号化しよう』

鉛蓄電池	全体	減少した硫酸 H_2SO_4 の質量 : $a(\text{g})$
		増加した水 H_2O の質量 :
電解槽	電極③	発生した酸素の体積 :

問 B 槽から発生した気体を捕集したところ、その体積は標準状態において 1.12 L であった。A 槽の硫酸水溶液の初めの質量パーセント濃度が 31%、質量が 700 g であったとき、反応後の硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%か。整数で解答せよ。ただし、1 mol の気体の体積は 22.4 L (標準状態) とする。

B 槽	電極③	

よって、 $x=0.200(\text{mol})$ 、 $a=19.6(\text{g})$ 、 $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにし、問われている物質の量を記号化しよう』

鉛蓄電池	全体		減少した硫酸 H_2SO_4 の質量： $a(\text{g})$
			増加した水 H_2O の質量： $b(\text{g})$
電解槽		電極③	発生した酸素の体積：

問 B 槽から発生した気体を捕集したところ、その体積は標準状態において 1.12 L であった。A 槽の硫酸水溶液の初めの質量パーセント濃度が 31%，質量が 700 g であったとき、反応後の硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%か。整数で解答せよ。ただし、1 mol の気体の体積は 22.4 L (標準状態) とする。

B 槽		電極③	

よって、 $x=0.200(\text{mol})$ 、 $a=19.6(\text{g})$ 、 $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにし、問われている物質の量を記号化しよう』

鉛蓄電池	全体		減少した硫酸 H_2SO_4 の質量 : $a(\text{g})$
			増加した水 H_2O の質量 : $b(\text{g})$
電解槽		電極③	発生した酸素の体積 : 1.12 L

step2 式への代入

問 B 槽から発生した気体を捕集したところ、その体積は標準状態において 1.12 L であった。A 槽の硫酸水溶液の初めの質量パーセント濃度が 31% 、質量が 700 g であったとき、反応後の硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%か。整数で解答せよ。ただし、 1 mol の気体の体積は 22.4 L (標準状態) とする。

B 槽		電極③	
-----	--	-----	--

よって、 $x=0.200(\text{mol})$, $a=19.6(\text{g})$, $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

鉛蓄電池		酸化鉛(Ⅳ)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
	全体		$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{2\text{e}^-} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
鉛蓄電池	全体		減少した硫酸 H_2SO_4 の質量 : $a(\text{g})$
			増加した水 H_2O の質量 : $b(\text{g})$
電解槽		電極③	発生した酸素の体積 : 1.12 L

step2 式への代入

鉛蓄電池 (A 槽)	全体 (電解液)	$\frac{2\text{H}_2\text{SO}_4}{2\text{e}^-} = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \xrightarrow{\text{比例式 I}} \frac{196 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = \frac{a(\text{g})}{x(\text{mol})}$
B 槽	電極③	

よって, $x=0.200(\text{mol})$, $a=19.6(\text{g})$, $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

鉛蓄電池		酸化鉛(Ⅳ)板	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
	負極	鉛板	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
	全体		$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{2\text{e}^-} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

鉛蓄電池	全体	減少した硫酸 H_2SO_4 の質量 : $a(\text{g})$
		増加した水 H_2O の質量 : $b(\text{g})$
電解槽	電極③	発生した酸素の体積 : 1.12 L

step2 式への代入

鉛蓄電池 (A 槽)	全体 (電解液)	$\frac{2\text{H}_2\text{SO}_4}{2\text{e}^-} = \frac{2\text{ mol}}{2\text{ mol}} \Rightarrow \frac{196\text{ g}}{2\text{ mol}} = \frac{a(\text{g})}{x(\text{mol})}$ 比例式Ⅰ
		$\frac{2\text{H}_2\text{O}}{2\text{e}^-} = \frac{2\text{ mol}}{2\text{ mol}} \Rightarrow \frac{36\text{ g}}{2\text{ mol}} = \frac{b(\text{g})}{x(\text{mol})}$ 比例式Ⅱ
B 槽	電極③	

よって, $x=0.200(\text{mol})$, $a=19.6(\text{g})$, $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

電解槽		電極③	$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	電極④	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$

鉛蓄電池	全体		減少した硫酸 H_2SO_4 の質量 : $a(\text{g})$
			増加した水 H_2O の質量 : $b(\text{g})$
電解槽		電極③	発生した酸素の体積 : 1.12 L

step2 式への代入

鉛蓄電池 (A 槽)	全体 (電解液)	$\frac{2\text{H}_2\text{SO}_4}{2\text{e}^-} = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{196 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = \frac{a(\text{g})}{x(\text{mol})}$ $\frac{2\text{H}_2\text{O}}{2\text{e}^-} = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{36 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = \frac{b(\text{g})}{x(\text{mol})}$
B 槽	電極③	$\frac{\text{O}_2}{4\text{e}^-} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{22.4 \text{ L}}{4 \text{ mol}} = \frac{1.12 \text{ L}}{x(\text{mol})}$

よって, $x=0.200(\text{mol})$, $a=19.6(\text{g})$, $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

