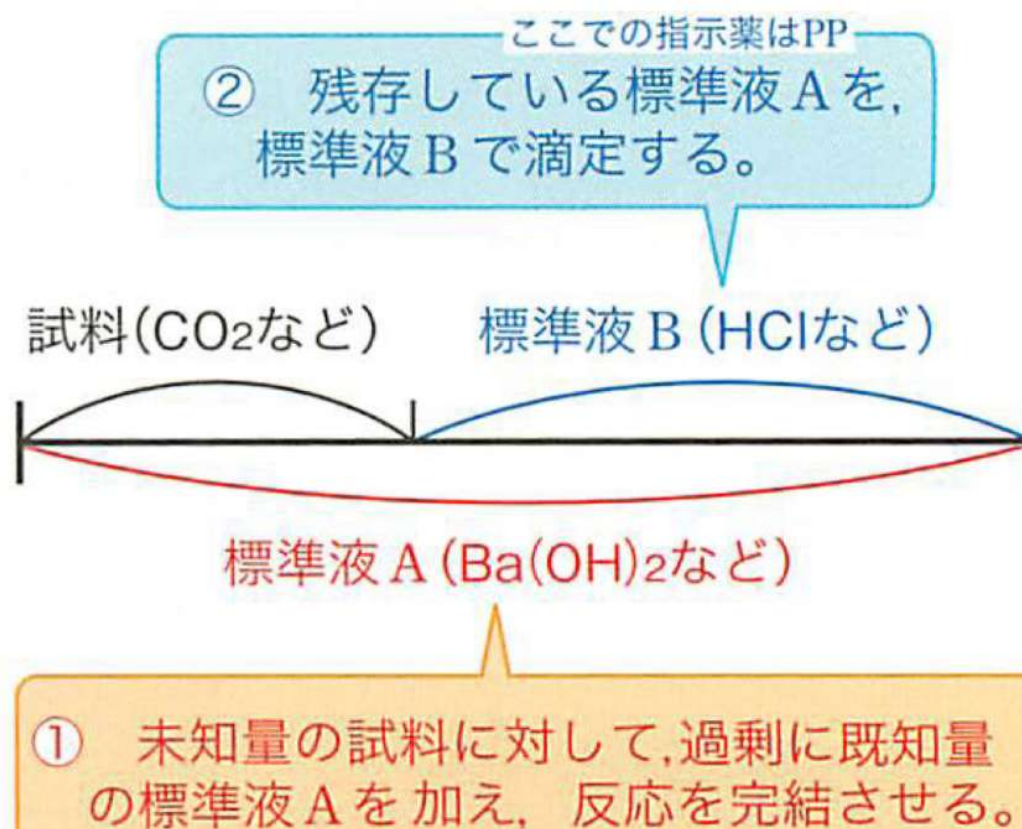


【CO₂(気体)の定量】

● 逆滴定

利点 逆滴定は、アンモニア NH_3 、二酸化炭素 CO_2 などの気体や、反応に時間がかかる炭酸カルシウム CaCO_3 などの固体を滴定するのに便利な方法です。

例：二酸化炭素の定量(逆滴定)



二酸化炭素の逆滴定における量的な関係は？

$$\underbrace{1 \text{ 価} \times M' \times \frac{V'}{1000}}_{\text{HCl}} + \underbrace{2 \text{ 価} \times y}_{\text{CO}_2} = \underbrace{2 \text{ 価} \times M \times \frac{V}{1000}}_{\text{Ba(OH)}_2}$$

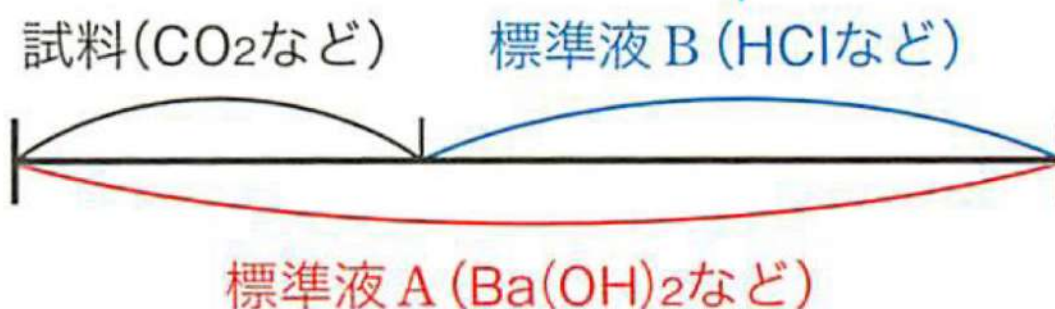
この滴定の指示薬にはフェノールフタレインが適当！

● 逆滴定

利点 逆滴定は、アンモニア NH_3 、二酸化炭素 CO_2 などの気体や、反応に時間がかかる炭酸カルシウム CaCO_3 などの固体を滴定するのに便利な方法です。

例：二酸化炭素の定量(逆滴定)

ここでの指示薬はPP
② 残存している標準液 A を、
標準液 B で滴定する。



① 未知量の試料に対して、過剰に既知量の標準液 A を加え、反応を完結させる。

二酸化炭素の逆滴定における量的な関係は？

$$\underbrace{1 \text{ 価} \times M' \times \frac{V'}{1000}}_{\text{HCl}} + \underbrace{2 \text{ 価} \times y}_{\text{CO}_2} = \underbrace{2 \text{ 価} \times M \times \frac{V}{1000}}_{\text{Ba}(\text{OH})_2}$$

この滴定の指示薬にはフェノールフタレインが適当！

● 逆滴定

利点 逆滴定は、アンモニア NH_3 、二酸化炭素 CO_2 などの気体や、反応に時間がかかる炭酸カルシウム CaCO_3 などの固体を滴定するのに便利な方法です。

例：二酸化炭素の定量(逆滴定)

ここでの指示薬はPP

② 残存している標準液 A を、標準液 B で滴定する。

試料(CO_2 など) 標準液 B (HCl など)



標準液 A (Ba(OH)_2 など)

① 未知量の試料に対して、過剰に既知量の標準液 A を加え、反応を完結させる。

二酸化炭素の逆滴定における量的な関係は？

$$\underbrace{1 \text{ 価} \times M' \times \frac{V'}{1000}}_{\text{HCl}} + \underbrace{2 \text{ 価} \times y}_{\text{CO}_2} = \underbrace{2 \text{ 価} \times M \times \frac{V}{1000}}_{\text{Ba(OH)}_2}$$

この滴定の指示薬にはフェノールフタレインが適当！

【CO₂(気体)の定量】

空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の空気 20 L と 0.0050 mol/L の Ba(OH)₂ 溶液 200 mL をとり、容器に栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて Ba(OH)₂ 溶液に吸収させた。

次に、Ba(OH)₂ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

問 空気 20 L に含まれる二酸化炭素は標準状態で何 mL か。有効数字 2 桁で示せ。

【CO₂(気体)の定量】

空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の空気 20 L と 0.0050 mol/L の Ba(OH)₂ 溶液 200 mL をとり、容器に栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて Ba(OH)₂ 溶液に吸収させた。

次に、Ba(OH)₂ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

問 空気 20 L に含まれる二酸化炭素は標準状態で何 mL か。有効数字 2 桁で示せ。

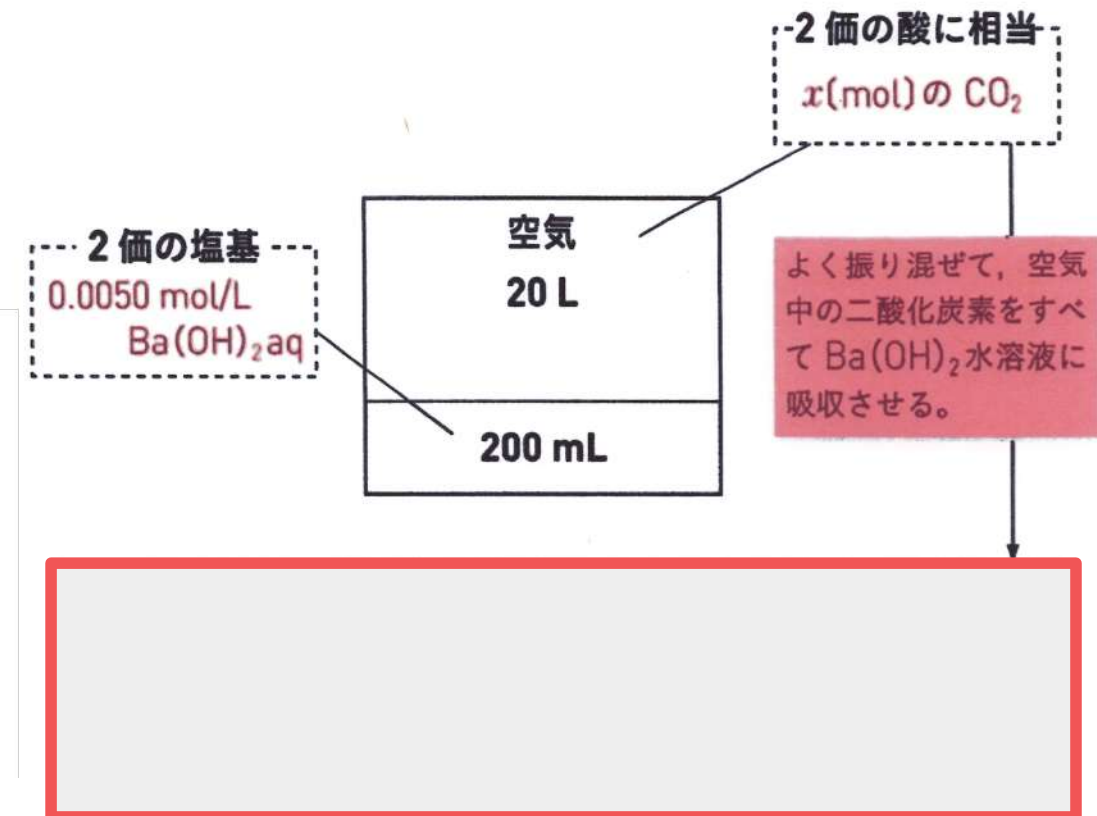
【CO₂(気体)の定量】

空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の空気 20 L と 0.0050 mol/L の Ba(OH)₂ 溶液 200 mL をとり、容器に栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて Ba(OH)₂ 溶液に吸収させた。

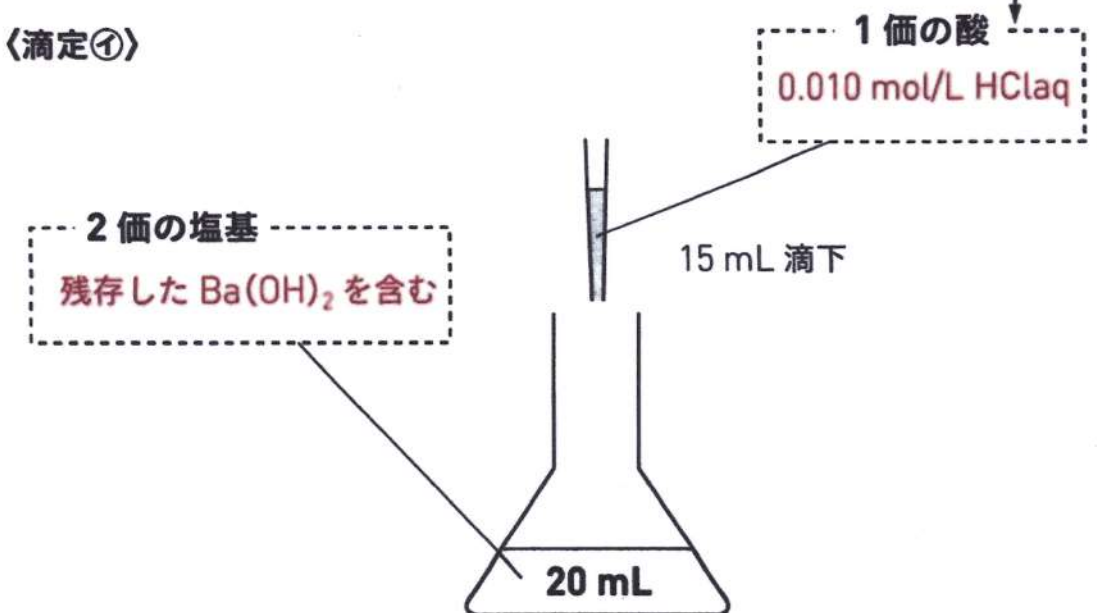
次に、Ba(OH)₂ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

問 空気 20 L に含まれる二酸化炭素は標準状態で何 mL か。有効数字 2 桁で示せ。

〈操作ア〉



〈滴定①〉



塩基の価数 × 物質質量⇒	Ba(OH) ₂ の OH ⁻ (mol)
	⇕ 等しい!
酸の価数 × 物質質量⇒	CO ₂ の H ⁺ (mol) 200 mL に加えた HCl の H ⁺ (mol)

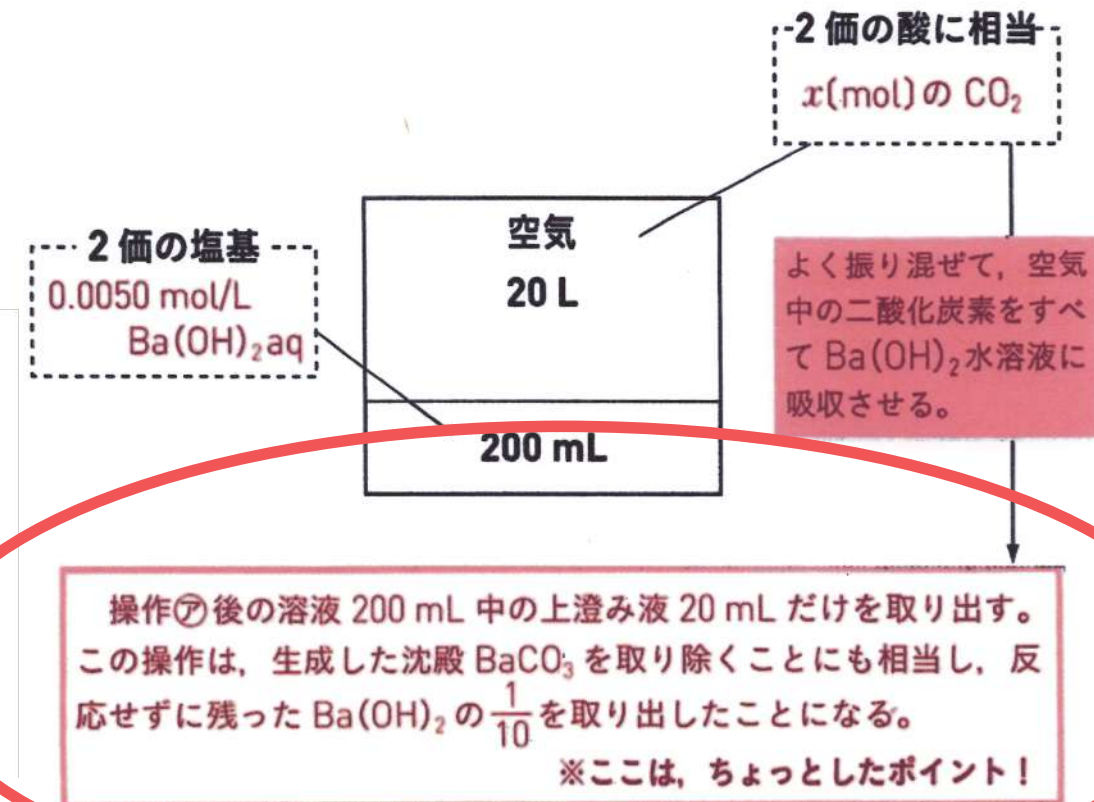
【CO₂(気体)の定量】

空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の空気 20 L と 0.0050 mol/L の Ba(OH)₂ 溶液 200 mL をとり、容器に栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて Ba(OH)₂ 溶液に吸収させた。

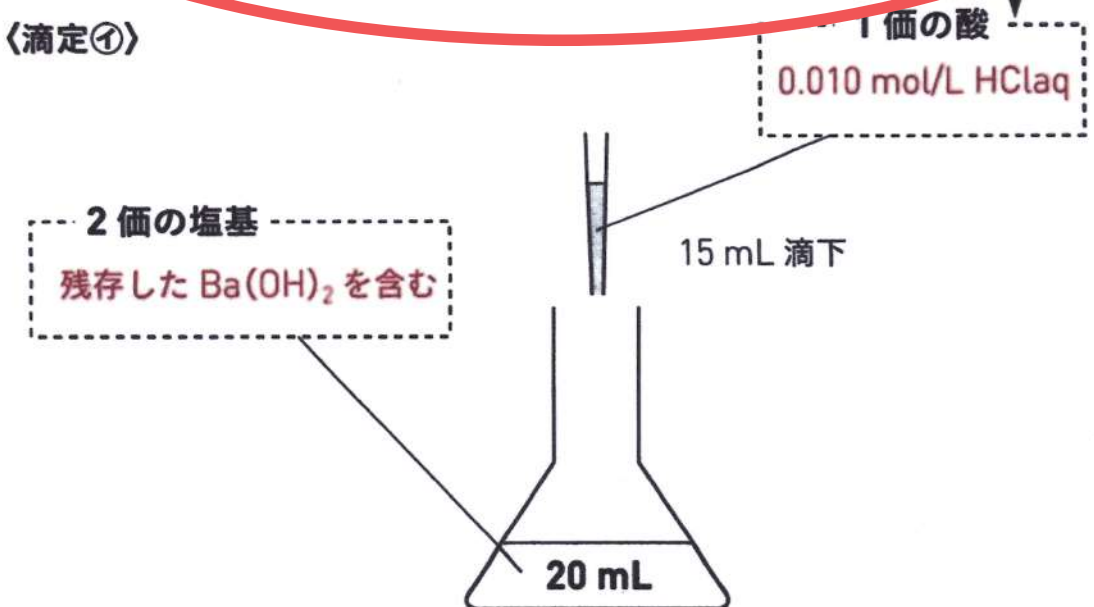
次に、Ba(OH)₂ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

問 空気 20 L に含まれる二酸化炭素は標準状態で何 mL か。有効数字 2 桁で示せ。

〈操作⑦〉



〈滴定①〉



塩基の価数 × 物質質量 ⇒	Ba(OH) ₂ の OH ⁻ (mol)
	↑ ↓ 等しい!
酸の価数 × 物質質量 ⇒	CO ₂ の H ⁺ (mol) 200 mL に加えた HCl の H ⁺ (mol)

空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の
空気 20 L と 0.0050 mol/L の $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 200 mL をとり、容器に
栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液
に吸収させた。

【 CO_2 (気体)の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下、操作ア)〉

まず、未知量($x(\text{mol})$)の二酸化炭素を、0.0050 mol/L の水酸化バリウム
水溶液 200 mL に吸収させる。

塩基($\text{Ba}(\text{OH})_2$: 2 価) $\Rightarrow$

酸(CO_2 : 2 価に相当) $\Rightarrow$

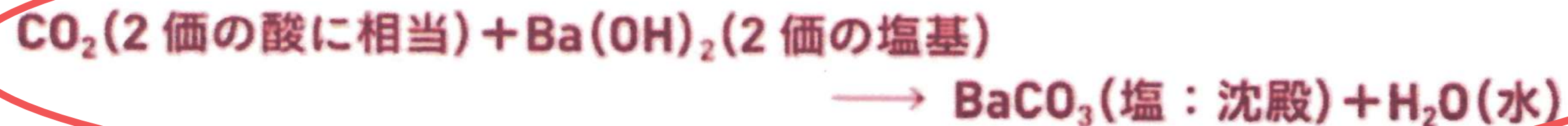
空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の
空気 20 L と 0.0050 mol/L の $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 200 mL をとり、容器に
栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液
に吸収させた。

【 CO_2 (気体)の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下、操作ア)〉

まず、未知量($x(\text{mol})$)の二酸化炭素を、0.0050 mol/L の水酸化バリウム
水溶液 200 mL に吸収させる。



塩基($\text{Ba}(\text{OH})_2$: 2 価) $\Rightarrow$

酸(CO_2 : 2 価に相当) $\Rightarrow$

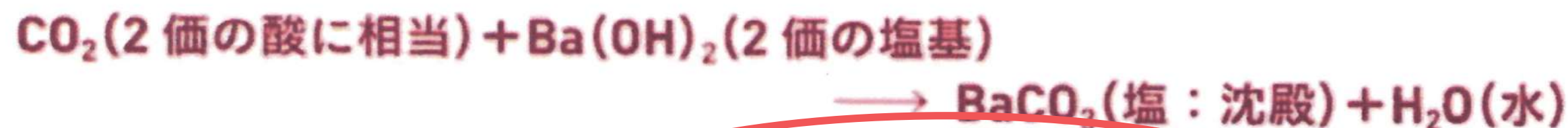
空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の
空気 20 L と 0.0050 mol/L の $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 200 mL をとり、容器に
栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液
に吸収させた。

【 CO_2 (気体)の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下、操作ア)〉

まず、未知量($x(\text{mol})$)の二酸化炭素を、0.0050 mol/L の水酸化バリウム
水溶液 200 mL に吸収させる。



$$\text{塩基}(\text{Ba}(\text{OH})_2 : 2 \text{ 価}) \Rightarrow 0.0050 \times \frac{200}{1000} = 1.0 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

酸($\text{CO}_2 : 2 \text{ 価に相当}$) $\Rightarrow$

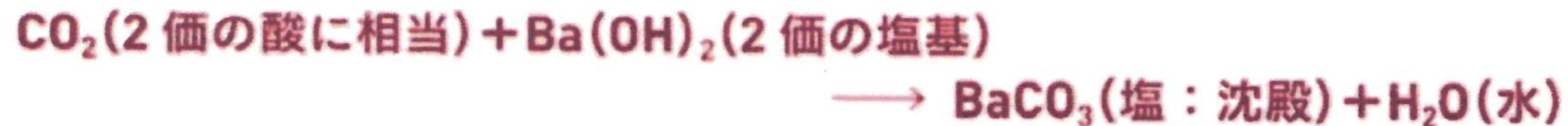
空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の
空気 20 L と 0.0050 mol/L の $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 200 mL をとり、容器に
栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液
に吸収させた。

【 CO_2 (気体)の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下、操作A)〉

まず、未知量($x(\text{mol})$)の二酸化炭素を、0.0050 mol/L の水酸化バリウム水溶液 200 mL に吸収させる。



$$\text{塩基}(\text{Ba}(\text{OH})_2 : 2 \text{ 価}) \Rightarrow 0.0050 \times \frac{200}{1000} = 1.0 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

$$\text{酸}(\text{CO}_2 : 2 \text{ 価に相当}) \Rightarrow x(\text{mol})$$

次に、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

一部の水酸化バリウムが反応せずに残っているので、操作②後の溶液 200 mL(上記の反応による溶液の体積変化は無視する!)から上澄み液 20 mL を取り(BaCO_3 沈殿を取り除いたことにも相当する!), 0.010 mol/L の塩酸 15 mL で滴定した。

操作②の操作後の溶液 200 mL 中の 20 mL に対して、0.010 mol/L の HCl 15 mL を滴定に用いたので、その 20 mL に対しては、

酸(HCl : 1 価) $\Rightarrow$

だが、操作②の操作後の溶液 200 mL に対しては、

酸(HCl : 1 価) $\Rightarrow$

次に、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

一部の水酸化バリウムが反応せずに残っているので、操作②後の溶液 200 mL(上記の反応による溶液の体積変化は無視する!)から上澄み液 20 mL を取り(BaCO_3 沈殿を取り除いたことにも相当する!), 0.010 mol/L の塩酸 15 mL で滴定した。



操作②の操作後の溶液 200 mL 中の 20 mL に対して、0.010 mol/L の HCl 15 mL を滴定に用いたので、その 20 mL に対しては、

酸(HCl : 1 価) $\Rightarrow$

だが、操作②の操作後の溶液 200 mL に対しては、

酸(HCl : 1 価) $\Rightarrow$

次に、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

一部の水酸化バリウムが反応せずに残っているので、操作②後の溶液 200 mL(上記の反応による溶液の体積変化は無視する!)から上澄み液 20 mL を取り(BaCO_3 沈殿を取り除いたことにも相当する!), 0.010 mol/L の塩酸 15 mL で滴定した。

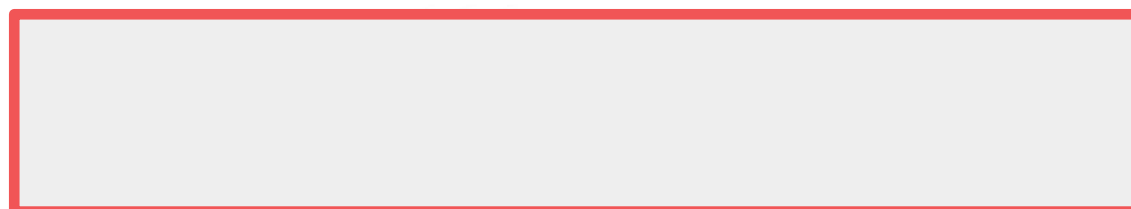


操作②の操作後の溶液 200 mL 中の 20 mL に対して、0.010 mol/L の HCl 15 mL を滴定に用いたので、その 20 mL に対しては、

$$\text{酸}(\text{HCl} : 1 \text{ 価}) \Rightarrow 0.010 \times \frac{15}{1000} = 1.5 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

だが、操作②の操作後の溶液 200 mL に対しては、

酸($\text{HCl} : 1 \text{ 価}$) $\Rightarrow$



次に、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

一部の水酸化バリウムが反応せずに残っているので、操作②後の溶液 200 mL(上記の反応による溶液の体積変化は無視する!)から上澄み液 20 mL を取り(BaCO_3 沈殿を取り除いたことにも相当する!), 0.010 mol/L の塩酸 15 mL で滴定した。



操作②の操作後の溶液 200 mL 中の 20 mL に対して、0.010 mol/L の HCl(aq) 15 mL を滴定に用いたので、その 20 mL に対しては、

$$\text{酸}(\text{HCl}: 1 \text{ 価}) \Rightarrow 0.010 \times \frac{15}{1000} = 1.5 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

だが、操作②の操作後の溶液 200 mL に対しては、

$$\text{酸}(\text{HCl}: 1 \text{ 価}) \Rightarrow 1.5 \times 10^{-4} \times \frac{200}{20} = 1.5 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

〈操作②と滴定①とを合わせて〉

塩基の価数 × 物質質量⇒

200 mL Ba(OH)₂ の OH⁻ (mol)

⇕ 等しい!

