

Ⅲ-1 酸・塩基、pH

求められているのは素早さ？

求められているのは素早さ？

問 i 1. 陽イオン交換樹脂RHとNaClは以下のように反応し, Na^+ 1 molから H^+ 1 molが生じる。

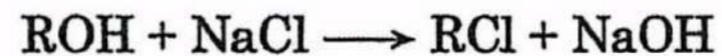


この水溶液の水素イオン濃度は

$$[\text{H}^+] = \frac{0.1 \times \frac{100}{1000} \times 1}{1} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$$

求められているのは素早さ？

2. 陰イオン交換樹脂 ROH と NaCl は以下のように反応し、 Na^+ 1 mol から OH^- 1 mol が生じる。



この水溶液の水酸化物イオン濃度、水素イオン濃度は

$$[\text{OH}^-] = \frac{0.1 \times \frac{100}{1000} \times 1}{1} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)} \quad \therefore [\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}$$

求められているのは素早さ？

3. 酢酸と水酸化ナトリウムの同物質量での混合 ⇨ 水溶液は酢酸ナトリウム水溶液
⇨ 弱い塩基性

求められているのは素早さ？

4. 以下の反応により、硫酸バリウムが沈殿するが、水素イオンの物質量は変わらない。



この水溶液の水素イオン濃度は

$$[\text{H}^+] = \frac{0.1 \times \frac{10}{1000} \times 2}{\frac{10 + 10}{1000}} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$$

求められているのは素早さ？

5 弱酸水溶液 (電離度が十分小さい場合) $\Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

この水溶液の水素イオン濃度は

$$[\text{H}^+] = 0.1 \times \frac{1}{100} \times 0.01 \times \sqrt{100} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)}$$

求められているのは素早さ？

- 問 i
1. $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$
 2. $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}$
 3. 弱い塩基性
 4. $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$
 5. $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)}$

以上から、水素イオン濃度は $4 > 1 > 5 > 3 > 2$ の順
pH は $4 < 1 < 5 < 3 < 2$ の順

再掲

Ⅲ-1 酸・塩基、pH

求められているのは素早さ？

問 i 1. 陽イオン交換樹脂 RH と NaCl は以下のように反応し、Na⁺ 1 mol から H⁺ 1 mol が生じる。



この水溶液の水素イオン濃度は

$$[\text{H}^+] = \frac{0.1 \times \frac{100}{1000} \times 1}{1} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$$

2. 陰イオン交換樹脂 ROH と NaCl は以下のように反応し、Na⁺ 1 mol から OH⁻ 1 mol が生じる。



この水溶液の水酸化物イオン濃度、水素イオン濃度は

$$[\text{OH}^-] = \frac{0.1 \times \frac{100}{1000} \times 1}{1} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)} \quad \therefore [\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}$$

3. 酢酸と水酸化ナトリウムの同物質量での混合 ⇨ 水溶液は酢酸ナトリウム水溶液
⇨ 弱い塩基性

4. 以下の反応により、硫酸バリウムが沈殿するが、水素イオンの物質量は変わらない。



この水溶液の水素イオン濃度は

$$[\text{H}^+] = \frac{0.1 \times \frac{10}{1000} \times 2}{\frac{10+10}{1000}} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$$

5. 弱酸水溶液 (電離度が十分小さい場合) ⇨ $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

この水溶液の水素イオン濃度は

$$[\text{H}^+] = 0.1 \times \frac{1}{100} \times 0.01 \times \sqrt{100} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)}$$

以上から、水素イオン濃度は 4 > 1 > 5 > 3 > 2 の順

pH は 4 < 1 < 5 < 3 < 2 の順

III-1 問 ii のテーマは二段滴定

酸塩基滴定(中和滴定)

標準的な滴定

- ① 実験操作の手順
- ② 電離平衡

逆滴定

- ① 塩基性気体 (NH_3) の定量
- ② 酸性気体 (CO_2) の定量
- ③ 固体の定量

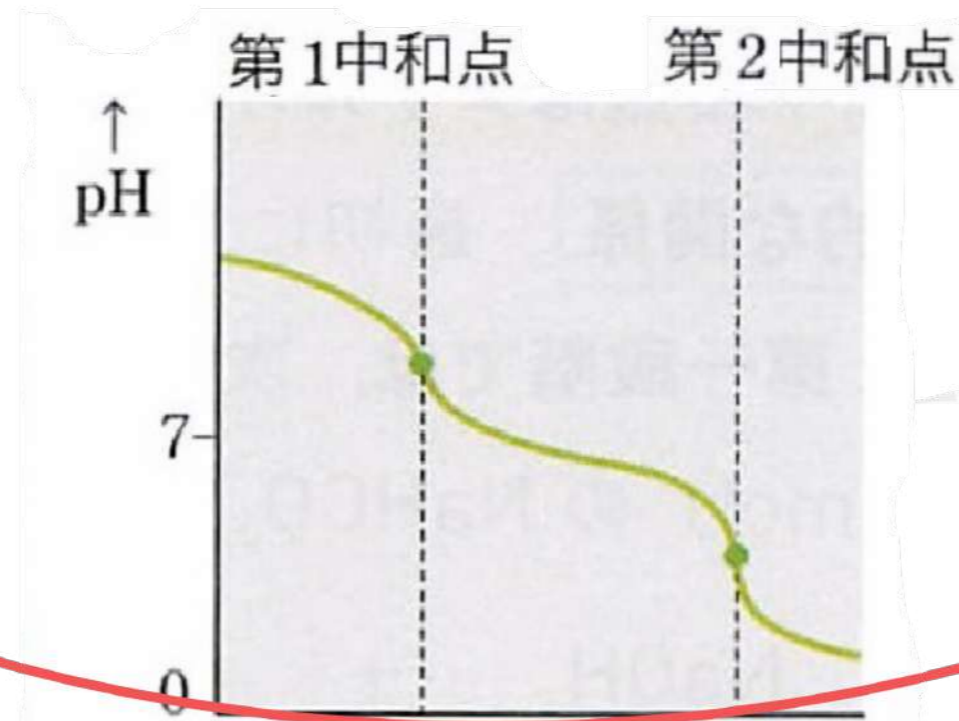
【上記2題と計算内容的には同一】

二段滴定
(二段階中和)

- ① $\text{NaOH-Na}_2\text{CO}_3$ 混合水溶液
- ② Na_2CO_3 水溶液
- ③ $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3$ 混合水溶液

二段滴定(二段階中和)

滴定において中和点が2つ現れる滴定のこと。



頻出例; ① $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{CO}_3$ 混合水溶液の滴定

② Na_2CO_3 水溶液の滴定

③ $\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{NaHCO}_3$ 混合水溶液の滴定

III-1 問 ii は

典型的な二段滴定の問題の上を行く問題なので、
典型的な二段滴定を理解し、

しっかりと頭に入っていないければ、(基本的に)論外！

- ① $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{CO}_3$ 混合水溶液の滴定
- ② Na_2CO_3 水溶液の滴定
- ③ $\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{NaHCO}_3$ 混合水溶液の滴定

- ① $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{CO}_3$ 混合水溶液の滴定
- ② Na_2CO_3 水溶液の滴定
- ③ $\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{NaHCO}_3$ 混合水溶液の滴定

について

まだ未履修だったり、理解が不十分なら、

HPに解説動画あります。

一応、極めて短時間で 要点のみを語ります。

あくまで要点ですから
ちょこっと聞いて
ぱっと分かること

ではありません。

ご質問の前に
HPのVTRをご覧下さいね。



- ① NaOH-Na₂CO₃混合水溶液
- ② Na₂CO₃水溶液
- ③ Na₂CO₃-NaHCO₃混合水溶液

step0;これらの溶液は、NaOHが
CO₂を吸収すると生成する。
その反応は2ステップ。 **最低限の理解**

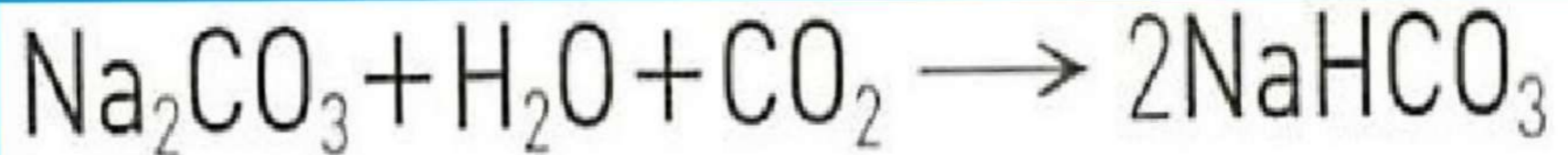
まず、



NaOHが残存する間、生成した
Na₂CO₃は反応しない♥

(理由は次のスライドを参考にして下さい)

次に、



参考

Na_2CO_3 が塩基性を示すのは、
次の加水分解のため。



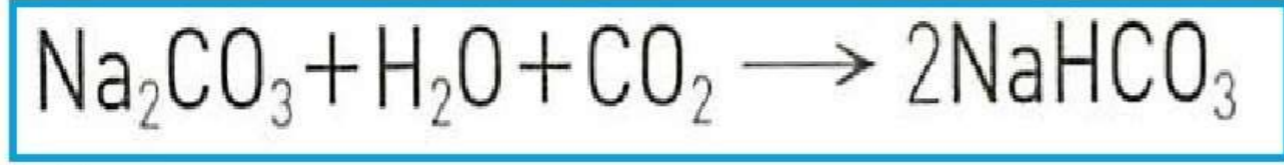
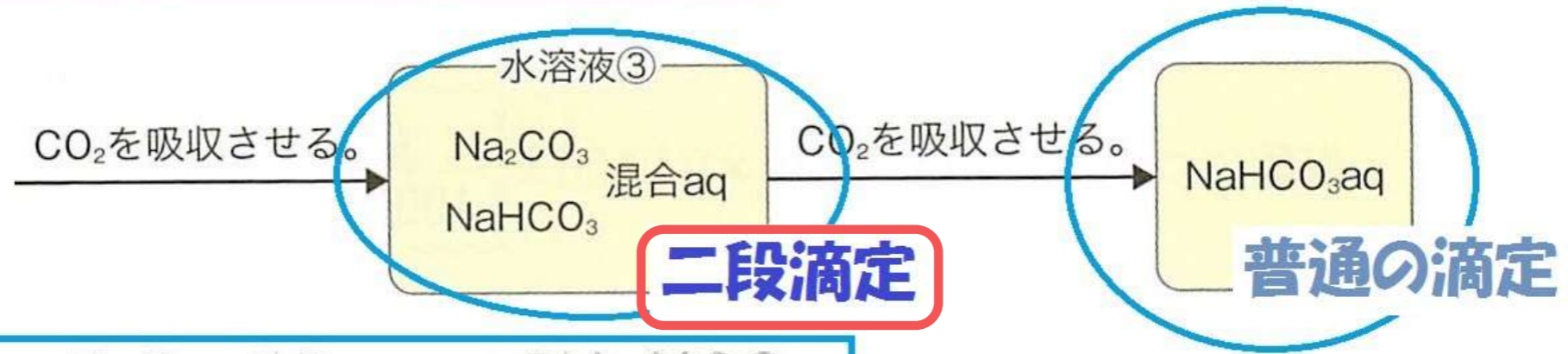
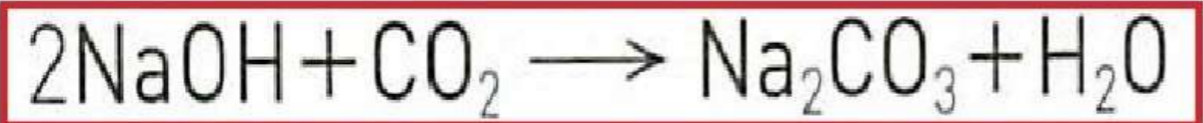
この加水分解は NaOH 共存下では生じにくい。

仮に、 NaHCO_3 が生成しても、 NaOH が残
存している間だと、次の反応が起こる。



最低限の理解

Step 1; 二段滴定の題材は3種類 ♡

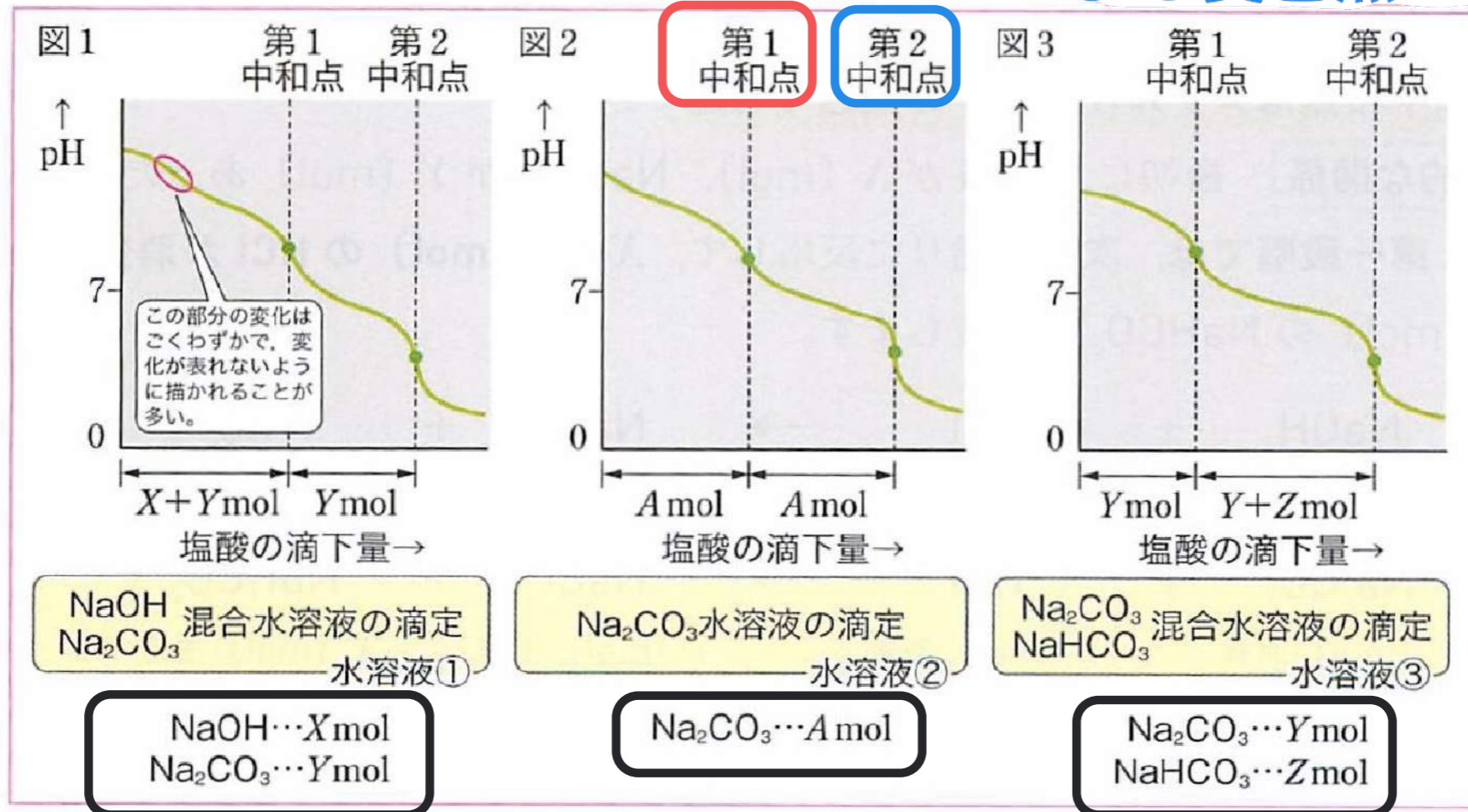


最低限の理解

step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
その量的関係を整理しておこう♡

P.P.による変色点

M.O.による変色点



加えたCO₂の量しだいで...