『さらに、与えられている物質の量を明らかにし、問われている物質の量を記号化しよう』

鉛蓄電池	全体		減少した硫酸 H_2SO_4 の質量 : $a(\text{g})$
			増加した水 H_2O の質量 : $b(\text{g})$
電解槽		電極③	発生した酸素の体積 : 1.12 L

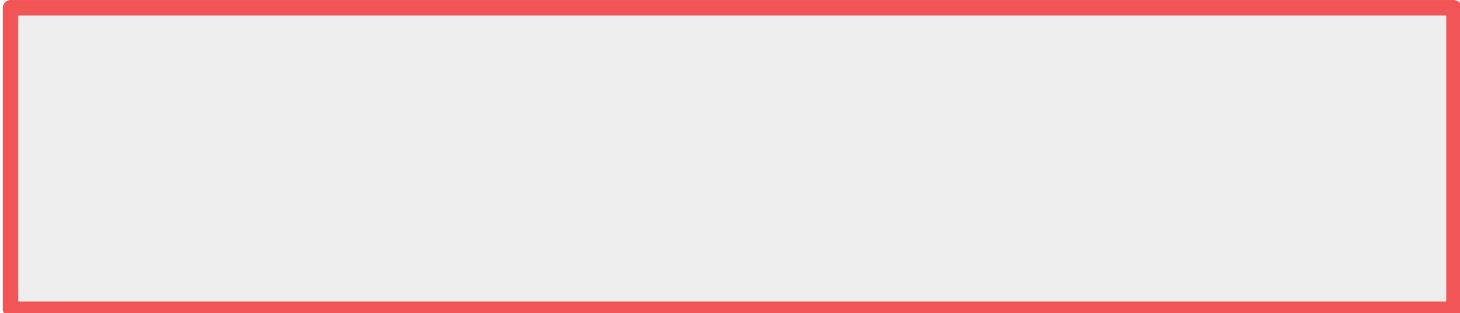
step2 式への代入

鉛蓄電池 (A 槽)	全体 (電解液)		比例式 I $\frac{2\text{H}_2\text{SO}_4}{2\text{e}^-} = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{196 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = \frac{a(\text{g})}{x(\text{mol})}$ 比例式 II $\frac{2\text{H}_2\text{O}}{2\text{e}^-} = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{36 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = \frac{b(\text{g})}{x(\text{mol})}$
B 槽		電極③	比例式 III $\frac{\text{O}_2}{4\text{e}^-} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \Rightarrow \frac{22.4 \text{ L}}{4 \text{ mol}} = \frac{1.12 \text{ L}}{x(\text{mol})}$

よって、 $x=0.200(\text{mol})$, $a=19.6(\text{g})$, $b=3.6(\text{g})$ が求められる。

step3 計算の結果を，要求されている解答の形式に整える。

$$\text{求める硫酸の質量\%} = \frac{\text{最初の溶質の質量} \pm \text{溶質の変化量}}{\text{最初の溶液の質量} \pm \text{溶液の変化量}} \times 100$$


$$= 28.8(\%)$$

解答 29%

鉛蓄電池	全体	減少した硫酸 H_2SO_4 の質量 : $a(\text{g})$
		増加した水 H_2O の質量 : $b(\text{g})$
電解槽	電極③	発生した酸素の体積 : 1.12 L

$$x = 0.200(\text{mol}), a = 19.6(\text{g}), b = 3.6(\text{g})$$

step3 計算の結果を, 要求されている解答の形式に整える。

$$\text{求める硫酸の質量\%} = \frac{\text{最初の溶質の質量} \pm \text{溶質の変化量}}{\text{最初の溶液の質量} \pm \text{溶液の変化量}} \times 100$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{700 \times \frac{31}{100} - 19.6}{700 - 19.6 + 3.6} \times 100 \\
 &= 28.8(\%)
 \end{aligned}$$

解答 29%

step3

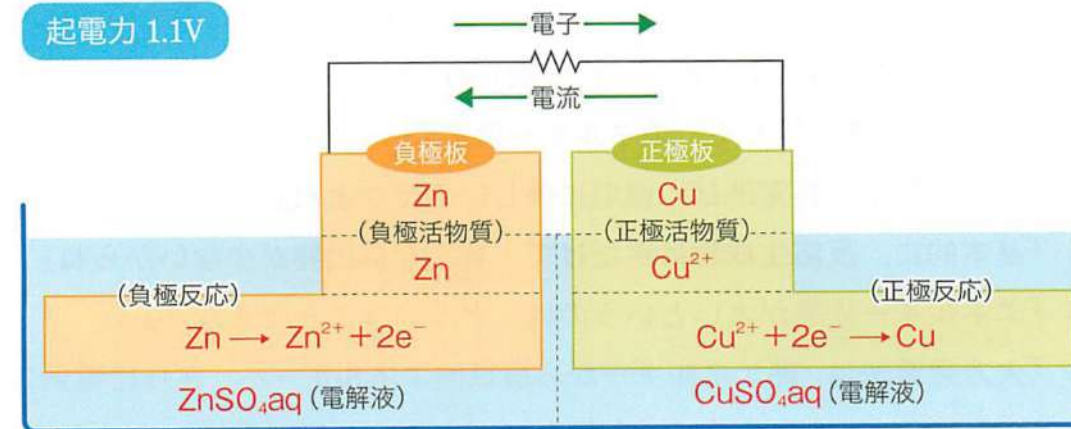
計算の結果を，要求されている解答の形式に整える。

$$\text{求める硫酸の質量\%} = \frac{\text{最初の溶質の質量} \pm \text{溶質の変化量}}{\text{最初の溶液の質量} \pm \text{溶液の変化量}} \times 100$$

$$\begin{aligned} &= \frac{700 \times \frac{31}{100} - 19.6}{700 - 19.6 + 3.6} \times 100 \\ &= 28.8(\%) \end{aligned}$$