酸の価数 × 物質質量⇒

CO₂ の H⁺ (mol) | 200 mL に加えた HCl の H⁺ (mol)

STEP 2 式への代入

酸の価数 × その物質質量(mol) = 塩基の価数 × その物質質量(mol)

〈操作②と滴定①とを合わせて〉

操作②の操作後の溶液 200 mL に対して

この等式を解くと、 $x = 2.5 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$ が求められる。

〈操作②と滴定①とを合わせて〉

塩基の価数 × 物質質量 ⇒

200 mL Ba(OH)₂ の OH⁻ (mol)

⇕ 等しい!

酸の価数 × 物質質量 ⇒

CO₂ の H⁺ (mol) | 200 mL に加えた HCl の H⁺ (mol)

STEP 2 式への代入

酸の価数 × その物質質量(mol) = 塩基の価数 × その物質質量(mol)

〈操作②と滴定①とを合わせて〉

操作②の操作後の溶液 200 mL に対して

$$2(\text{価}) \times x(\text{mol}) + 1(\text{価}) \times 1.5 \times 10^{-3}(\text{mol}) = 2(\text{価}) \times 1.0 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

└── CO₂ ─┘ └── HCl ─┘ └── Ba(OH)₂ ─┘

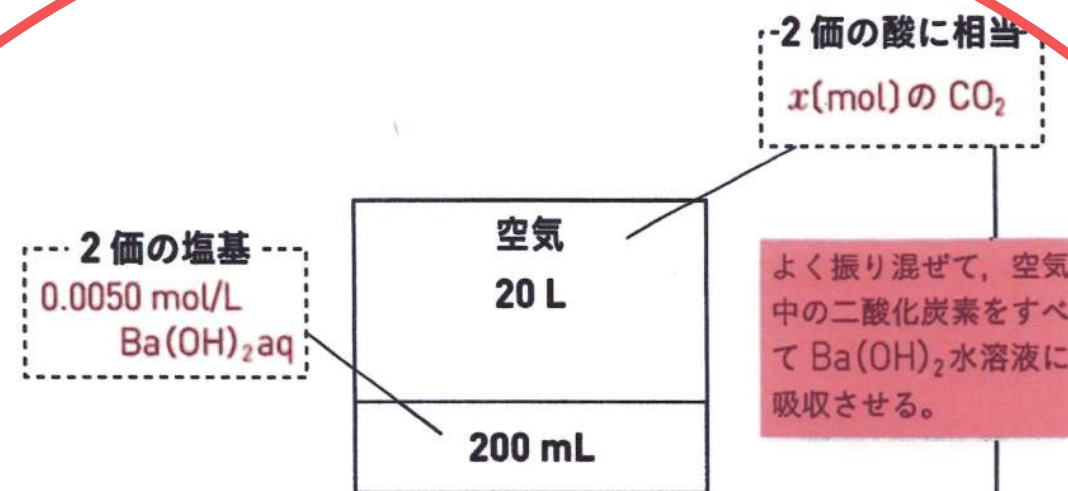
この等式を解くと、 $x = 2.5 \times 10^{-4}(\text{mol})$ が求められる。

STEP : 3 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

$$\text{CO}_2 \text{ の体積 (標準状態)} = 22.4 \times 10^3 \times 2.5 \times 10^{-4} = 5.6 (\text{mL})$$

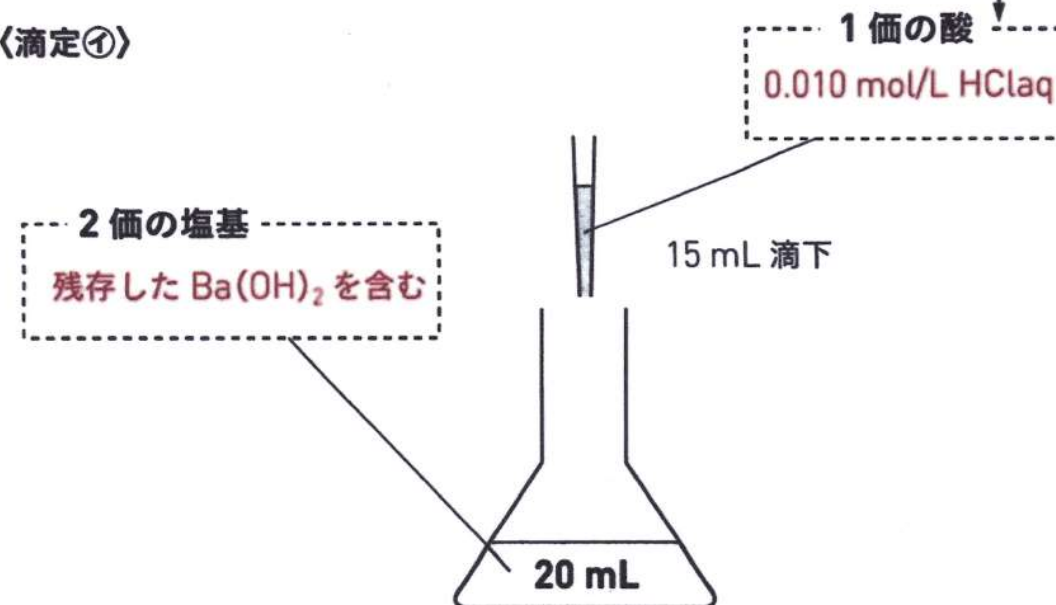
解答 5.6 mL

〈操作⑦〉



操作⑦後の溶液 200 mL 中の上澄み液 20 mL だけを取り出す。
この操作は、生成した沈殿 BaCO_3 を取り除くことにも相当し、反応せずに残った $\text{Ba}(\text{OH})_2$ の $\frac{1}{10}$ を取り出したことになる。
※ここは、ちょっとしたポイント！

〈滴定①〉



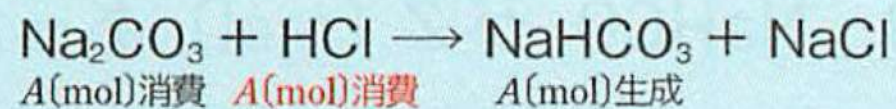
塩基の価数 × 物質質量	⇒	$\text{Ba}(\text{OH})_2$ の $\text{OH}^- (\text{mol})$
		⇕ 等しい！
酸の価数 × 物質質量	⇒	CO_2 の $\text{H}^+ (\text{mol})$ 200 mL に加えた HCl の $\text{H}^+ (\text{mol})$

【I Na_2CO_3 水溶液の滴定】

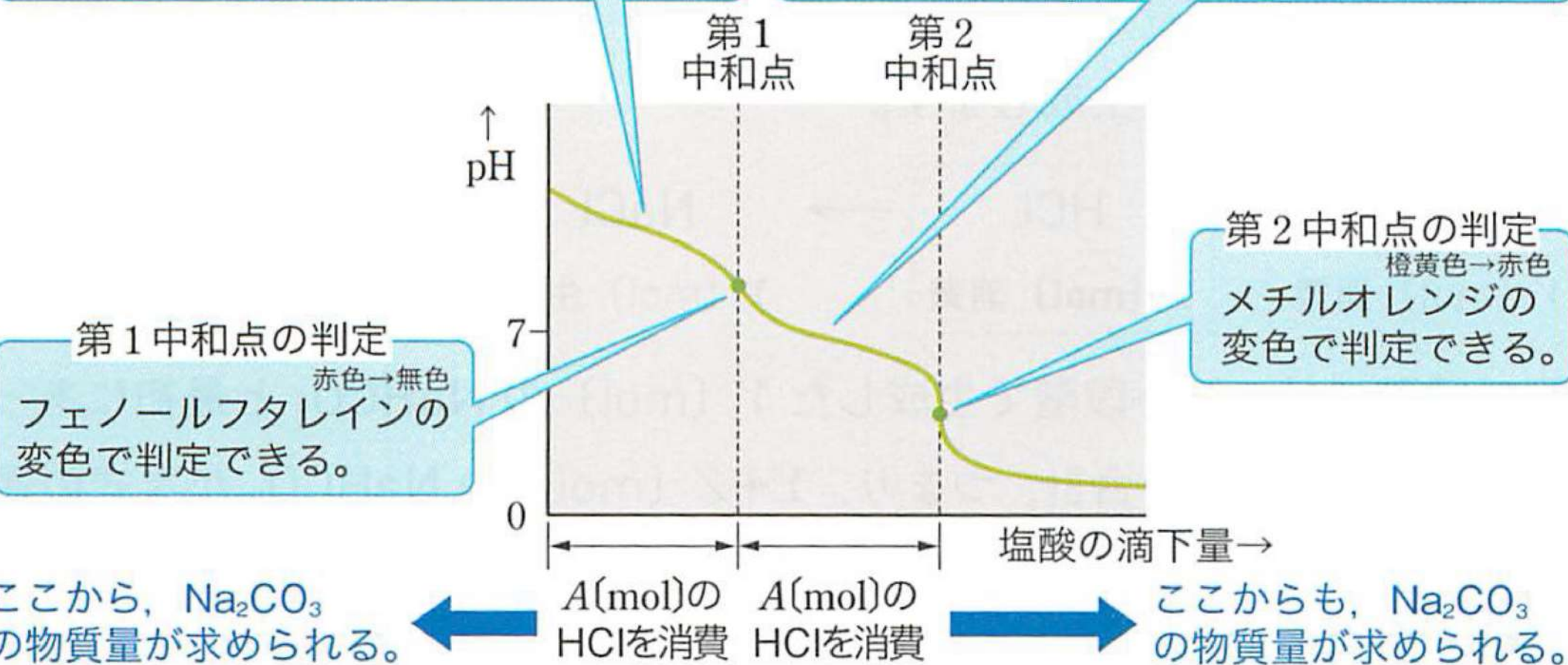
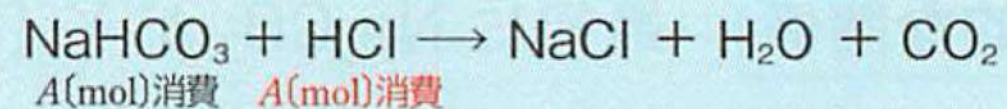
Na₂CO₃ 水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、A(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応

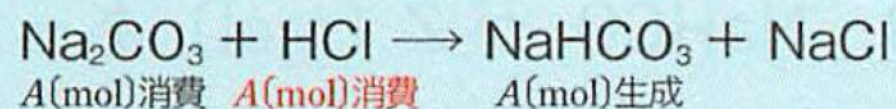


第一段階の塩酸の消費量と第二段階の塩酸の消費量は等しい！

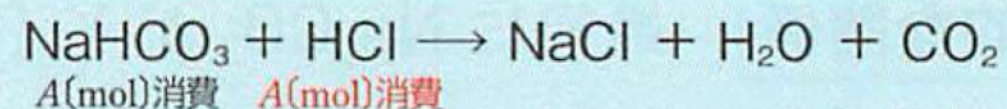
Na₂CO₃ 水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、A(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

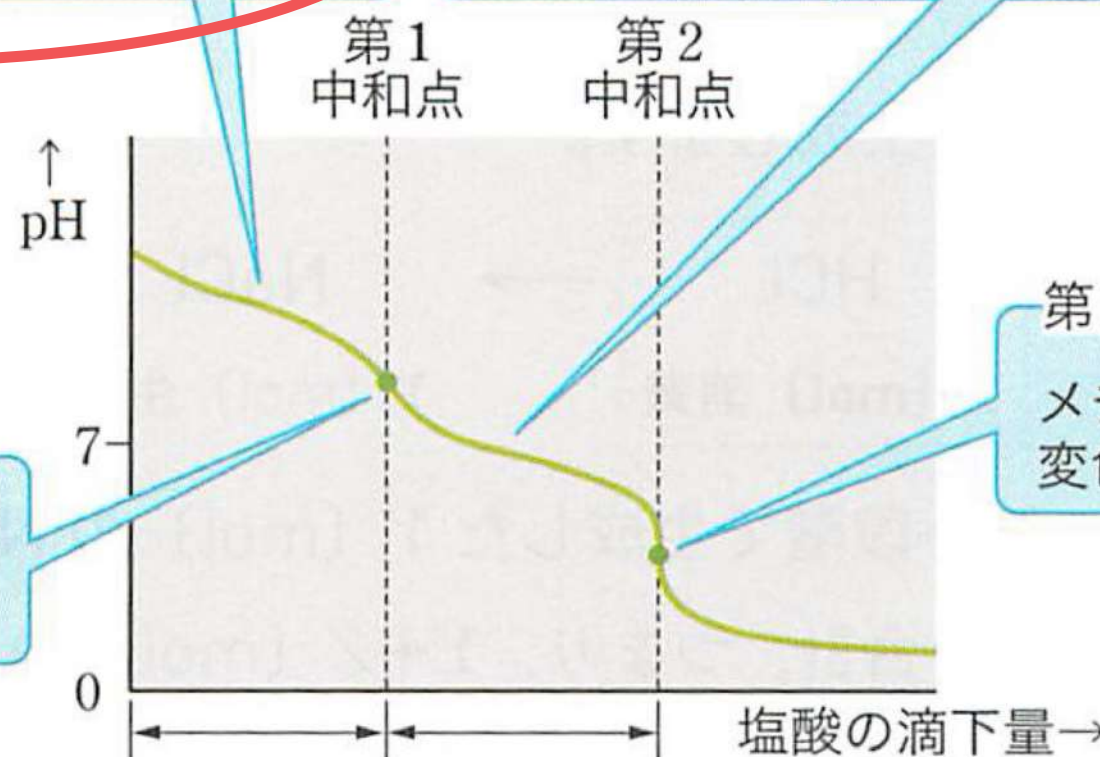
第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応



第1中和点の判定
赤色→無色
フェノールフタレインの
変色で判定できる。



第2中和点の判定
橙黄色→赤色
メチルオレンジの
変色で判定できる。

ここから、Na₂CO₃
の物質量が求められる。

A(mol)の HClを消費 A(mol)の HClを消費

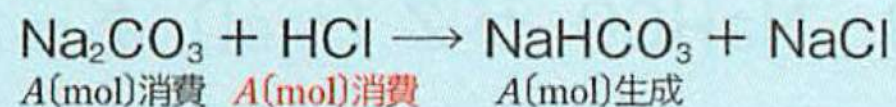
ここからも、Na₂CO₃
の物質量が求められる。

第一段階の塩酸の消費量と第二段階の塩酸の消費量は等しい！

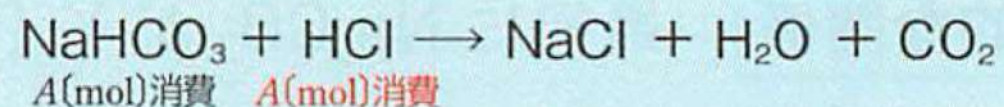
Na₂CO₃ 水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、A(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

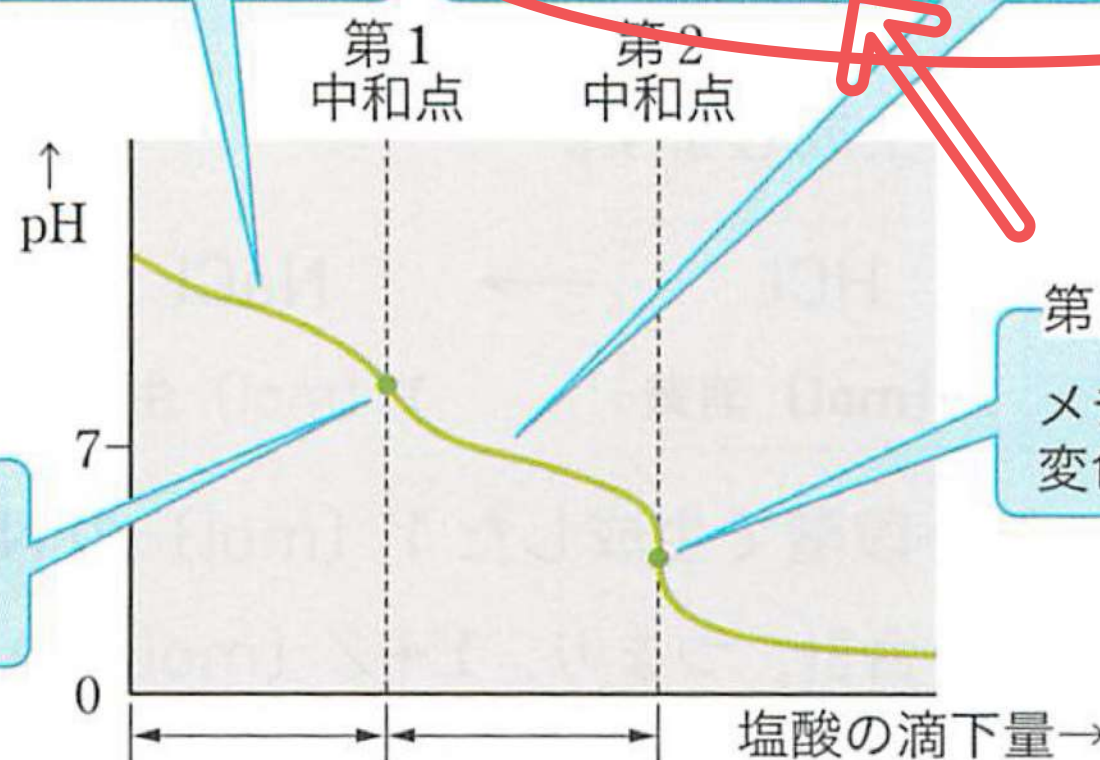
第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応



第1中和点の判定
赤色→無色
フェノールフタレインの
変色で判定できる。



第2中和点の判定
橙黄色→赤色
メチルオレンジの
変色で判定できる。

ここから、Na₂CO₃
の物質量が求められる。

A(mol)の HClを消費 A(mol)の HClを消費

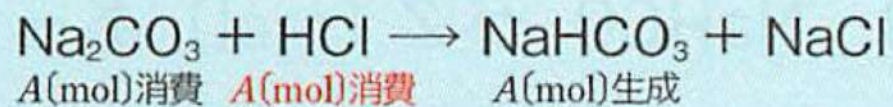
ここからも、Na₂CO₃
の物質量が求められる。

第一段階の塩酸の消費量と第二段階の塩酸の消費量は等しい！

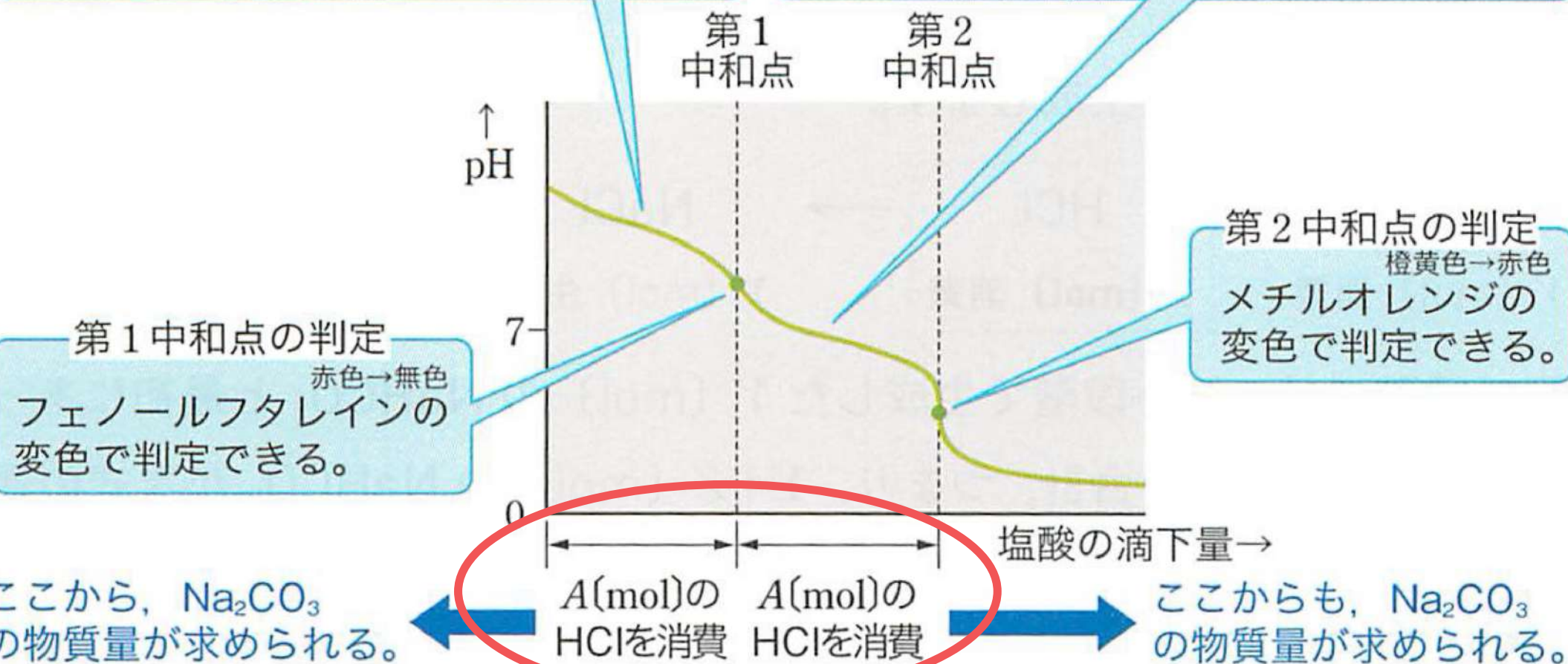
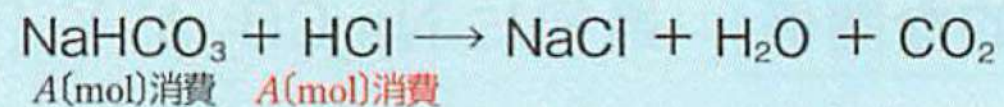
Na₂CO₃ 水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、A(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応

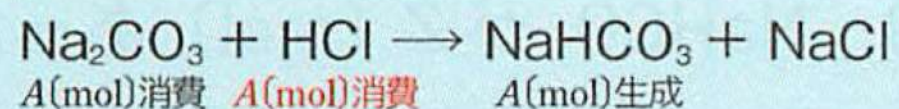


第一段階の塩酸の消費量と第二段階の塩酸の消費量は等しい！

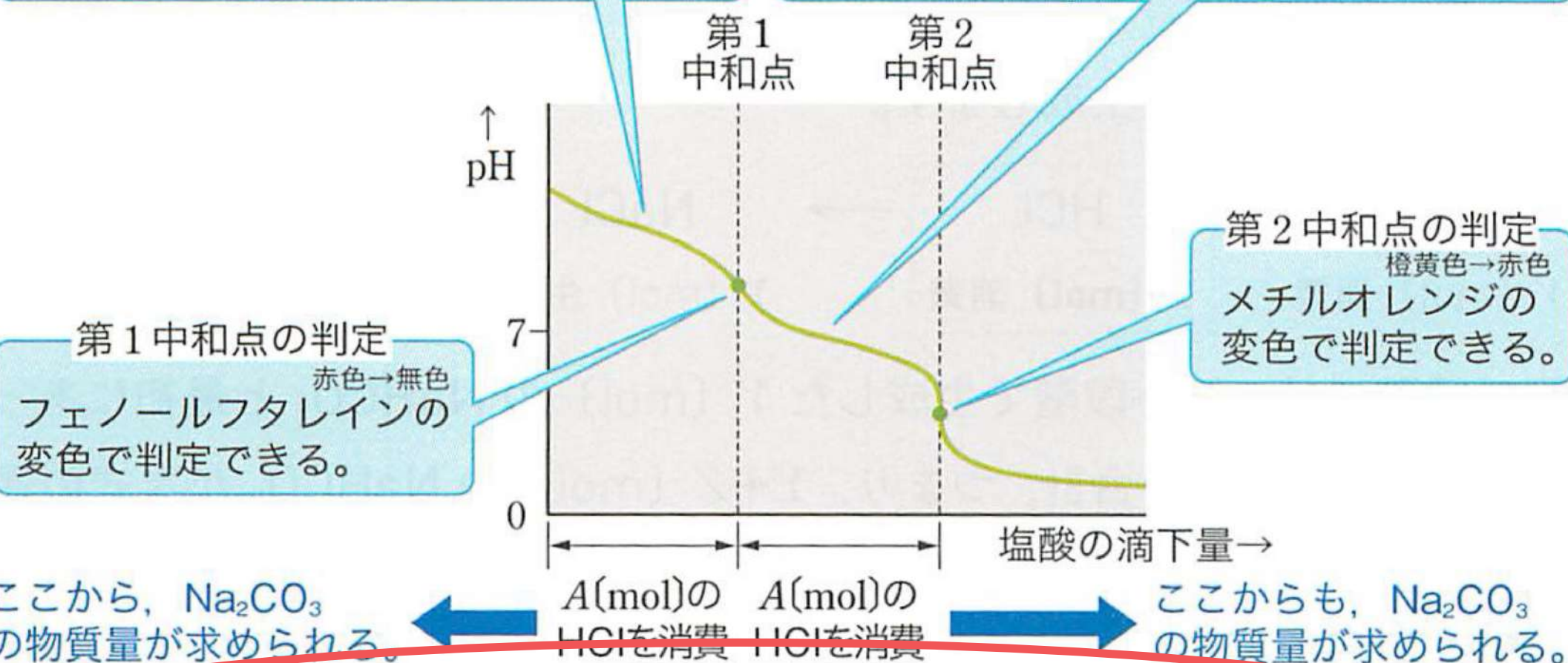
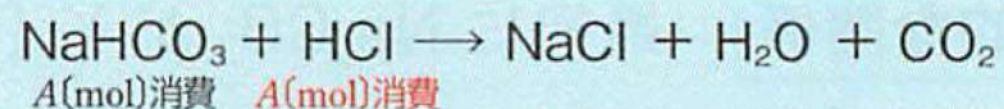
Na₂CO₃ 水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、A(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応