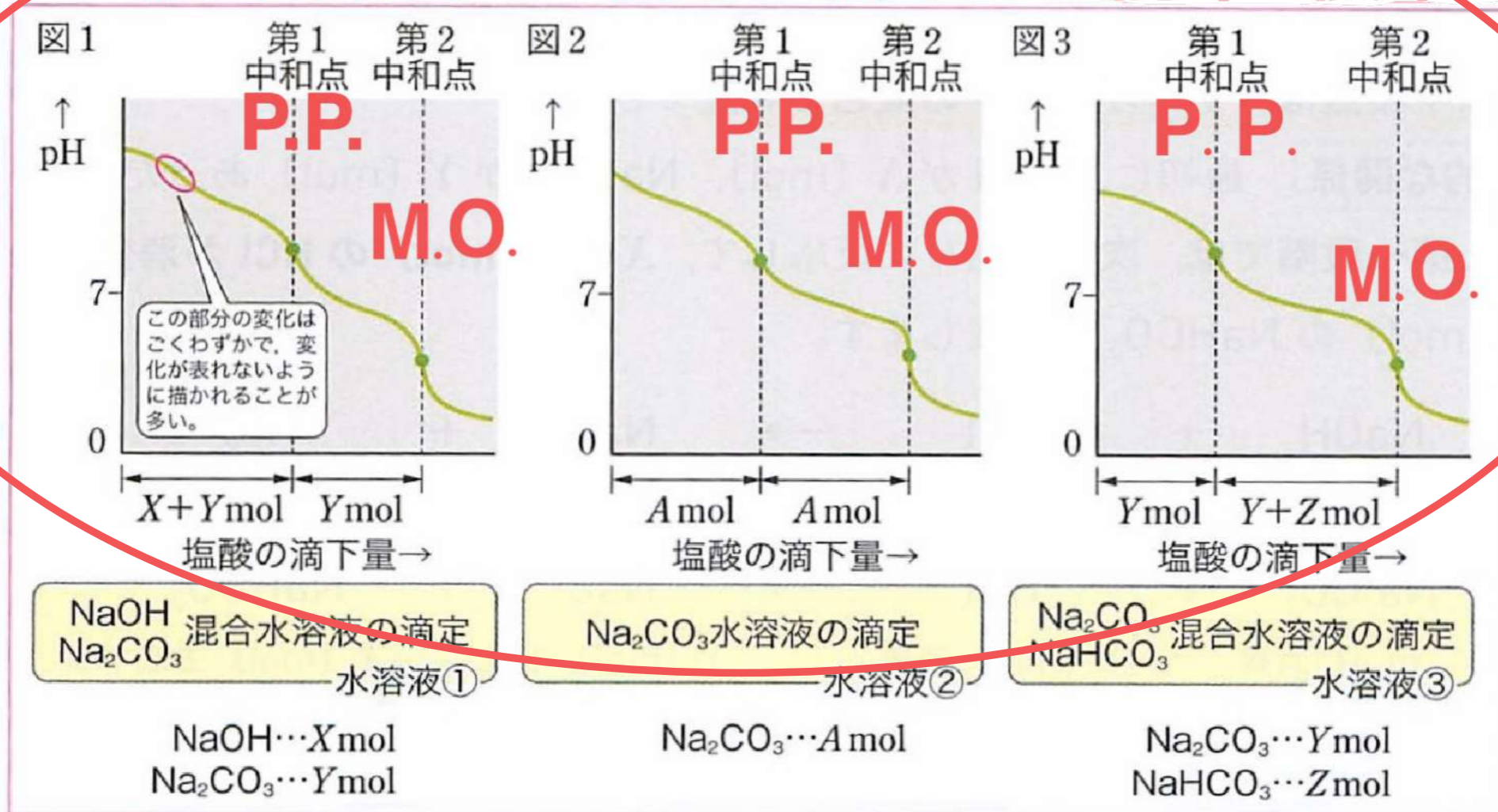
最低限の理解

step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
その量的関係を整理しておこう♡

前半>後半

前半=後半

前半<後半



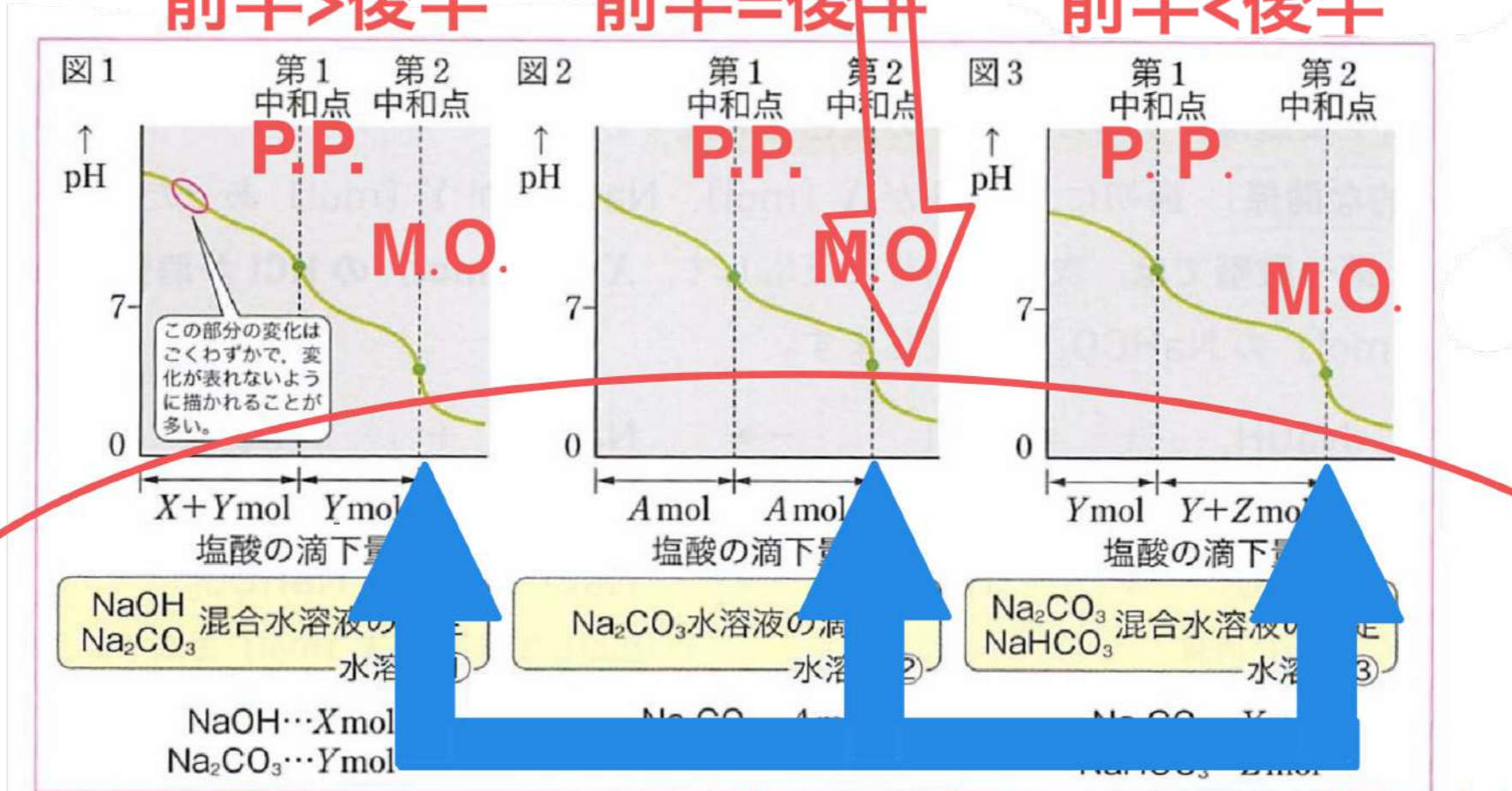
最低限の理解

step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
その量的関係を整理しておこう♡

前半>後半

前半=後半

前半<後半



最初のNaOHが同じなら、同じ場所♡
元々のNaOHの中和点です。

最低限の理解

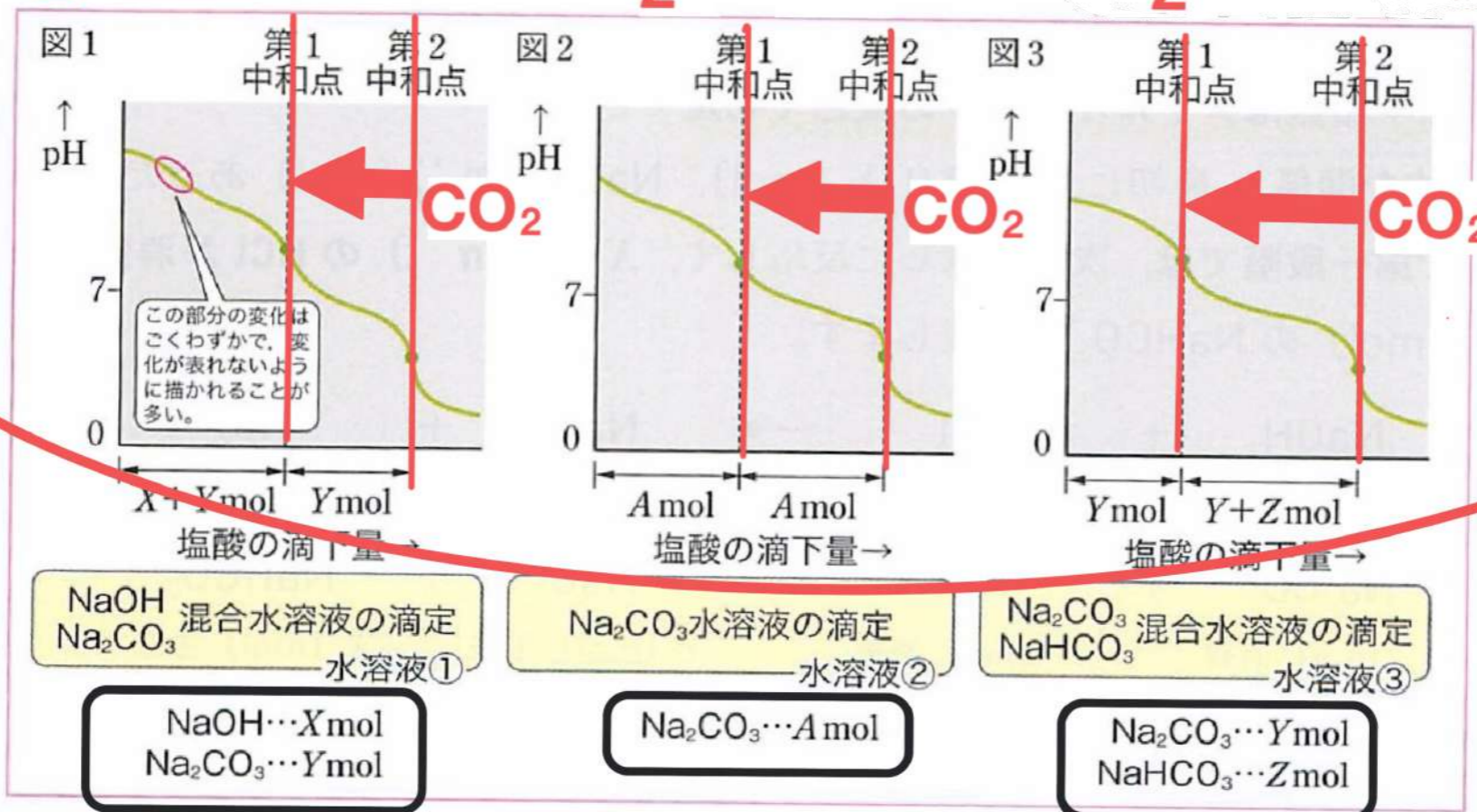
step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
その量的関係を整理しておこう♡

元々のNaOHがX molなら

$\frac{1}{2}X$ mol 未満 CO_2

$\frac{1}{2}X$ mol CO_2

$\frac{1}{2}X$ mol より大 CO_2



加えたCO₂の量しだいで...

**以上の要点を使いこなせば、
比較的素早く解答は導かれます。**

問 ii

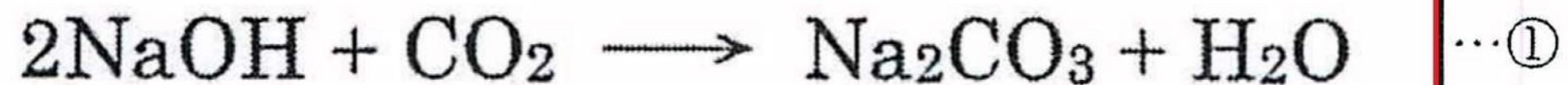
まずは

問 A NaOH に CO₂ を作用させていくと、次の反応により Na₂CO₃ が生じる。



問 ii

問 A NaOH に CO₂ を作用させていくと、次の反応により Na₂CO₃ が生じる。



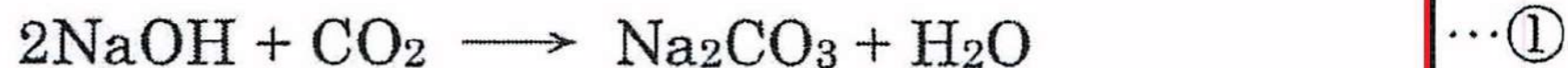
NaOH が全て消費されたのち、さらに CO₂ を加えていくと次の反応により

NaHCO₃ が生じる。

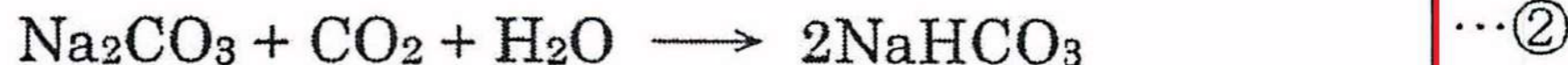


問 ii

問 A NaOH に CO₂ を作用させていくと、次の反応により Na₂CO₃ が生じる。



NaOH が全て消費されたのち、さらに CO₂ を加えていくと次の反応により NaHCO₃ が生じる。



本文より、I 液は①および②の反応により えっ、どうして？後述します。

NaOH と Na₂CO₃ の混合水溶液

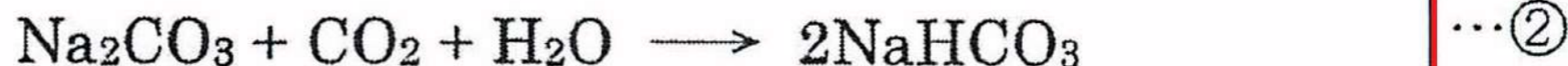
以前のバージョンではここが間違えていました(● 誤り)。

問 ii

問 A NaOH に CO₂ を作用させていくと，次の反応により Na₂CO₃ が生じる。



NaOH が全て消費されたのち，さらに CO₂ を加えていくと次の反応により NaHCO₃ が生じる。



本文より，I 液は①および②の反応により

NaOH と Na₂CO₃ の混合水溶液

II 液は① の反応により，

えっ、どうして？後述します。

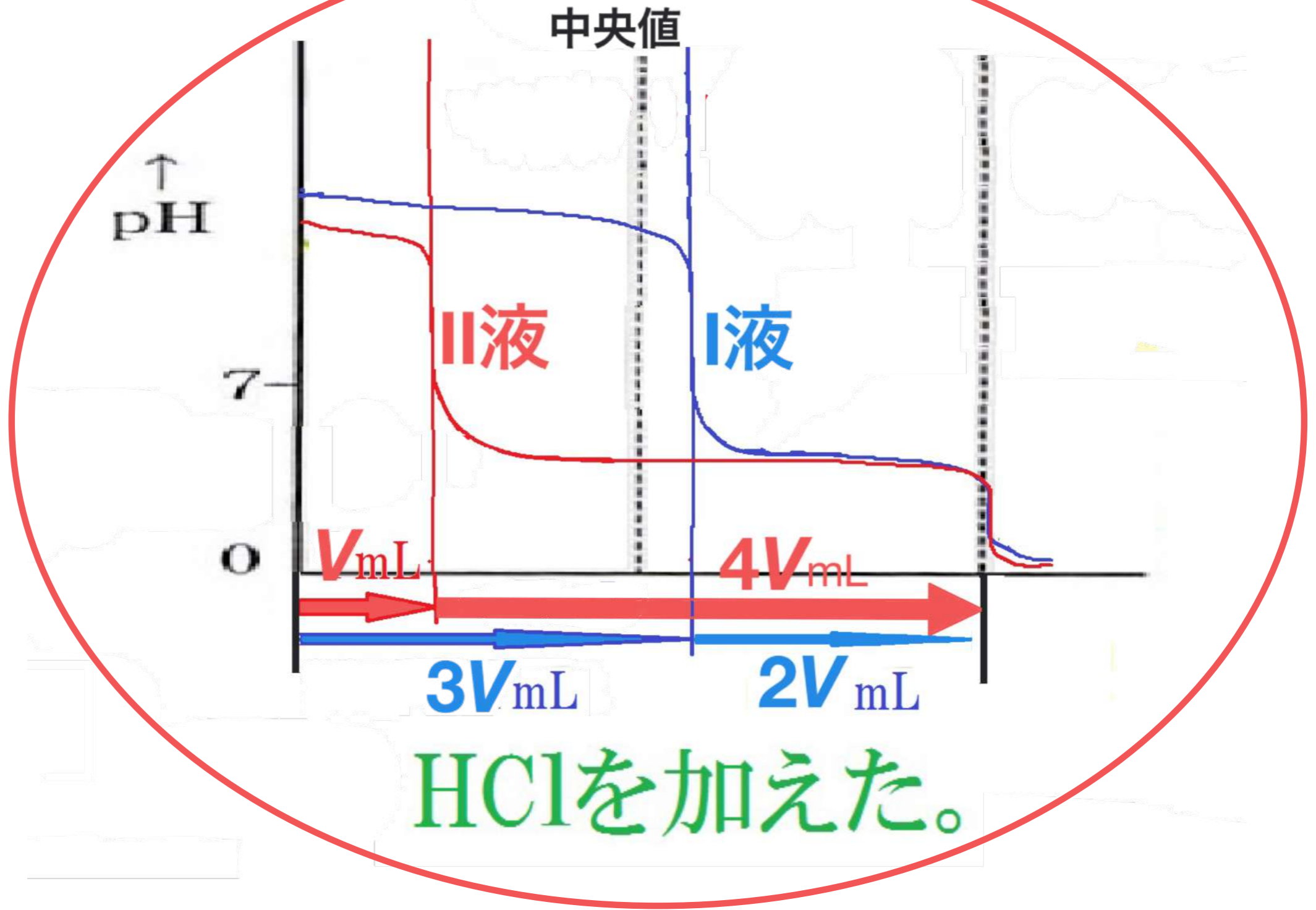
Na₂CO₃ と NaHCO₃ の混合水溶液

になっていると考えられる。

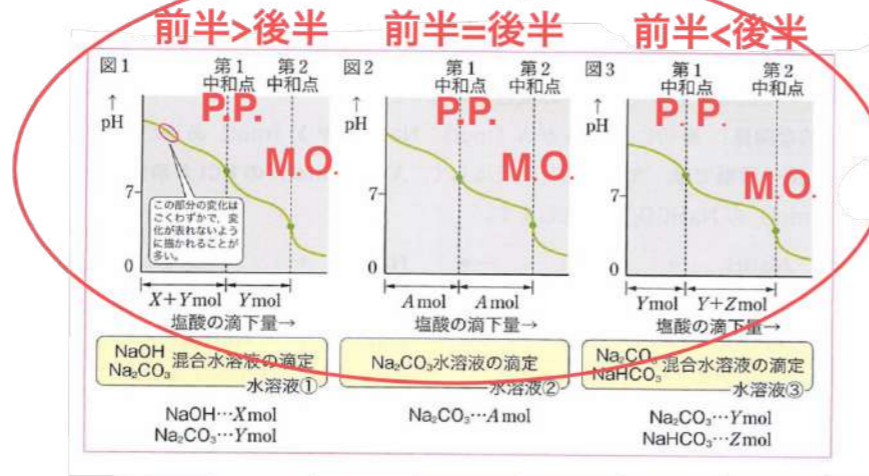
以前のバージョンではここも間違えていました(● ̄̄̄)”。

注;グラフ形状はイメージです。

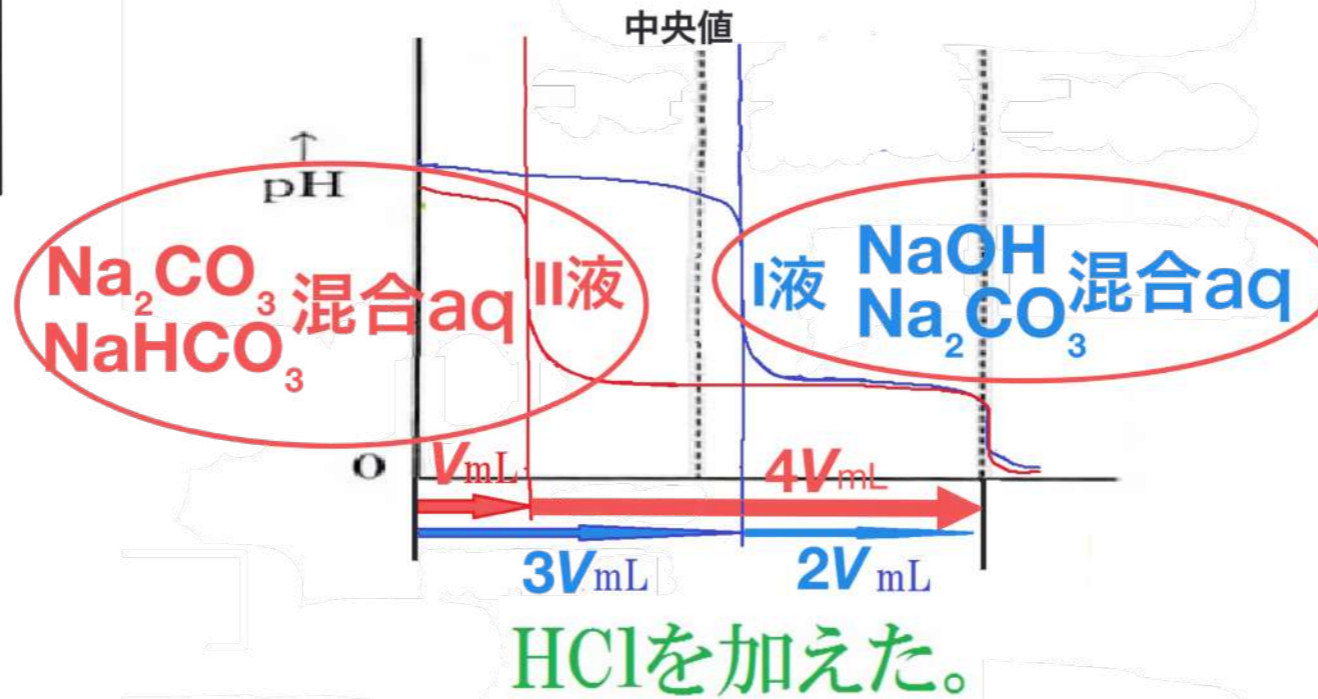
1 題意を図示してみると、



最低限の理解
 step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
 その量的関係を整理しておこう♥



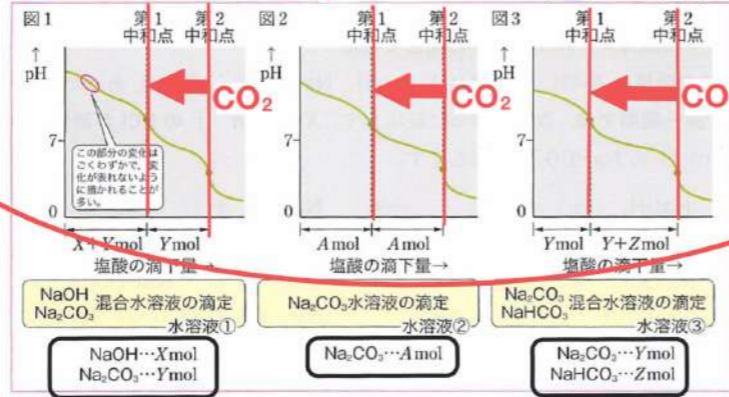
2 滴定曲線を解釈してみると、



最低限の理解
 step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
 その量的関係を整理しておこう！

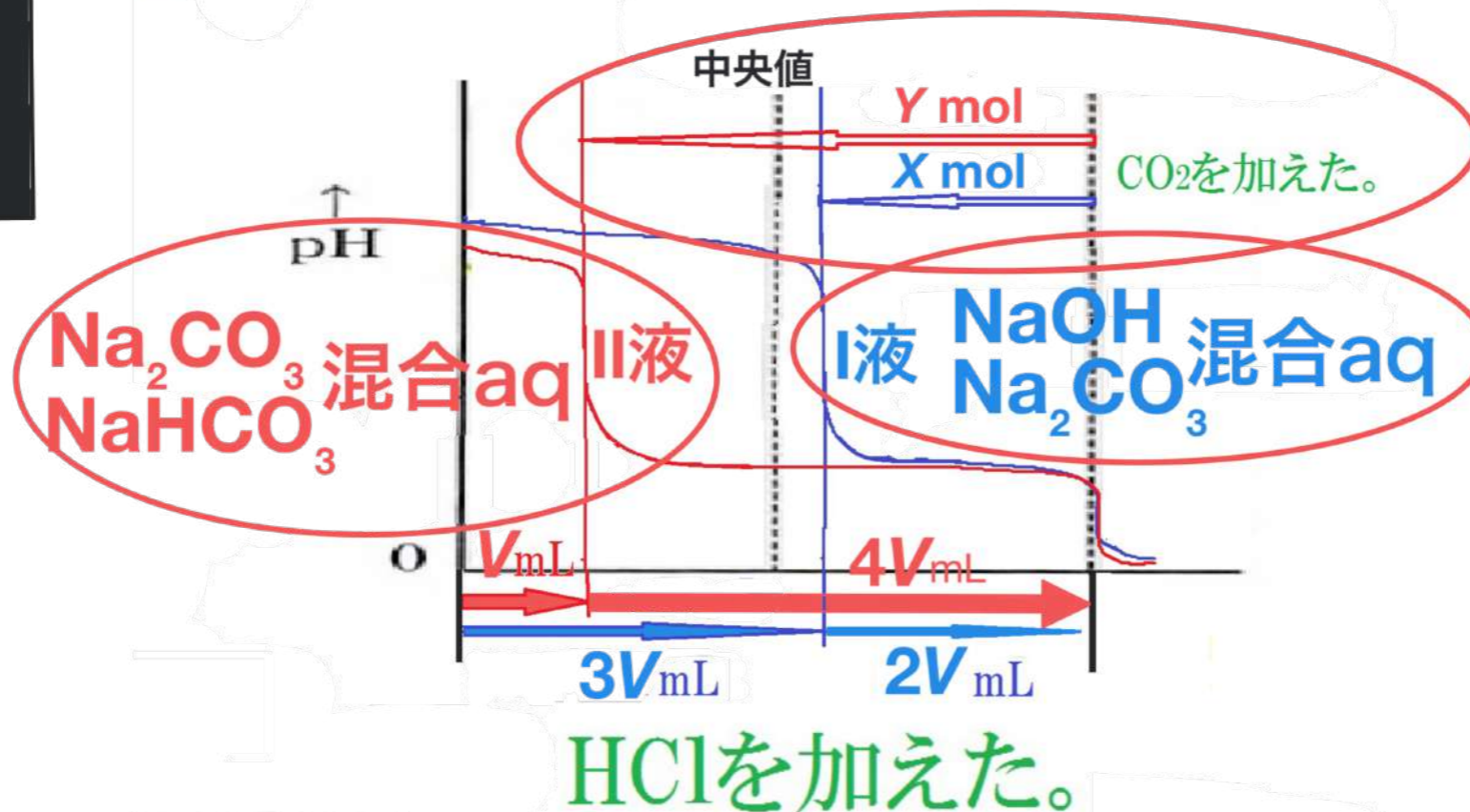
元々のNaOHがX molなら

$\frac{1}{2}X$ mol 未満 CO_2 $\frac{1}{2}X$ mol CO_2 $\frac{1}{2}X$ mol より大 CO_2

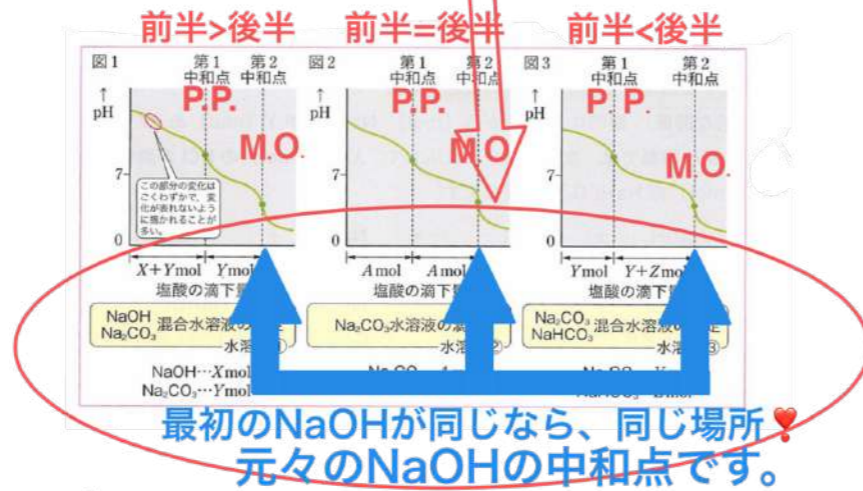


加えた CO_2 の量しだいで...