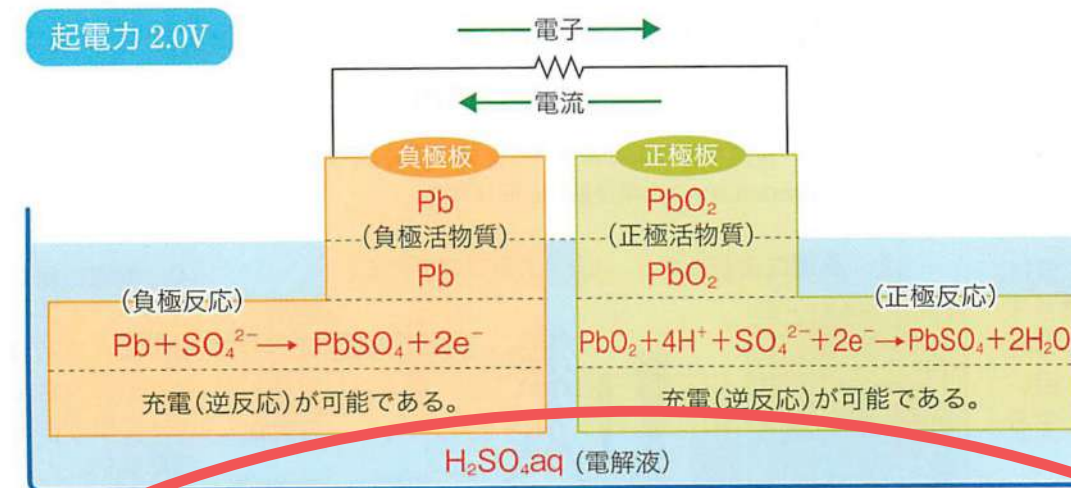
解答 29%

■ダニエル電池



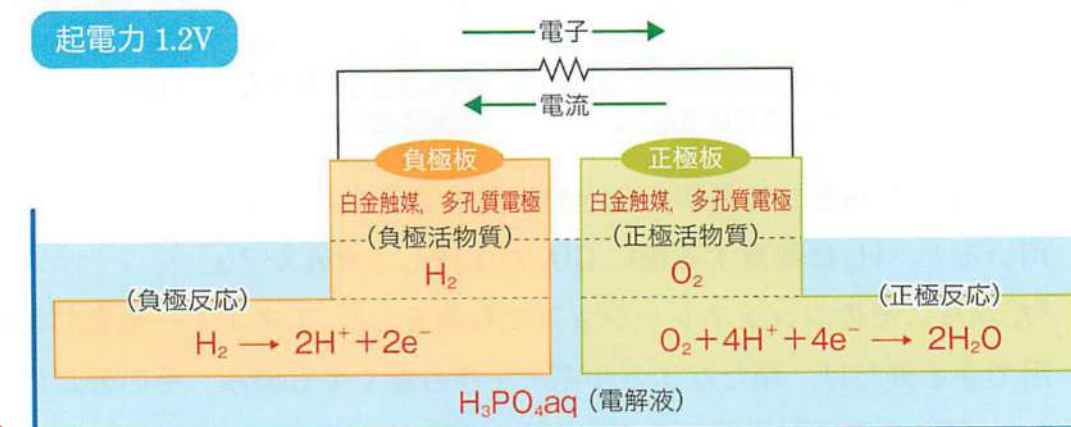
ダニエル電池全体としての反応： $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

■鉛蓄電池



鉛蓄電池全体としての反応： $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充電}]{\text{放電}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