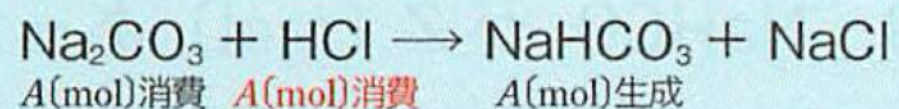


第一段階の塩酸の消費量と第二段階の塩酸の消費量は等しい！

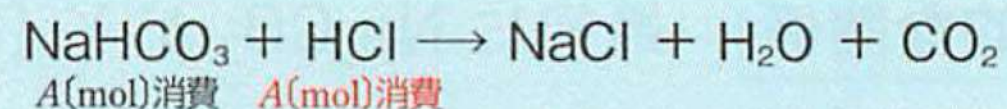
Na₂CO₃ 水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、A(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

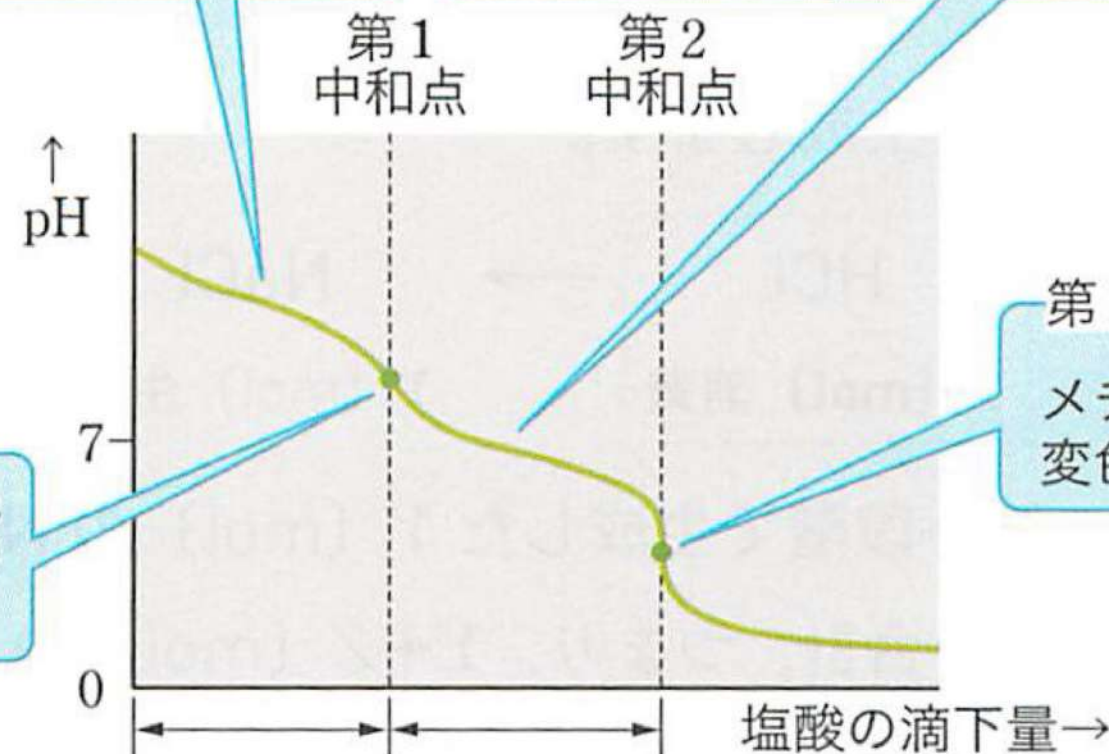
第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応



第1中和点の判定
赤色→無色
フェノールフタレインの
変色で判定できる。



第2中和点の判定
橙黄色→赤色
メチルオレンジの
変色で判定できる。

ここから、Na₂CO₃
の物質量が求められる。

A(mol)の HClを消費 A(mol)の HClを消費

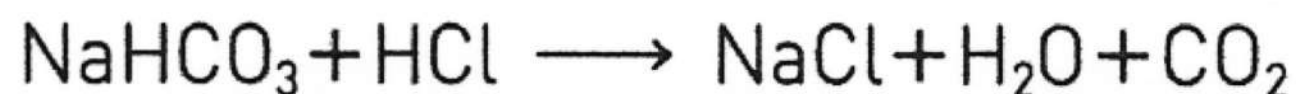
ここからも、Na₂CO₃
の物質量が求められる。

第一段階の塩酸の消費量と第二段階の塩酸の消費量は等しい！

【 I Na_2CO_3 水溶液の滴定 】

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

$a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液にフェノールフタレイン溶液を数滴加えると、溶液は赤色を示す。この溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加えると、炭酸ナトリウムはすべて炭酸水素ナトリウムに変わり、溶液は無色になった。次に、この溶液にメチルオレンジを数滴加え、同じ濃度の塩酸を溶液が赤色に変化するまで加えたところ、さらに $V_2(\text{mL})$ を要した。このとき溶液内では次の反応が起こった。



問 1 V_1 と V_2 の間にはどのような関係が成立するか。

問 2 a を、 b 、 V_1 のいずれか、または両方を用いて表せ。

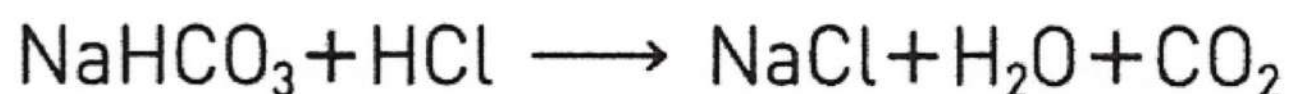
問 3 a を、 b 、 V_2 のいずれか、または両方を用いて表せ。

【 I Na_2CO_3 水溶液の滴定 】

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

$a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液にフェノールフタレイン溶液を数滴加えると、溶液は赤色を示す。この溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加えると、炭酸ナトリウムはすべて炭酸水素ナトリウムに変わり、

溶液は無色になった。次に、この溶液にメチルオレンジを数滴加え、同じ濃度の塩酸を溶液が赤色に変化するまで加えたところ、さらに $V_2(\text{mL})$ を要した。このとき溶液内では次の反応が起こった。



問 1 V_1 と V_2 の間にはどのような関係が成立するか。

問 2 a を、 b 、 V_1 のいずれか、または両方を用いて表せ。

問 3 a を、 b 、 V_2 のいずれか、または両方を用いて表せ。

【I Na_2CO_3 水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、 $a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。

すると、 $a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

$a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

という等式が得られる。

〈滴定①〉

①式と②式を対比すれば明らかに、 $V_1 = V_2$ である。

問 1 $V_1 = V_2$ 問 2 $a = bV_1 \times 10^{-3}$ 問 3 $a = bV_2 \times 10^{-3}$

【I Na_2CO_3 水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、 $a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{ml})$ 加える。



すると、 $a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

$a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

という等式が得られる。

〈滴定①〉

①式と②式を対比すれば明らかに、 $V_1 = V_2$ である。

問1 $V_1 = V_2$ 問2 $a = bV_1 \times 10^{-3}$ 問3 $a = bV_2 \times 10^{-3}$

【I Na_2CO_3 水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下, 滴定②)〉

まず, $a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると, $a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後, メチルオレンジが変色するまで(以下, 滴定①)〉

$a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times a(\text{mol})}_{\substack{\text{Na}_2\text{CO}_3 \\ \text{が受け取る } \text{H}^+}} = \underbrace{1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol})}_{\substack{\text{HCl} \\ \text{が放出する } \text{H}^+}} \quad \text{よって, } a = bV_1 \times 10^{-3} \quad \dots\dots \textcircled{1}$$

という等式が得られる。

〈滴定①〉

①式と②式を対比すれば明らかに, $V_1 = V_2$ である。

問1 $V_1 = V_2$

問2 $a = bV_1 \times 10^{-3}$

問3 $a = bV_2 \times 10^{-3}$

【I Na_2CO_3 水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下, 滴定②)〉

まず, $a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると, $a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後, メチルオレンジが変色するまで(以下, 滴定①)〉

$a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$\begin{array}{ccc} 1(\text{価}) \times a(\text{mol}) & = & 1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol}) \\ \left[\begin{array}{c} \text{Na}_2\text{CO}_3 \\ \text{が受け取る } \text{H}^+ \end{array} \right] & & \left[\begin{array}{c} \text{HCl} \\ \text{が放出する } \text{H}^+ \end{array} \right] \end{array} \quad \text{よって, } a = bV_1 \times 10^{-3} \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

という等式が得られる。

〈滴定①〉

①式と②式を対比すれば明らかに, $V_1 = V_2$ である。

問1 $V_1 = V_2$ 問2 $a = bV_1 \times 10^{-3}$ 問3 $a = bV_2 \times 10^{-3}$

【I Na_2CO_3 水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定①)〉

まず、 $a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると、 $a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定①終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定②)〉

$a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定①〉

$$\begin{array}{|c|c|} \hline \text{Na}_2\text{CO}_3 & \text{HCl} \\ \hline \text{が受け取る } \text{H}^+ & \text{が放出する } \text{H}^+ \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} 1(\text{価}) \times a(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol}) \\ \text{よって, } a = bV_1 \times 10^{-3} \end{array} \quad \text{.....①}$$

という等式が得られる。

〈滴定②〉

$$\begin{array}{|c|c|} \hline \text{NaHCO}_3 & \text{HCl} \\ \hline \text{が受け取る } \text{H}^+ & \text{が放出する } \text{H}^+ \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} 1(\text{価}) \times a(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times bV_2 \times 10^{-3}(\text{mol}) \\ \text{よって, } a = bV_2 \times 10^{-3} \end{array} \quad \text{.....②}$$

①式と②式を対比すれば明らかに、 $V_1 = V_2$ である。

問1 $V_1 = V_2$

問2 $a = bV_1 \times 10^{-3}$

問3 $a = bV_2 \times 10^{-3}$

【I Na_2CO_3 水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、 $a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると、 $a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

$a(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$\begin{array}{|c|c|} \hline \text{Na}_2\text{CO}_3 & \text{HCl} \\ \hline \text{が受け取る H}^+ & \text{が放出する H}^+ \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} 1(\text{価}) \times a(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol}) \\ \text{よって, } a = bV_1 \times 10^{-3} \end{array} \quad \text{.....①}$$

という等式が得られる。

〈滴定①〉

$$\begin{array}{|c|c|} \hline \text{NaHCO}_3 & \text{HCl} \\ \hline \text{が受け取る H}^+ & \text{が放出する H}^+ \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} 1(\text{価}) \times a(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times bV_2 \times 10^{-3}(\text{mol}) \\ \text{よって, } a = bV_2 \times 10^{-3} \end{array} \quad \text{.....②}$$

①式と②式を対比すれば明らかに、 $V_1 = V_2$ である。

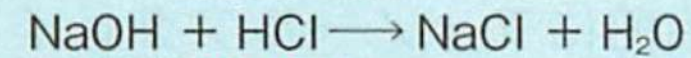
問1 $V_1 = V_2$ 問2 $a = bV_1 \times 10^{-3}$ 問3 $a = bV_2 \times 10^{-3}$

【Ⅱ NaOH, Na_2CO_3 混合水溶液の滴定】

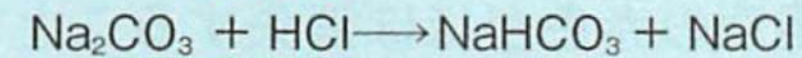
NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、 $X(\text{mol})$ のNaOHを含む混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。
 $Y(\text{mol})$ のNa₂CO₃

第1中和点までの反応

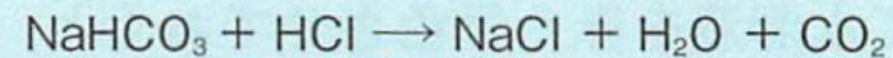


$X(\text{mol})$ 消費 $X(\text{mol})$ 消費



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 生成

第1中和点から第2中和点までの反応



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費

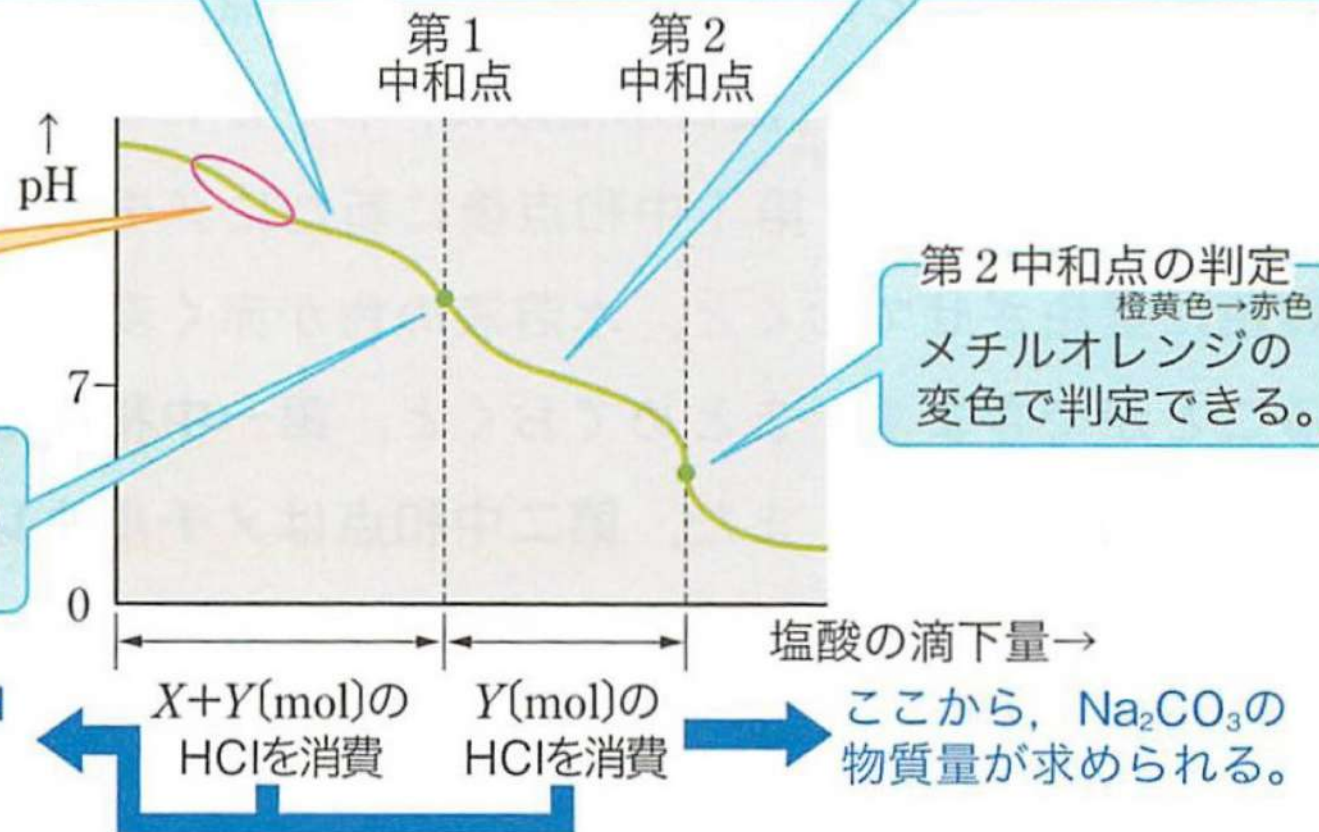
この部分 (NaOHの反応が終了したところ) の変化はごくわずかで、変化が表れないように描かれることが多い。

第1中和点の判定

赤色→無色

フェノールフタレインの変色で判定できる。

この両者の差から、NaOHの物質量が求められる。



第2中和点の判定

橙黄色→赤色

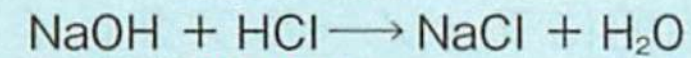
メチルオレンジの変色で判定できる。

第一段階の塩酸の消費量は第二段階の塩酸の消費量より多い！

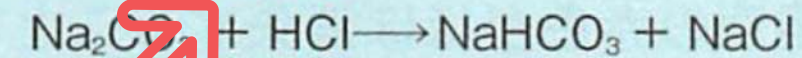
NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は, $X(\text{mol})$ の NaOH を含む混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。
 $Y(\text{mol})$ の Na₂CO₃

第1中和点までの反応

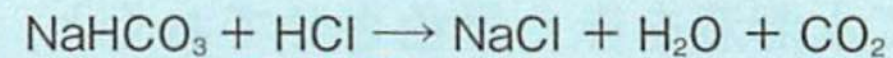


$X(\text{mol})$ 消費 $X(\text{mol})$ 消費



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 生成

第1中和点から第2中和点までの反応



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費

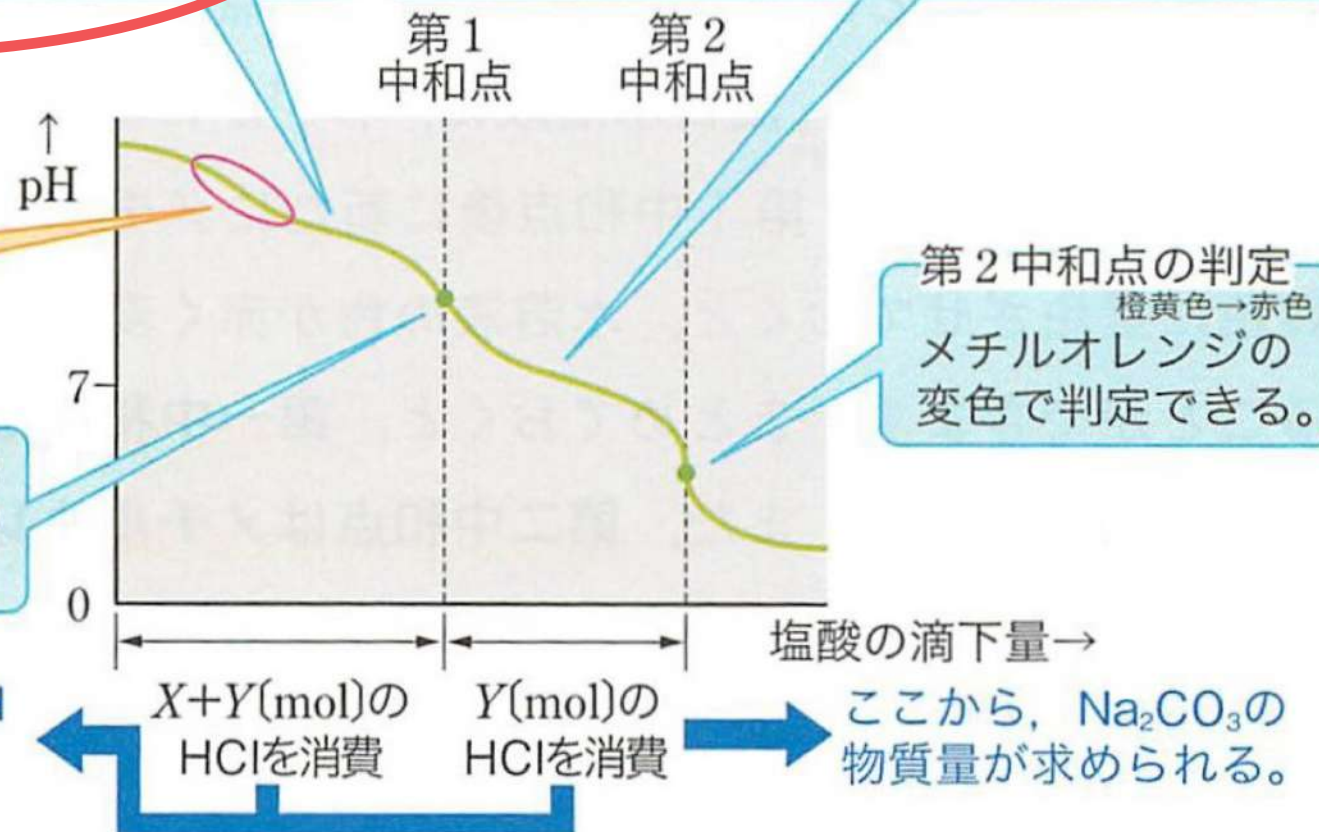
この部分 (NaOHの反応が終了したところ) の変化はごくわずかで、変化が表れないように描かれることが多い。

第1中和点の判定

赤色→無色

フェノールフタレインの変色で判定できる。

この両者の差から, NaOHの物質量が求められる。

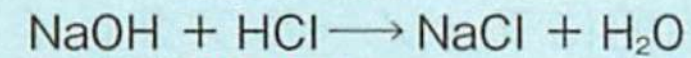


第一段階の塩酸の消費量は第二段階の塩酸の消費量より多い！

NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は, $X(\text{mol})$ の NaOH を含む混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。
 $Y(\text{mol})$ の Na₂CO₃

第1中和点までの反応

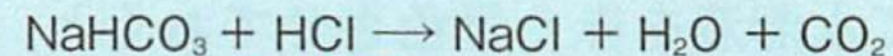


$X(\text{mol})$ 消費 $X(\text{mol})$ 消費



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 生成

第1中和点から第2中和点までの反応



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費

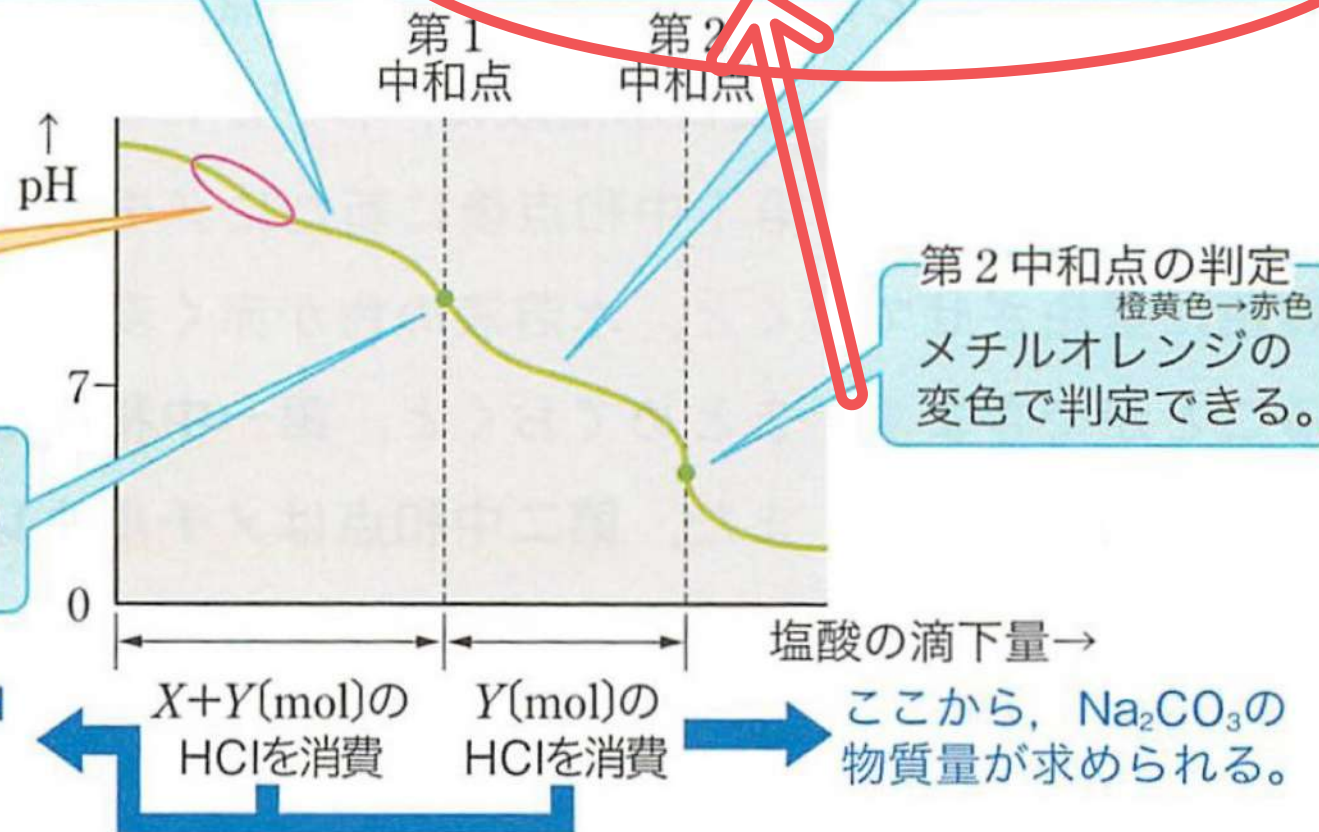
この部分 (NaOHの反応が終了したところ) の変化はごくわずかで、変化が表れないように描かれることが多い。