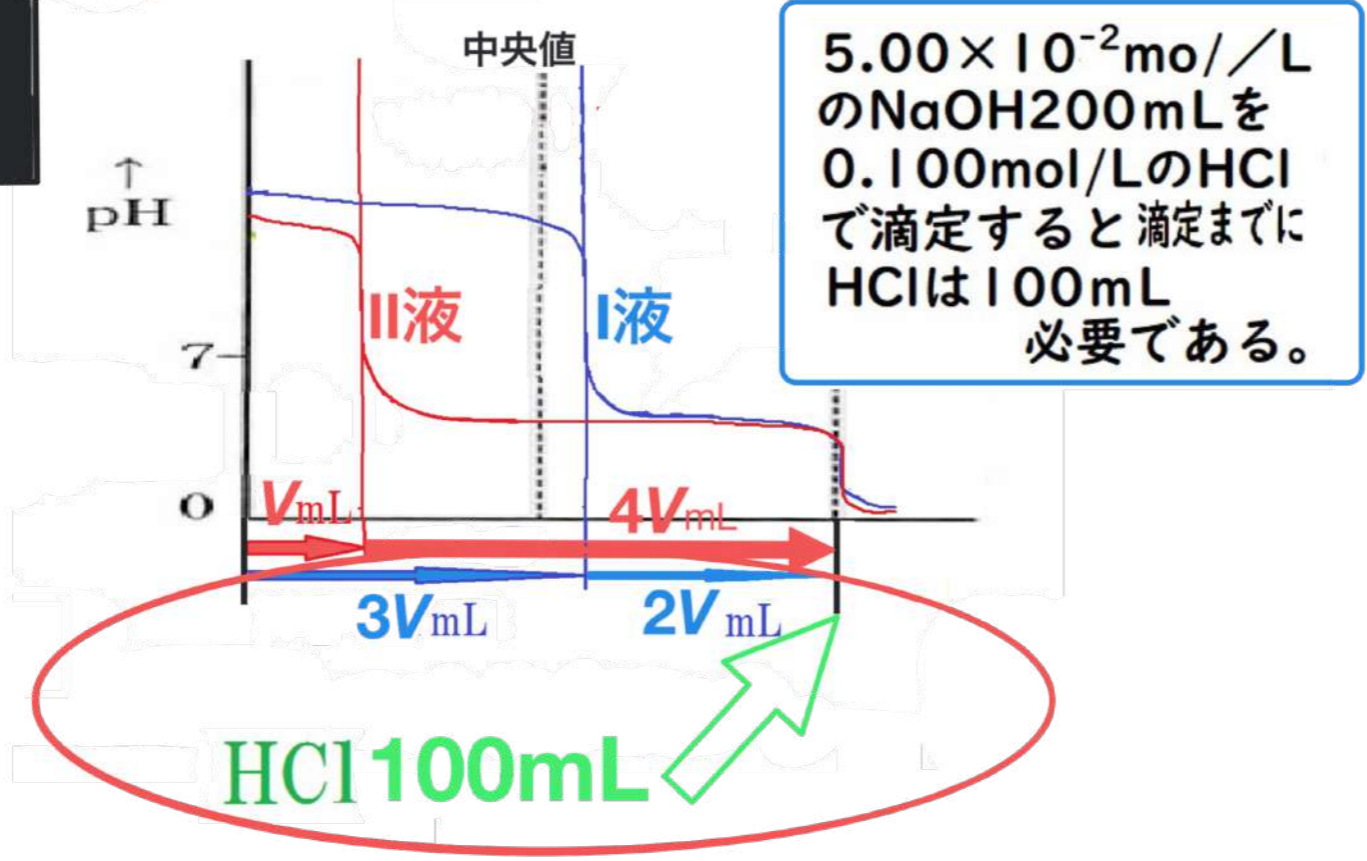
2 さらに滴定曲線を解釈してみると、



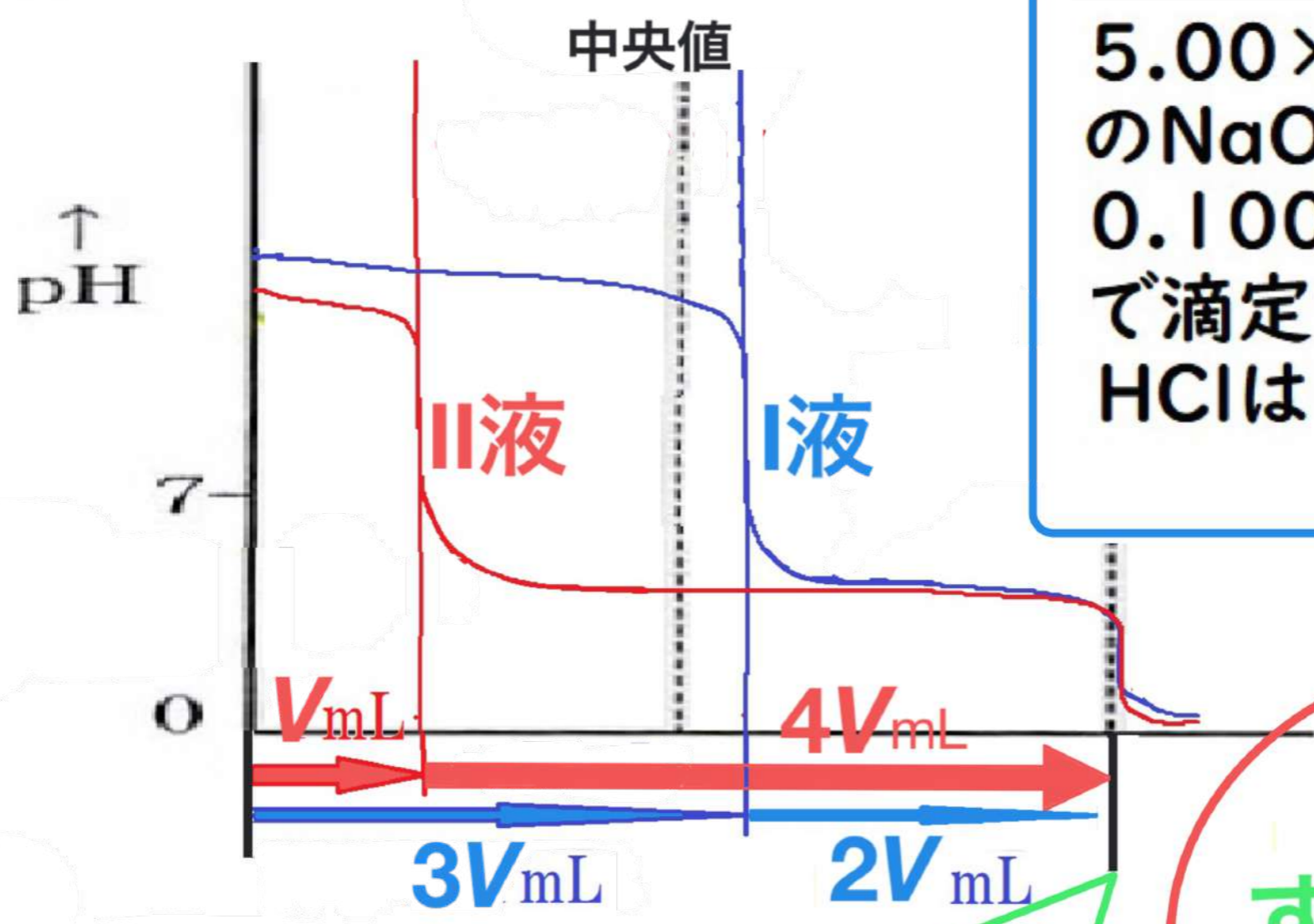
最低限の理解
 step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
 その量的関係を整理しておこう♥



3 既知の具体的な数値は？



3 既知の具体的な数値は？



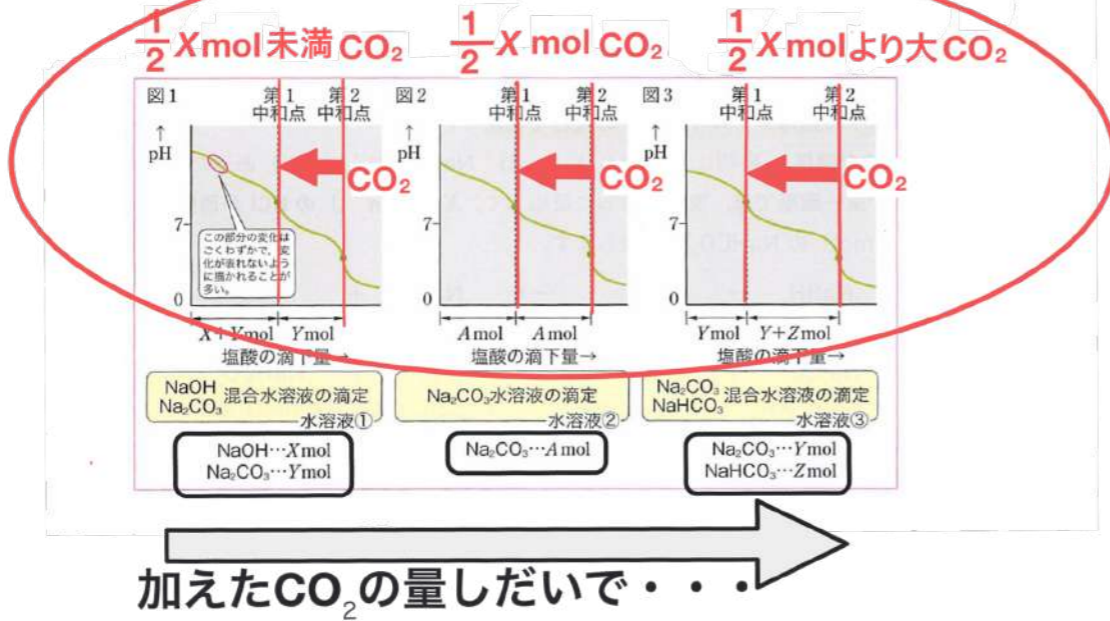
$5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の NaOH 200 mL を 0.100 mol/L の HCl で滴定すると滴定までに HCl は 100 mL 必要である。