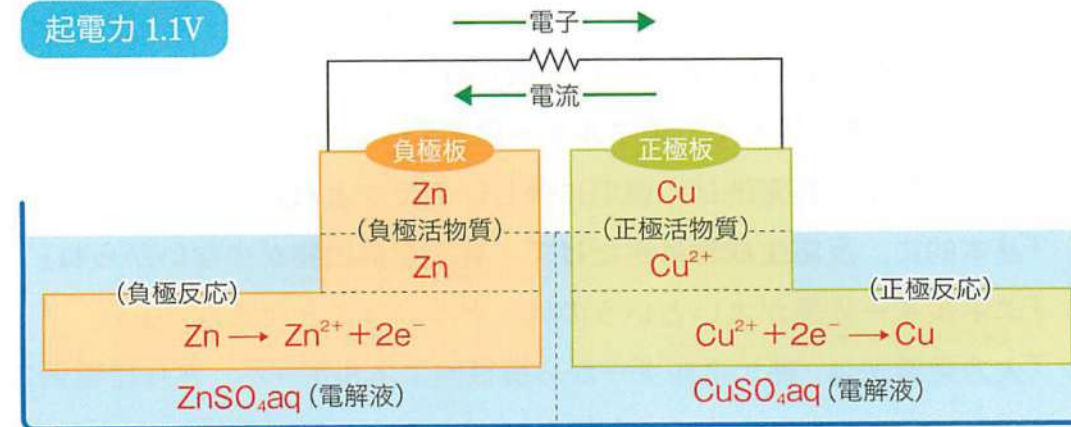
■リン酸型燃料電池



水素-酸素燃料電池全体としての反応： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

■ダニエル電池

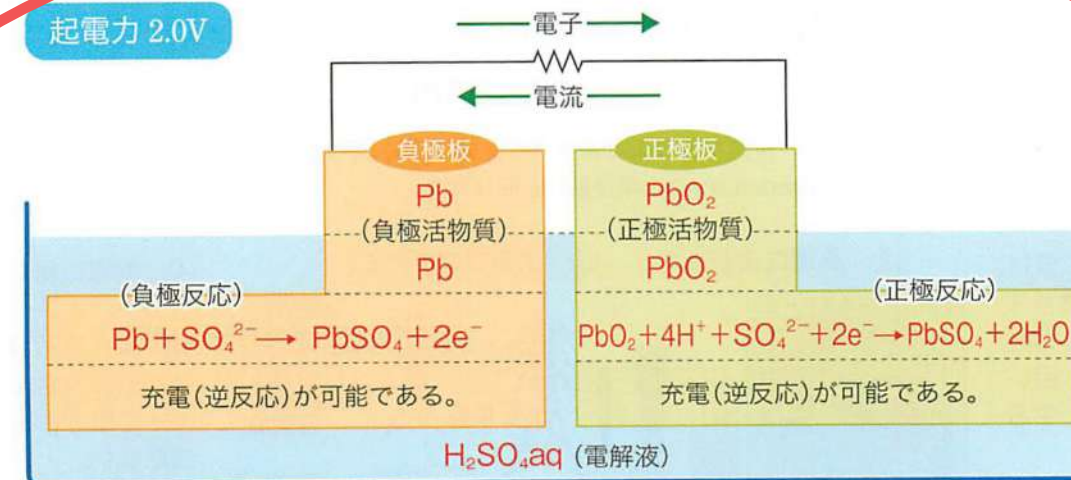
起電力 1.1V



ダニエル電池全体としての反応: $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

■鉛蓄電池

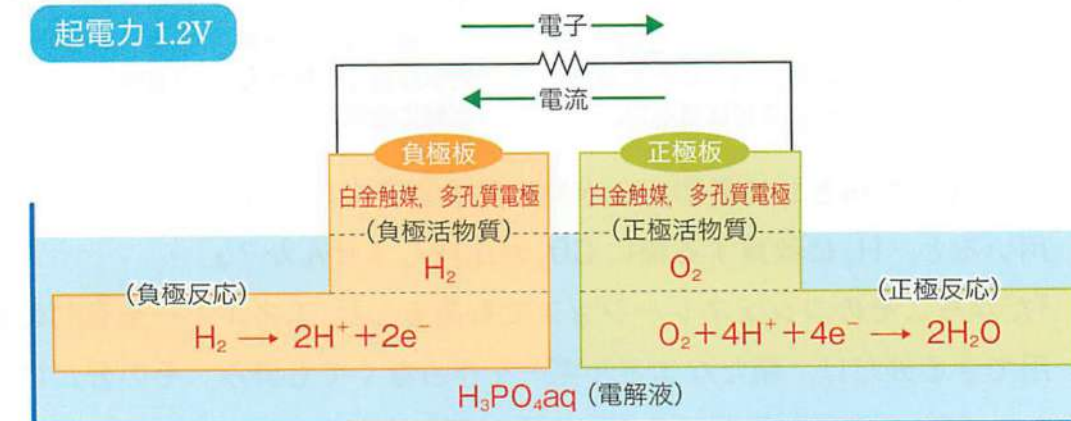
起電力 2.0V



鉛蓄電池全体としての反応: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充電}]{\text{放電}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