第1中和点の判定

赤色→無色

フェノールフタレインの変色で判定できる。

この両者の差から, NaOHの物質量が求められる。



第2中和点の判定

橙黄色→赤色

メチルオレンジの変色で判定できる。

塩酸の滴下量→

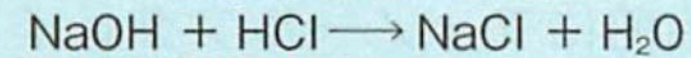
ここから, Na₂CO₃の物質量が求められる。

第一段階の塩酸の消費量は第二段階の塩酸の消費量より多い！

NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は, $X(\text{mol})$ の NaOH を含む混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。
 $Y(\text{mol})$ の Na₂CO₃

第1中和点までの反応

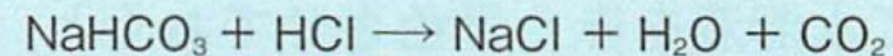


$X(\text{mol})$ 消費 $X(\text{mol})$ 消費



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 生成

第1中和点から第2中和点までの反応



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費

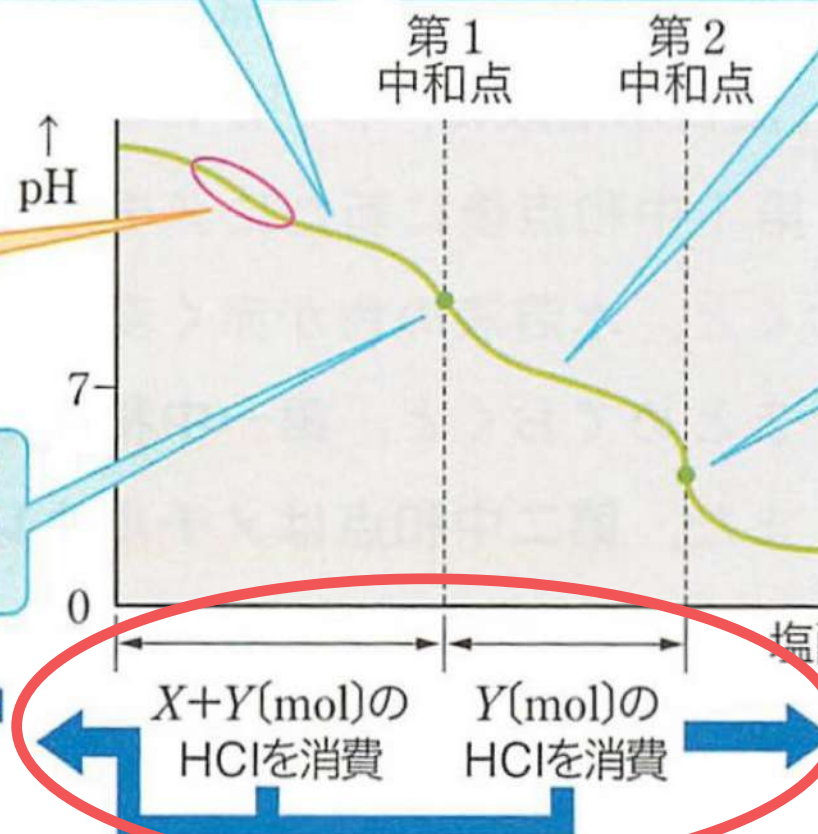
この部分 (NaOHの反応が終了したところ) の変化はごくわずかで、変化が表れないように描かれることが多い。

第1中和点の判定

赤色→無色

フェノールフタレインの変色で判定できる。

この両者の差から, NaOHの物質量が求められる。



第2中和点の判定

橙黄色→赤色

メチルオレンジの変色で判定できる。

塩酸の滴下量→

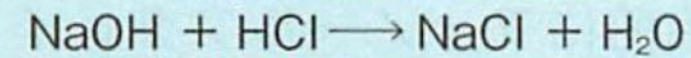
ここから, Na₂CO₃の物質量が求められる。

第一段階の塩酸の消費量は第二段階の塩酸の消費量より多い！

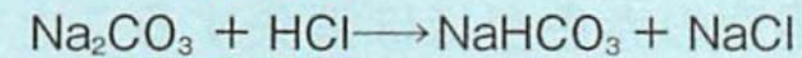
NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、 $X(\text{mol})$ のNaOHを含む混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。
 $Y(\text{mol})$ のNa₂CO₃

第1中和点までの反応

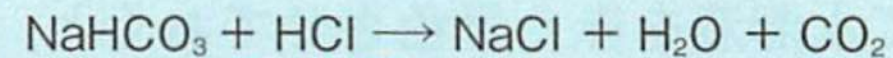


$X(\text{mol})$ 消費 $X(\text{mol})$ 消費



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 生成

第1中和点から第2中和点までの反応



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費

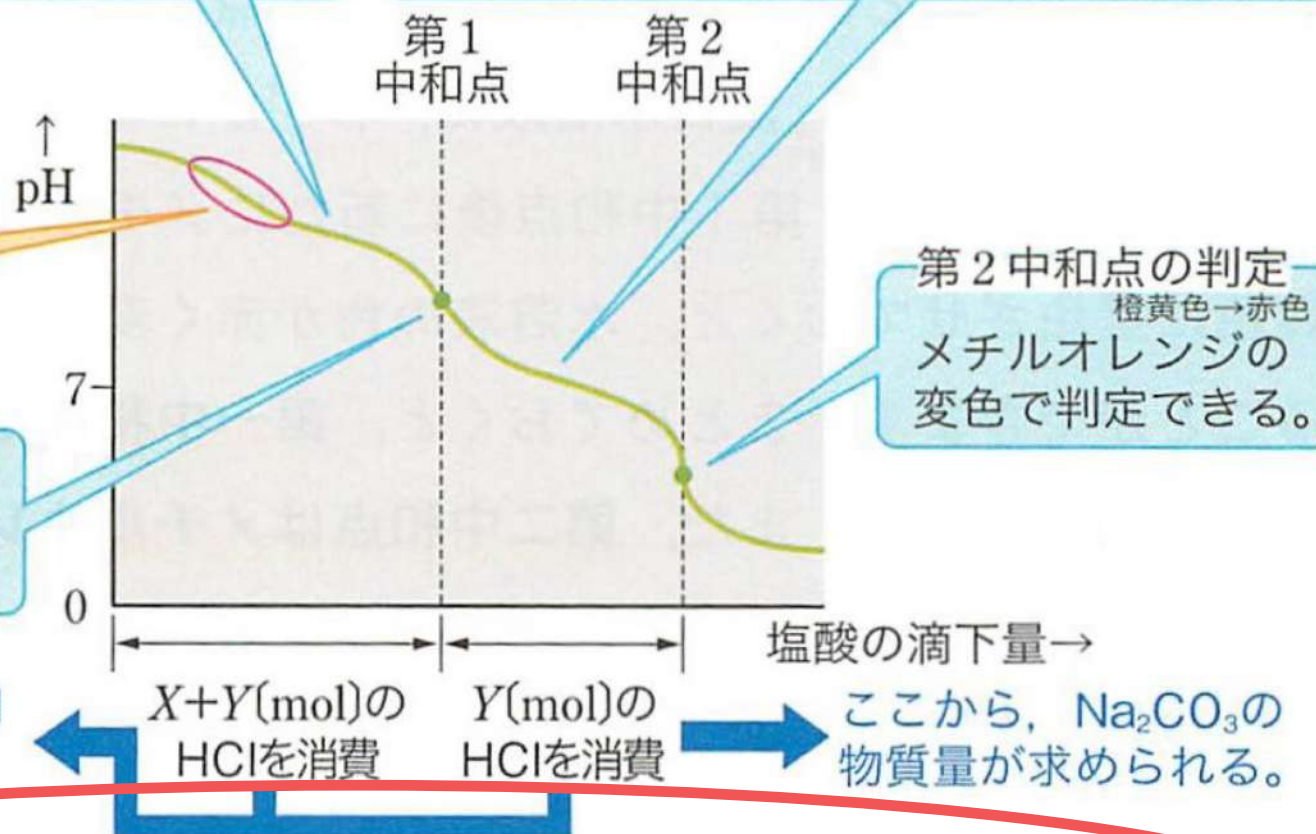
この部分 (NaOHの反応が終了したところ) の変化はごくわずかで、変化が表れないように描かれることが多い。

第1中和点の判定

赤色→無色

フェノールフタレインの変色で判定できる。

この両者の差から、NaOHの物質量が求められる。

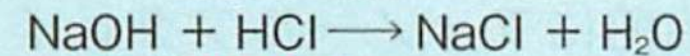


第一段階の塩酸の消費量は第二段階の塩酸の消費量より多い！

NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は, $X(\text{mol})$ の NaOH を含む混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。
 $Y(\text{mol})$ の Na₂CO₃

第1中和点までの反応

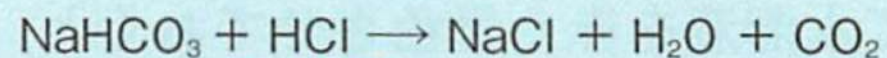


$X(\text{mol})$ 消費 $X(\text{mol})$ 消費



$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 生成

第1中和点から第2中和点までの反応



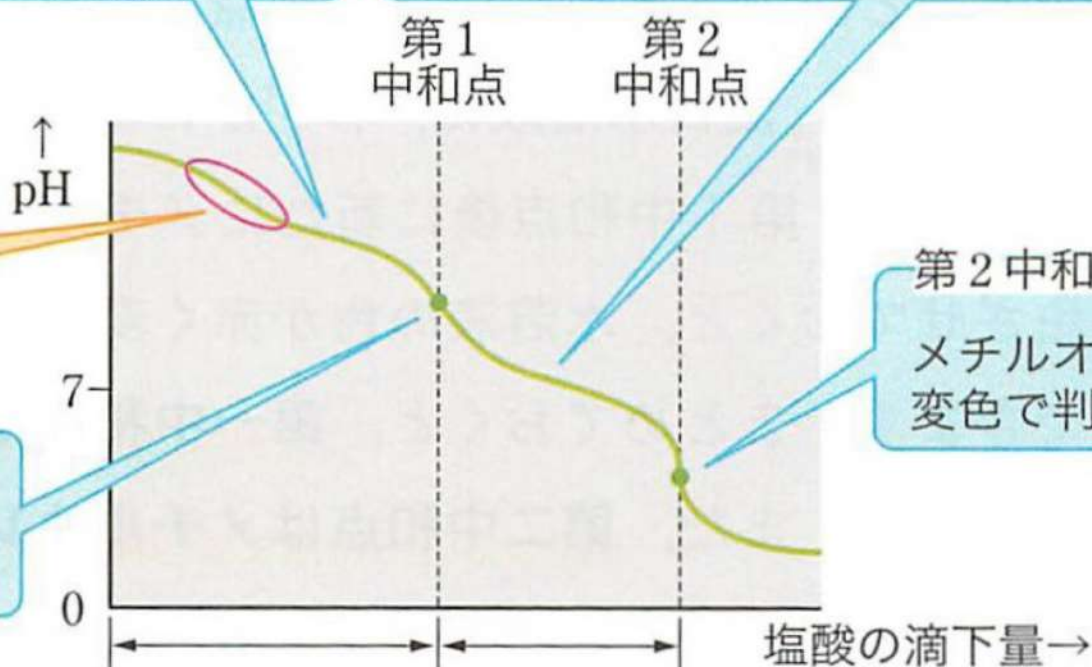
$Y(\text{mol})$ 消費 $Y(\text{mol})$ 消費

この部分 (NaOHの反応が終了したところ) の変化はごくわずかで、変化が表れないように描かれることが多い。

第1中和点の判定

赤色→無色
フェノールフタレインの変色で判定できる。

この両者の差から, NaOHの物質量が求められる。



第2中和点の判定

橙黄色→赤色
メチルオレンジの変色で判定できる。

ここから, Na₂CO₃の物質量が求められる。

第一段階の塩酸の消費量は第二段階の塩酸の消費量より多い！

【Ⅱ NaOH, Na_2CO_3 混合水溶液の滴定】

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

NaOH と Na_2CO_3 を含む水溶液 10 mL を、0.10 mol/L の塩酸を用い、
上記Ⅰと同様の手順で滴定したところ、 $V_1=9.0$ mL, $V_2=4.0$ mL となった。
解答は整数値で答えよ。ただし、 $\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$ とする。

問 1 この溶液 10 mL に含まれる NaOH は何 mg か。

問 2 この溶液 10 mL に含まれる Na_2CO_3 は何 mg か。

【Ⅱ NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液の滴定】

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

NaOH と Na₂CO₃ を含む水溶液 10 mL を、0.10 mol/L の塩酸を用い、

上記Ⅰと同様の手順で滴定したところ、 $V_1=9.0$ mL, $V_2=4.0$ mL となっ

た。解答は整数値で答えよ。ただし、H=1, C=12, O=16, Na=23 とする。

問 1 この溶液 10 mL に含まれる NaOH は何 mg か。

問 2 この溶液 10 mL に含まれる Na₂CO₃ は何 mg か。

【Ⅱ NaOH、Na₂CO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、10 mL 中に $x(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと、 $y(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 9.0 mL 加える。

すると、 $y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

$y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 4.0 mL 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質質量(mol) = 酸の価数 × その物質質量(mol)

〈滴定②〉

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解けば、

$$x = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol}), \quad y = 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

【Ⅱ NaOH、Na₂CO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、10 mL 中に x (mol) の水酸化ナトリウムと、 y (mol) の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 9.0 mL 加える。



すると、 y (mol) の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

y (mol) の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 4.0 mL 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質質量(mol) = 酸の価数 × その物質質量(mol)

〈滴定②〉

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解けば、

$$x = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol}), \quad y = 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

【Ⅱ NaOH、Na₂CO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、10 mL 中に $x(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと、 $y(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 9.0 mL 加える。



すると、 $y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

$y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 4.0 mL 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質の量(mol) = 酸の価数 × その物質の量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times x(\text{mol})}_{\text{NaOH}} + \underbrace{1(\text{価}) \times y(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times 9.0 \times 10^{-4}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解けば、

$$x = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol}), \quad y = 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

【Ⅱ NaOH、Na₂CO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、10 mL 中に $x(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと、 $y(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 9.0 mL 加える。



すると、 $y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

$y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 4.0 mL 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質質量(mol) = 酸の価数 × その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times x(\text{mol})}_{\text{NaOH}} + \underbrace{1(\text{価}) \times y(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times 9.0 \times 10^{-4}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \text{①}$$

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解けば、

$$x = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol}), \quad y = 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

【Ⅱ NaOH、Na₂CO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、10 mL 中に $x(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと、 $y(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 9.0 mL 加える。



すると、 $y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

$y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に、0.10 mol/L の塩酸を 4.0 mL 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質の量(mol) = 酸の価数 × その物質の量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times x(\text{mol})}_{\text{NaOH}} + \underbrace{1(\text{価}) \times y(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times 9.0 \times 10^{-4}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

〈滴定①〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times y(\text{mol})}_{\text{NaHCO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

①式と②式を連立させて解けば、

$$x = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol}), \quad y = 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

【Ⅱ NaOH、Na₂CO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下, 滴定②)〉

まず, 10 mL 中に $x(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと, $y(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に, 0.10 mol/L の塩酸を 9.0 mL 加える。



すると, $y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後, メチルオレンジが変色するまで(以下, 滴定①)〉

$y(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムを含む水溶液に, 0.10 mol/L の塩酸を 4.0 mL 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質量(mol) = 酸の価数 × その物質量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times x(\text{mol})}_{\text{NaOH}} + \underbrace{1(\text{価}) \times y(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times 9.0 \times 10^{-4}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

〈滴定①〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times y(\text{mol})}_{\text{NaHCO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

①式と②式を連立させて解けば,

$$x = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol}), \quad y = 4.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

STEP 3 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

問 1 20 mg

問 2 42 mg

STEP 3 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

$$\text{NaOH(式量: 40)の質量} = 40 \times 10^3 \times 5.0 \times 10^{-4} = 20.0(\text{mg})$$

問 1 20 mg

問 2 42 mg

STEP 3 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

NaOH (式量：40)の質量 $= 40 \times 10^3 \times 5.0 \times 10^{-4} = 20.0(\text{mg})$

Na_2CO_3 (式量：106)の質量 $= 106 \times 10^3 \times 4.0 \times 10^{-4} = 42.4(\text{mg})$

問 1 20 mg

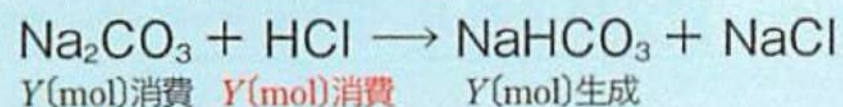
問 2 42 mg

【Ⅲ $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3$ 混合水溶液の滴定】

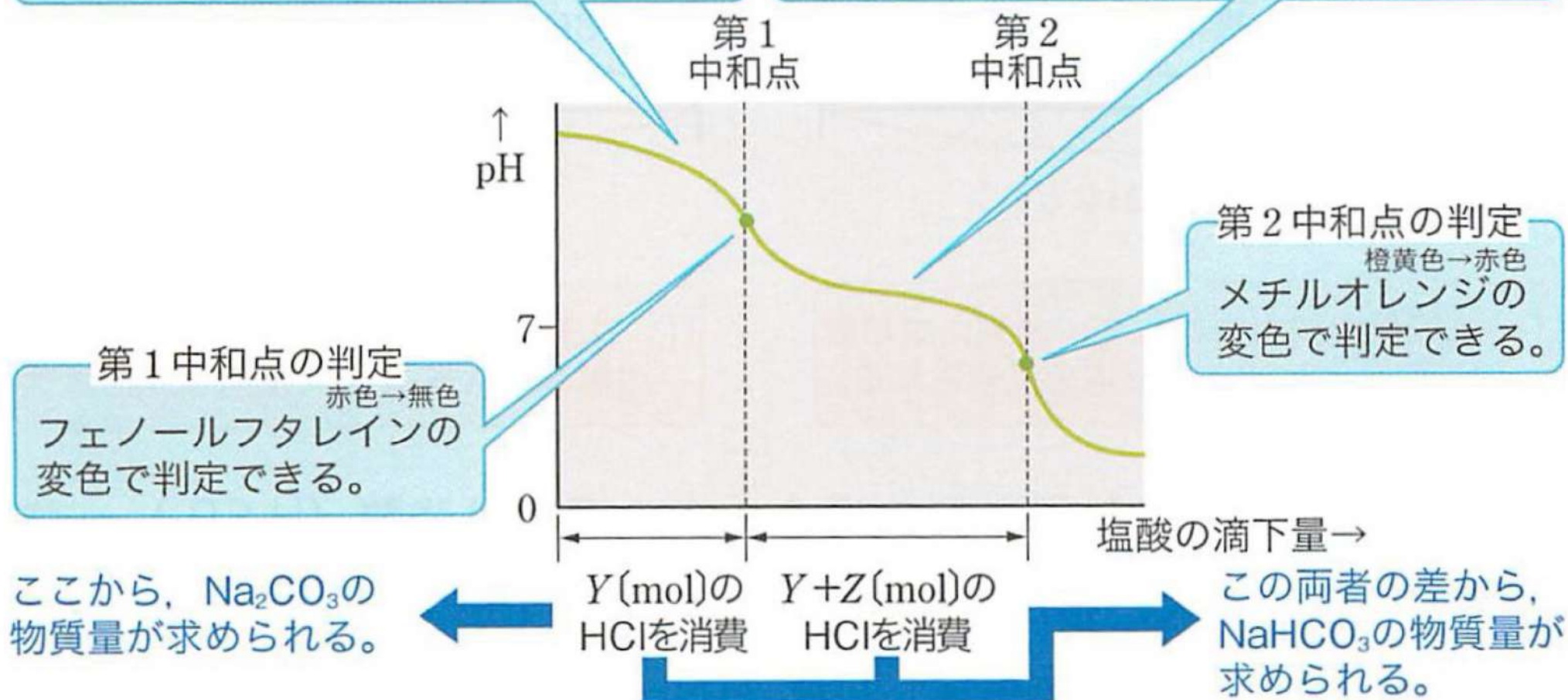
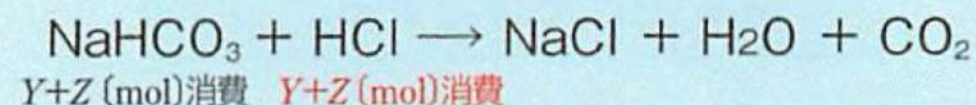
Na₂CO₃, NaHCO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、Y(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液の混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応

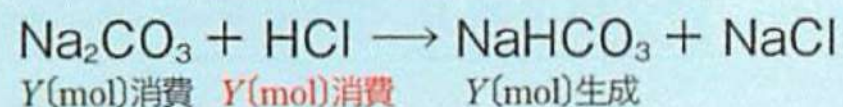


第二段階の塩酸の消費量は第一段階の塩酸の消費量より多い！

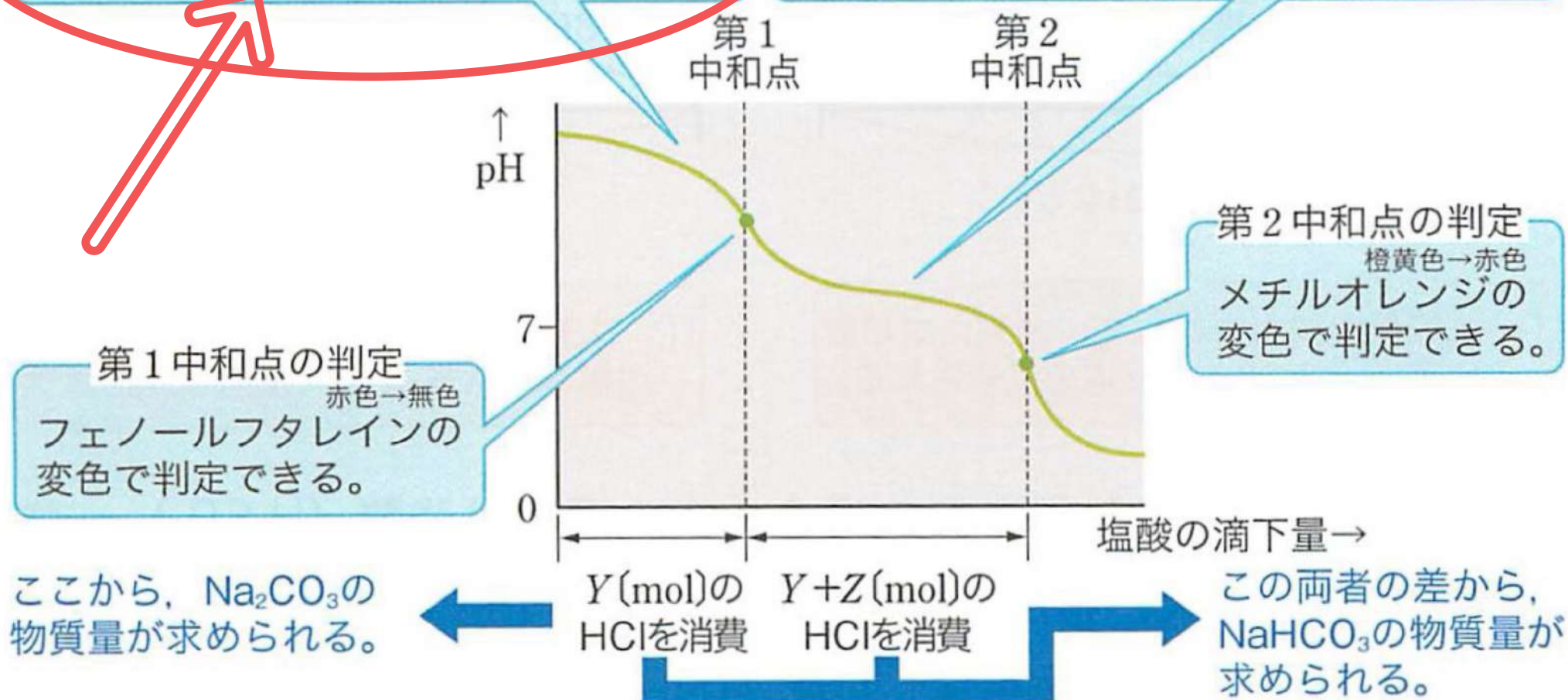
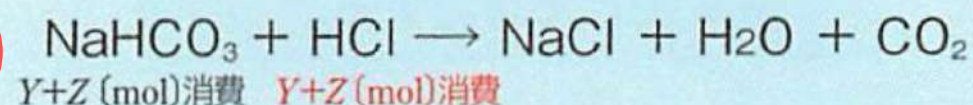
Na₂CO₃, NaHCO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、Y(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液の混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応