すなわち、 $V=20(\text{mL})$

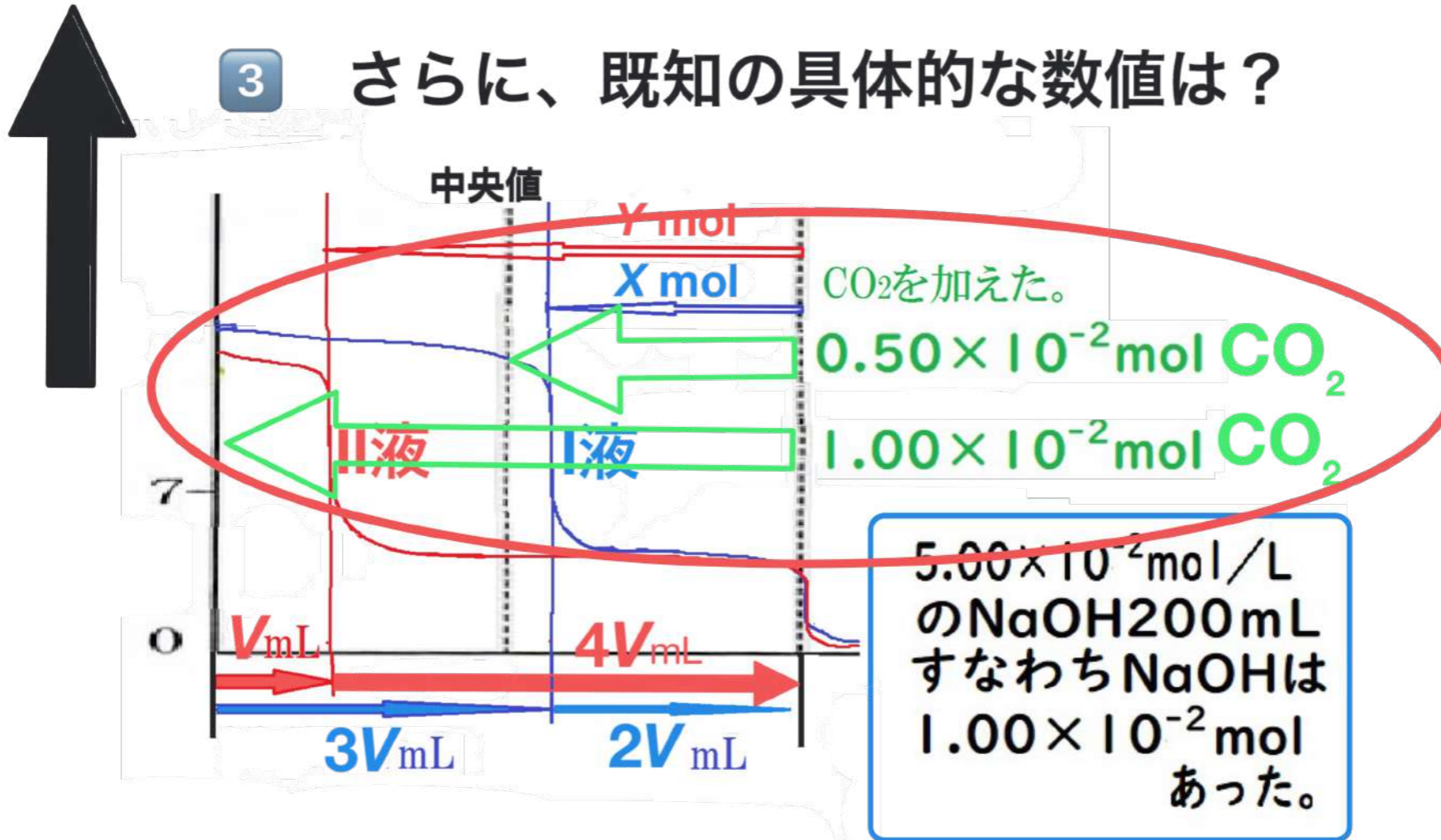
HCl 100 mL

最低限の理解

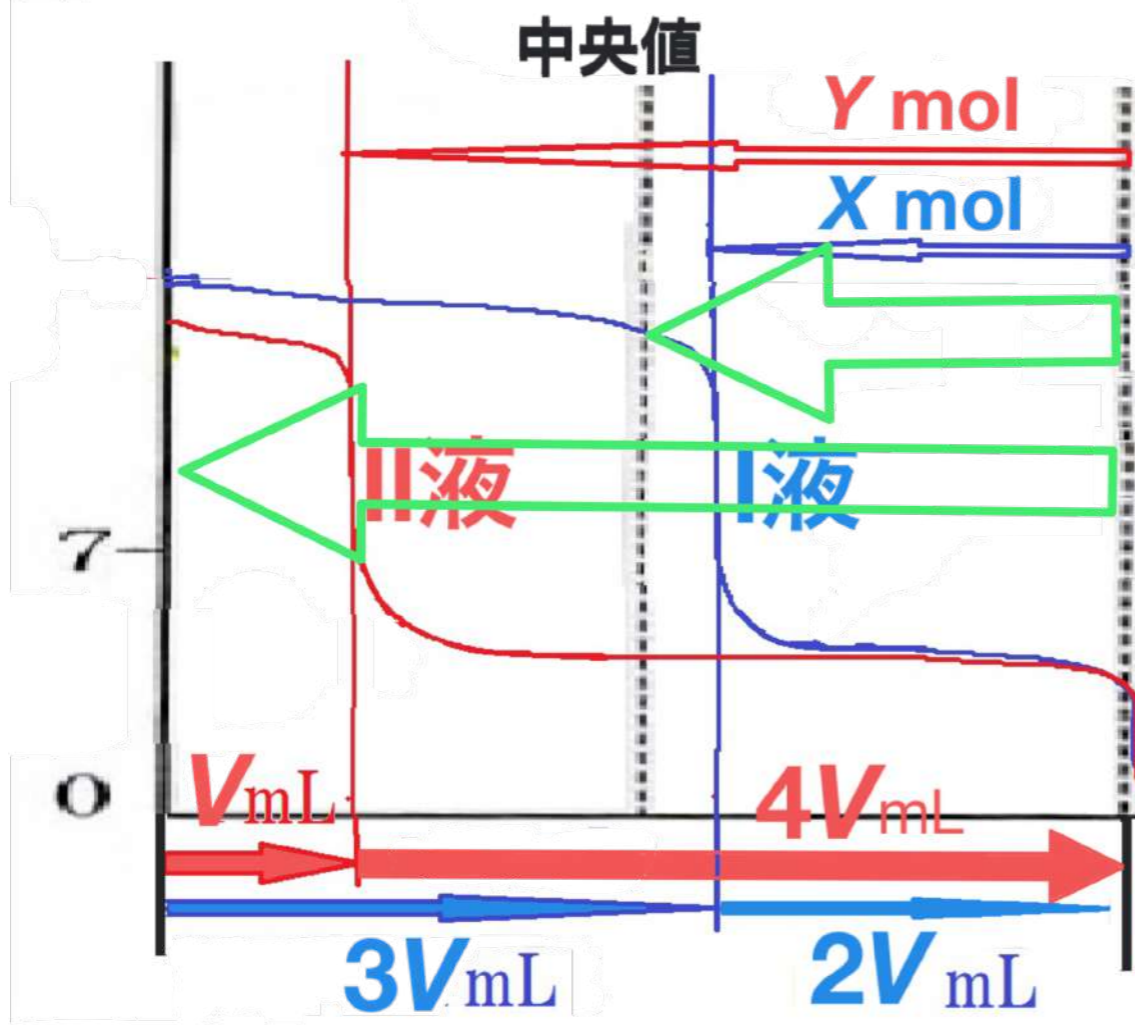
step2;各題材の滴定曲線の特徴を掴み、
その量的関係を整理しておこう♡



3 さらに、既知の具体的な数値は？



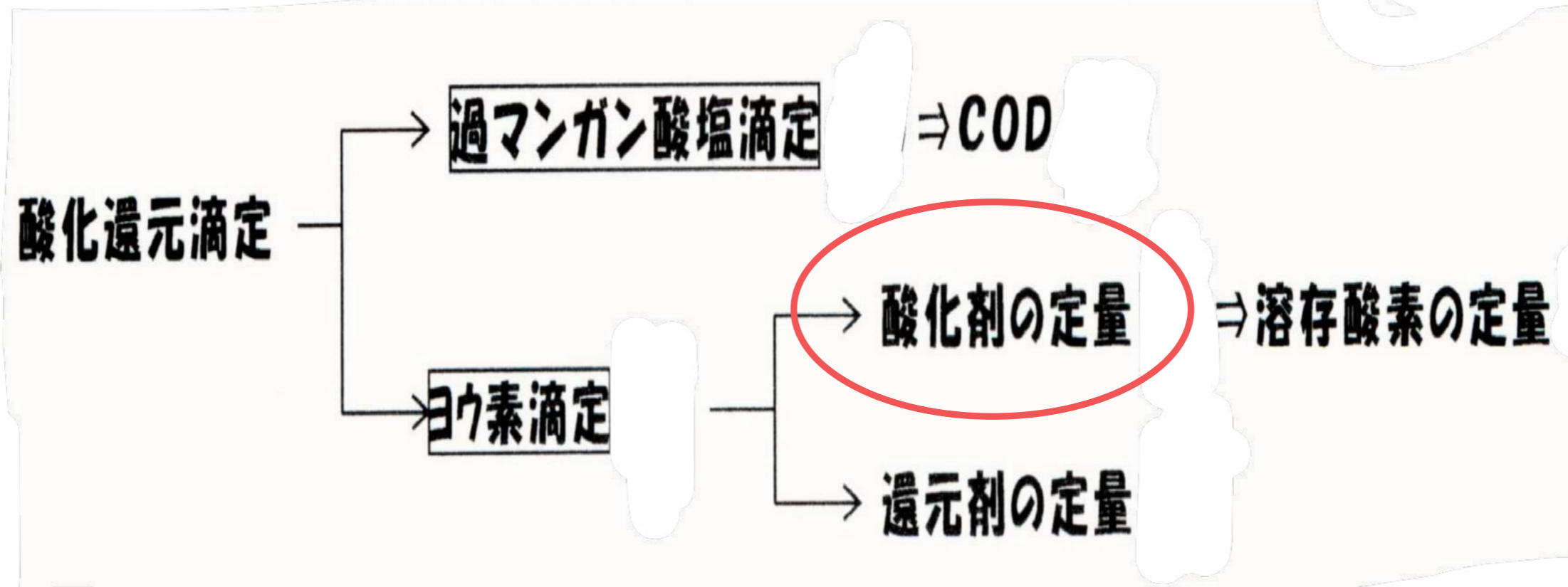
3 さらに、既知の具体的な数値は？



CO₂を加えた。
0.50 × 10⁻² mol CO₂
1.00 × 10⁻² mol CO₂

すなわち、
X = 4.0 × 10⁻³ mol
Y = 8.0 × 10⁻³ mol

Ⅲ-2 学習テーマ



Fe^{3+} という酸化剤の定量
 $(\text{Fe}^{3+} + e^{-} \rightarrow \text{Fe}^{2+})$

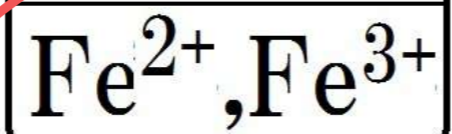
Ⅲ－２

ここでは、単に解答を導くことよりも、
というか、導けてかつ、

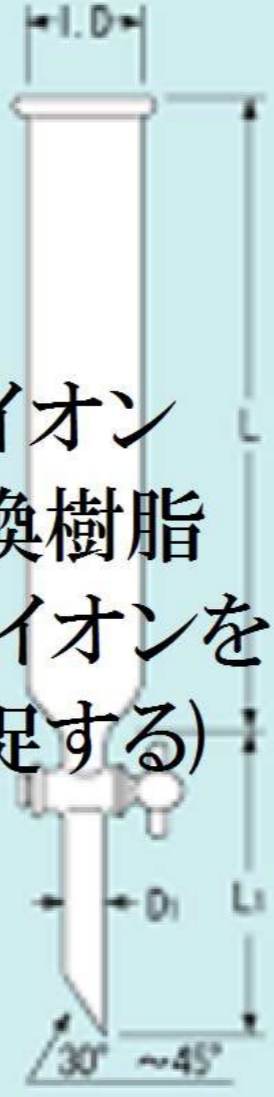
全体の流れがすっきりと頭に入っていることが
肝要だと思います。

解答を導く前に、

全体の流れを確認しておきましょう。

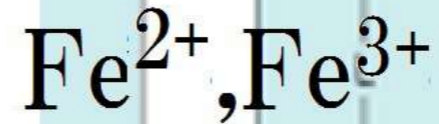


①

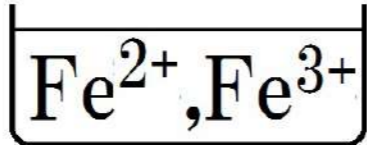


陽イオン
交換樹脂
(陽イオンを
捕捉する)

②

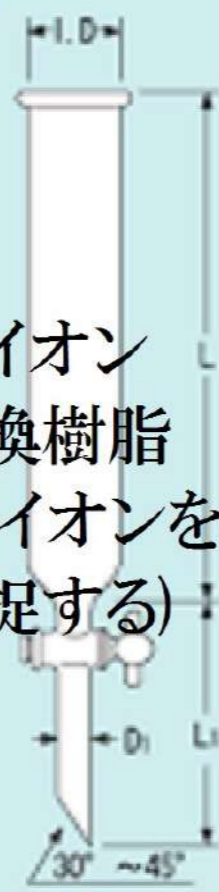


全鉄イオン
が捕捉された。

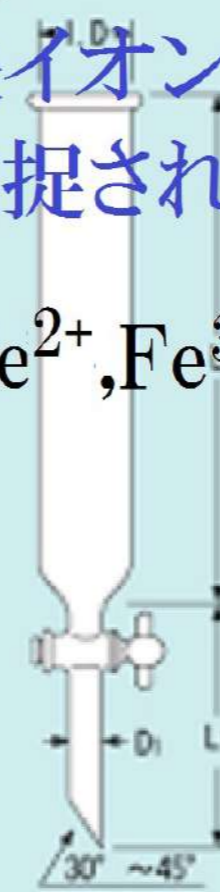
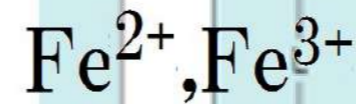


①

陽イオン
交換樹脂
(陽イオンを
捕捉する)



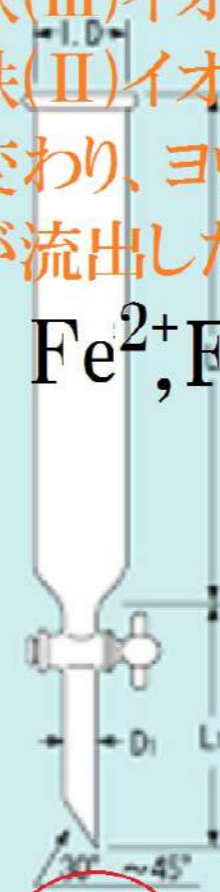
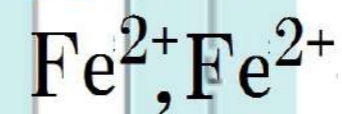
② 全鉄イオン
が捕捉された。

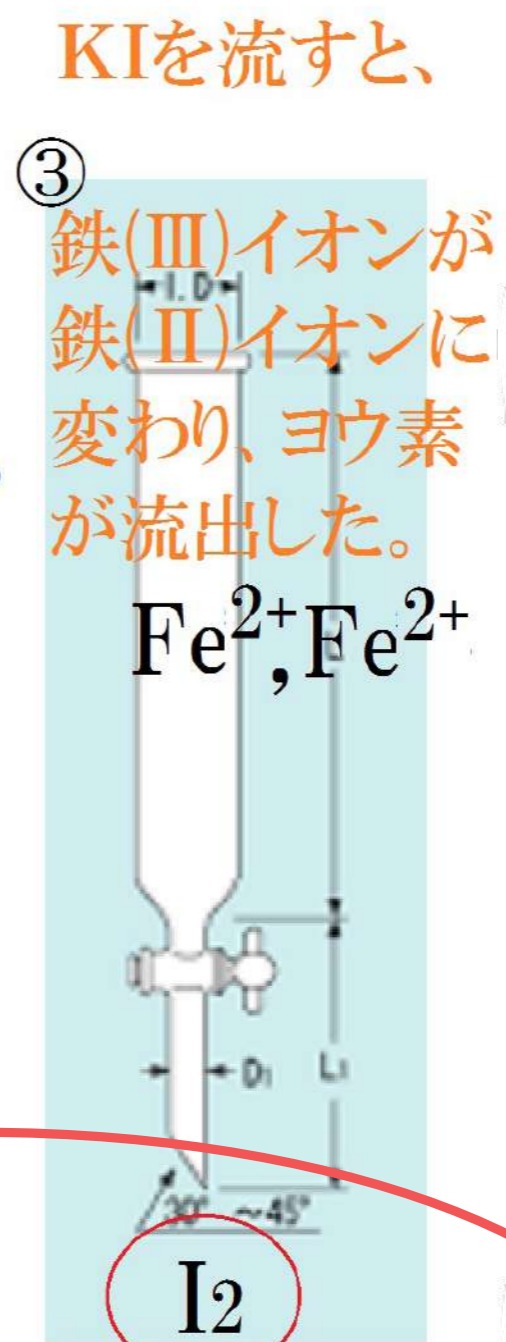
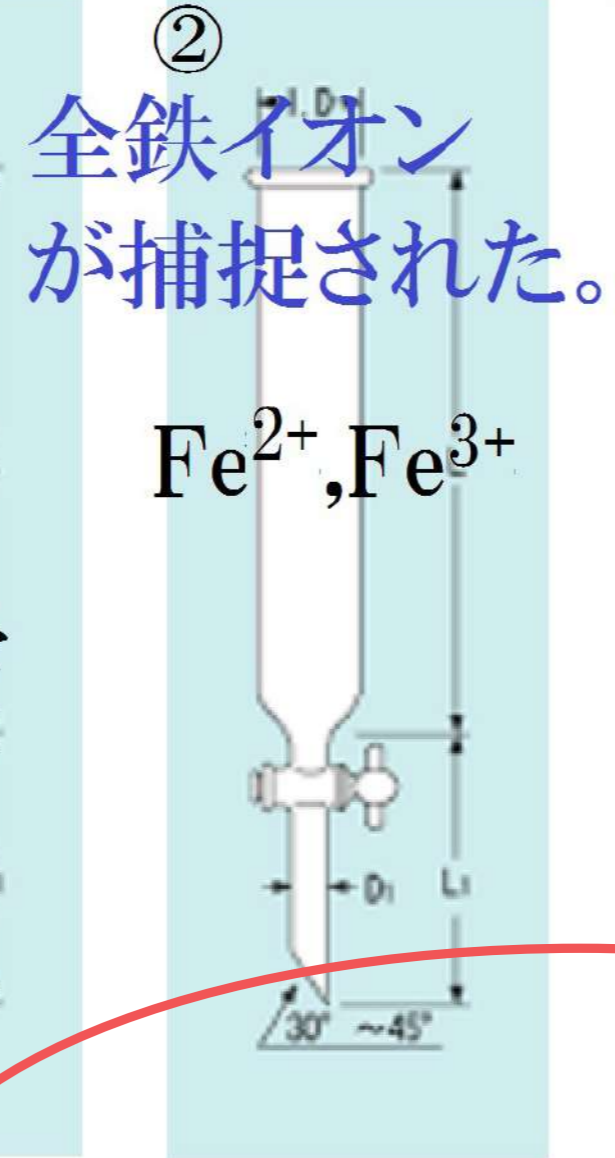
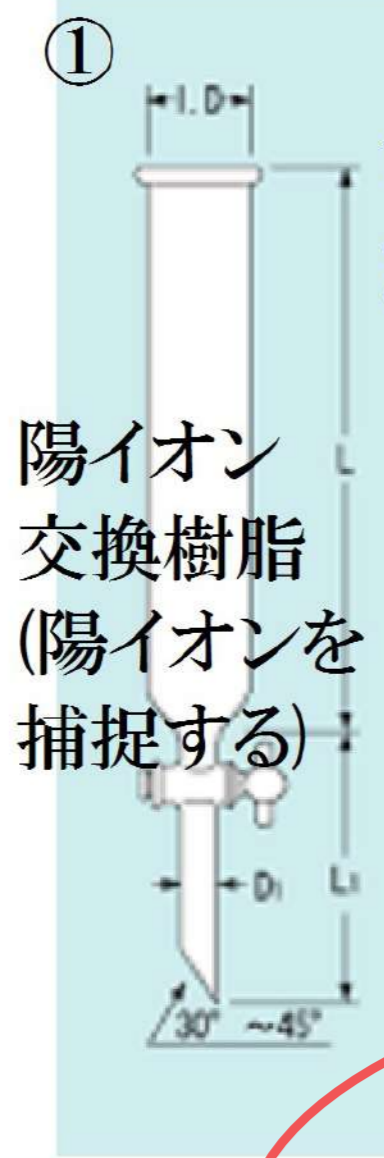
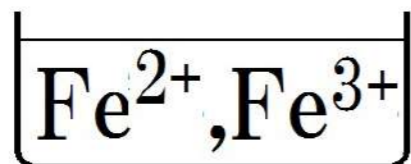


KIを流すと、

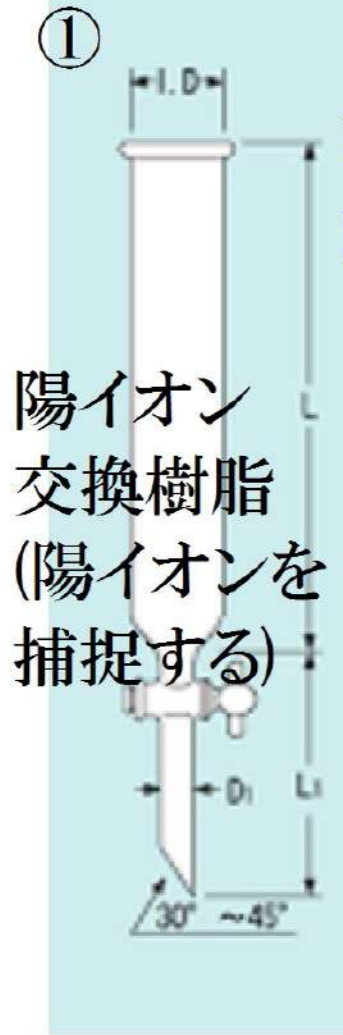
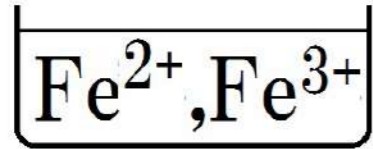
③

鉄(III)イオンが
鉄(II)イオンに
変わり、ヨウ素
が流出した。

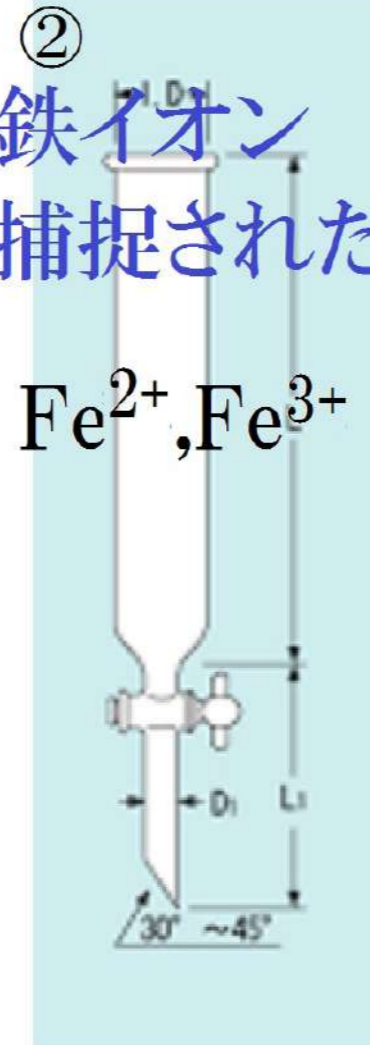




チオ硫酸ナトリウムで滴定した。
⇒ 鉄(III)イオン情報

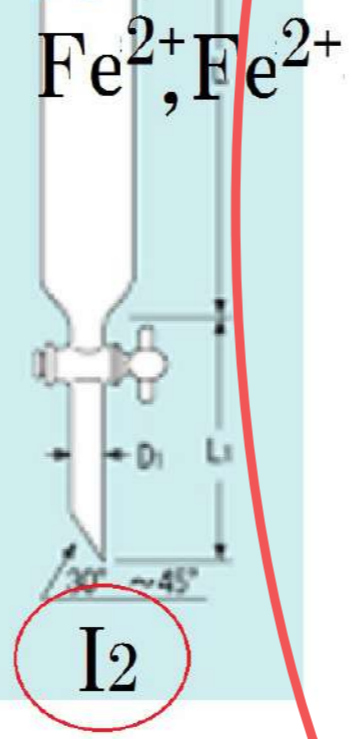


② 全鉄イオンが捕捉された。

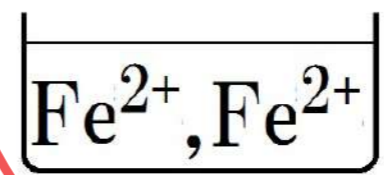
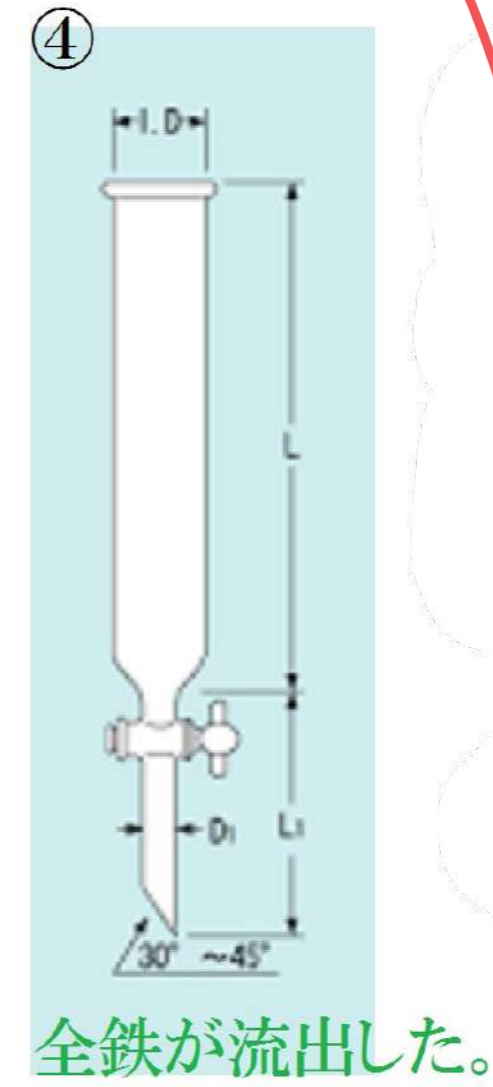


KIを流すと、

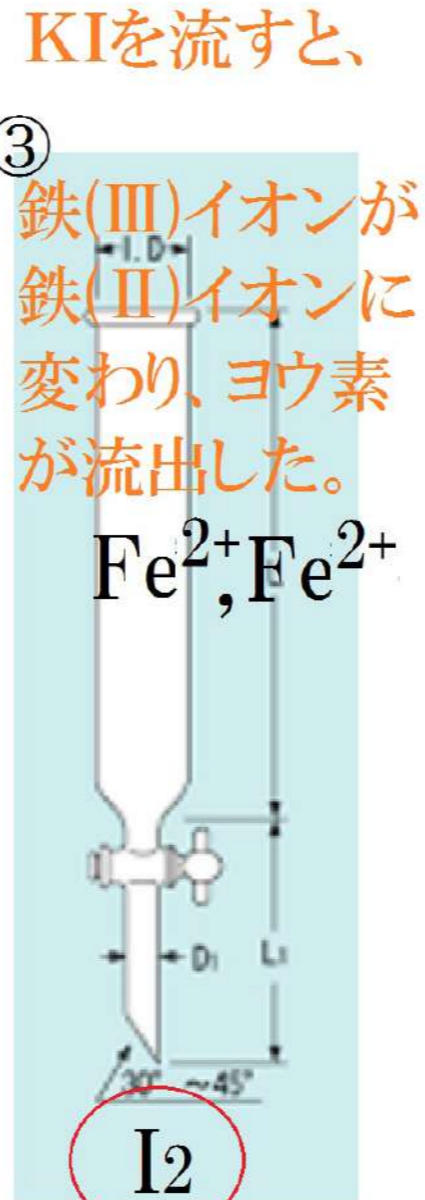
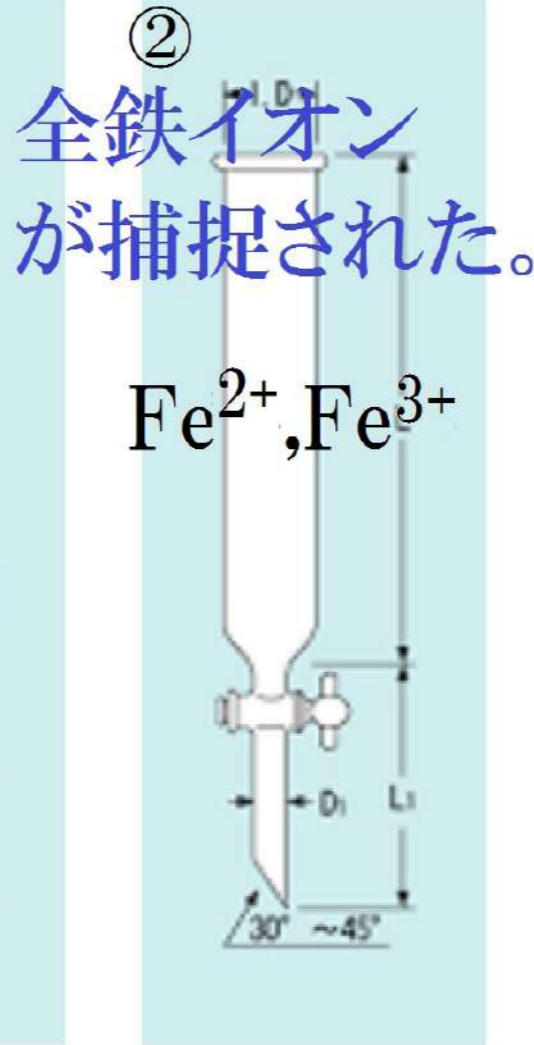
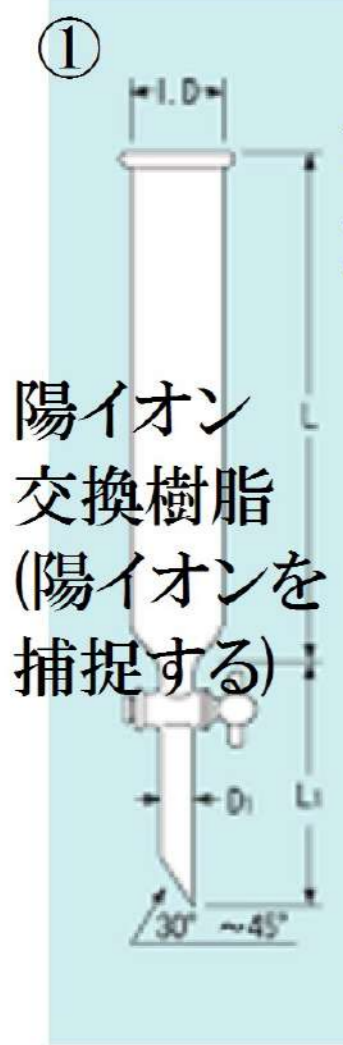
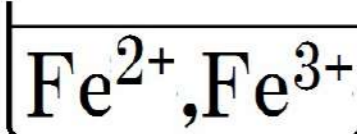
③ 鉄(III)イオンが鉄(II)イオンになり、ヨウ素が流出した。