■リン酸型燃料電池

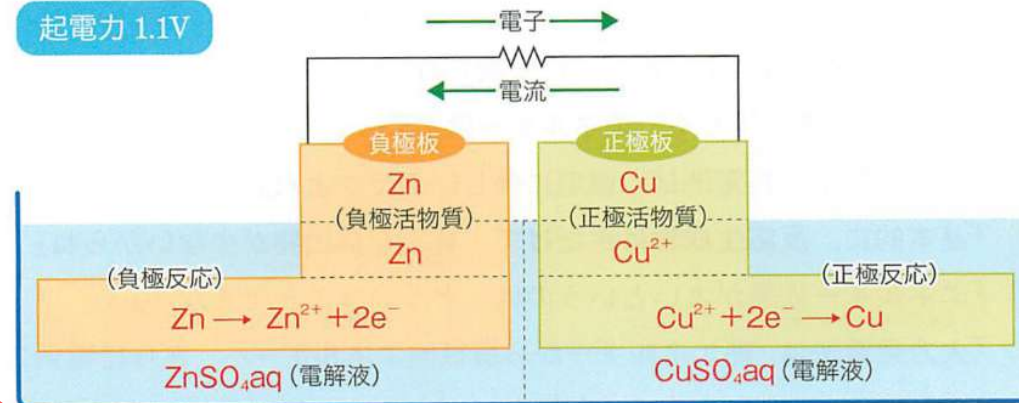
起電力 1.2V



水素-酸素燃料電池全体としての反応: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

■ダニエル電池

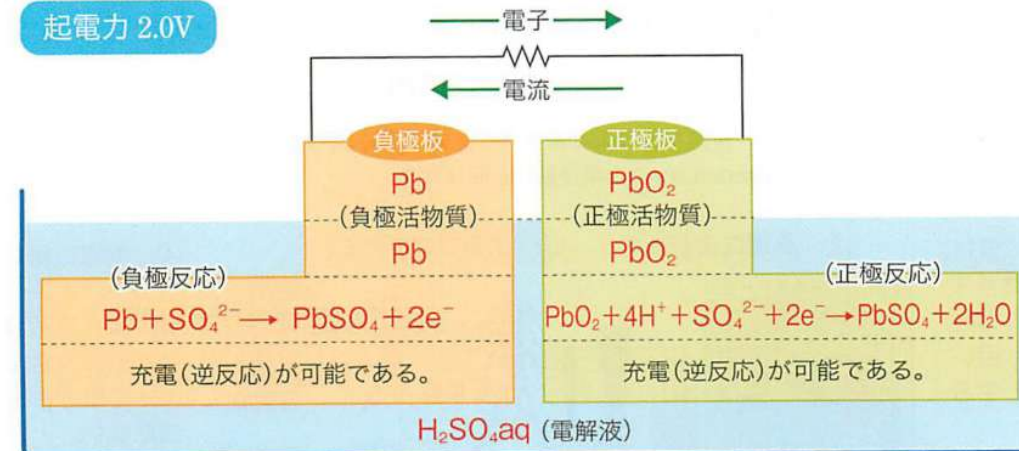
起電力 1.1V



ダニエル電池全体としての反応： $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

■鉛蓄電池

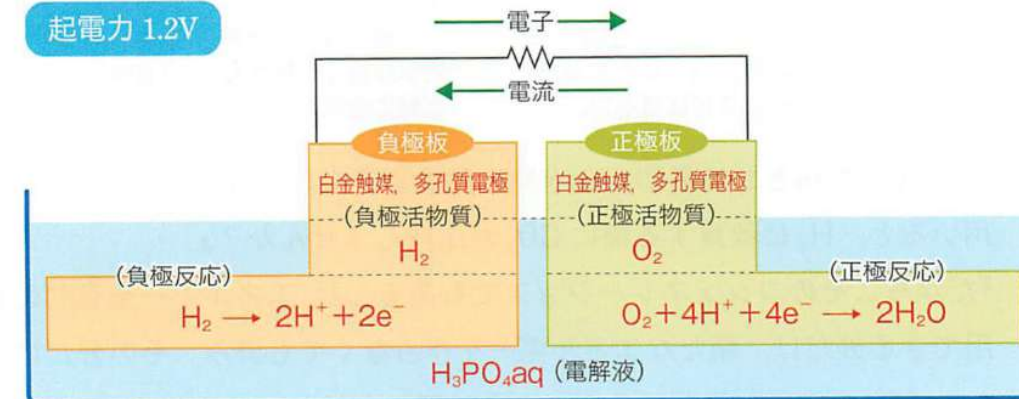
起電力 2.0V



鉛蓄電池全体としての反応： $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充電}]{\text{放電}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

■リン酸型燃料電池

起電力 1.2V



水素－酸素燃料電池全体としての反応： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

鉄



雨水や海水などの電解液

The diagram illustrates an electrochemical cell. A semi-circular region, representing the electrolyte, is filled with light blue and outlined in yellow. Inside this region, a red oval contains the text '雨水や海水などの電解液' (Electrolyte such as rainwater or seawater). Below the semi-circle is a dark gray rectangular block representing the electrode, with a white label '鉄' (Iron) in the center.