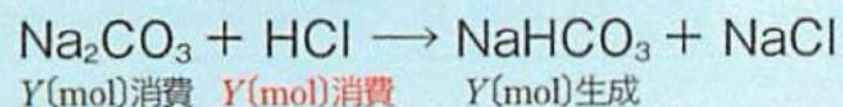


第二段階の塩酸の消費量は第一段階の塩酸の消費量より多い！

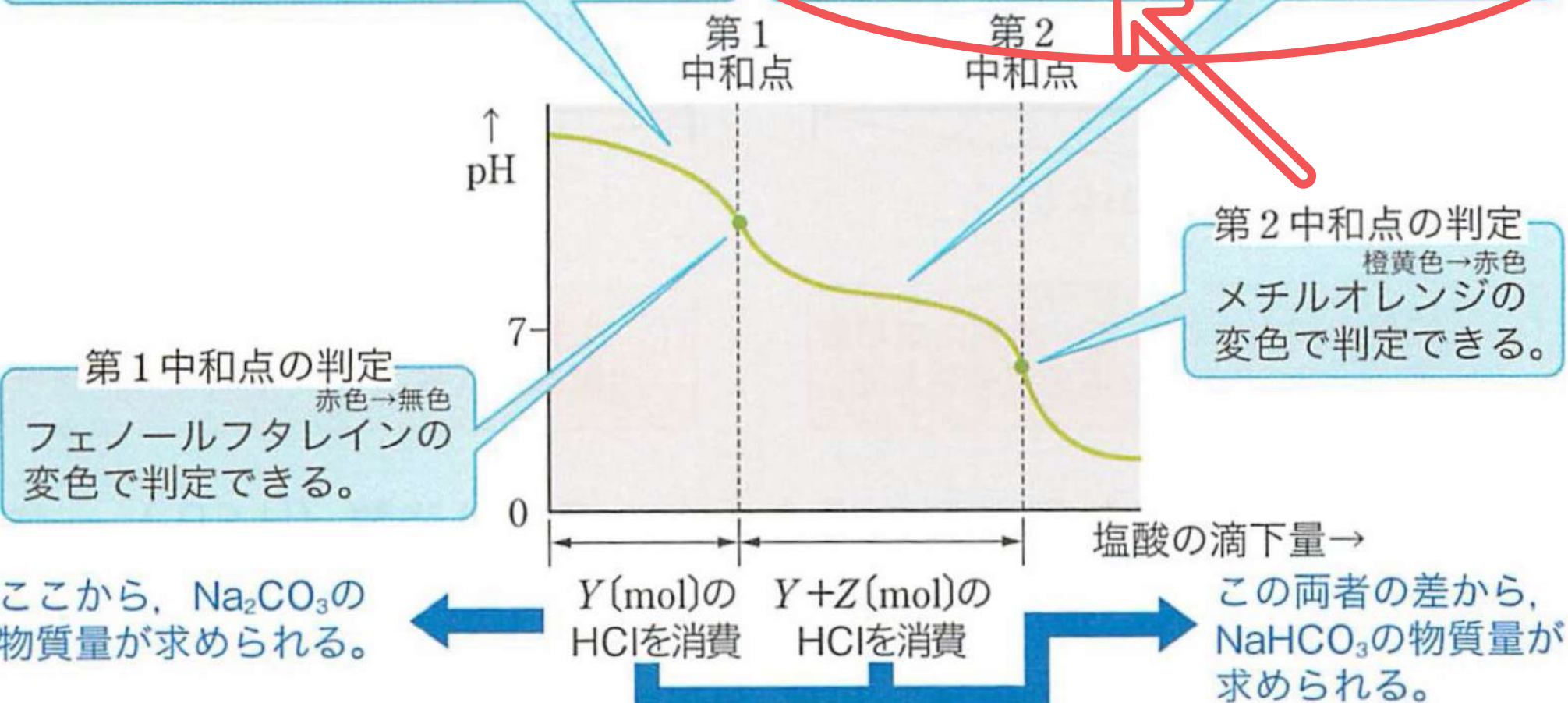
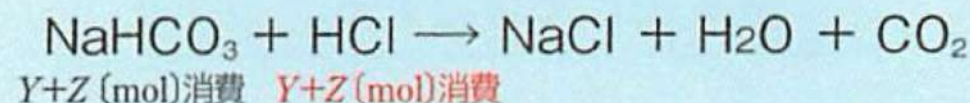
Na₂CO₃, NaHCO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、Y(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液の混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応

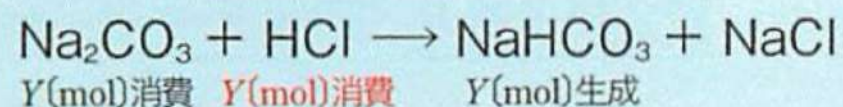


第二段階の塩酸の消費量は第一段階の塩酸の消費量より多い！

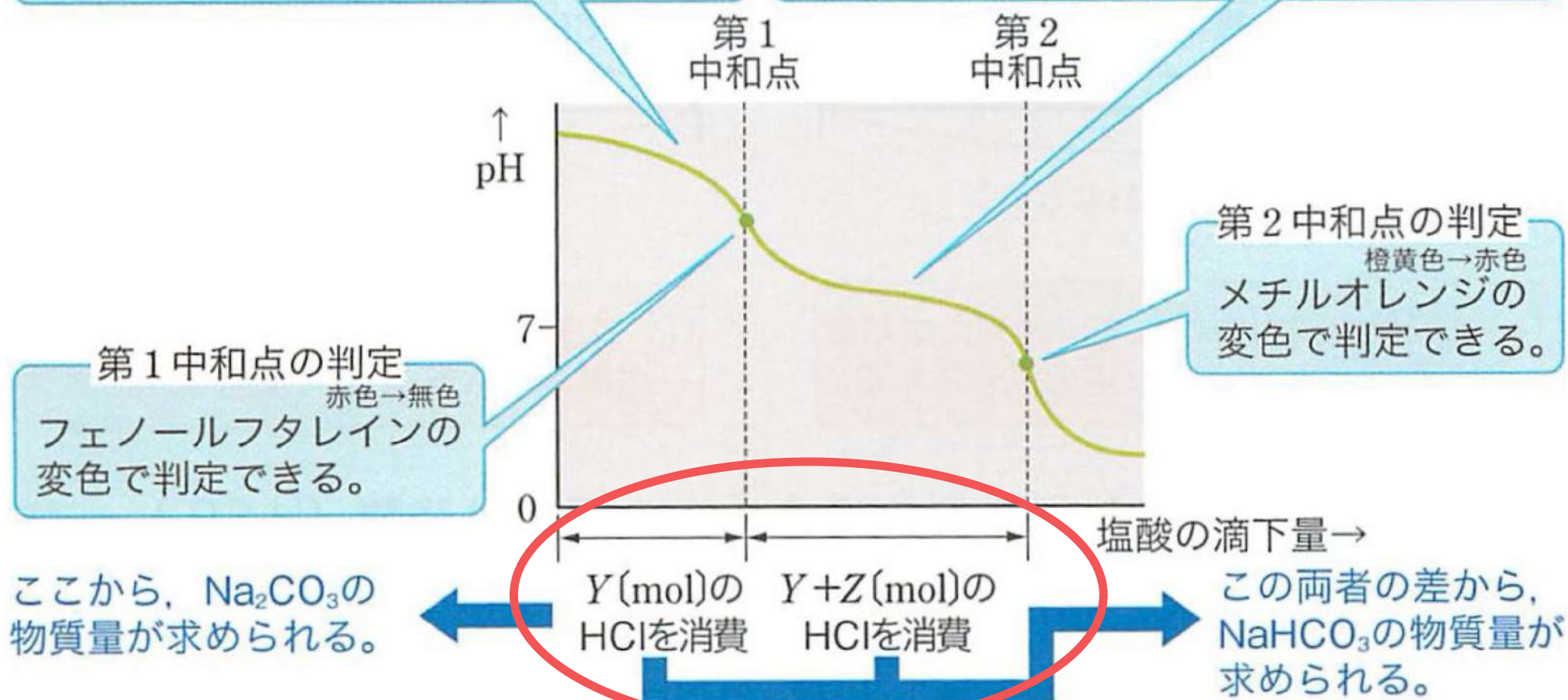
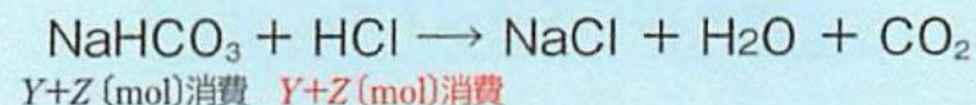
Na₂CO₃, NaHCO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、Y(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液の混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応

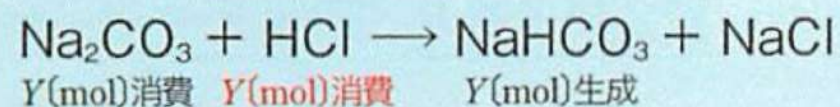


第二段階の塩酸の消費量は第一段階の塩酸の消費量より多い！

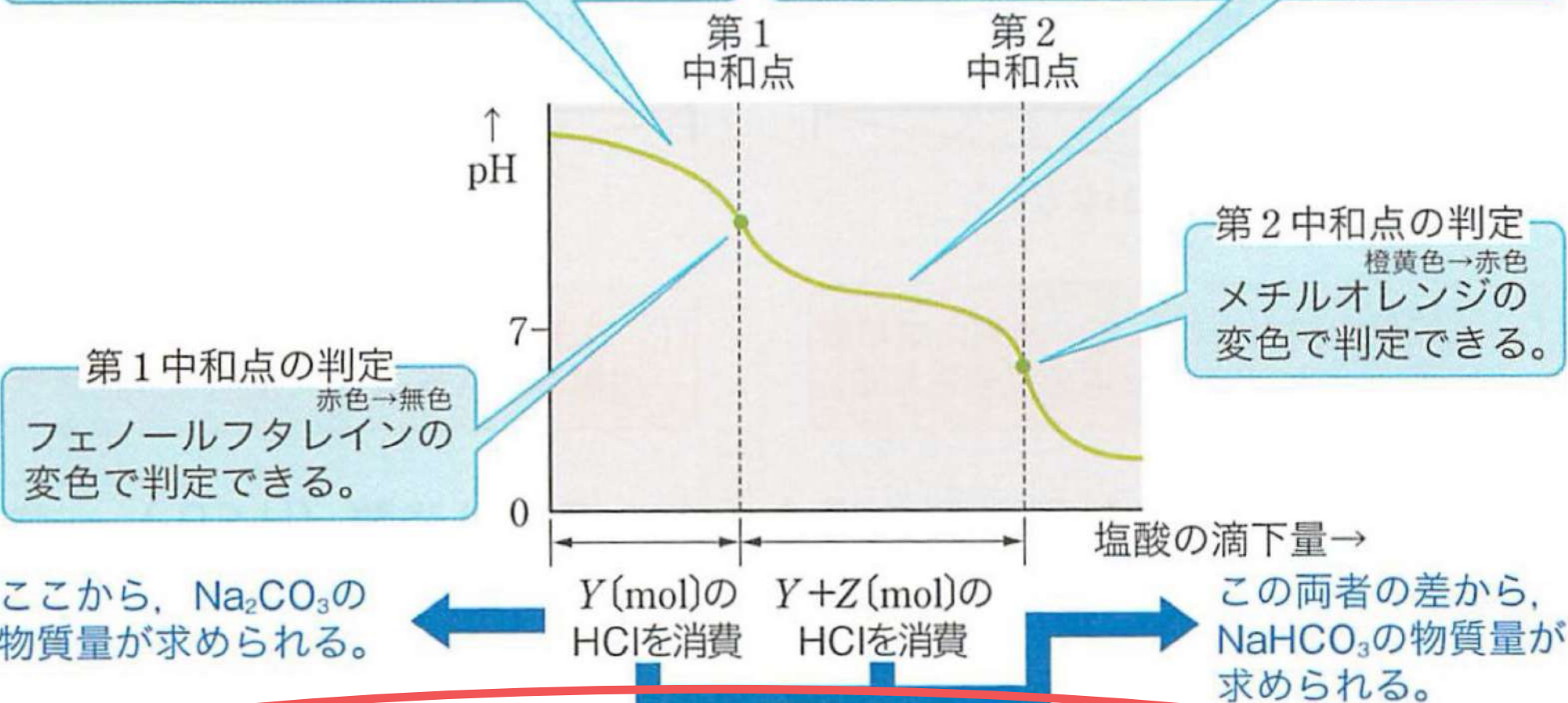
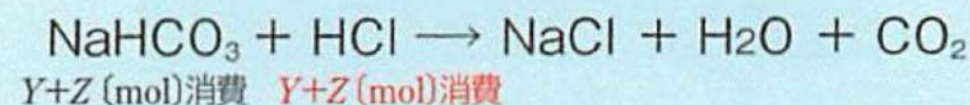
Na₂CO₃, NaHCO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

以下は、Y(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液の混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。

第1中和点までの反応



第1中和点から第2中和点までの反応



第二段階の塩酸の消費量は第一段階の塩酸の消費量より多い！

Na₂CO₃, NaHCO₃ 混合水溶液を塩酸で滴定すると？

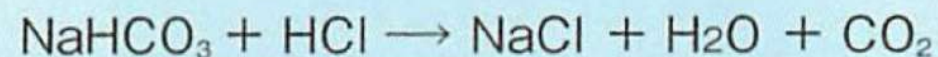
以下は、Y(mol)のNa₂CO₃を含む水溶液の混合水溶液に塩酸を加えていったときの概略である。
Z(mol)のNaHCO₃

第1中和点までの反応

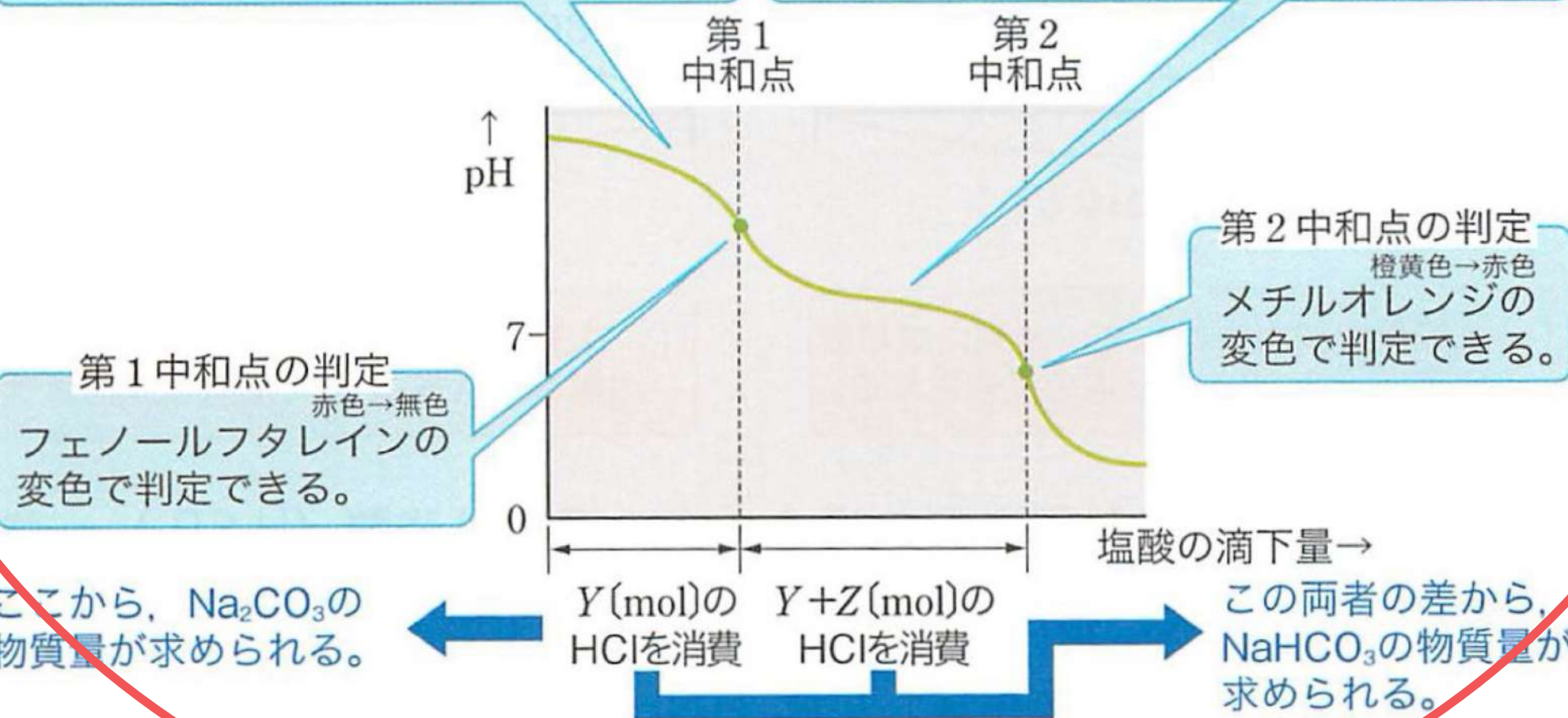


Y(mol)消費 Y(mol)消費 Y(mol)生成

第1中和点から第2中和点までの反応



Y+Z (mol)消費 Y+Z (mol)消費



ここから、Na₂CO₃の物質量が求められる。

この両者の差から、NaHCO₃の物質量が求められる。

第二段階の塩酸の消費量は第一段階の塩酸の消費量より多い！

取る。

【Ⅳ $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3$ 混合水溶液の滴定】

次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

$c(\text{mol/L})$ の Na_2CO_3 溶液 1 L と $d(\text{mol/L})$ の NaHCO_3 溶液 1 L との混合液を， $b(\text{mol/L})$ の塩酸を用いて，例題10と同様の手順で滴定した。

問1 c を， b ， V_1 ， V_2 のうち必要なものを用いて表せ。

問2 d を， b ， V_1 ， V_2 のうち必要なものを用いて表せ。

【Ⅲ $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3$ 混合水溶液の滴定】

次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

$c(\text{mol/L})$ の Na_2CO_3 溶液 1 L と $d(\text{mol/L})$ の NaHCO_3 溶液 1 L との混合液を， $b(\text{mol/L})$ の塩酸を用いて，同様の手順で滴定した。

問 1 c を， b ， V_1 ， V_2 のうち必要なものを用いて表せ。

問 2 d を， b ， V_1 ， V_2 のうち必要なものを用いて表せ。



フェノールフタレインが変色するまで
 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。

終了後，メチルオレンジが変色するまで
 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。

【Ⅲ Na₂CO₃、NaHCO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、 $c(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = c(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。

すると、 $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

最初から存在した $d(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = d(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムと、滴定②で生成した $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウム(合計： $c+d(\text{mol})$)を含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質質量(mol) = 酸の価数 × その物質質量(mol)

〈滴定②〉

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解くと、

$$c = bV_1 \times 10^{-3} \quad d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

問 1 $c = bV_1 \times 10^{-3}$ 問 2 $d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$

【Ⅲ Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合水溶液の滴定】

STEP:1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定②)〉

まず、 $c(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = c(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。

Na_2CO_3 (ここでは1価の塩基に相当) + HCl (1価の酸) $\longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$
すると、 $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定①)〉

最初から存在した $d(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = d(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムと、滴定②で生成した $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウム(合計： $c + d(\text{mol})$)を含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。

STEP:2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質質量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質質量(mol)

〈滴定②〉

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解くと、

$$c = bV_1 \times 10^{-3} \quad d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

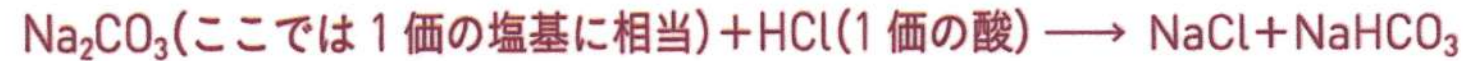
問1 $c = bV_1 \times 10^{-3}$ 問2 $d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$

【Ⅲ Na₂CO₃、NaHCO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下, 滴定②)〉

まず, $c(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = c(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると, $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後, メチルオレンジが変色するまで(以下, 滴定①)〉

最初から存在した $d(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = d(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムと, 滴定②で生成した $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウム(合計: $c + d(\text{mol})$)を含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。

STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質質量(mol) = 酸の価数 × その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times c(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \dots\dots \textcircled{1}$$

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解くと,

$$c = bV_1 \times 10^{-3} \quad d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

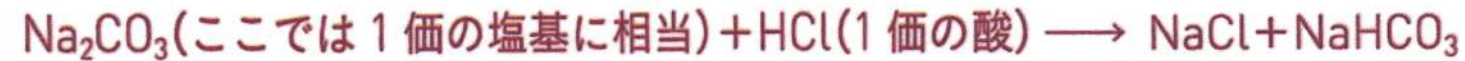
$$\text{問 1 } c = bV_1 \times 10^{-3} \quad \text{問 2 } d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

【Ⅲ Na₂CO₃、NaHCO₃混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下, 滴定②)〉

まず, $c(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = c(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると, $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後, メチルオレンジが変色するまで(以下, 滴定①)〉

最初から存在した $d(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = d(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムと, 滴定②で生成した $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウム(合計: $c + d(\text{mol})$)を含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質質量(mol) = 酸の価数 × その物質質量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times c(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \dots\dots ①$$

〈滴定①〉

①式と②式を連立させて解くと,

$$c = bV_1 \times 10^{-3} \quad d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

$$\text{問 1 } c = bV_1 \times 10^{-3} \quad \text{問 2 } d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

【Ⅲ Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下、滴定⑦)〉

まず、 $c(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = c(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると、 $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定⑦終了後、メチルオレンジが変色するまで(以下、滴定⑧)〉

最初から存在した $d(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = d(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムと、滴定⑦で生成した $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウム(合計： $c+d(\text{mol})$)を含む水溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質の量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質の量(mol)

〈滴定⑦〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times c(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

〈滴定⑧〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times (c+d)(\text{mol})}_{\text{NaHCO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times bV_2 \times 10^{-3}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

①式と②式を連立させて解くと、

$$c = bV_1 \times 10^{-3} \quad d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

$$\text{問 1 } c = bV_1 \times 10^{-3} \quad \text{問 2 } d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

【Ⅲ Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合水溶液の滴定】

STEP 1 情報の整理

〈フェノールフタレインが変色するまで(以下, 滴定②)〉

まず, $c(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = c(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加える。



すると, $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムが生成する。

〈滴定②終了後, メチルオレンジが変色するまで(以下, 滴定①)〉

最初から存在した $d(\text{mol/L}) \times 1 \text{ L} = d(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウムと, 滴定②で生成した $c(\text{mol})$ の炭酸水素ナトリウム(合計: $c + d(\text{mol})$)を含む水溶液に, $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_2(\text{mL})$ 加える。



STEP 2 式への代入

塩基の価数 $\times$ その物質の量(mol) = 酸の価数 $\times$ その物質の量(mol)

〈滴定②〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times c(\text{mol})}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times bV_1 \times 10^{-3}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \dots\dots ①$$

〈滴定①〉

$$\underbrace{1(\text{価}) \times (c + d)(\text{mol})}_{\text{NaHCO}_3} = \underbrace{1(\text{価}) \times bV_2 \times 10^{-3}(\text{mol})}_{\text{HCl}} \quad \dots\dots ②$$

①式と②式を連立させて解くと,

$$c = bV_1 \times 10^{-3} \quad d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

$$\text{問 1 } c = bV_1 \times 10^{-3} \quad \text{問 2 } d = b(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$$

【NaOH 中の不純物の定量】

【NaOH 中の不純物の定量】

市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。
中和滴定に用いる水酸化ナトリウム標準溶液の濃度を正確に決める
ため、水酸化ナトリウムの量と炭酸ナトリウムの量を求める中和滴定
を操作 1 ～ 3 により行った。

〔操作 1〕 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水
に溶かして 200 mL の水溶液とした。

〔操作 2〕 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被
滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100
mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して
溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰
量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶
液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定
したところ、 $z(\text{mL})$ を消費して溶液の色が赤色から無色に変
化した。

問 操作 1 ～ 3 の実験から、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ に含まれる
炭酸ナトリウムの質量パーセントを求める計算式を書け。ただし、
 $\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$ とする。

【NaOH 中の不純物の定量】



市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

中和滴定に用いる水酸化ナトリウム標準溶液の濃度を正確に決めるため、水酸化ナトリウムの量と炭酸ナトリウムの量を求める中和滴定を操作 1 ～ 3 により行った。

【操作 1】 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

【操作 2】 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。

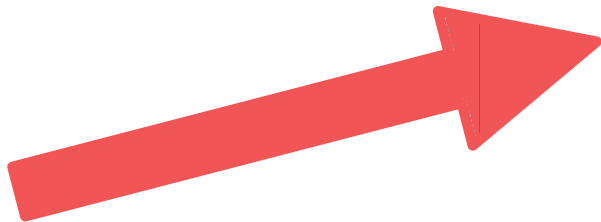
【操作 3】 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $z(\text{mL})$ を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。

問 操作 1 ～ 3 の実験から、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ に含まれる炭酸ナトリウムの質量パーセントを求める計算式を書け。ただし、 $\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$ とする。

【NaOH 中の不純物の定量】

市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

中和滴定に用いる水酸化ナトリウム標準溶液の濃度を正確に決めるため、水酸化ナトリウムの量と炭酸ナトリウムの量を求める中和滴定を操作 1 ～ 3 により行った。



〔操作 1〕 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

〔操作 2〕 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $z(\text{mL})$ を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。

問 操作 1 ～ 3 の実験から、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ に含まれる炭酸ナトリウムの質量パーセントを求める計算式を書け。ただし、 $\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$ とする。

【NaOH 中の不純物の定量】

市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

中和滴定に用いる水酸化ナトリウム標準溶液の濃度を正確に決めるため、水酸化ナトリウムの量と炭酸ナトリウムの量を求める中和滴定を操作 1 ～ 3 により行った。

〔操作 1〕 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

〔操作 2〕 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $z(\text{mL})$ を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。