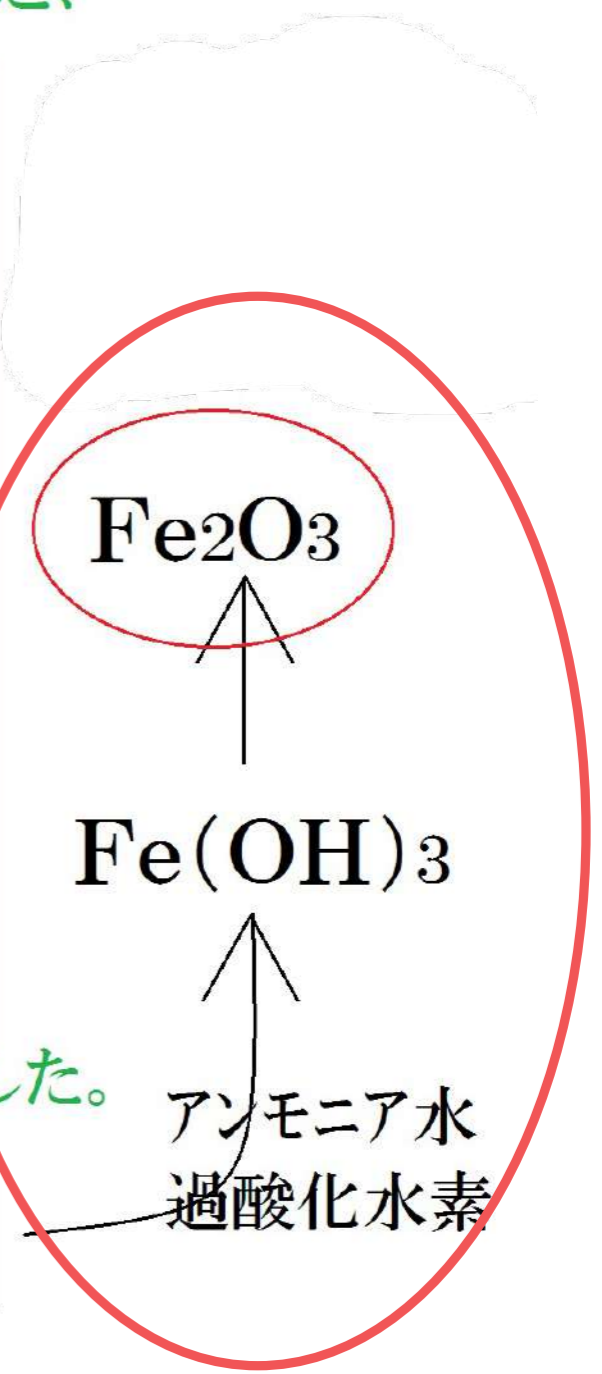
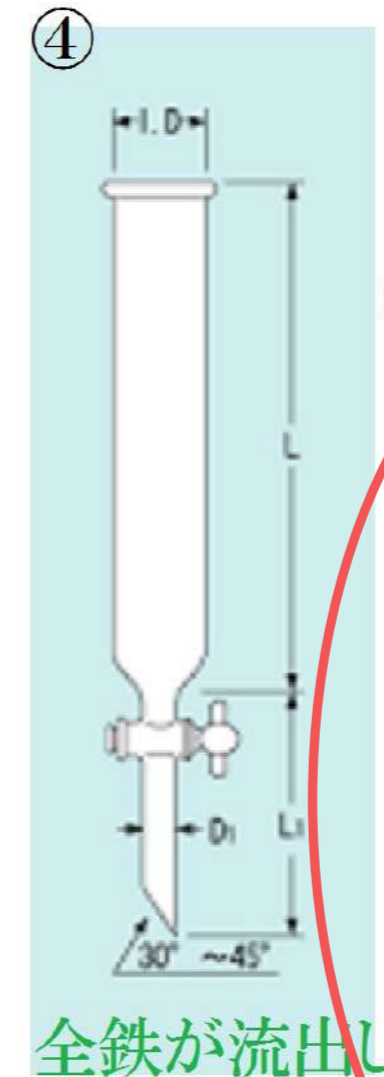
塩酸を加えると、



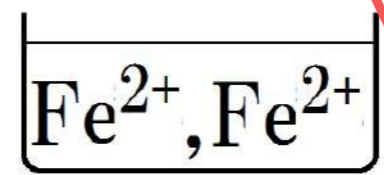
チオ硫酸ナトリウムで滴定した。
⇒ 鉄(III)イオン情報

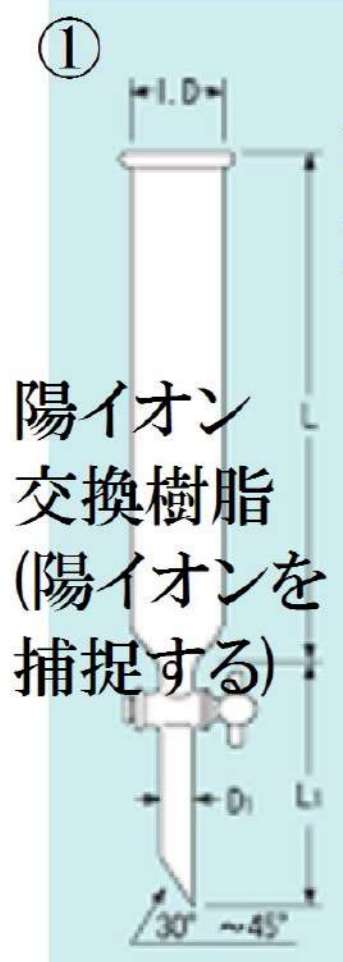
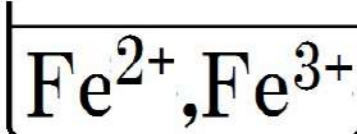


塩酸を加えると、

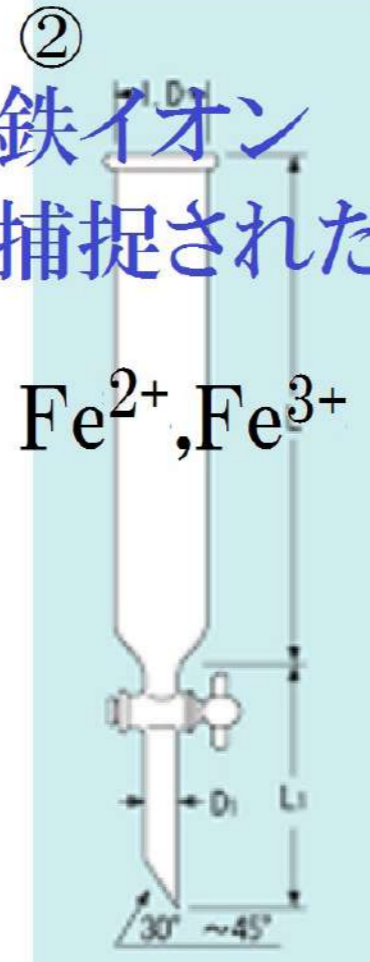


チオ硫酸ナトリウムで滴定した。
⇒ 鉄(III)イオン情報



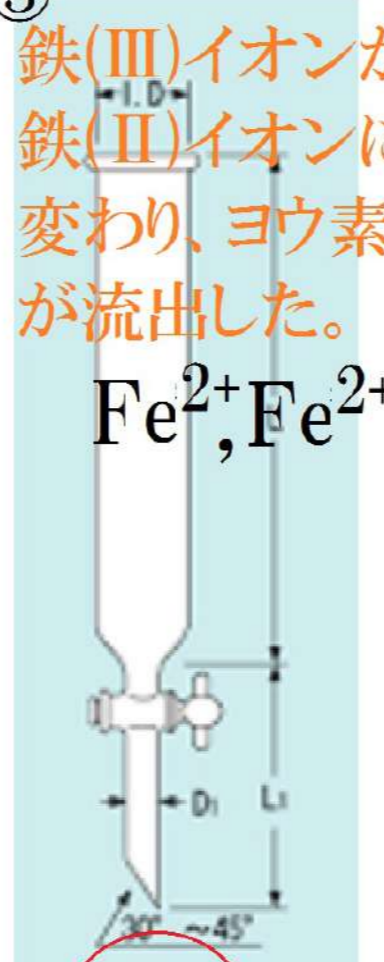


② 全鉄イオンが捕捉された。

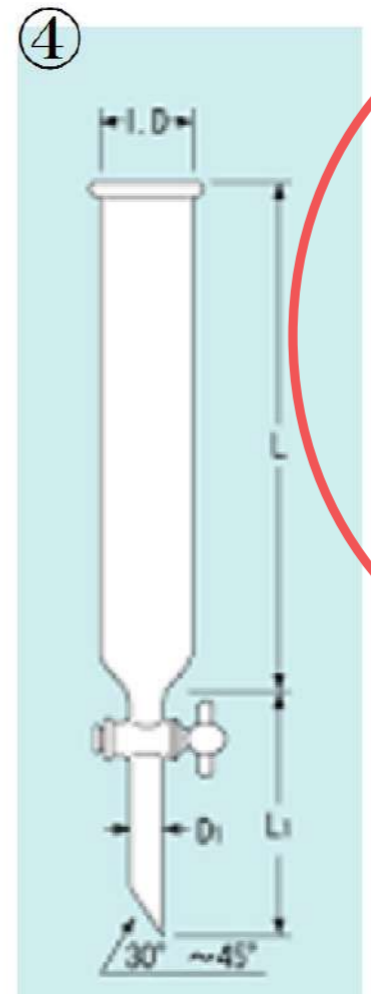


KIを流すと、

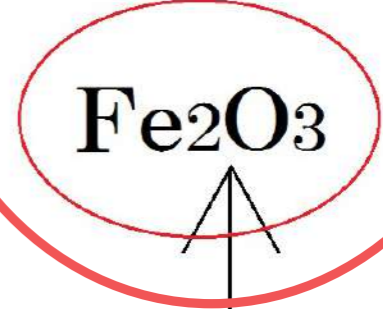
③ 鉄(III)イオンが鉄(II)イオンになり、ヨウ素が流出した。



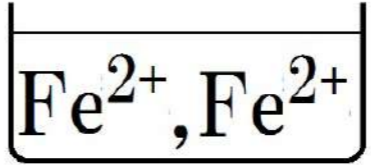
塩酸を加えると、



全鉄情報
↑
質量を求めた。



アンモニア水
過酸化水素



チオ硫酸ナトリウムで滴定した。
⇒ 鉄(III)イオン情報

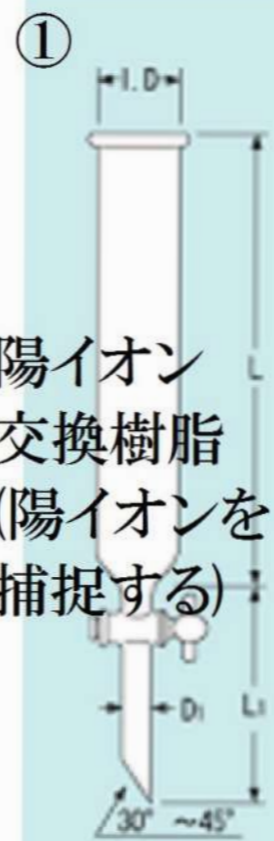
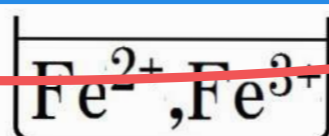
III-2 酸化還元

問 i Fe^{3+} の物質量を χ mol とおく。ヨウ化カリウム水溶液をカラムに通すと、

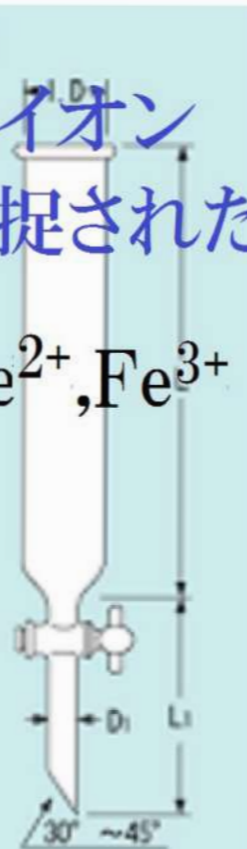
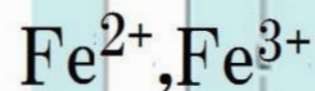


という反応によって、

χ mol の Fe^{3+} から I_2 $\frac{1}{2}\chi$ mol が生じた。

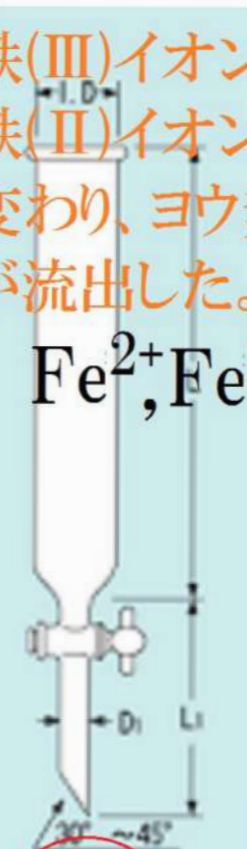
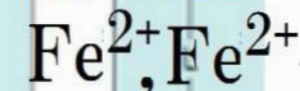


② 全鉄イオン
が捕捉された。



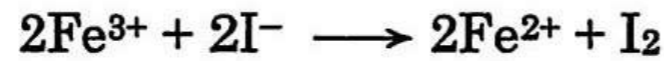
KI を流すと、

③ 鉄(III)イオンが
鉄(II)イオンに
変わり、ヨウ素
が流出した。



III-2 酸化還元

問 i Fe^{3+} の物質量を χ mol とおく。ヨウ化カリウム水溶液をカラムに通すと、



という反応によって、

χ mol の Fe^{3+} から I_2 $\frac{1}{2}\chi$ mol が生じた。

さらに生成したヨウ素をチオ硫酸ナトリウムで滴定すると、

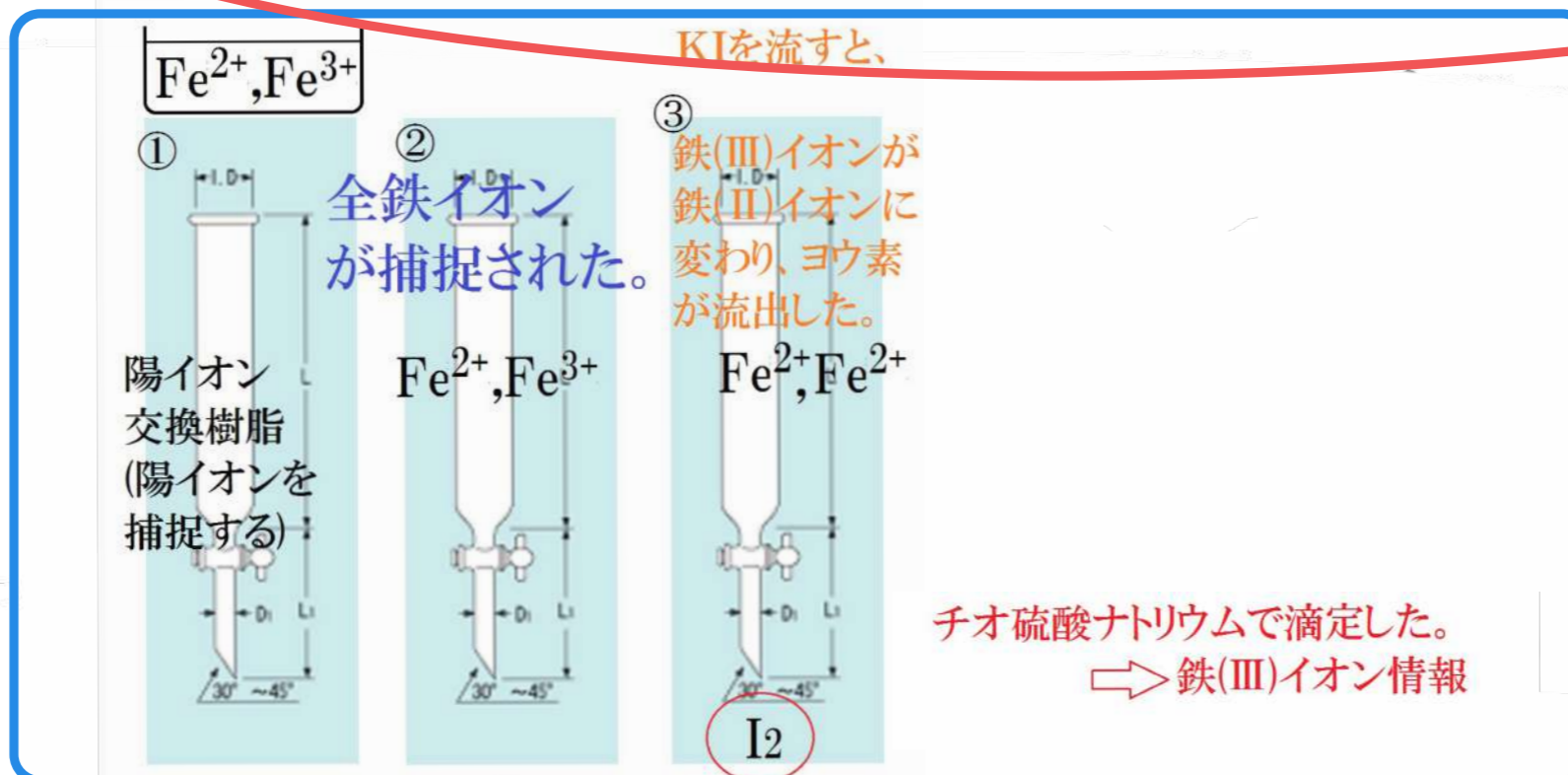


という反応によって、

チオ硫酸ナトリウムが χ mol 消費され、これが

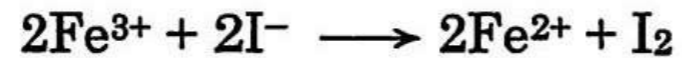
$$2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000}$$

mol に相当する。



III-2 酸化還元

問 i Fe^{3+} の物質量を x mol とおく。ヨウ化カリウム水溶液をカラムに通すと、



という反応によって、

x mol の Fe^{3+} から I_2 $\frac{1}{2}x$ mol が生じた。

さらに生成したヨウ素をチオ硫酸ナトリウムで滴定すると、



という反応によって、

チオ硫酸ナトリウムが x mol 消費され、これが $2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000}$