鉄

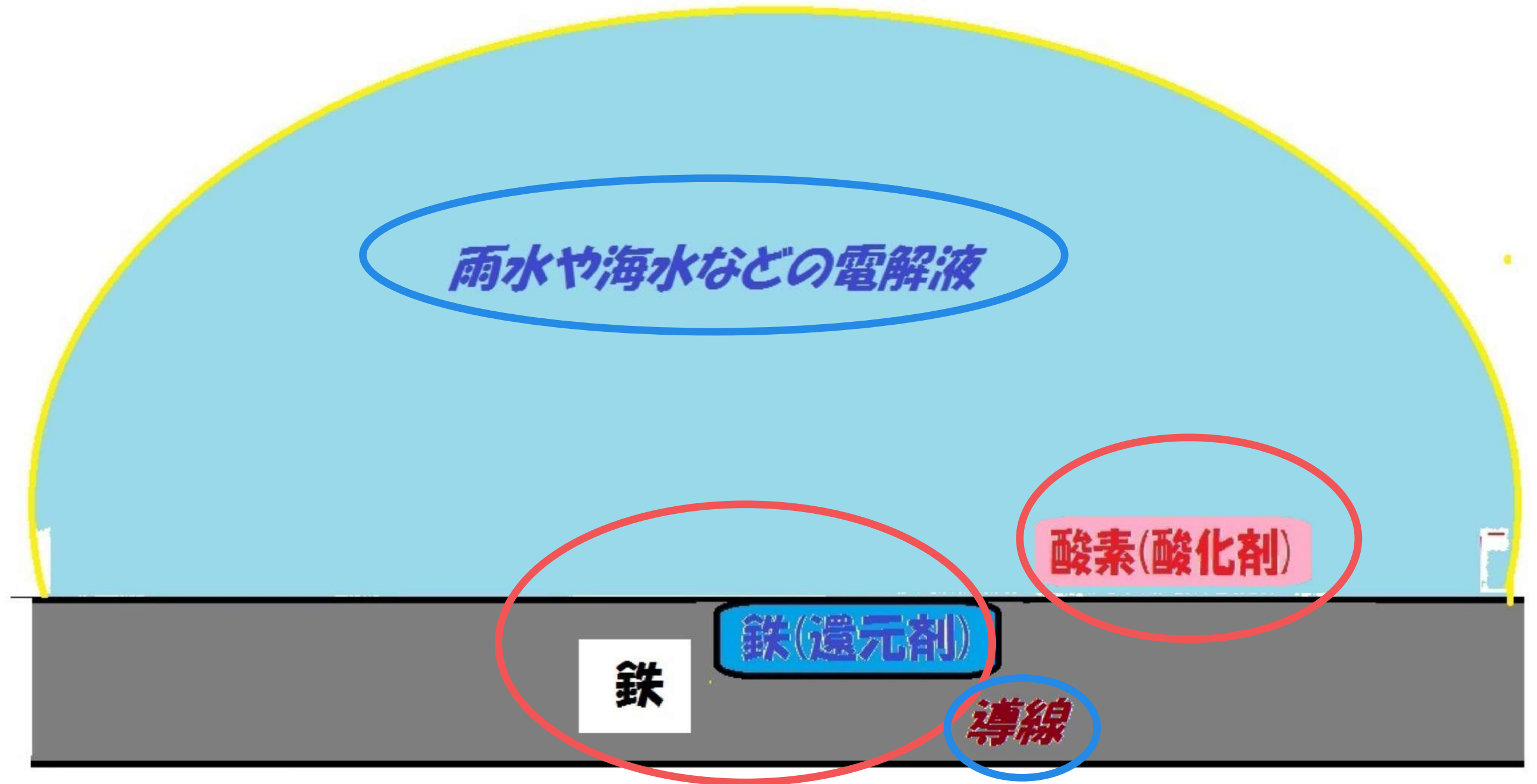
雨水や海水などの電解液

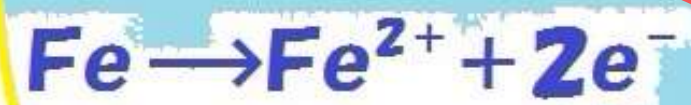
酸素(酸化剤)

鉄(還元剤)