問 操作 1 ～ 3 の実験から、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ に含まれる炭酸ナトリウムの質量パーセントを求める計算式を書け。ただし、 $\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$ とする。

市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

(操作 1) 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

(操作 2) 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。



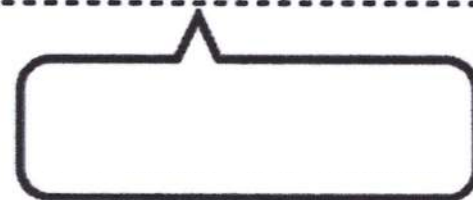
〈操作 2 について〉

指示薬として、メチルオレンジを数滴加える。

1 価の塩基
ここでは 2 価の塩基に相当

1 価の酸

$y(\text{mL})$ 滴下



市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

〔操作 1〕 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

〔操作 2〕 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。



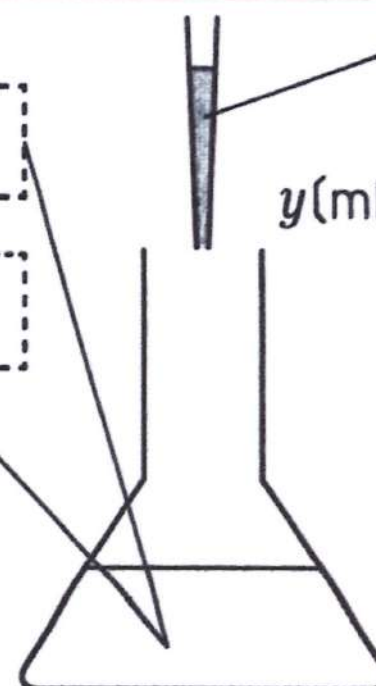
〈操作 2 について〉

指示薬として、メチルオレンジを数滴加える。

1 価の塩基
ここでは 2 価の塩基に相当

1 価の酸

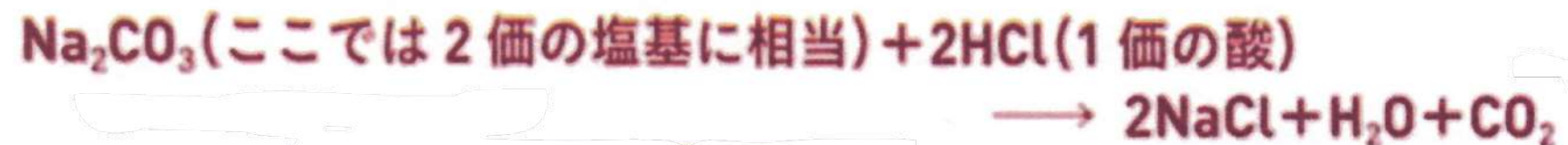
$y(\text{mL})$ 滴下



市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

(操作 1) 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

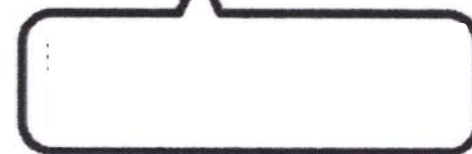
(操作 2) 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。



〈操作 2 について〉

指示薬として、メチルオレンジを数滴加える。

1 価の塩基
ここでは 2 価の塩基に相当



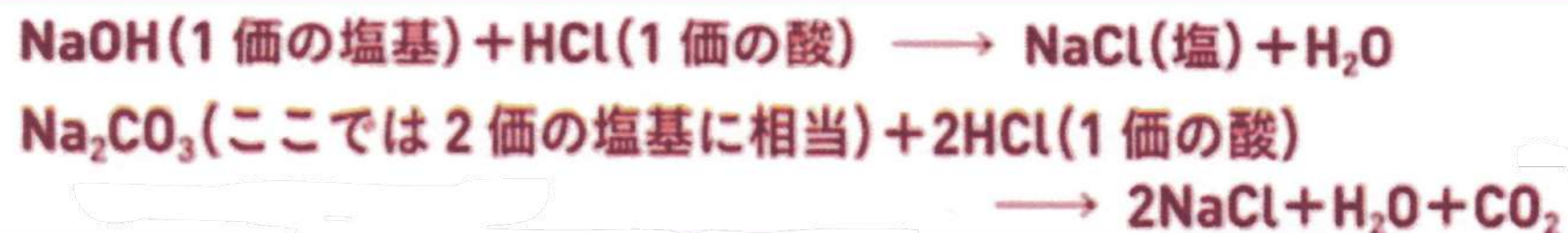
1 価の酸

$y(\text{mL})$ 滴下

市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

(操作 1) 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

(操作 2) 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。



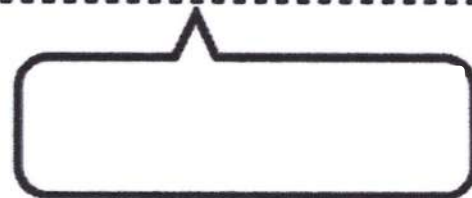
〈操作 2 について〉

指示薬として、メチルオレンジを数滴加える。

1 価の塩基
ここでは 2 価の塩基に相当

1 価の酸

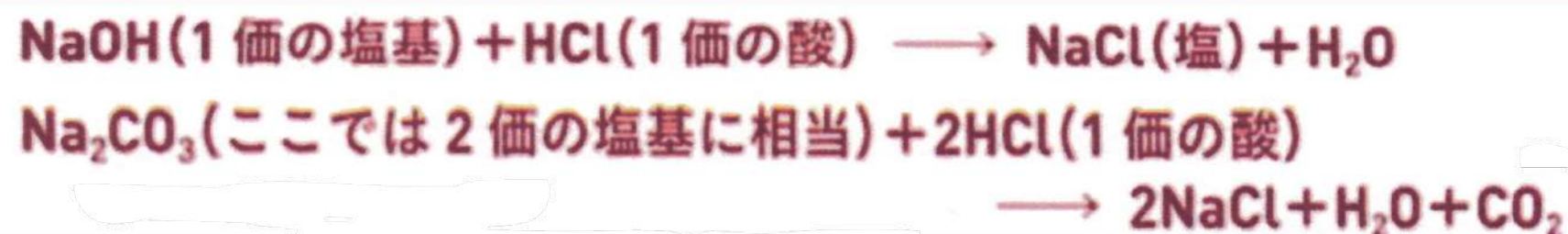
$y(\text{mL})$ 滴下



市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

(操作 1) 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

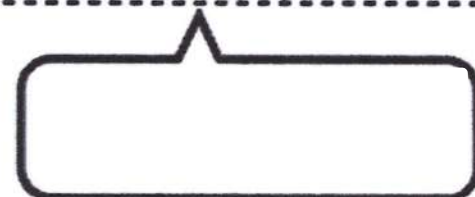
(操作 2) 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。



〈操作 2 について〉

指示薬として、メチルオレンジを数滴加える。

1 価の塩基
 $a(\text{mol})$ の NaOH
ここでは 2 価の塩基に相当

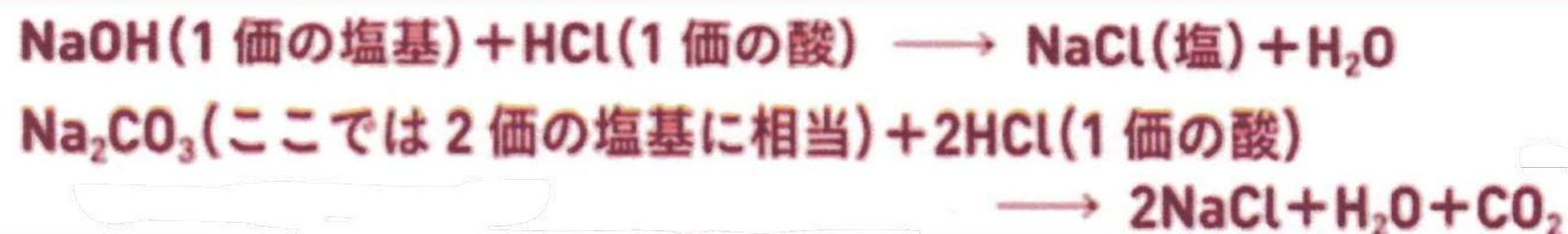


1 価の酸
 $y(\text{mL})$ 滴下

市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

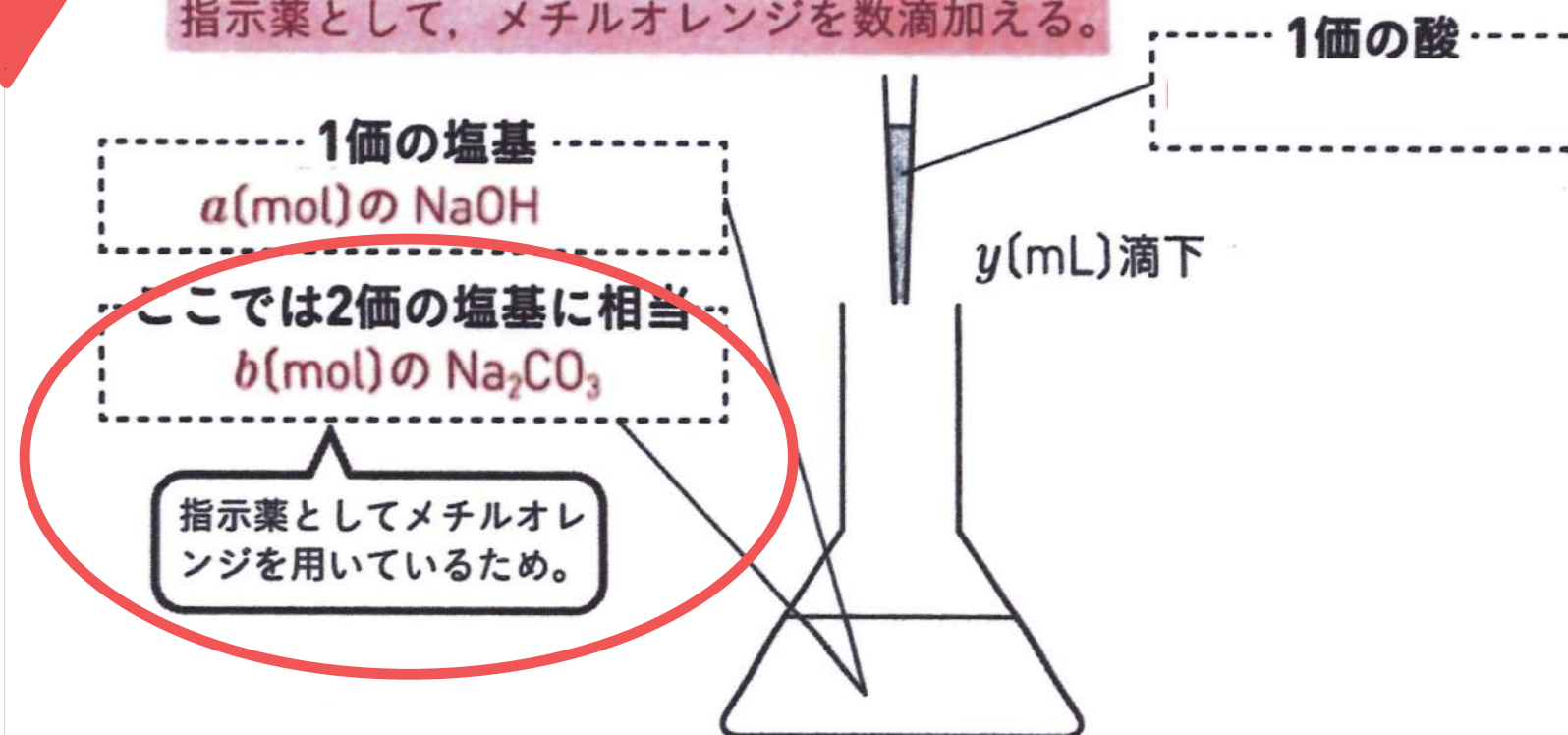
(操作 1) 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

(操作 2) 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。



〈操作 2 について〉

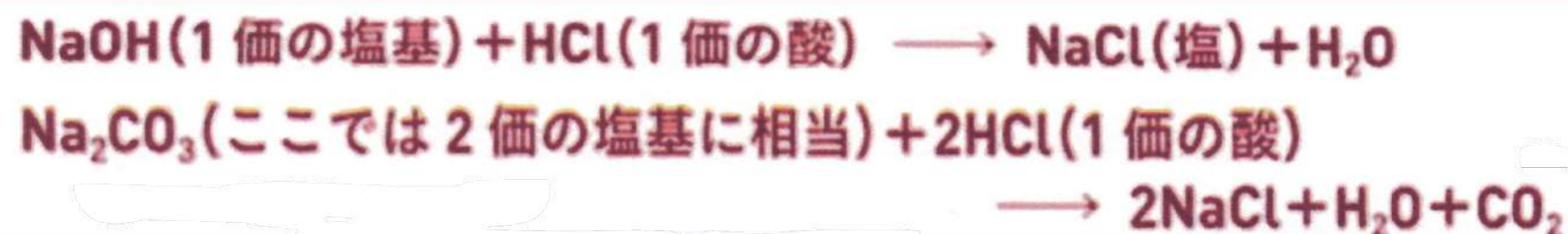
指示薬として、メチルオレンジを数滴加える。



市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

(操作 1) 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

(操作 2) 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。



〈操作 2 について〉

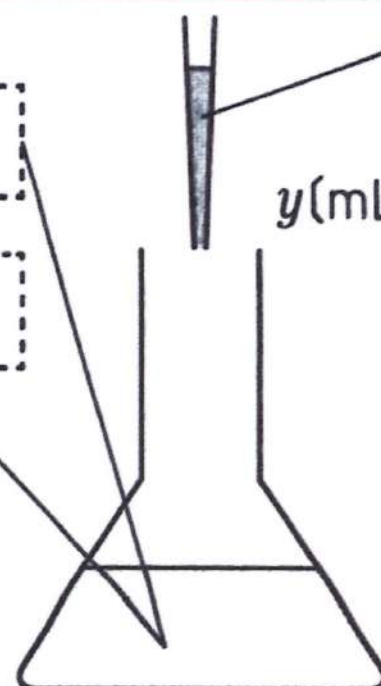
指示薬として、メチルオレンジを数滴加える。

1 価の塩基
 $a(\text{mol})$ の NaOH
ここでは 2 価の塩基に相当
 $b(\text{mol})$ の Na_2CO_3

指示薬としてメチルオレンジを用いているため。

1 価の酸
0.100 mol/L HCl aq

$y(\text{mL})$ 滴下



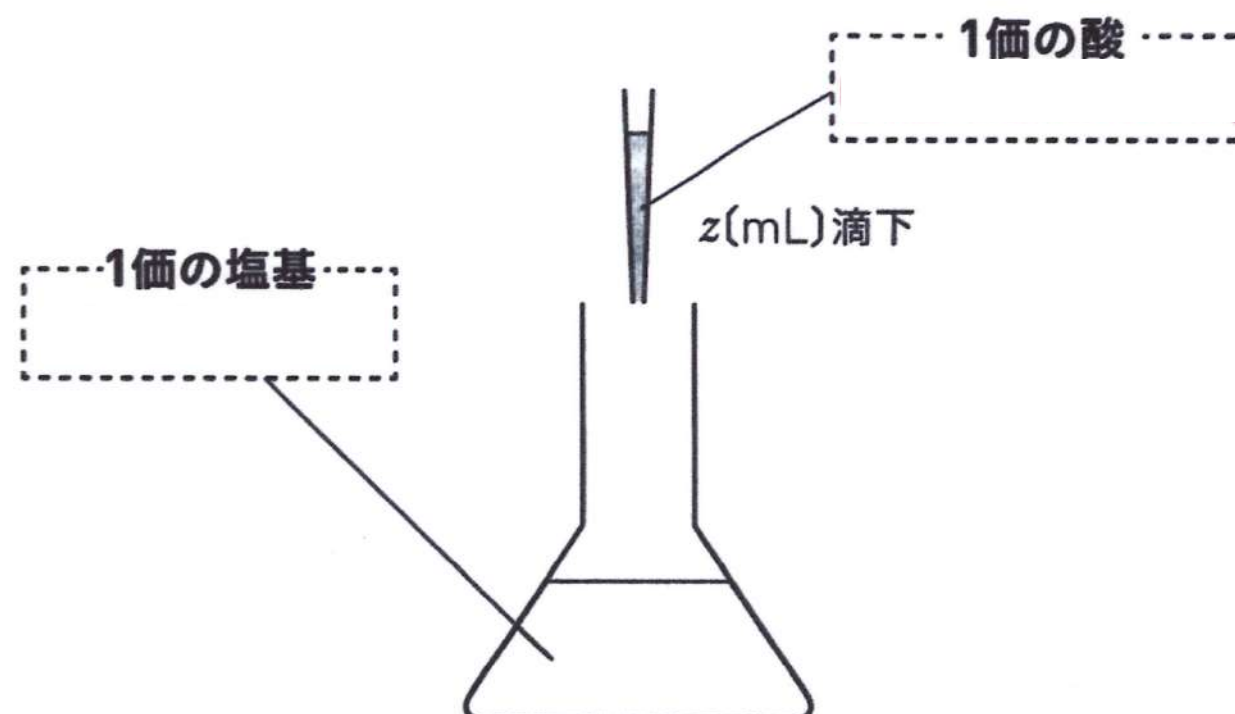
市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 z (mL)を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。



〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えたのち、指示薬として、フェノールフタレインを数滴加える。



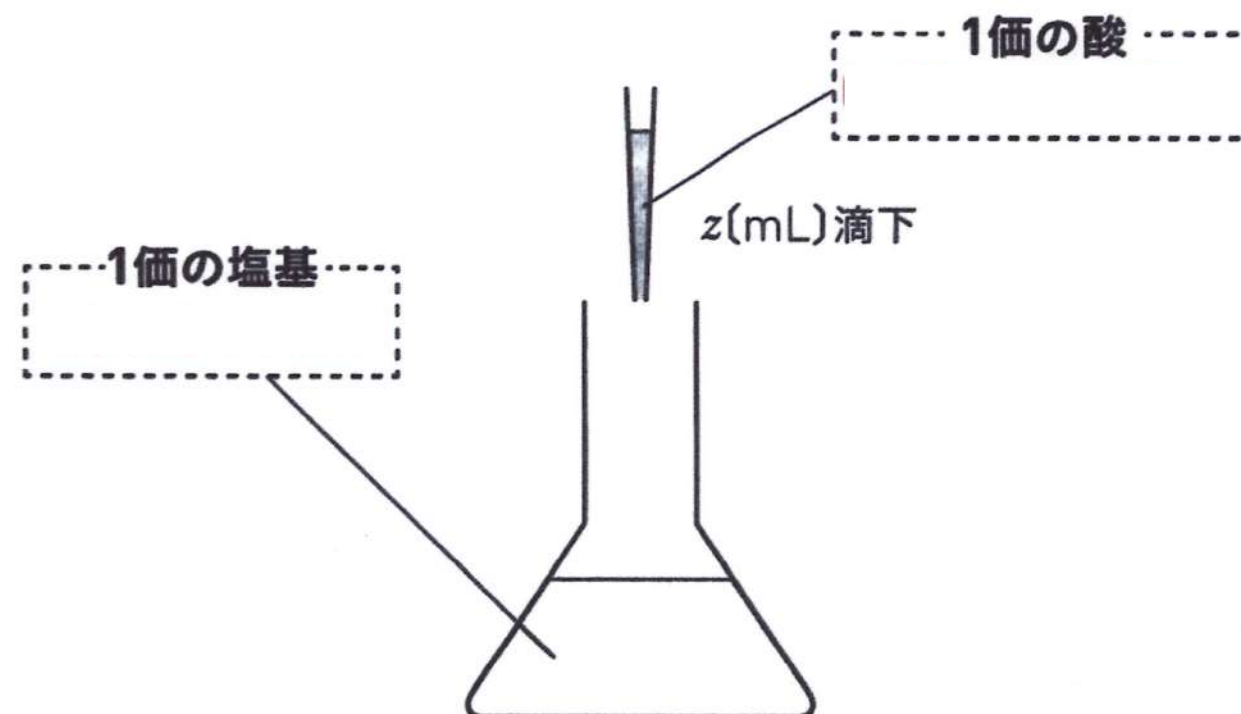
市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 z (mL)を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。



〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えたのち、指示薬として、フェノールフタレインを数滴加える。



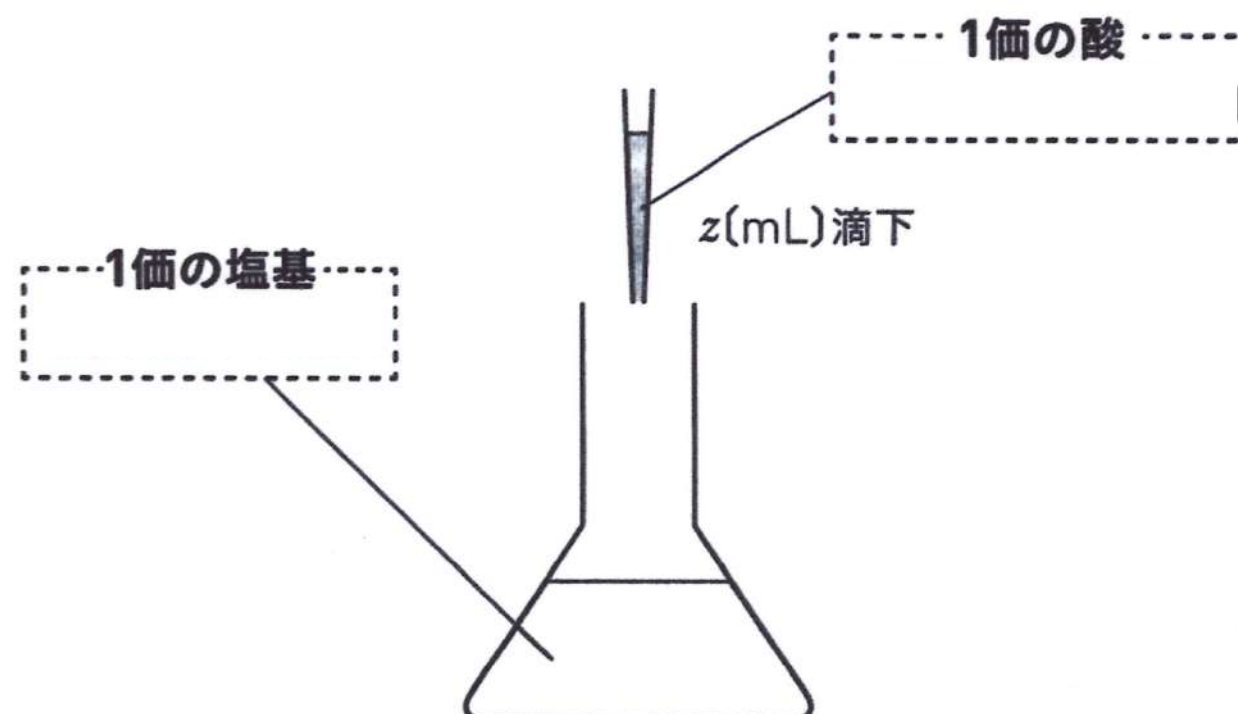
市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 z (mL)を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。



〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えたのち、指示薬として、フェノールフタレインを数滴加える。



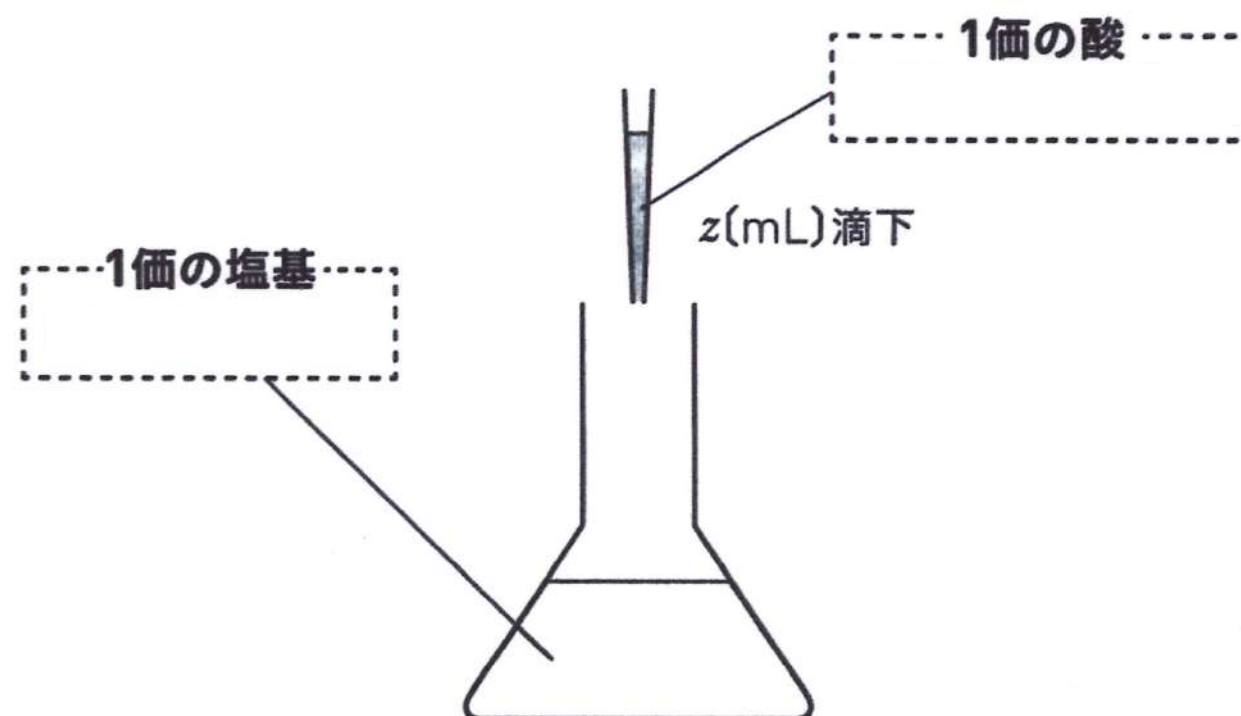
市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 z (mL)を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。



〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えたのち、指示薬として、フェノールフタレインを数滴加える。



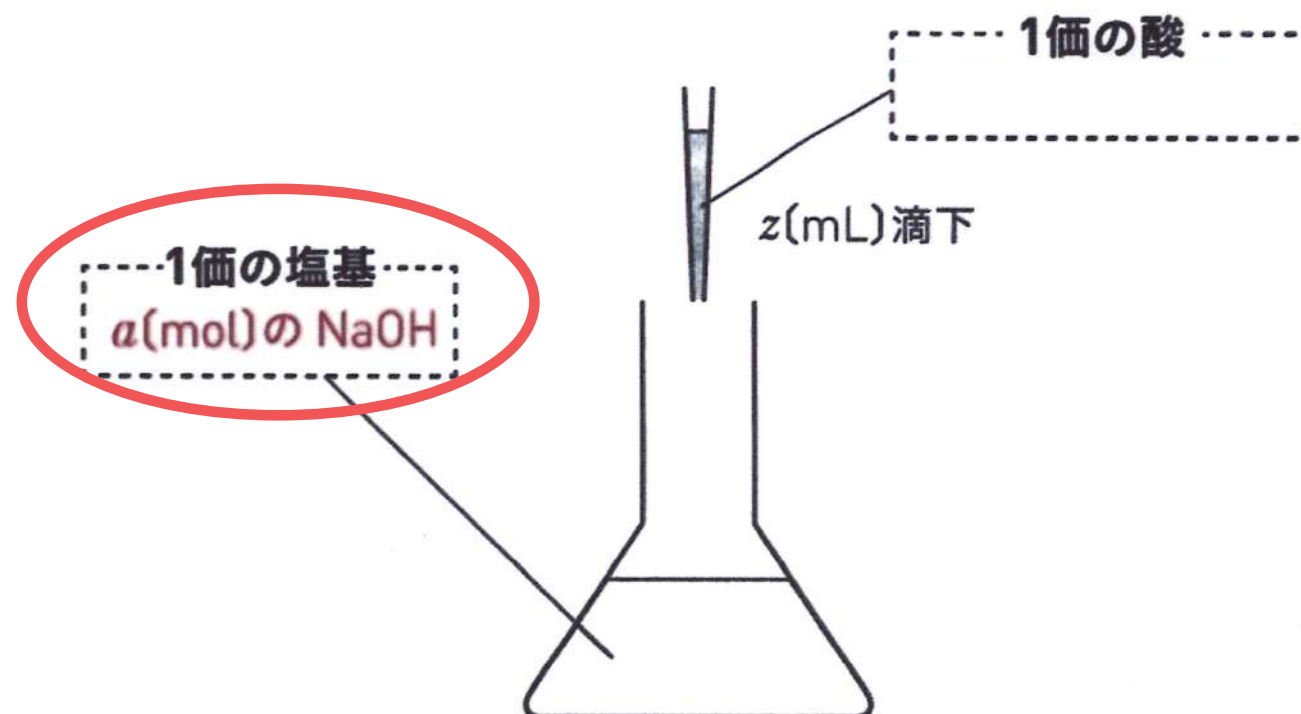
市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 z (mL)を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。



〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えたのち、指示薬として、フェノールフタレインを数滴加える。



市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $z(\text{mL})$ を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。



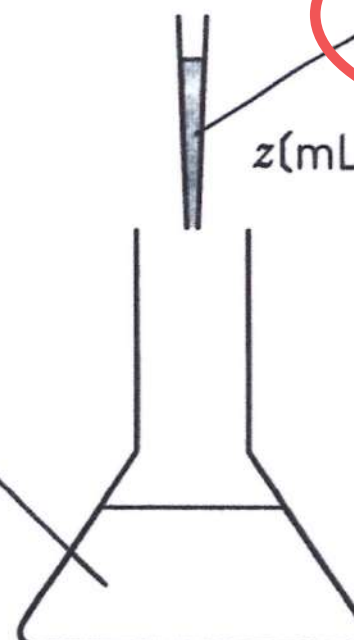
〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えたのち、指示薬として、フェノールフタレインを数滴加える。

1 価の塩基
 $a(\text{mol})$ の NaOH

1 価の酸
0.100 mol/L HCl aq

$z(\text{mL})$ 滴下



【NaOH中の不純物の定量】

STEP 1 情報の整理

〈操作 2 について〉

まず、10.0 mL 中に $a(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと、 $b(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.100 mol/L の塩酸を $y(\text{mL})$ 加えたところ、次の 2 つの反応が起こってメチルオレンジの色が変化した。

酸(HCl) $\Rightarrow$

塩基(NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

塩基(Na_2CO_3 : ここでは 2 価) $\Rightarrow$

【NaOH中の不純物の定量】

STEP 1 情報の整理

〈操作 2 について〉

まず、10.0 mL 中に a (mol) の水酸化ナトリウムと、 b (mol) の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.100 mol/L の塩酸を y (mL) 加えたところ、次の 2 つの反応が起こってメチルオレンジの色が変化した。



酸 (HCl) $\Rightarrow$

塩基 (NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

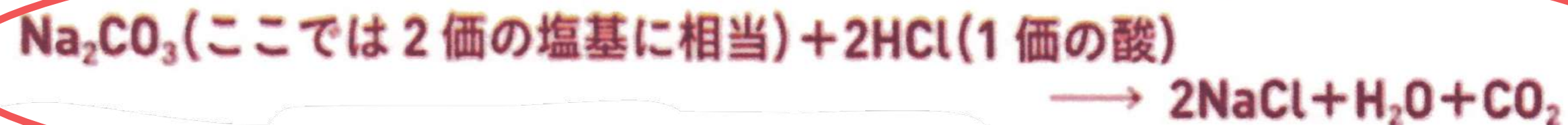
塩基 (Na_2CO_3 : ここでは 2 価) $\Rightarrow$

【NaOH中の不純物の定量】

STEP 1 情報の整理

〈操作 2 について〉

まず、10.0 mL 中に a (mol) の水酸化ナトリウムと、 b (mol) の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.100 mol/L の塩酸を y (mL) 加えたところ、次の 2 つの反応が起こってメチルオレンジの色が変化した。



酸 (HCl) $\Rightarrow$

塩基 (NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

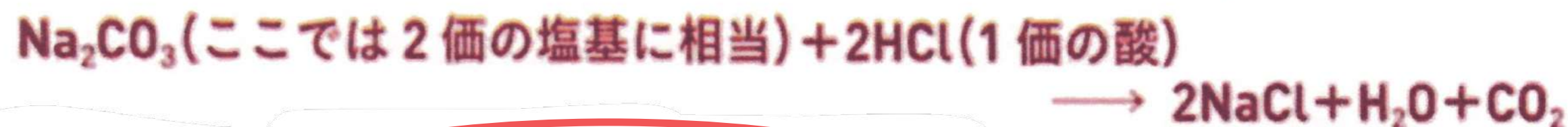
塩基 (Na_2CO_3 : ここでは 2 価) $\Rightarrow$

【NaOH中の不純物の定量】

STEP 1 情報の整理

〈操作 2 について〉

まず、10.0 mL 中に a (mol) の水酸化ナトリウムと、 b (mol) の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.100 mol/L の塩酸を y (mL) 加えたところ、次の 2 つの反応が起こってメチルオレンジの色が変化した。



$$\text{酸 (HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{y}{1000} = y \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

塩基 (NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

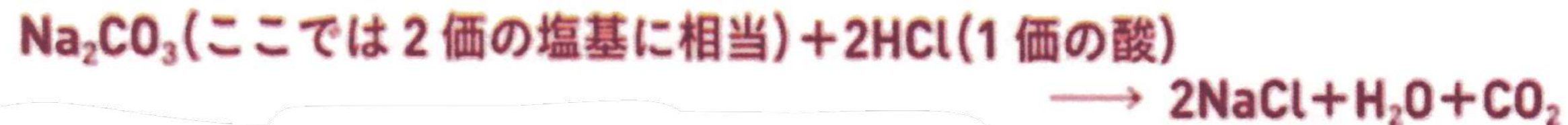
塩基 (Na₂CO₃ : ここでは 2 価) $\Rightarrow$

【NaOH中の不純物の定量】

STEP 1 情報の整理

〈操作 2 について〉

まず、10.0 mL 中に $a(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと、 $b(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.100 mol/L の塩酸を $y(\text{mL})$ 加えたところ、次の 2 つの反応が起こってメチルオレンジの色が変化した。



$$\text{酸}(\text{HCl}) \Rightarrow 0.100 \times \frac{y}{1000} = y \times 10^{-4}(\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NaOH : 1 価}) \Rightarrow a(\text{mol})$$

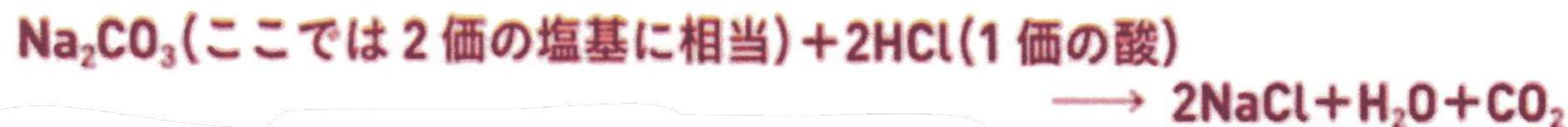
$$\text{塩基}(\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{ここでは 2 価}) \Rightarrow \boxed{}$$

【NaOH中の不純物の定量】

STEP 1 情報の整理

〈操作 2 について〉

まず、10.0 mL 中に $a(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムと、 $b(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムとを含む水溶液に、0.100 mol/L の塩酸を $y(\text{mL})$ 加えたところ、次の 2 つの反応が起こってメチルオレンジの色が変化した。



$$\text{酸}(\text{HCl}) \Rightarrow 0.100 \times \frac{y}{1000} = y \times 10^{-4}(\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NaOH : 1 価}) \Rightarrow a(\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{ここでは 2 価}) \Rightarrow b(\text{mol})$$

〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えた結果、炭酸ナトリウムは次の反応によって除去されてしまう。

すなわち、 a (mol) の水酸化ナトリウムを含んでいた溶液に、 0.100 mol/L の塩酸を z (mL) 加えたところ、次の反応だけが起こってフェノールフタレインの色が変化した。

酸 (HCl) $\Rightarrow$

塩基 (NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えた結果、炭酸ナトリウムは次の反応によって除去されてしまう。



すなわち、 $a(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムを含んでいた溶液に、 0.100 mol/L の塩酸を $z(\text{mL})$ 加えたところ、次の反応だけが起こってフェノールフタレインの色が変化した。

酸(HCl) ⇨

塩基(NaOH : 1 価) ⇨

〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えた結果、炭酸ナトリウムは次の反応によって除去されてしまう。



すなわち、 $a(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムを含んでいた溶液に、 0.100 mol/L の塩酸を $z(\text{mL})$ 加えたところ、次の反応だけが起こってフェノールフタレインの色が変化した。



酸(HCl) ⇨

塩基(NaOH : 1 価) ⇨

〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えた結果、炭酸ナトリウムは次の反応によって除去されてしまう。



すなわち、 $a(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムを含んでいた溶液に、 0.100 mol/L の塩酸を $z(\text{mL})$ 加えたところ、次の反応だけが起こってフェノールフタレインの色が変化した。



$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{z}{1000} = z \times 10^{-4}(\text{mol})$$

$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow$$

〈操作 3 について〉

過剰量の塩化バリウム水溶液を加えた結果、炭酸ナトリウムは次の反応によって除去されてしまう。



すなわち、 $a(\text{mol})$ の水酸化ナトリウムを含んでいた溶液に、 0.100 mol/L の塩酸を $z(\text{mL})$ 加えたところ、次の反応だけが起こってフェノールフタレインの色が変化した。



$$\text{酸}(\text{HCl}) \Rightarrow 0.100 \times \frac{z}{1000} = z \times 10^{-4}(\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NaOH} : 1 \text{ 価}) \Rightarrow a(\text{mol})$$

〈操作 2 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{y}{1000} = y \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

$$\text{塩基(Na}_2\text{CO}_3 \text{ : ここでは 2 価)} \Rightarrow b (\text{mol})$$

〈操作 3 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{z}{1000} = z \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

$$\text{塩基の価数} \times \text{その物質質量(mol)} = \text{酸の価数} \times \text{その物質質量(mol)}$$

〈操作 2 について〉

〈操作 3 について〉

①式と②式を連立させて解けば、

$$a = z \times 10^{-4} (\text{mol}), \quad b = \frac{(y - z) \times 10^{-4}}{2} (\text{mol})$$

〈操作 2 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{y}{1000} = y \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

$$\text{塩基(Na}_2\text{CO}_3 \text{ : ここでは 2 価)} \Rightarrow b (\text{mol})$$

〈操作 3 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{z}{1000} = z \times 10^{-4} (\text{mol})$$

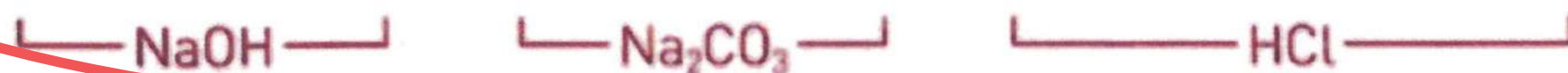
$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

塩基の価数 × その物質質量(mol) = 酸の価数 × その物質質量(mol)

〈操作 2 について〉

$$1(\text{価}) \times a(\text{mol}) + 2(\text{価}) \times b(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times y \times 10^{-4} (\text{mol}) \quad \dots\dots \textcircled{1}$$



〈操作 3 について〉

①式と②式を連立させて解けば、

$$a = z \times 10^{-4} (\text{mol}), \quad b = \frac{(y - z) \times 10^{-4}}{2} (\text{mol})$$

〈操作 2 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{y}{1000} = y \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

$$\text{塩基(Na}_2\text{CO}_3 \text{ : ここでは 2 価)} \Rightarrow b (\text{mol})$$

〈操作 3 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{z}{1000} = z \times 10^{-4} (\text{mol})$$

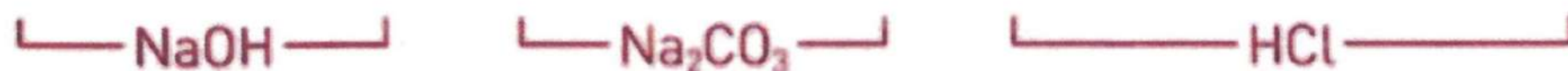
$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

$$\text{塩基の価数} \times \text{その物質質量(mol)} = \text{酸の価数} \times \text{その物質質量(mol)}$$

〈操作 2 について〉

$$1(\text{価}) \times a(\text{mol}) + 2(\text{価}) \times b(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times y \times 10^{-4} (\text{mol}) \quad \dots\dots \textcircled{1}$$



〈操作 3 について〉

$$1(\text{価}) \times a(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times z \times 10^{-4} (\text{mol}) \quad \dots\dots \textcircled{2}$$



①式と②式を連立させて解けば、

$$a = z \times 10^{-4} (\text{mol}), \quad b = \frac{(y - z) \times 10^{-4}}{2} (\text{mol})$$

〈操作 2 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{y}{1000} = y \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

$$\text{塩基(Na}_2\text{CO}_3 \text{ : ここでは 2 価)} \Rightarrow b (\text{mol})$$

〈操作 3 について〉

$$\text{酸(HCl)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{z}{1000} = z \times 10^{-4} (\text{mol})$$

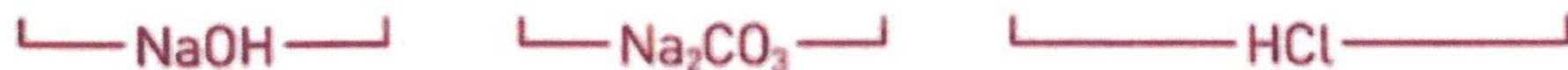
$$\text{塩基(NaOH : 1 価)} \Rightarrow a (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

$$\text{塩基の価数} \times \text{その物質質量(mol)} = \text{酸の価数} \times \text{その物質質量(mol)}$$

〈操作 2 について〉

$$1(\text{価}) \times a(\text{mol}) + 2(\text{価}) \times b(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times y \times 10^{-4} (\text{mol}) \quad \dots\dots \textcircled{1}$$



〈操作 3 について〉

$$1(\text{価}) \times a(\text{mol}) = 1(\text{価}) \times z \times 10^{-4} (\text{mol}) \quad \dots\dots \textcircled{2}$$



①式と②式を連立させて解けば、

$$a = z \times 10^{-4} (\text{mol}), \quad b = \frac{(y - z) \times 10^{-4}}{2} (\text{mol})$$

STEP 3 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

$$200 \text{ mL 中の } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ の物質質量} = \frac{(y-z) \times 10^{-4}}{2} \times \frac{200}{10.0} = (y-z) \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ の質量 \%} = \frac{106 \times (y-z) \times 10^{-3}}{x} \times 100 = \frac{10.6 \times (y-z)}{x} (\%)$$

解答 $\frac{10.6 \times (y-z)}{x} \%$

【固体混合物中の特定成分の定量】

【固体混合物中の特定成分の定量】

塩化カルシウムと酸化カルシウムの混合物がある。この 100.0 mg をとり、0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。この溶液中の過剰の塩酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和のために 29.0 mL を要した。

問 この混合物 100.0 mg に含まれる塩化カルシウムの質量を求めよ。数値は有効数字 3 桁まで求めよ。ただし、O=16.0, Ca=40.0 とする。

【固体混合物中の特定成分の定量】

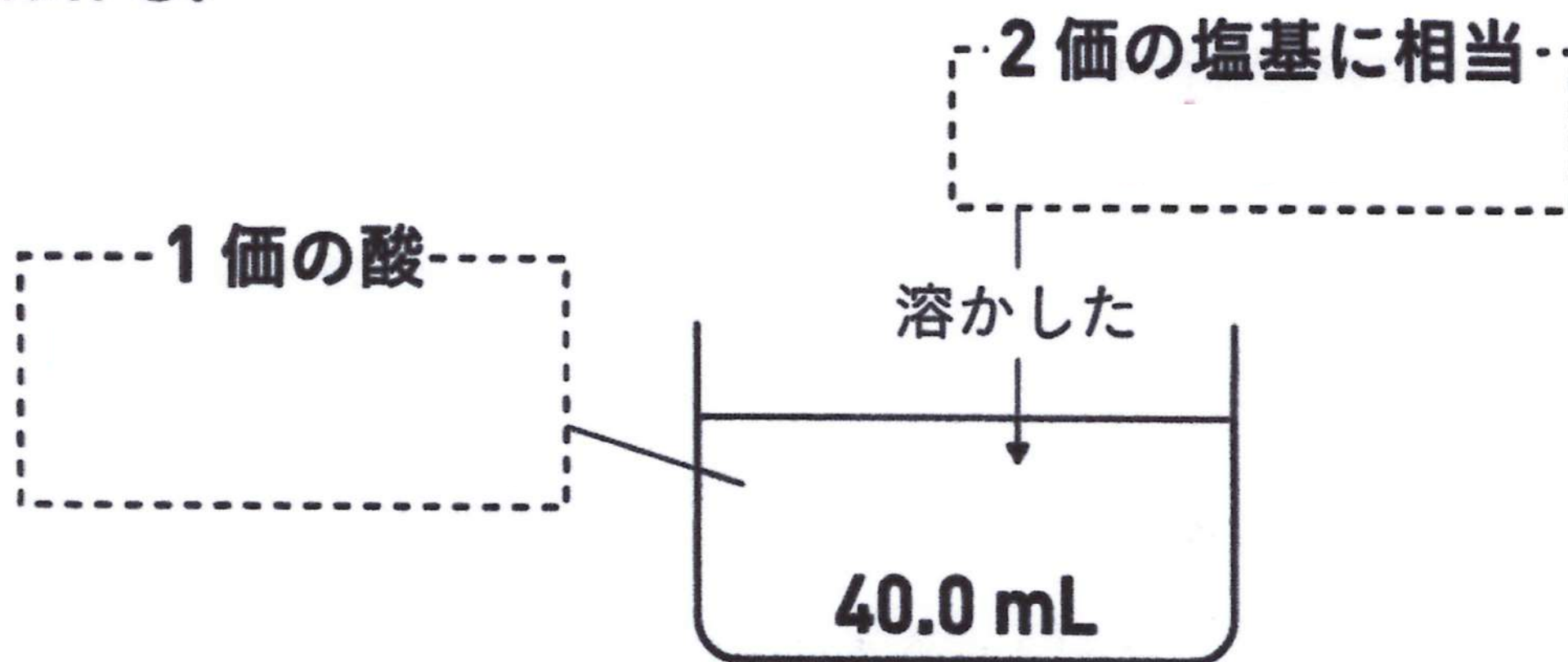
塩化カルシウムと酸化カルシウムの混合物がある。この 100.0 mg をとり、0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。

この溶液中の過剰の塩酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和のために 29.0 mL を要した。

問 この混合物 100.0 mg に含まれる塩化カルシウムの質量を求めよ。数値は有効数字 3 桁まで求めよ。ただし、O=16.0, Ca=40.0 とする。

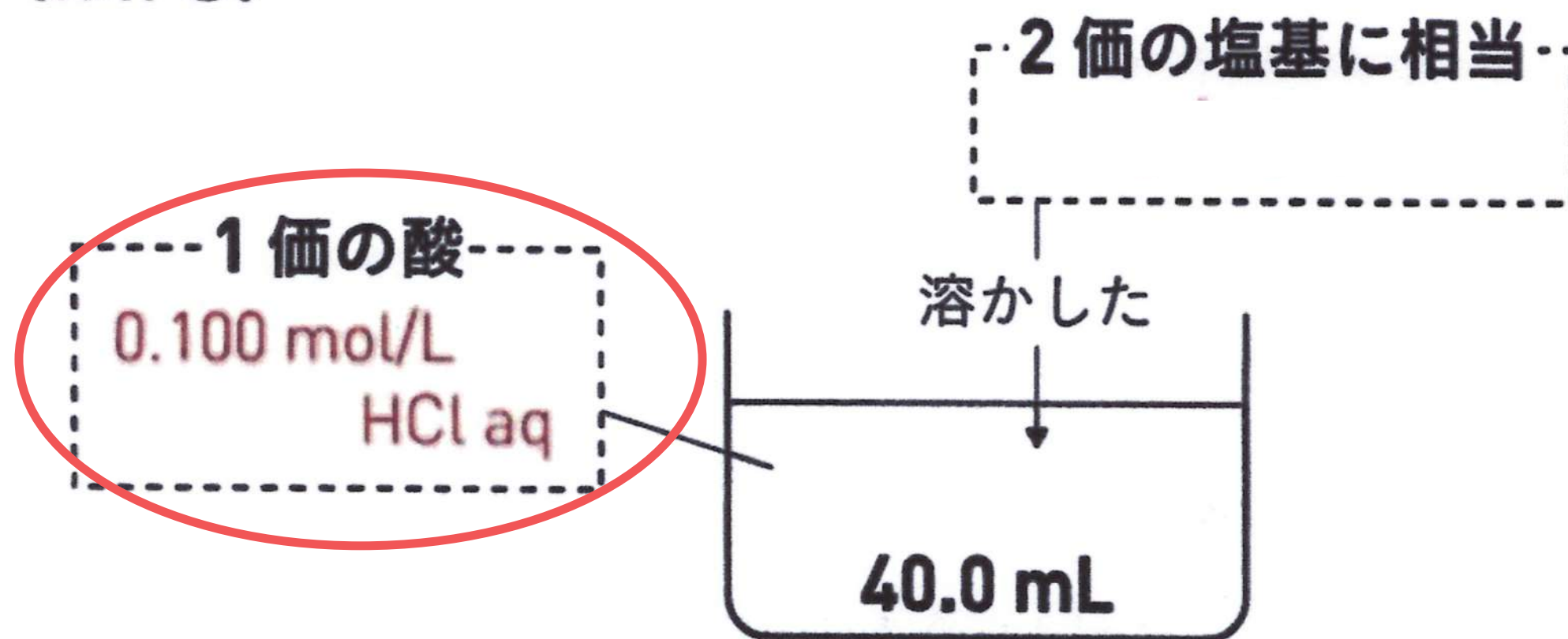
塩化カルシウムと酸化カルシウムの混合物がある。この 100.0 mg をとり、0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。

〈操作ア〉



塩化カルシウムと酸化カルシウムの混合物がある。この 100.0 mg をとり、0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。

〈操作ア〉



塩化カルシウムと酸化カルシウムの混合物がある。この 100.0 mg をとり、0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。

〈操作ア〉

---1 価の酸---
0.100 mol/L
HCl aq

2 価の塩基に相当
 $x(\text{mol})$ の CaO

溶かした

40.0 mL

この溶液中の過剰
の塩酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、
中和のために 29.0 mL を要した。