mol に相当する。

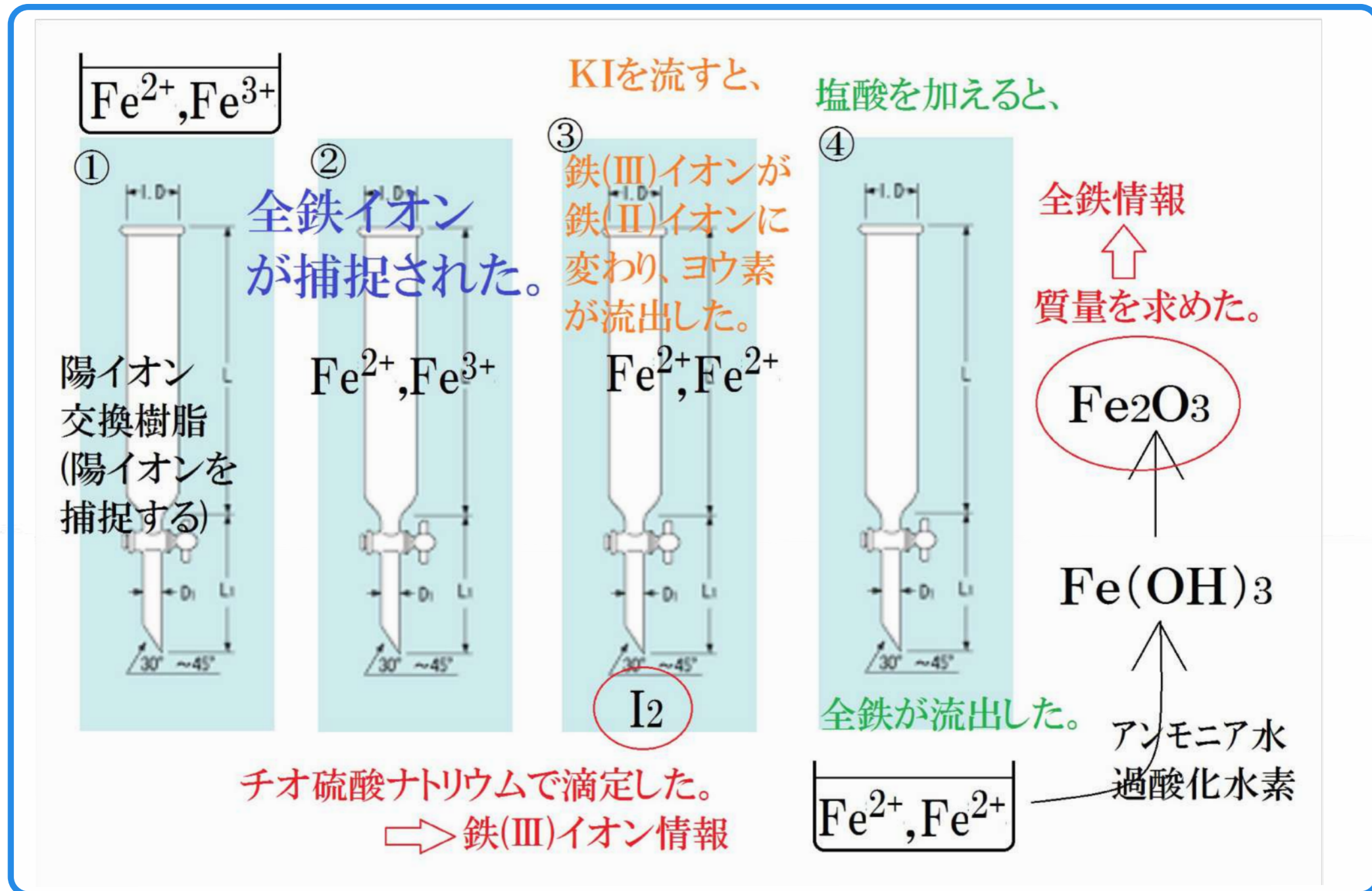
すなわち、 $x = 2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000}$

問われているのは質量 ($56x$ [g]) だから、

プリントには記されていません。

よって、求める値は、 $56 \times 2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000} = 6.94 \times 10^{-2}$ (g)

問 ii はじめの鉄イオンが全て $\text{Fe}_2\text{O}_3 (= 160)$ となったと考えてよい。



よって、求める値は、 $56 \times 2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000} = 6.94 \times 10^{-2} \text{ (g)}$

問 ii はじめの鉄イオンが全て $\text{Fe}_2\text{O}_3 (= 160)$ となったと考えてよい。
全鉄イオンの質量は？

$$0.124 \times \frac{56 \times 2}{160} = 8.68 \times 10^{-2} \text{ (g)}$$

よって、求める値は、

【解答】 問 i $6.9 \times 10^{-2} \text{ g}$

問 ii 20%

鉄(III)の質量

よって、求める値は、 $56 \times 2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000} = 6.94 \times 10^{-2} \text{ (g)}$

問 ii はじめの鉄イオンが全て $\text{Fe}_2\text{O}_3 (= 160)$ となったと考えてよい。
全鉄イオンの質量は？

$$0.124 \times \frac{56 \times 2}{160} = 8.68 \times 10^{-2} \text{ (g)} \quad \text{全鉄の質量}$$

よって、求める値は、

$$\text{鉄(II)の\%} = \frac{8.68 \times 10^{-2} - 6.94 \times 10^{-2}}{8.68 \times 10^{-2}} \times 100 = 20.0 \text{ (\%)}$$

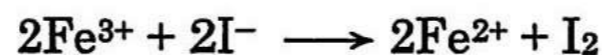
【解答】 問 i $6.9 \times 10^{-2} \text{ g}$

問 ii 20%

再掲

III-2 酸化還元

問 i Fe^{3+} の物質量を χ mol とおく。ヨウ化カリウム水溶液をカラムに通すと、



という反応によって、

χ mol の Fe^{3+} から I_2 $\frac{1}{2}\chi$ mol が生じた。

さらに生成したヨウ素をチオ硫酸ナトリウムで滴定すると、



という反応によって、

チオ硫酸ナトリウムが χ mol 消費され、これが $2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000}$

mol に相当する。

よって、求める値は、 $56 \times 2.00 \times 10^{-2} \times \frac{62.0}{1000} = 6.94 \times 10^{-2}$ (g)

問 ii はじめの鉄イオンが全て Fe_2O_3 (= 160) となったと考えてよい。

全鉄イオンの質量は？

$$0.124 \times \frac{56 \times 2}{160} = 8.68 \times 10^{-2} \text{ (g)}$$

よって、求める値は、

$$\frac{8.68 \times 10^{-2} - 6.94 \times 10^{-2}}{8.68 \times 10^{-2}} \times 100 = 20.0 \text{ (\%)}$$

【解答】 問 i 6.9×10^{-2} g

問 ii 20%

導線と抵抗

電子

還元剤

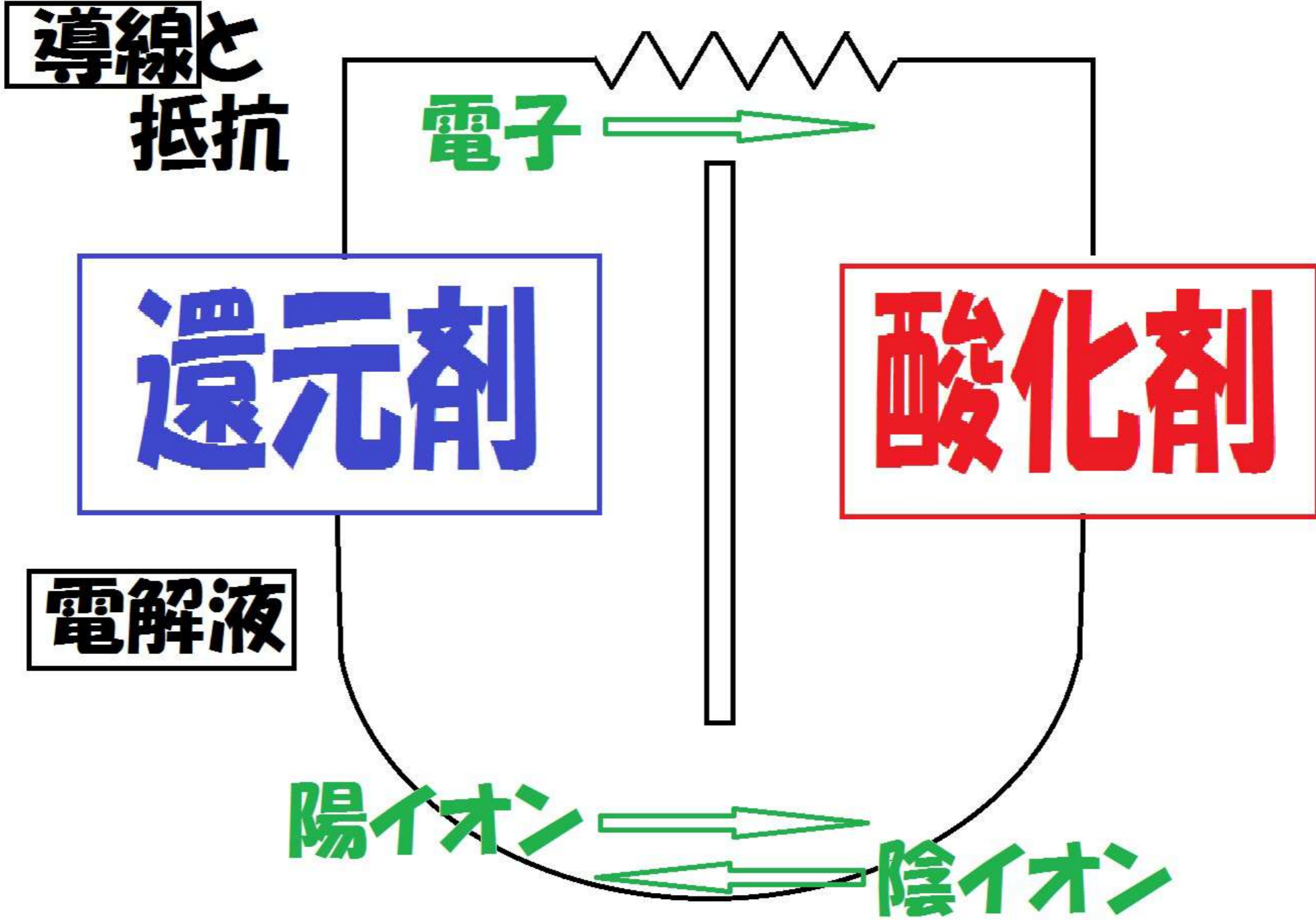
酸化剤

電解液

陽イオン

陰イオン

図1



電池の構成の例って？

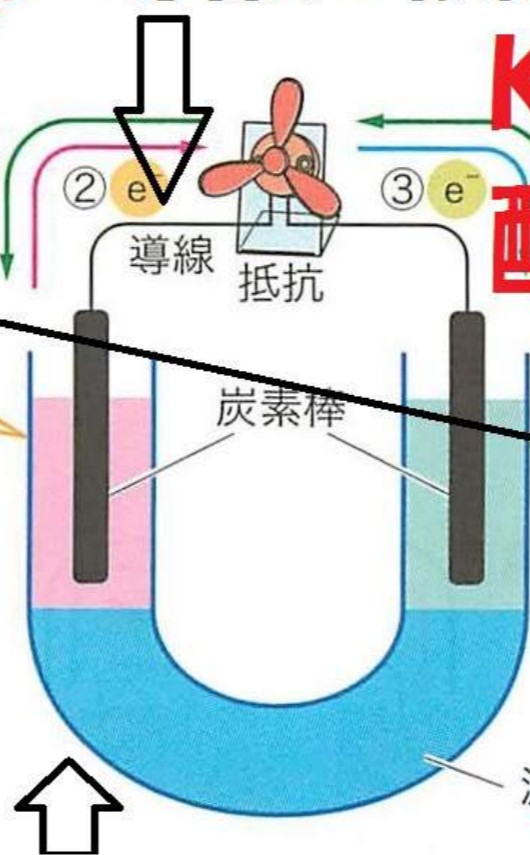
導線(+抵抗)で結ばれ、

KIという還元剤がある

KMnO₄という酸化剤がある

①
 負極活物質
 還元剤は KI
 電子の放出
 次の酸化反応が起こる。
 $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$

④
 正極活物質
 酸化剤は KMnO₄
 電子の受け取り
 次の還元反応が起こる。
 $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$
両者は引き離されている。



電解液でも結ばれている。

電流は流れる！！

Ⅲ-3

典型的な鉛蓄電池の計算ですね。

問 i 鉛蓄電池の放電での全体の変化は、

電子が 1 mol 流れると、電池 1 つにつき (電解液を電池 3 組に用いたことに注意)

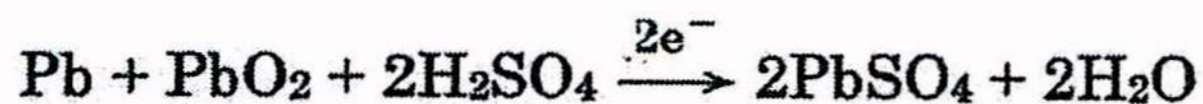
電解液中では H_2SO_4 が する。

H_2O が する。

求める総質量を $x[\text{g}]$ とおくと、

III-3

問 i 鉛蓄電池の放電での全体の変化は、



電子が 1 mol 流れると、電池 1 つにつき (電解液を電池 3 組に用いたことに注意)

H_2SO_4 が する。

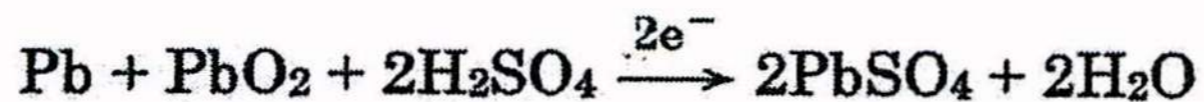
電解液中では

H_2O が する。

求める総質量を $x[\text{g}]$ とおくと、

III-3

問 i 鉛蓄電池の放電での全体の変化は、



電子が 1 mol 流れると、電池 1 つにつき (電解液を電池 3 組に用いたことに注意)

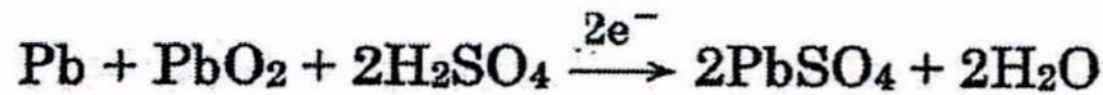
H_2SO_4 が 1 mol 減少 する。

電解液中では

H_2O が 1 mol 増加 する。

求める総質量を $x[\text{g}]$ とおくと、

問 i 鉛蓄電池の放電での全体の変化は、



電子が 1 mol 流れると、電池 1 つにつき (電解液を電池 3 組に用いたことに注意)

電解液中では H_2SO_4 が 1 mol 減少 する。

H_2O が 1 mol 増加 する。

求める総質量を $x[\text{g}]$ とおくと、

$$\frac{x \times \frac{35.0}{100} - 98 \times 0.500 \times 3}{x - 98 \times 0.500 \times 3 + 18 \times 0.500 \times 3} \times 100 = 24.5(\%) \quad x = 1.12 \times 10^3 (\text{g})$$

最初の硫酸(溶質) / 硫酸(溶質)の減少量

$$x \times \frac{35.0}{100} - 98 \times 0.500 \times 3$$

電子は 0.500 mol 流れた。

$$\frac{x - 98 \times 0.500 \times 3 + 18 \times 0.500 \times 3}{x - 98 \times 0.500 \times 3 + 18 \times 0.500 \times 3} \times 100 = 24.5(\%) \quad x = 1.12 \times 10^3 (\text{g})$$

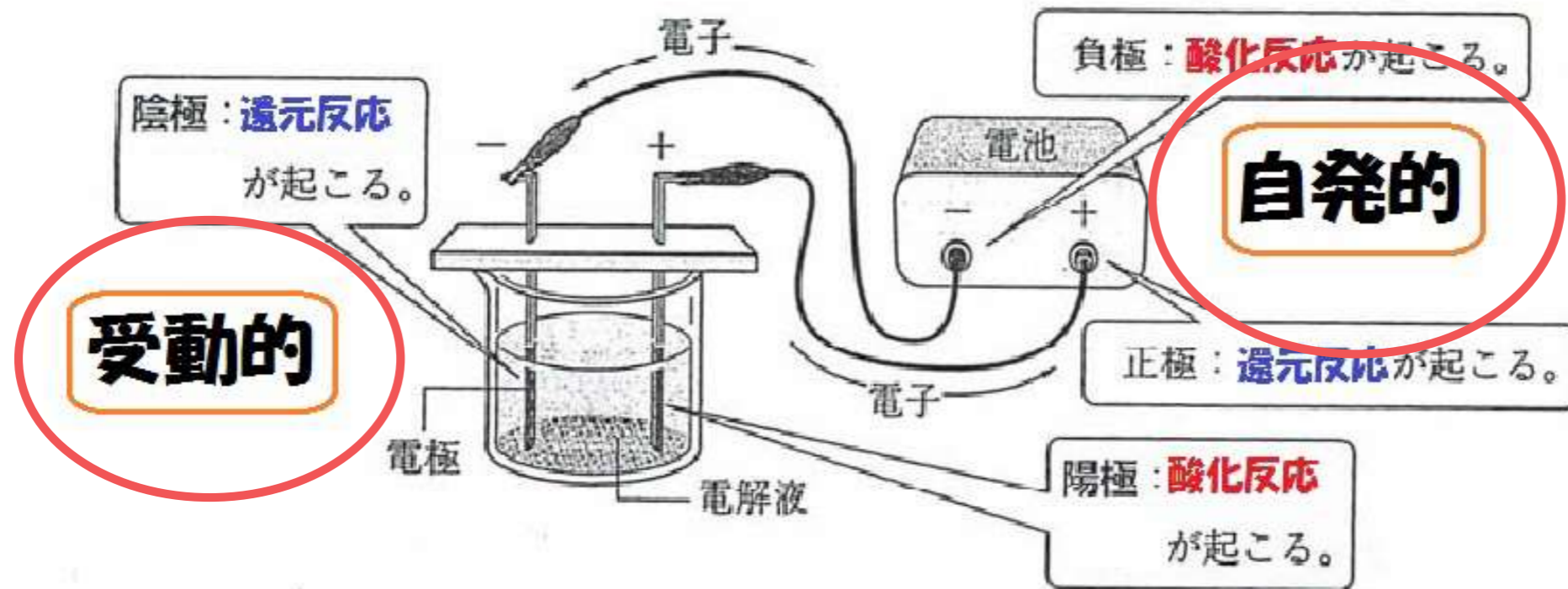
電解液は 3 つある。

最初の溶液

硫酸の減少量
(溶質)