鉄

導線



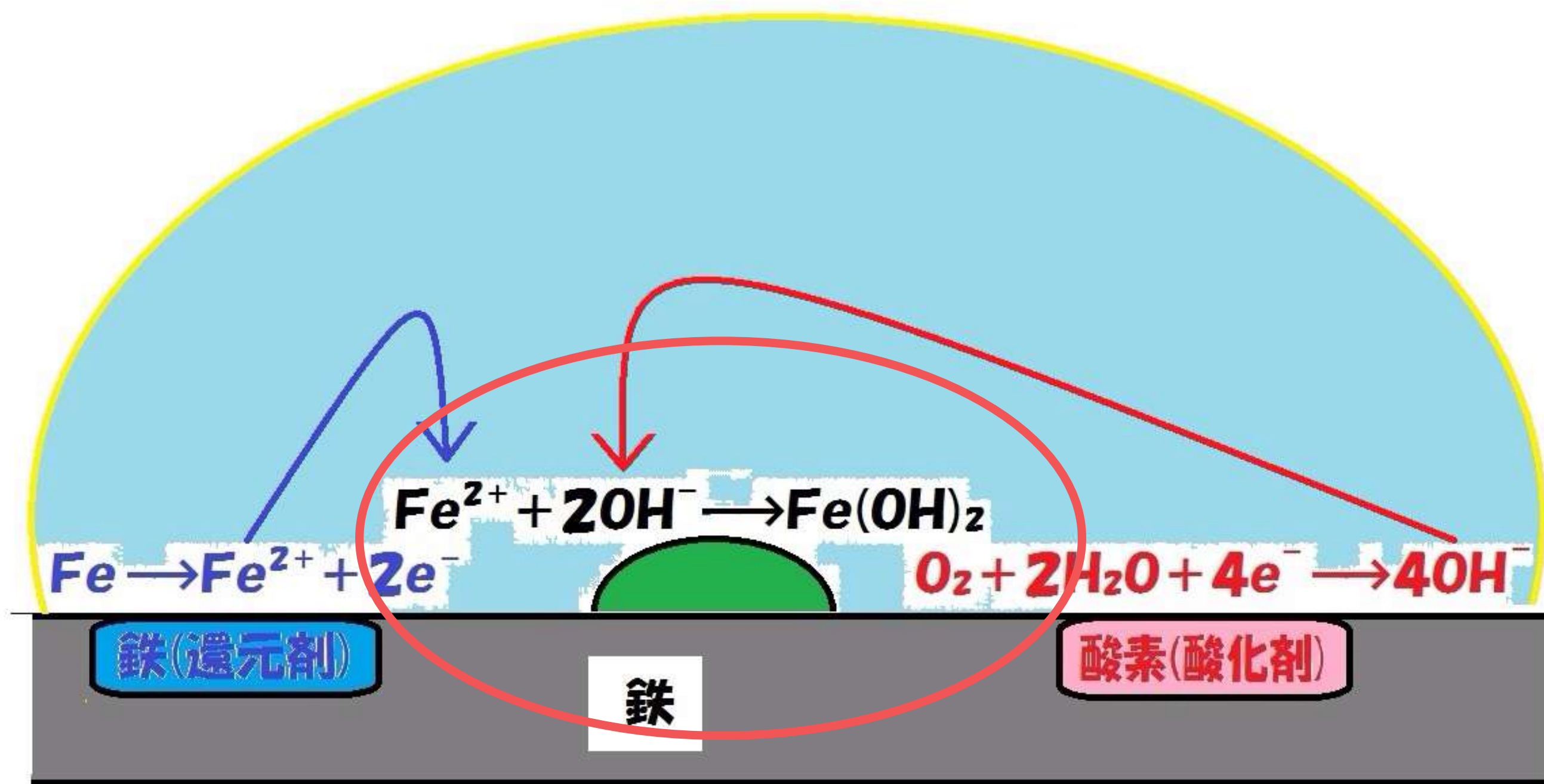


鉄(還元剤)

鉄



酸素(酸化剤)



$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (赤さび)



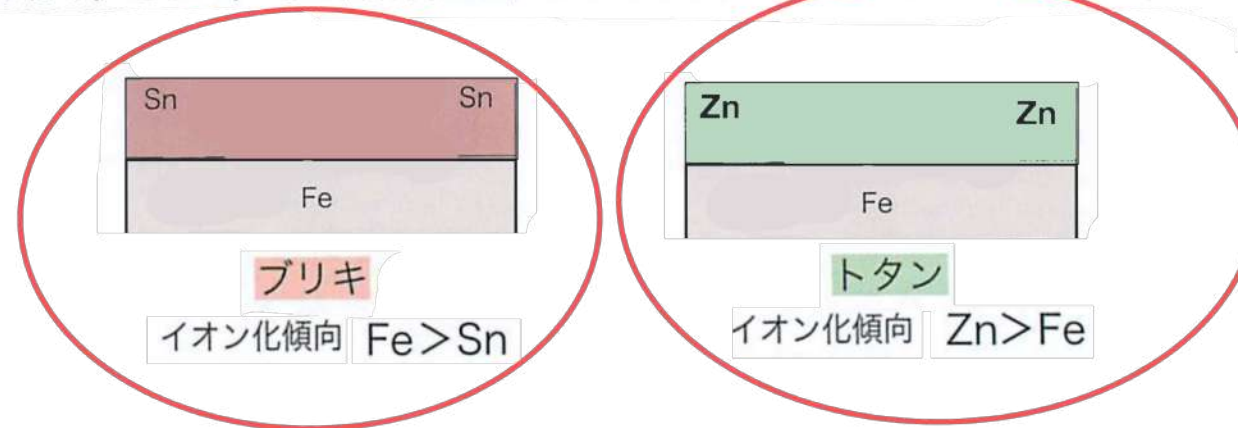
鉄(還元剤)

鉄

酸素(酸化剤)

● 金属の腐食とめっき

金属単体の一部分が、空気中や水中の酸素などによって酸化され、酸化物をはじめとする化合物（水酸化物や炭酸塩など）に変わっていくとき、これを金属が**腐食**する（さびる）といいます。金属の腐食を防ぐ方法の1つに、金属の表面を別のさびにくい金属で覆う方法があります。これをめ^{plating}っき（装飾目的でも行う）といい、その代表例には、ブリキやトタンなどがあります。