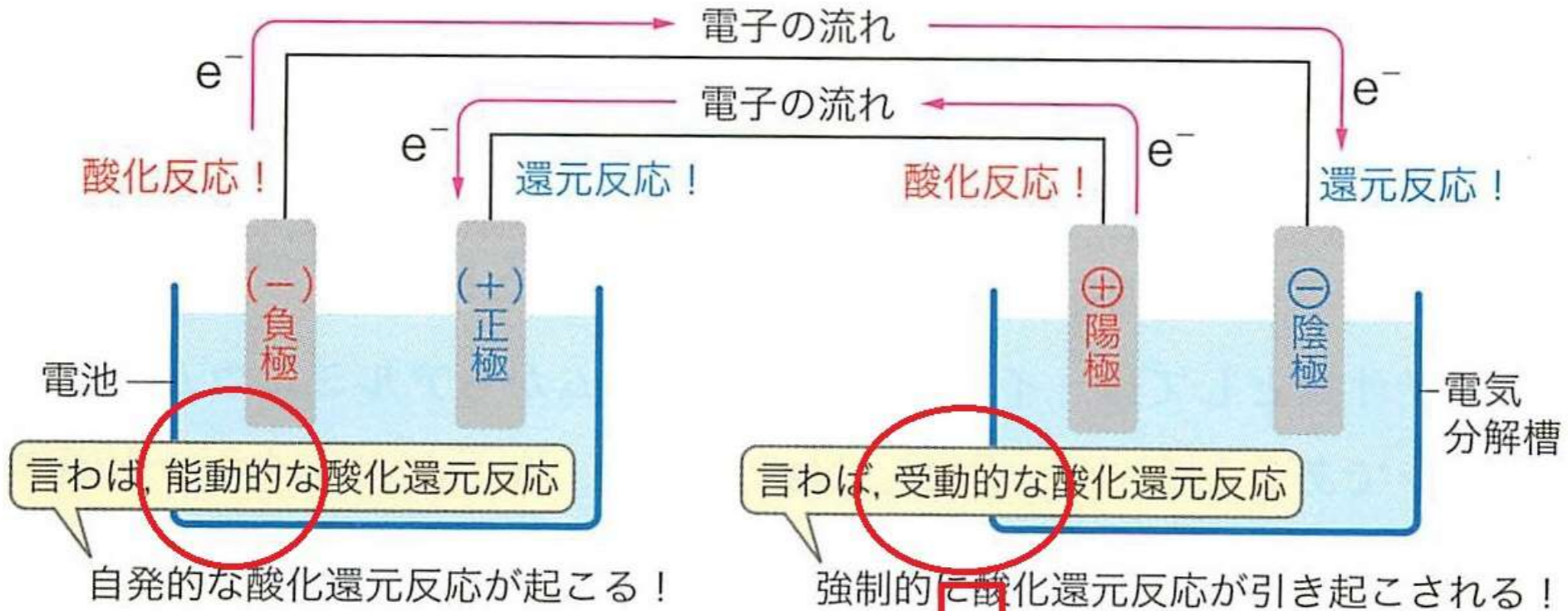
水の増加量

電池と電気分解を比較すると？



	(-)	(+)
電池	[負極] 酸化反応	[正極] 還元反応
電気分解	[陰極] 還元反応	[陽極] 酸化反応

電池と電気分解を比較すると？



自然界では起こりえない酸化還元反応でも起こせる！

魔法！！！！

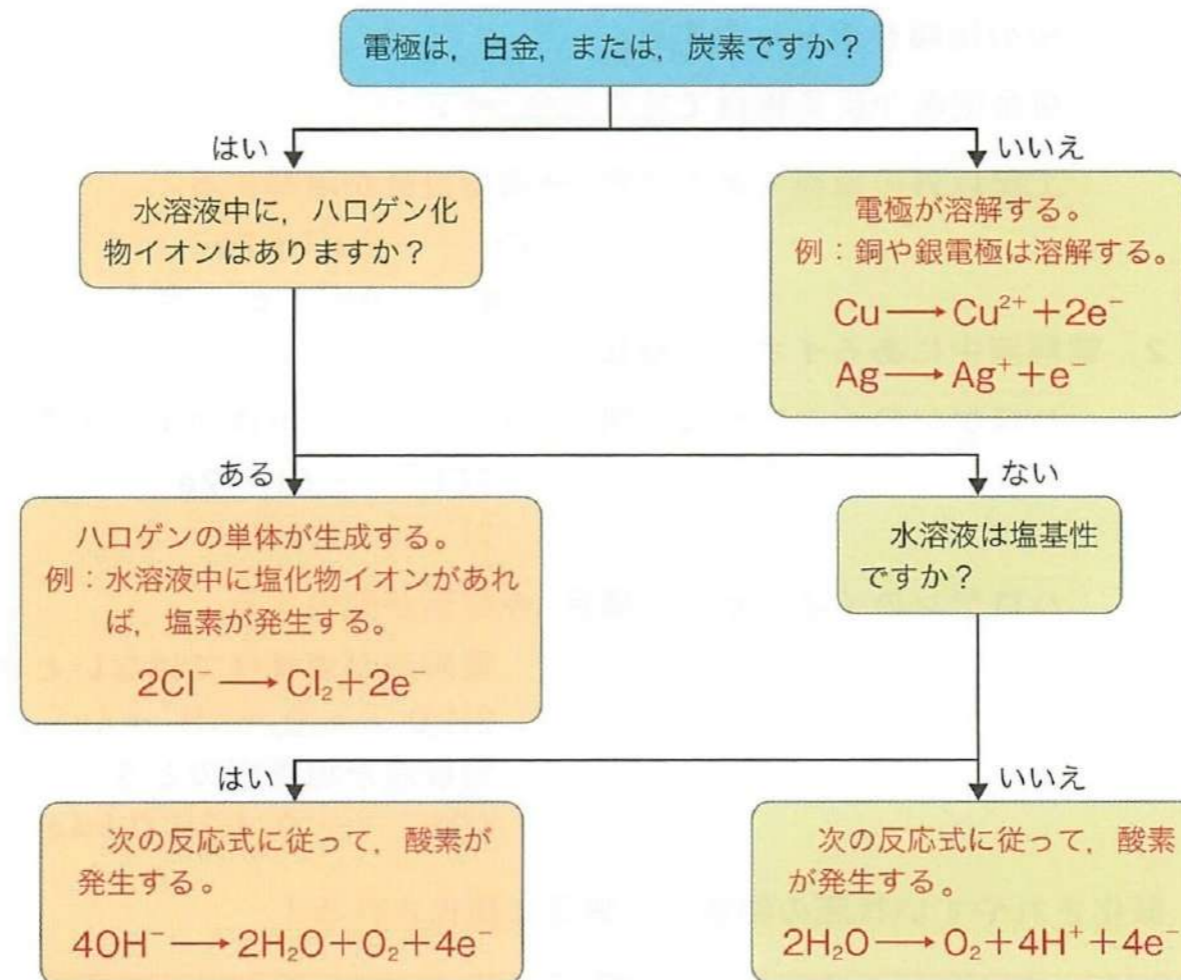
重要な化学工業の仕組みを理解できる程度に、電気分解に触れるのだと。

- ① **イオン交換膜法**
- ② **銅の電解精錬**
- ③ **アルミニウムの溶融塩電解**
(融解塩)

水溶液の電気分解において、次の酸化反応が

陽極で起こる反応は？（流れ図版）

起こりやすい！！



Fe^{2+} があるとき、 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$ が起こる！

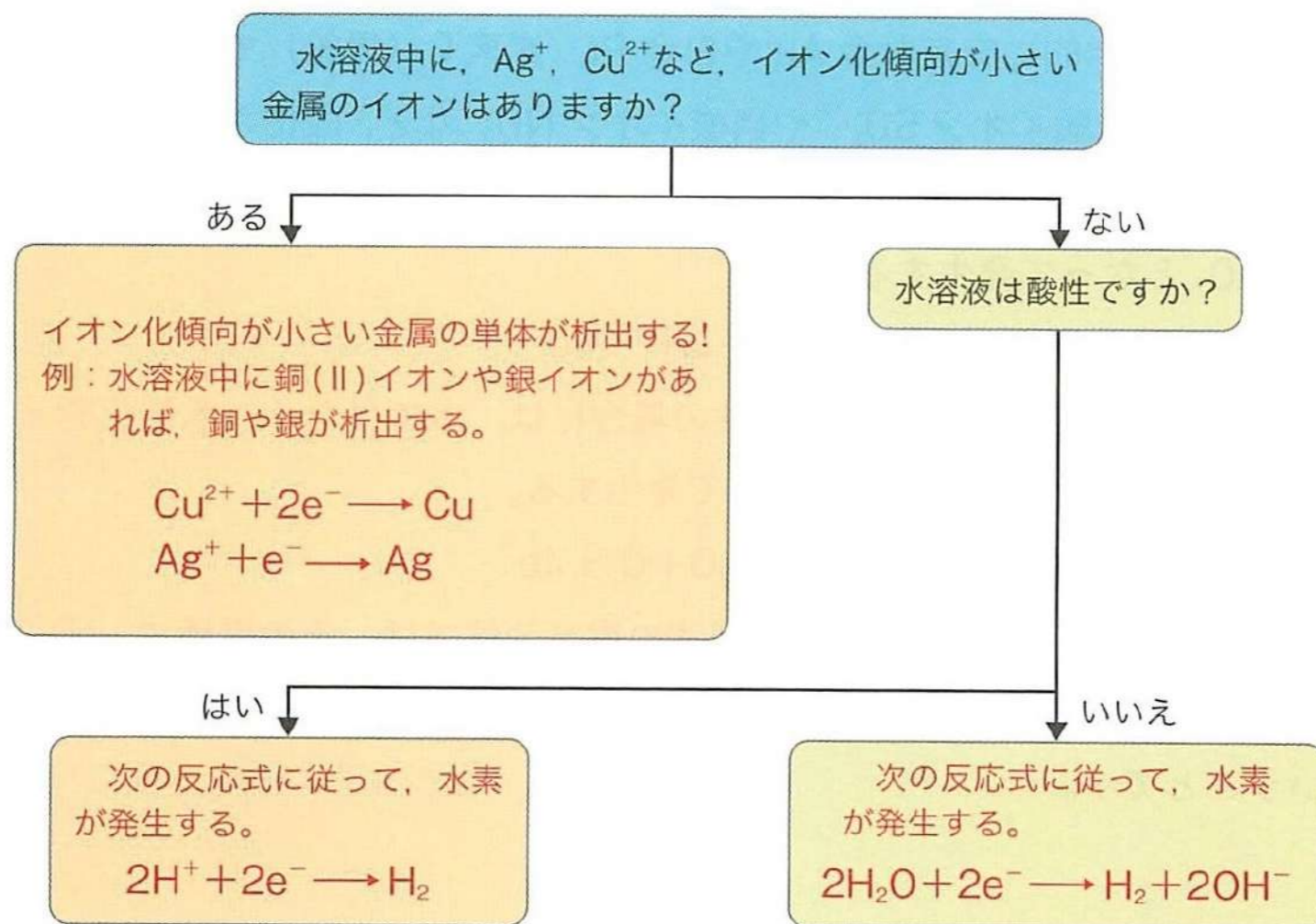
電極が溶解するか、
ハロゲンの単体が生成するか、
酸素が発生するか、



しっかりと
おさえて
おこう。

水溶液の電気分解において、次の還元反応が 起こりやすい！！

陰極で起こる反応は？（流れ図版）



Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} があるとき、各単体の析出と同時に H_2 が発生！

重金属単体が析出するか、
水素が発生するか、



しっかりと
おさえ
おこう。

典型かつ(東工大的には)基本問題といえますね。

問 II 問 A 各極板上での変化は以下の通り。

電解槽 A 陽極

陰極

電解槽 B 陽極

陰極

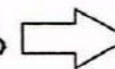
電解槽 C 陽極

陰極

電流計を流れた電子は、

回路 II を流れた電子は、

電解槽 B の陽極での銀の析出量から



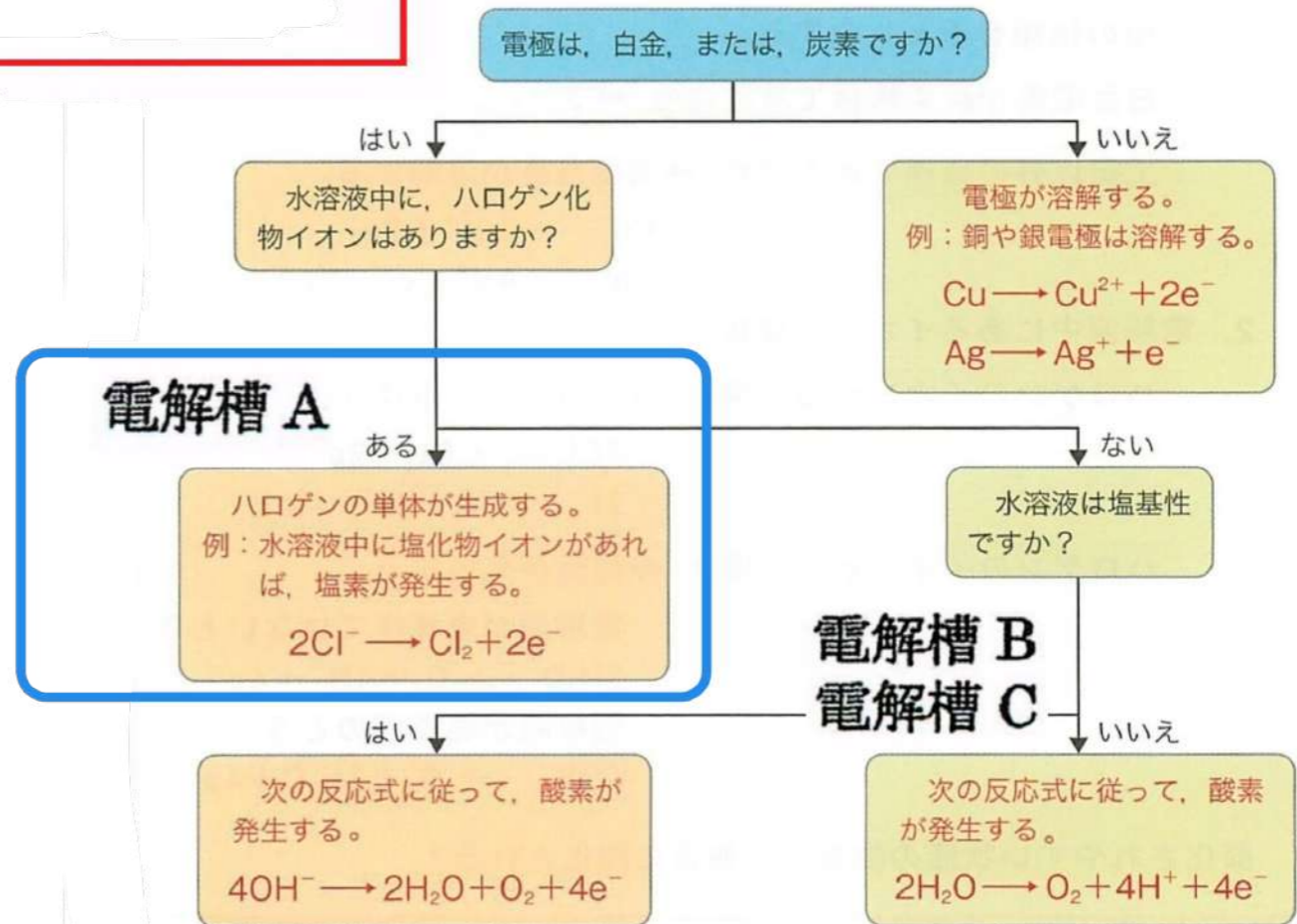
以上から、回路 I を流れた電子は、

問 ii 問 A 各極板上での変化は以下の通り。

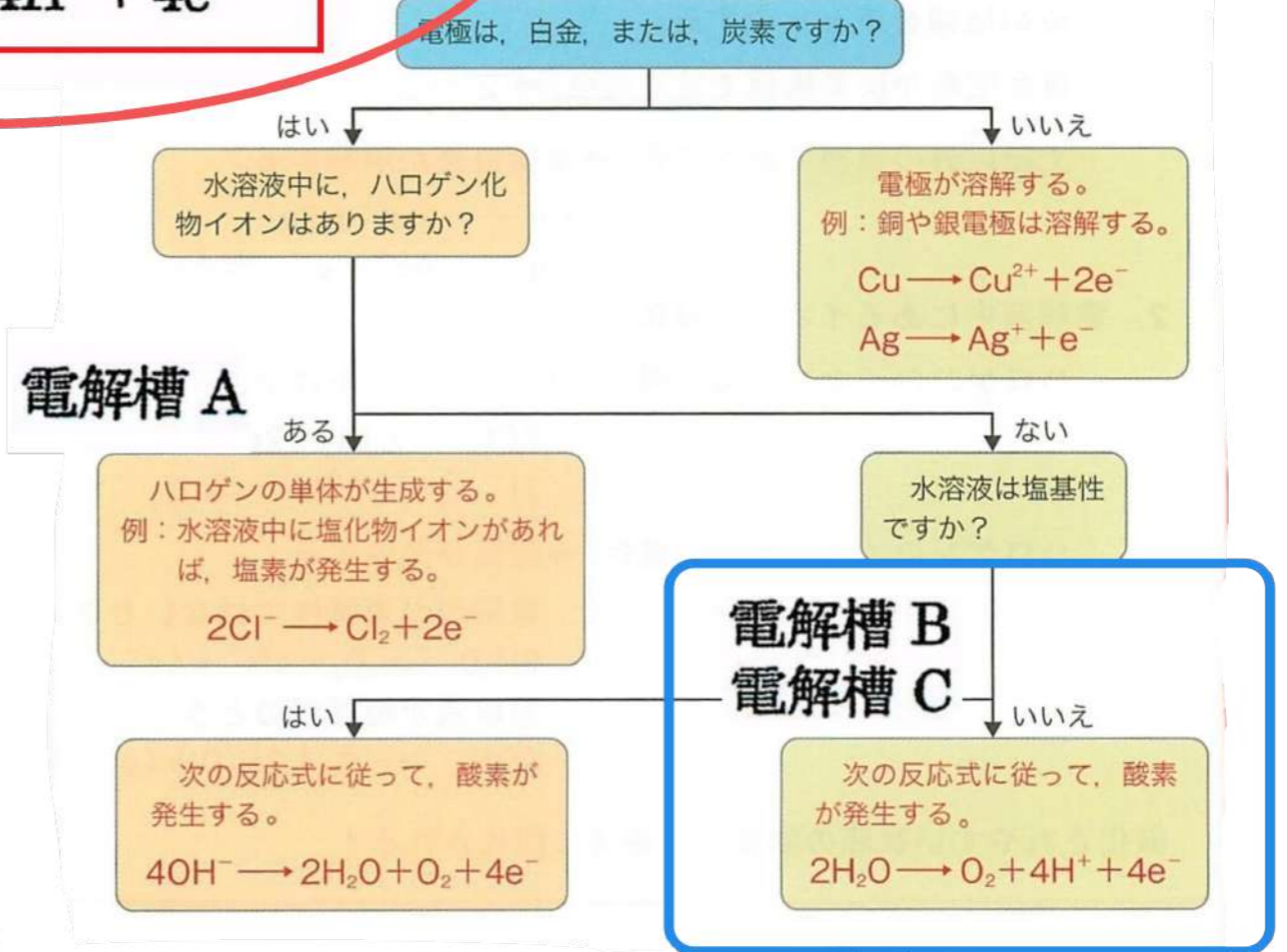
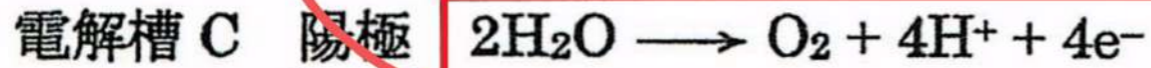
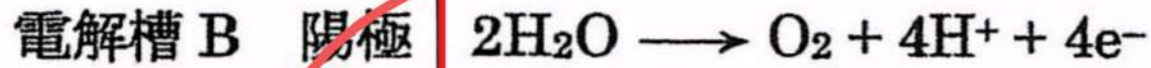


電解槽 B 陽極

電解槽 C 陽極

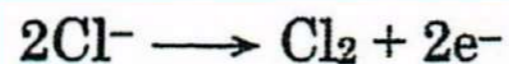


問 ii 問 A 各極板上での変化は以下の通り。



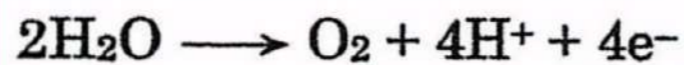
問 ii 問 A 各極板上での変化は以下の通り。

電解槽 A 陽極

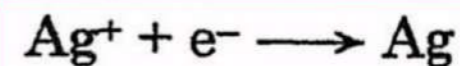


陰極

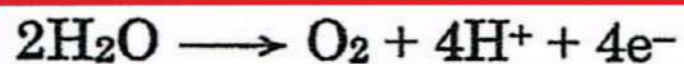
電解槽 B 陽極



陰極



電解槽 C 陽極



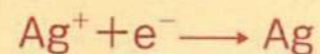
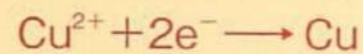
陰極

水溶液中に、 Ag^+ 、 Cu^{2+} など、イオン化傾向が小さい金属のイオンはありますか？

電解槽 B

ある ↓

イオン化傾向が小さい金属の単体が析出する！
例：水溶液中に銅(II)イオンや銀イオンがあれば、銅や銀が析出する。



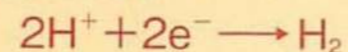
ない ↓

水溶液は酸性ですか？

電解槽 C

はい ↓

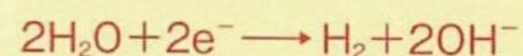
次の反応式に従って、水素が発生する。



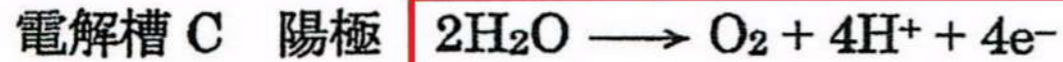
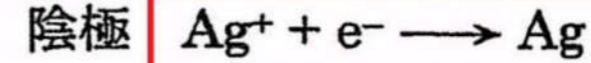
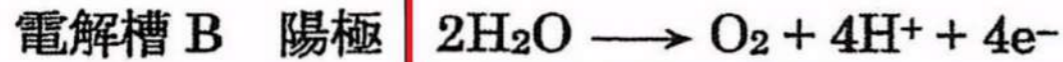
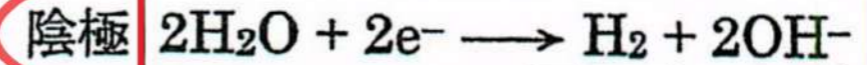
いいえ ↓