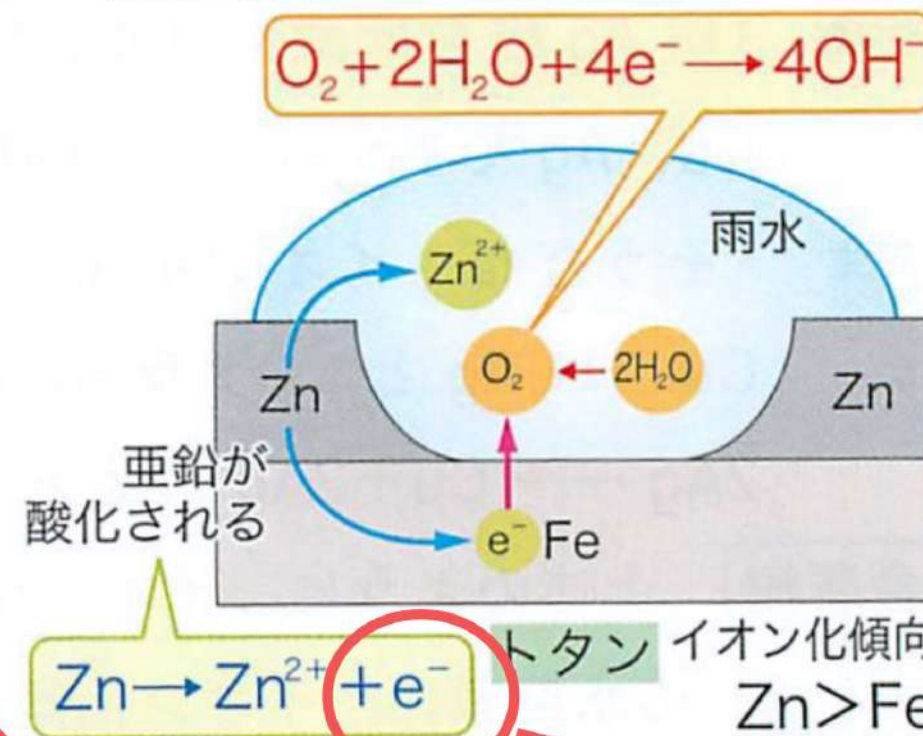


トタン

galvanized sheet steel

トタン

とは、Fe（鋼板）の表面をZnで覆ったものです。ZnはFeよりイオン化傾向が大きく、Feより酸化されやすい金属ですが、酸化されて表面に酸化被膜が形成されると、その緻密な酸化被膜が内部を保護するので、トタンは鋼板よりさびにくい材料です。もしも、傷が付いてFeが露出したときにも、不都合は生じません。傷が付いた部分に雨水などが付着すると、水中に溶けている酸素が金属から電子を奪おうとしますが、このときに電子を奪われるのは、イオン化傾向が大きく陽イオンになりやすいZnの方だからです。つまり傷が付いても、Feは酸化（さび）から守られるのです。



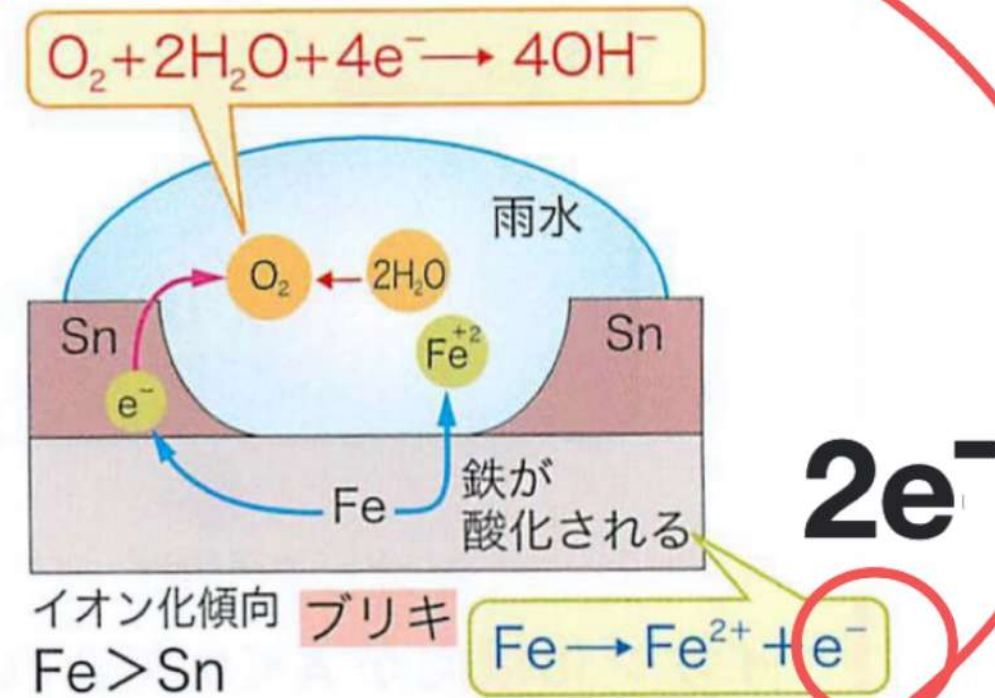
2e^-

トタンは傷が付いてもなお鉄を守る！❤

ブリキ

tin plate
ブリキ

とは、Fe（鋼板）の表面を Sn で覆ったものです。Sn は、Fe よりイオン化傾向が小さく、Fe より酸化されにくい金属で、しかも酸化されて表面に酸化被膜が形成されると、その酸化被膜が内部を保護するので、ブリキは鋼板よりさびにくい材料です。ただし、傷が付いて Fe が露出したときには、不都合が生じます。傷が付いた部分に雨水などが付着すると、水中に溶けている酸素が金属から電子を奪おうとしますが、このときに電子を奪われるのは、イオン化傾向が大きく陽イオンになりやすい Fe の方だからです。つまり傷が付くと、Fe は積極的に酸化されて（さびて）しまうのです。よって、ブリキは、傷が付きにくいところでしか使われません。



ブリキは傷が付くと鉄は錆びやすくなる。