電解槽 A

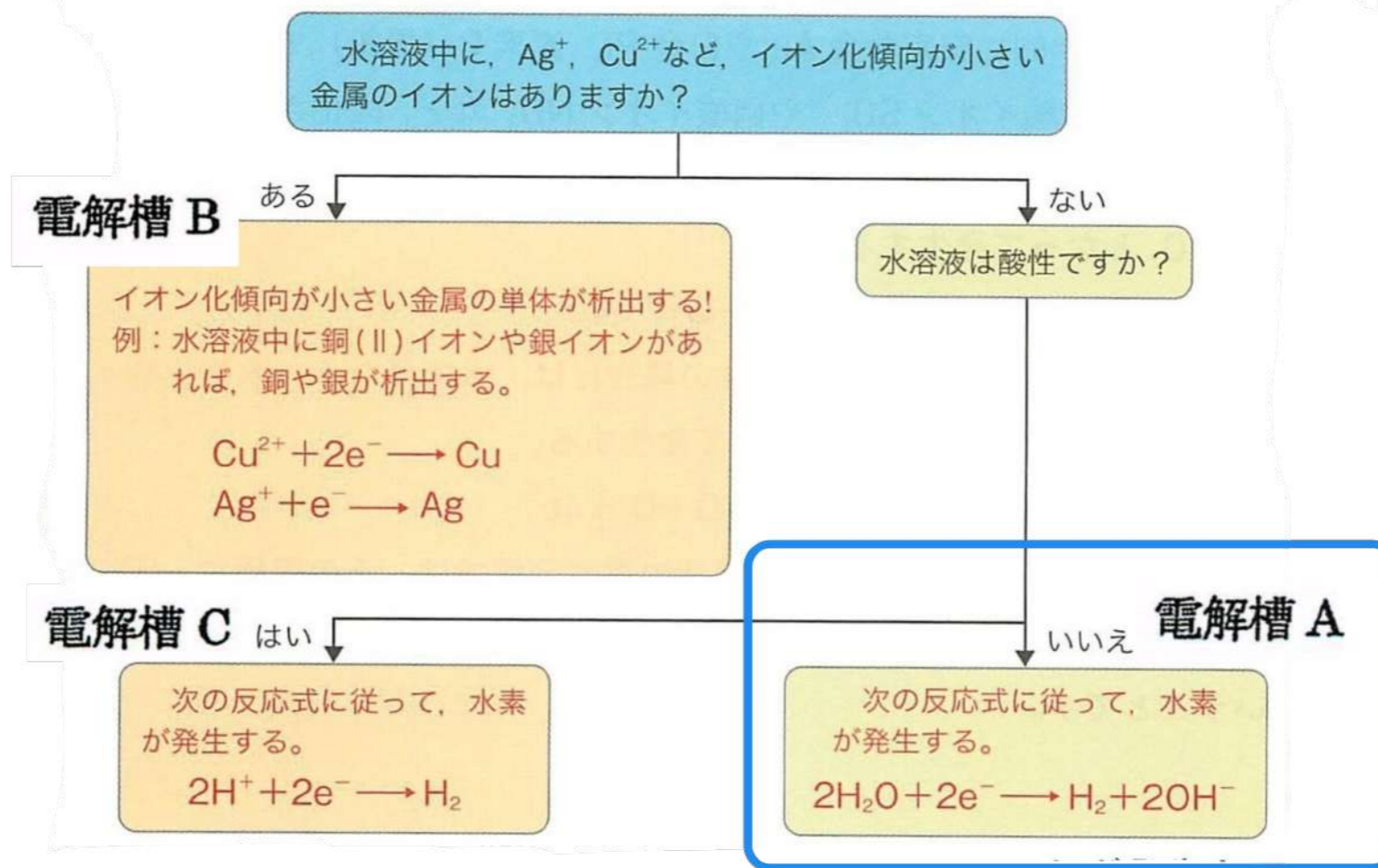
次の反応式に従って、水素が発生する。



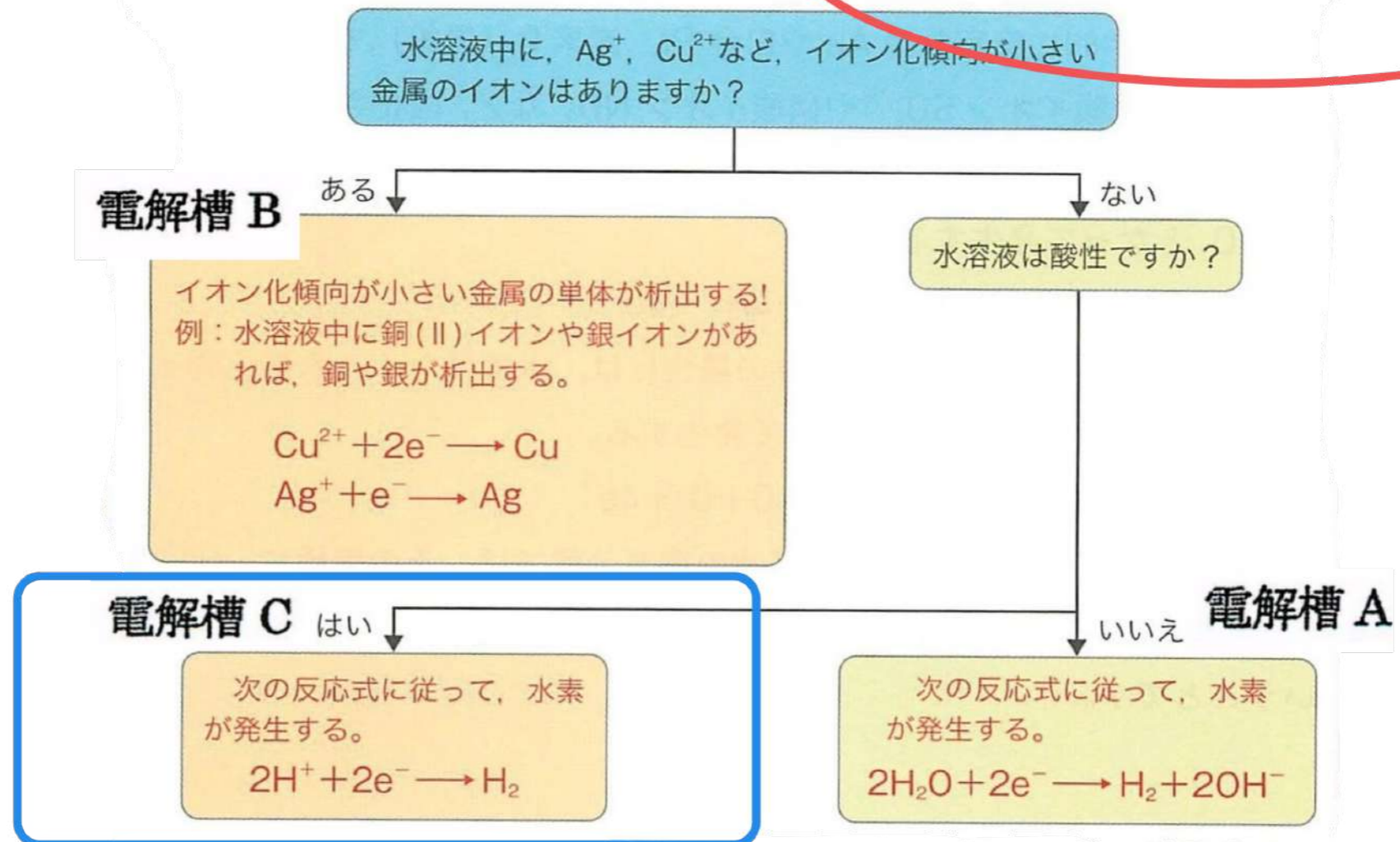
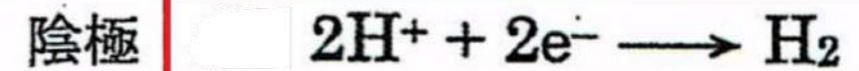
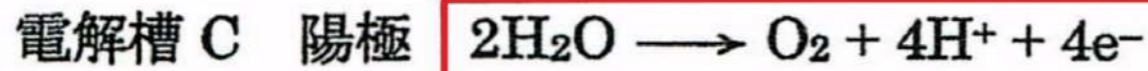
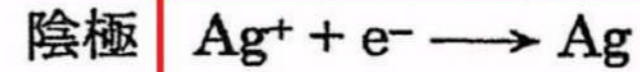
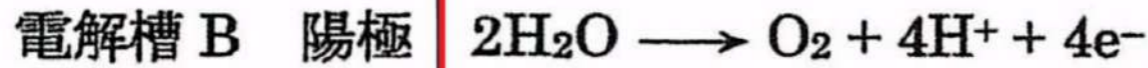
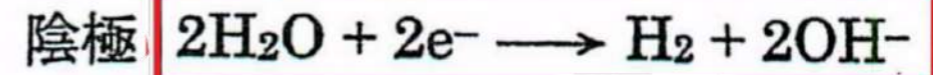
問 ii 問 A 各極板上での変化は以下の通り。



陰極



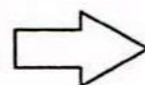
問 ii 問 A 各極板上での変化は以下の通り。



電流計を流れた電子は,

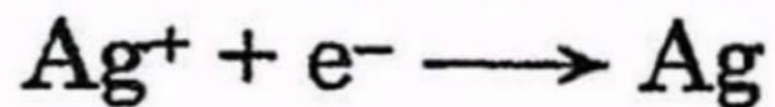
$$\frac{5.00 \times (64 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 0.200 \text{ (mol)}$$

回路Ⅱを流れた電子は、
電解槽 B の陽極での銀の析出量から

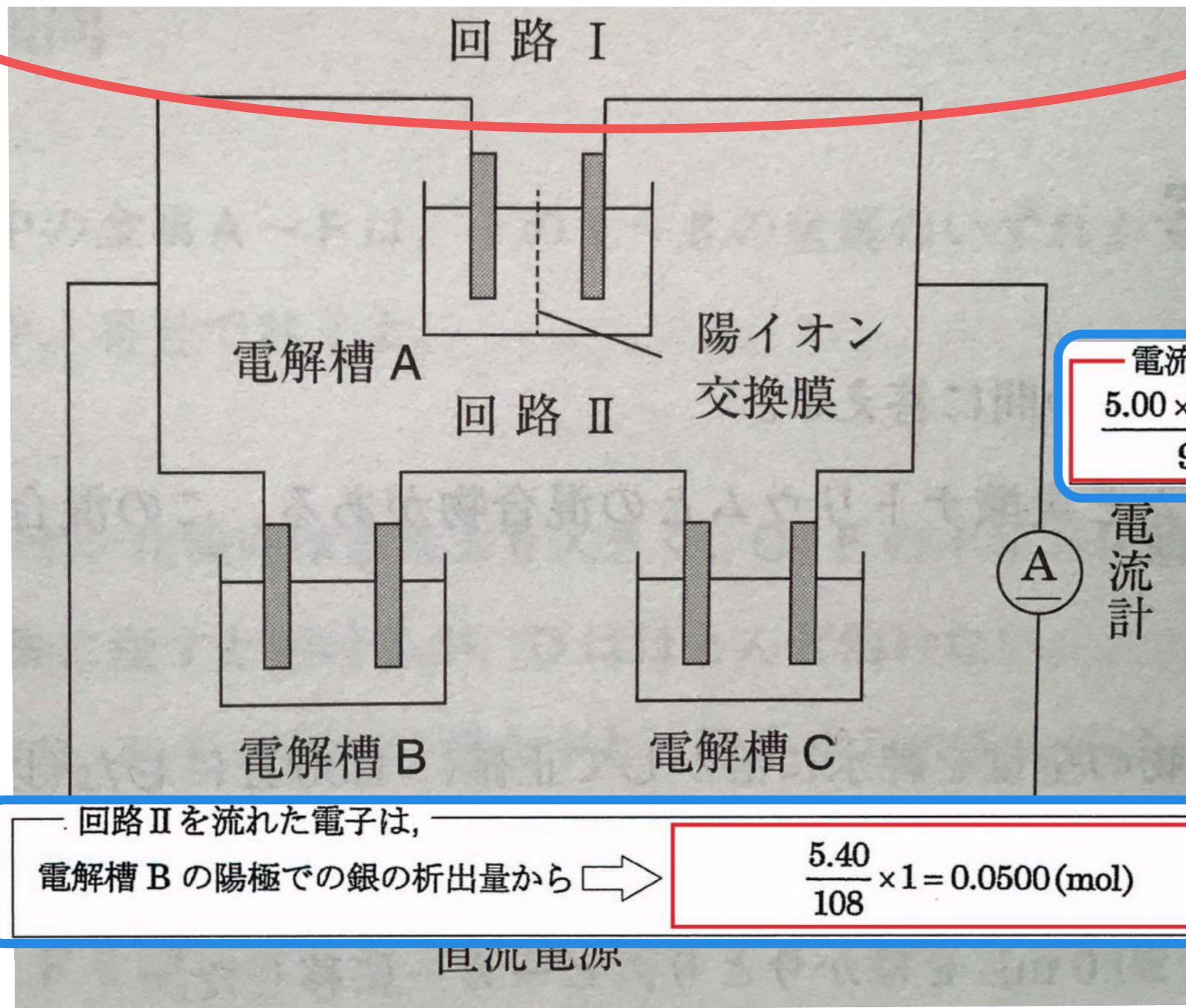


$$\frac{5.40}{108} \times 1 = 0.0500 \text{ (mol)}$$

電解槽 B 陰極



以上から、回路 I を流れた電子は、
 $0.200 - 0.0500 = 0.150 \text{ (mol)}$



電流計を流れた電子は、
 $\frac{5.00 \times (64 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 0.200 \text{ (mol)}$

回路 II を流れた電子は、
 電解槽 B の陽極での銀の析出量から $\Rightarrow \frac{5.40}{108} \times 1 = 0.0500 \text{ (mol)}$

直流電源

問 B $[\text{OH}^-] = \frac{0.150}{0.500} = 0.300$ (mol/L) より, $\text{pH} = 13.48$

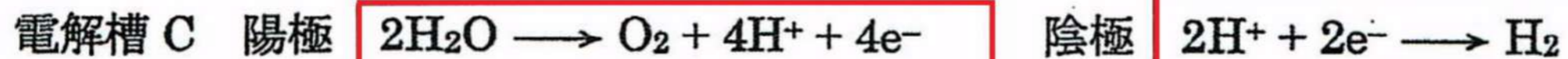


以上から, 回路 I を流れた電子は,

$$0.200 - 0.0500 = 0.150 \text{ (mol)}$$

問 C 電解槽 C では、電子 1 mol につき $\frac{1}{2}$ mol の H_2 が生じる。
 $\frac{1}{4}$ mol の O_2

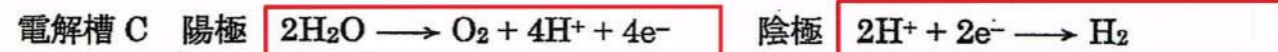
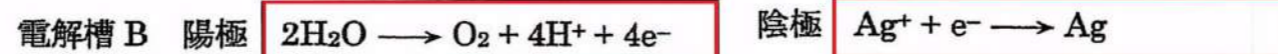
その体積は、 $22.4 \times 0.0500 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) = 0.840$



回路 II を流れた電子は、
電解槽 B の陽極での銀の析出量から $\Rightarrow \frac{5.40}{108} \times 1 = 0.0500 (\text{mol})$

典型かつ(東工大的には)基本問題といえますね。

問 ii 問 A 各極板上での変化は以下の通り。



電流計を流れた電子は、

$$\frac{5.00 \times (64 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 0.200 \text{ (mol)}$$

回路 II を流れた電子は、

電解槽 B の陽極での銀の析出量から $\Rightarrow \frac{5.40}{108} \times 1 = 0.0500 \text{ (mol)}$

以上から、回路 I を流れた電子は、

$$0.200 - 0.0500 = 0.150 \text{ (mol)}$$

問 B $[\text{OH}^-] = \frac{0.150}{0.500} = 0.300 \text{ (mol/L)}$ より、 $\text{pH} = 13.48$

問 C 電解槽 C では、電子 1 mol につき $\frac{1}{2}$ mol の H_2 が生じる。
 $\frac{1}{4}$ mol の O_2

その体積は、 $22.4 \times 0.0500 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) = 0.840$

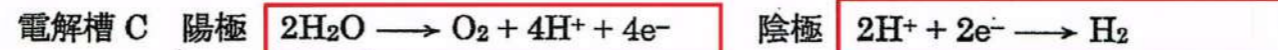
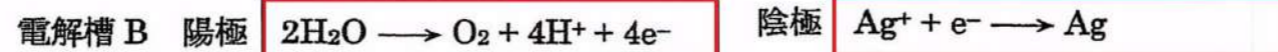
【解答】

問 i $1.1 \times 10^3 \text{ g}$

問 ii 問 A 0.15 mol 問 B 13.5 問 C 0.84 L

典型かつ(東工大的には)基本問題といえますね。

問 ii 問 A 各極板上での変化は以下の通り。



電流計を流れた電子は、

$$\frac{5.00 \times (64 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 0.200 \text{ (mol)}$$

回路 II を流れた電子は、

電解槽 B の陽極での銀の析出量から $\Rightarrow \frac{5.40}{108} \times 1 = 0.0500 \text{ (mol)}$

以上から、回路 I を流れた電子は、

$$0.200 - 0.0500 = 0.150 \text{ (mol)}$$

問 B $[\text{OH}^-] = \frac{0.150}{0.500} = 0.300 \text{ (mol/L)}$ より、 $\text{pH} = 13.48$

問 C 電解槽 C では、電子 1 mol につき $\frac{1}{2}$ mol の H_2 が生じる。
 $\frac{1}{4}$ mol の O_2

その体積は、 $22.4 \times 0.0500 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) = 0.840$

【解答】

問 i $1.1 \times 10^3 \text{ g}$

問 ii 問 A 0.15 mol 問 B 13.5 問 C 0.84 L

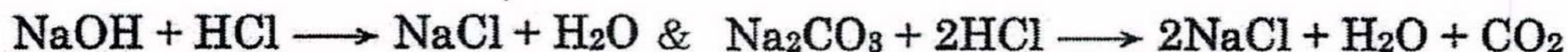
【補充問題】

Ⅲ-4

中和滴定

混合物中の水酸化ナトリウム，炭酸ナトリウムの物質量を x , y [mol] とする。

操作 3 ではメチルオレンジの変色までに次の反応が完結する。



物質量の関係は？

$$x \times \frac{20.0}{1000} \times 1 + y \times \frac{20.0}{1000} \times 2 = 0.100 \times \frac{27.1}{1000}$$

… ①

また，操作 4 では次の炭酸バリウムの沈殿生成反応が起こる。



(加熱は沈殿の熟成で分別を容易，かつ確実にを行うため。)

操作 5 ではろ液 + 洗液 (NaCl, NaOH) 中の NaOH を滴定している。

物質量の関係は？

$$x \times \frac{20.0}{1000} \times 1 = 0.100 \times \frac{12.5}{1000}$$

… ②

①, ②式より, $x = 6.25 \times 10^{-2}$ (mol), $y = 3.65 \times 10^{-2}$ (mol)

【解答】 問 i 6.3×10^{-2} mol 問 ii 3.7×10^{-2} mol

		空気中での反応	水との反応	酸との反応
大 ↑ イオン化傾向(還元力) ↓ 小	Li	乾いた空気中でも、 室温で、速やかに 酸化される。	常温の水と反応し、 水素を発生する。	塩酸や希硫酸と 反応して(に溶け て)、水素を発生 する。 ただし、Pbは、水 に難溶の塩を形成 するので、希塩酸 や希硫酸と反応し にくい(に溶けにく い)。 希硝酸、濃硝酸、熱 濃硫酸などの酸化力 をもつ酸と反応して (に溶けて)、気体を 発生する* ² 。 王水* ³ と反応する(に 溶ける)。
	K			
	Ca			
	Na	加熱によって、 酸化される* ¹ 。	熱水(沸騰水)と反応 し、水素を発生する。	
	Mg			
	Al	強熱することで、 酸化される。	高温の水蒸気と反応し、 水素を発生する。	
	Zn			
	Fe		高温でも、水とはほと んど反応しない。	
	Ni			
	Sn			
	Pb	比較のためのひとつの基準点		
	H ₂	強熱することで、 酸化される。	高温でも、水とはほと んど反応しない。	
	Cu			
	Hg	酸化されない。		
Ag				
Pt				
Au				

*1 Mg Fe, Ni, Sn, Cu, Hgなどは、常温でも、湿った空気中に長時間放置すれば表面に酸化物の被膜ができる。Al, Zn, Pbなども酸化被膜ができるが、同被膜は緻密で内部を保護し、さらなる酸化を押さえる。

*2 Cu, Hg, Agなどは、希硝酸と反応して一酸化窒素を、濃硝酸と反応して二酸化窒素を発生する。また、濃硫酸と加熱すると、二酸化硫黄を発生する。ちなみに、Al, Fe, Niなどは、濃硝酸に対しては、不動態となり、反応しない(溶けない)。

*3 濃硝酸と濃塩酸の混合物(体積比=1:3)で、非常に強い酸化力をもつ。

【補充問題】 Ⅲ-5 イオン化傾向

アから → A, B, D, E は 1, 5, 7, 8 のいずれか **鉛、鉄、亜鉛、アルミニウム**
 C, F は 2, 3, 4, 6 のいずれか **金、銀、白金、銅**

『PbSO₄は不溶性の固体なので、Pbは希硫酸に溶解しにくい』ので、

イから → Dは **鉛 (1)**

『アルミニウムは1molあたりの水素の発生量が多い』ので、



ウから → Eは **アルミニウム (8)**

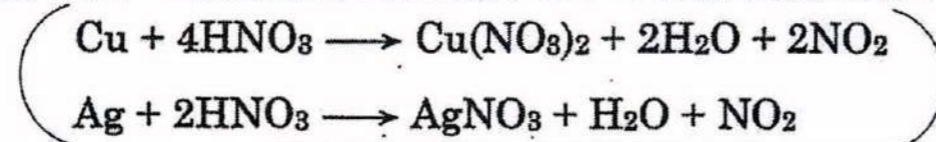
『A, Bは5, 7のいずれか』だが、『鉄は濃硝酸で不動態となる』から、

エから → Aは **鉄 (5)**

残り → Bは **亜鉛 (7)**

オの前半 → C, Fは 3, 6のいずれか **銀、銅**

『銀と銅では、二酸化窒素の発生量が多いのは銅の方』だから、



オの後半 → Cは **銅 (6)**

残り → Fは **銀 (3)**

【解答】 A 5 B 7 C 6 D 1 E 8 F 3