〈操作①〉

1 価の酸
0.100 mol/L
HCl aq

2 価の塩基に相当
 $x(\text{mol})$ の CaO

溶かした

40.0 mL

〈滴定①〉

1 価の酸

1 価の塩基

29.0 mL 滴下

残存 HCl

この溶液中の過剰
の塩酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、
中和のために 29.0 mL を要した。

〈操作①〉

1 価の酸
0.100 mol/L
HCl aq

2 価の塩基に相当
 $x(\text{mol})$ の CaO

溶かした

40.0 mL

〈滴定①〉

1 価の酸
HCl が残存

1 価の塩基

29.0 mL 滴下

残存 HCl

この溶液中の過剰
の塩酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、
中和のために 29.0 mL を要した。

〈操作①〉

1 価の酸
0.100 mol/L
HCl aq

2 価の塩基に相当
 $x(\text{mol})$ の CaO

溶かした

40.0 mL

〈滴定①〉

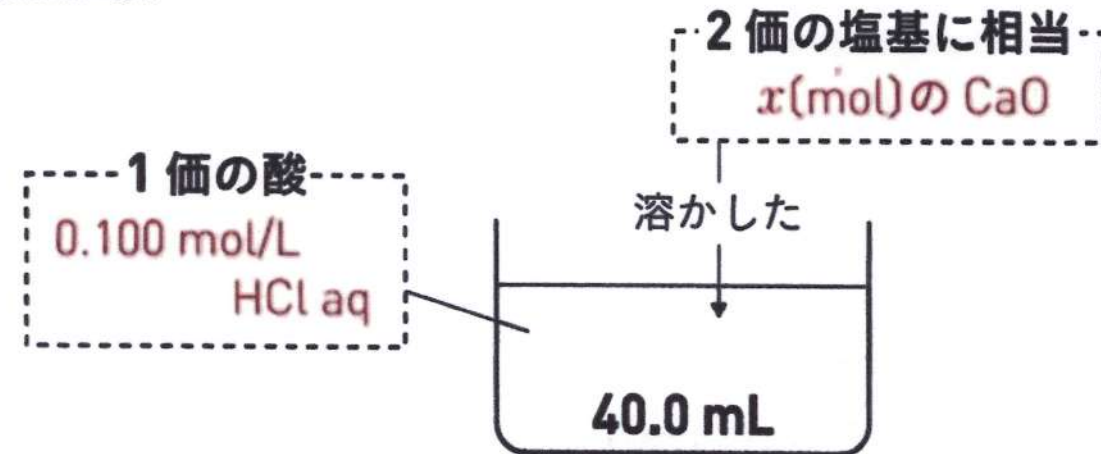
1 価の酸
HCl が残存

1 価の塩基
0.100 mol/L NaOH aq

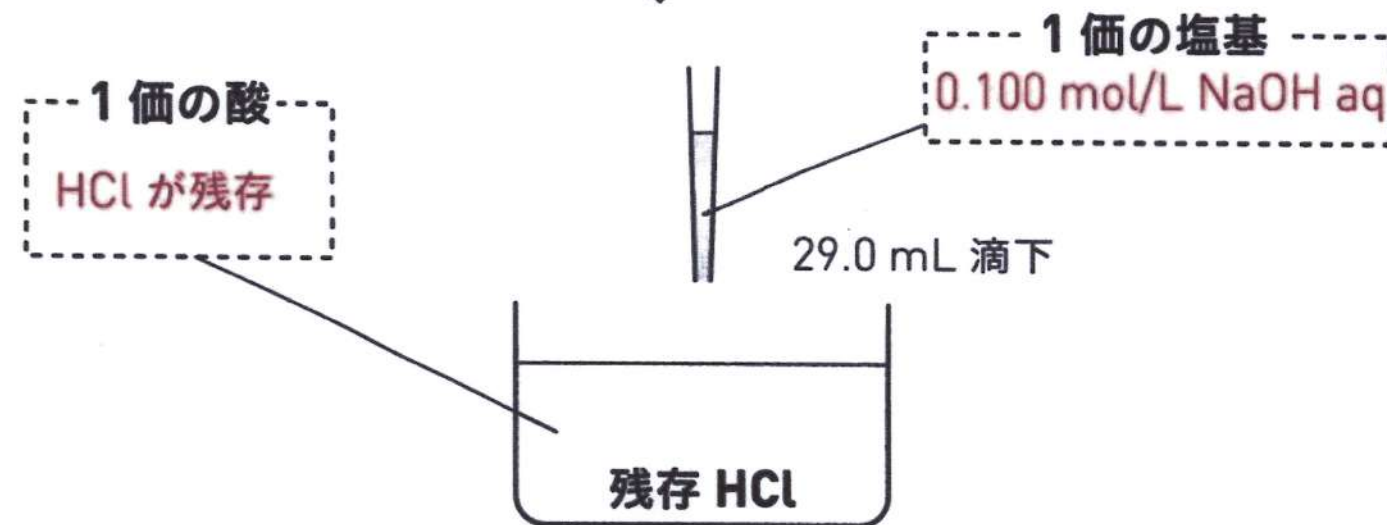
29.0 mL 滴下

残存 HCl

〈操作①〉



〈滴定①〉



酸の価数 × 物質質量 →

HCl の H^+ (mol)

⇕ 等しい!

塩基の価数 × 物質質量 →

CaO の OH^- (mol)

NaOH の OH^- (mol)

【固体混合物中の特定成分の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)の酸化カルシウムを, 0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。同時に, 塩化カルシウムも加えているが, 塩化カルシウムは塩酸とは反応しないので, ここでは無視してよい。

酸(HCl : 1 価) $\Rightarrow$

塩基(CaO : 2 価に相当) $\Rightarrow$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った塩酸を, 0.100 mol/L , 29.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

塩基(NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

【固体混合物中の特定成分の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)の酸化カルシウムを, 0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。同時に, 塩化カルシウムも加えているが, 塩化カルシウムは塩酸とは反応しないので, ここでは無視してよい。



酸(HCl : 1 価) $\Rightarrow$

塩基(CaO : 2 価に相当) $\Rightarrow$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った塩酸を, 0.100 mol/L , 29.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

塩基(NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

【固体混合物中の特定成分の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)の酸化カルシウムを, 0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。同時に, 塩化カルシウムも加えているが, 塩化カルシウムは塩酸とは反応しないので, ここでは無視してよい。



$$\text{酸 (HCl : 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{40.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{塩基 (CaO : 2 価に相当)} \Rightarrow$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った塩酸を, 0.100 mol/L , 29.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

$$\text{塩基 (NaOH : 1 価)} \Rightarrow$$

【固体混合物中の特定成分の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)の酸化カルシウムを, 0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。同時に, 塩化カルシウムも加えているが, 塩化カルシウムは塩酸とは反応しないので, ここでは無視してよい。



$$\text{酸 (HCl : 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{40.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{塩基 (CaO : 2 価に相当)} \Rightarrow x (\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った塩酸を, 0.100 mol/L , 29.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

$$\text{塩基 (NaOH : 1 価)} \Rightarrow$$

【固体混合物中の特定成分の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)の酸化カルシウムを, 0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。同時に, 塩化カルシウムも加えているが, 塩化カルシウムは塩酸とは反応しないので, ここでは無視してよい。



$$\text{酸 (HCl : 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{40.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{塩基 (CaO : 2 価に相当)} \Rightarrow x (\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った塩酸を, 0.100 mol/L , 29.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。



$$\text{塩基 (NaOH : 1 価)} \Rightarrow$$

【固体混合物中の特定成分の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)の酸化カルシウムを, 0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。同時に, 塩化カルシウムも加えているが, 塩化カルシウムは塩酸とは反応しないので, ここでは無視してよい。



$$\text{酸 (HCl : 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{40.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{塩基 (CaO : 2 価に相当)} \Rightarrow x (\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った塩酸を, 0.100 mol/L , 29.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。



$$\text{塩基 (NaOH : 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{29.0}{1000} = 2.90 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

〈前半における操作(以下, 操作㊦)〉

$$\text{酸(HCl: 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{40.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{塩基(CaO: 2 価に相当)} \Rightarrow x (\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定㊦)〉

$$\text{塩基(NaOH: 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{29.0}{1000} = 2.90 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

$$\text{酸の価数} \times \text{その物質質量(mol)} = \text{塩基の価数} \times \text{その物質質量(mol)}$$

〈操作㊦と滴定㊦とを合わせて〉

$$\text{この等式を解くと, } x = 5.50 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

〈前半における操作(以下, 操作㊦)〉

$$\text{酸(HCl: 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{40.0}{1000} = 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{塩基(CaO: 2 価に相当)} \Rightarrow x (\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定㊦)〉

$$\text{塩基(NaOH: 1 価)} \Rightarrow 0.100 \times \frac{29.0}{1000} = 2.90 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

$$\text{酸の価数} \times \text{その物質質量(mol)} = \text{塩基の価数} \times \text{その物質質量(mol)}$$

〈操作㊦と滴定㊦とを合わせて〉

$$1(\text{価}) \times 4.00 \times 10^{-3} (\text{mol}) = 2(\text{価}) \times x (\text{mol}) + 1(\text{価}) \times 2.90 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{HCl} \qquad \qquad \text{CaO} \qquad \qquad \text{NaOH}$$

この等式を解くと, $x = 5.50 \times 10^{-4} (\text{mol})$

STEP : 3 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

$$\text{CaO (式量 : 56.0) の質量} = 56.0 \times 10^3 \times 5.50 \times 10^{-4} = 30.8 (\text{mg})$$

$$\text{CaCl}_2 \text{ の質量} = 100.0 - 30.8 = 69.2 (\text{mg})$$

解答 69.2 mg

【有機化合物中の窒素の定量】

【有機化合物中の窒素の定量】

あるタンパク質中の窒素を次のような方法で定量した。タンパク質 0.056 g を濃硫酸と加熱すると、完全に分解して、タンパク質中の窒素は硫酸アンモニウムに変化した。これをアルカリ性にして発生したアンモニアを 10.0 mL の 0.050 mol/L H_2SO_4 溶液に完全に捕集した。この溶液中の硫酸を 0.10 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定したところ、NaOH 水溶液が 3.6 mL 必要であった。したがって、このタンパク質中に窒素は $X(\%)$ 含まれていることがわかる。この窒素含有率はどのタンパク質についてもほぼ一定しているため、この方法は食品中のタンパク質の定量にも用いられる。

問 文章中の X の値を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $N=14$ とする。

【有機化合物中の窒素の定量】

あるタンパク質中の窒素を次のような方法で定量した。タンパク質 0.056 g を濃硫酸と加熱すると、完全に分解して、タンパク質中の窒素は硫酸アンモニウムに変化した。これをアルカリ性にして発生したアンモニアを 10.0 mL の 0.050 mol/L H_2SO_4 溶液に完全に捕集した。

こ

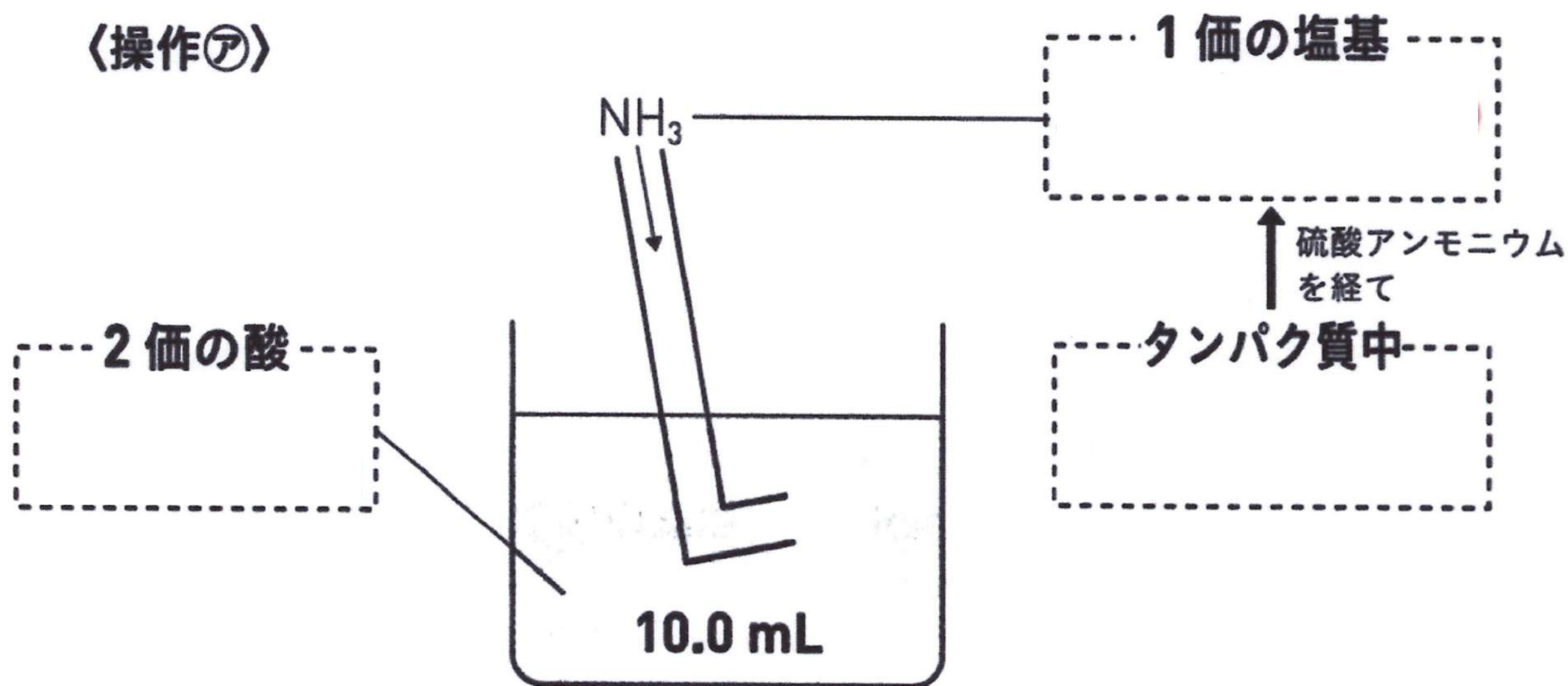
の溶液中の硫酸を 0.10 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定したところ、NaOH 水溶液が 3.6 mL 必要であった。

したがって、このタンパク質中に窒素は $X(\%)$ 含まれていることがわかる。この窒素含有率はどのタンパク質についてもほぼ一定しているため、この方法は食品中のタンパク質の定量にも用いられる。

問 文章中の X の値を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $N=14$ とする。

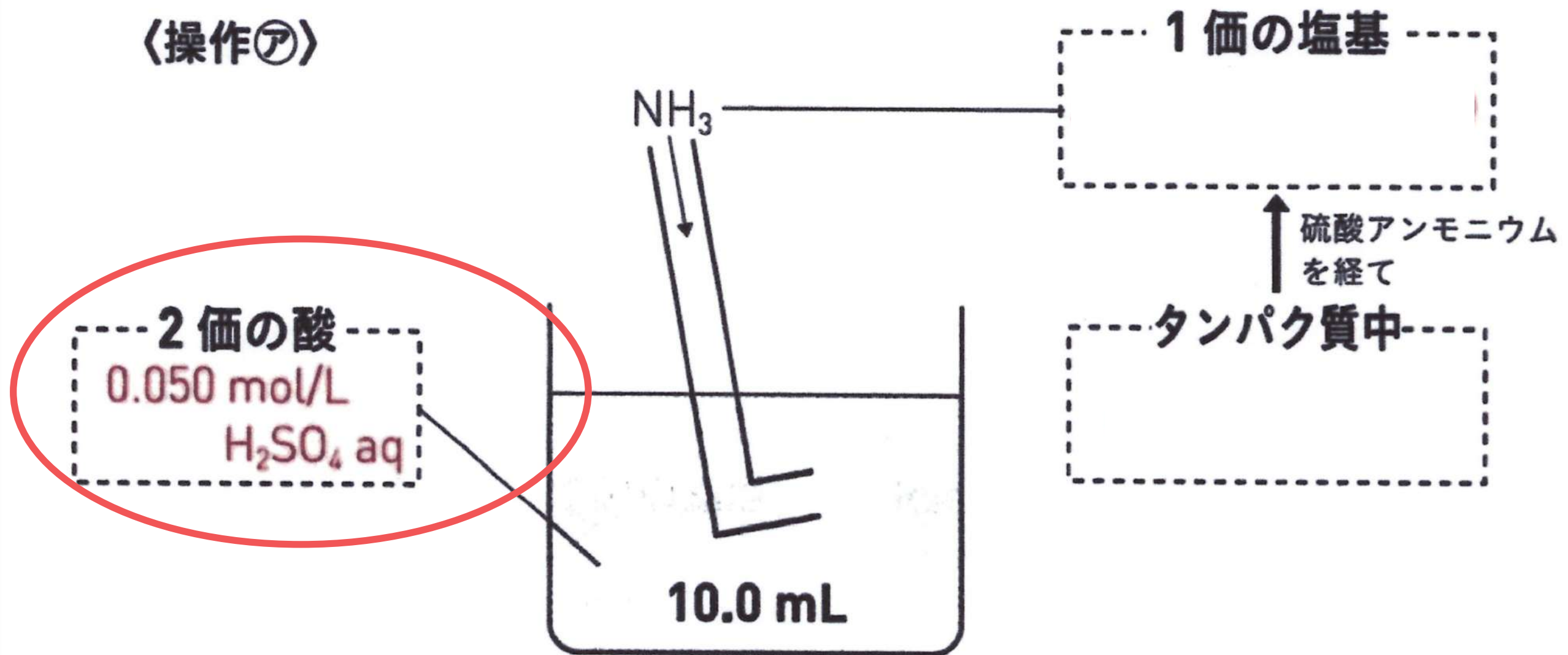
あるタンパク質中の窒素を次のような方法で定量した。タンパク質 0.056 g を濃硫酸と加熱すると、完全に分解して、タンパク質中の窒素は硫酸アンモニウムに変化した。これをアルカリ性にして発生したアンモニアを 10.0 mL の 0.050 mol/L H_2SO_4 溶液に完全に捕集した。

〈操作ア〉



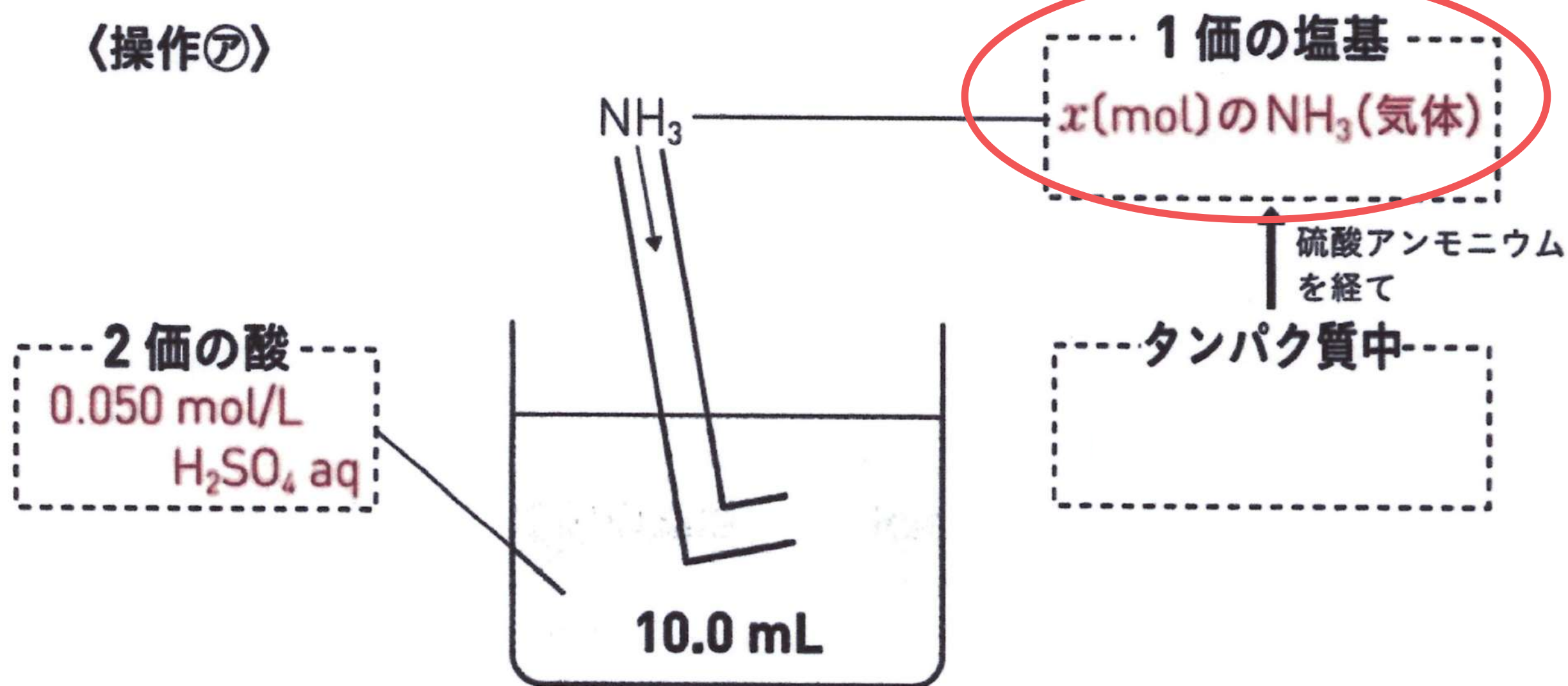
あるタンパク質中の窒素を次のような方法で定量した。タンパク質 0.056 g を濃硫酸と加熱すると、完全に分解して、タンパク質中の窒素は硫酸アンモニウムに変化した。これをアルカリ性にして発生したアンモニアを 10.0 mL の 0.050 mol/L H_2SO_4 溶液に完全に捕集した。

〈操作ア〉



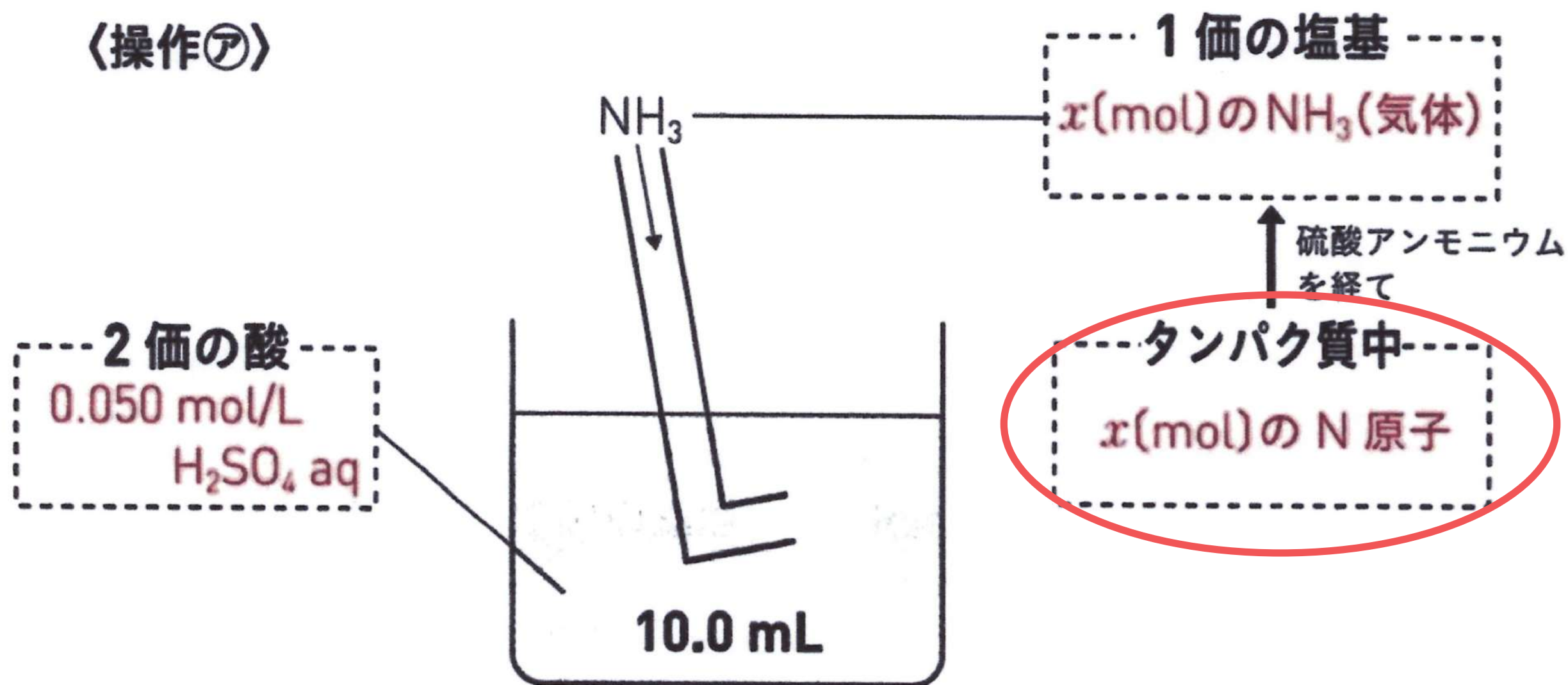
あるタンパク質中の窒素を次のような方法で定量した。タンパク質 0.056 g を濃硫酸と加熱すると、完全に分解して、タンパク質中の窒素は硫酸アンモニウムに変化した。これをアルカリ性にして発生したアンモニアを 10.0 mL の 0.050 mol/L H_2SO_4 溶液に完全に捕集した。

〈操作ア〉



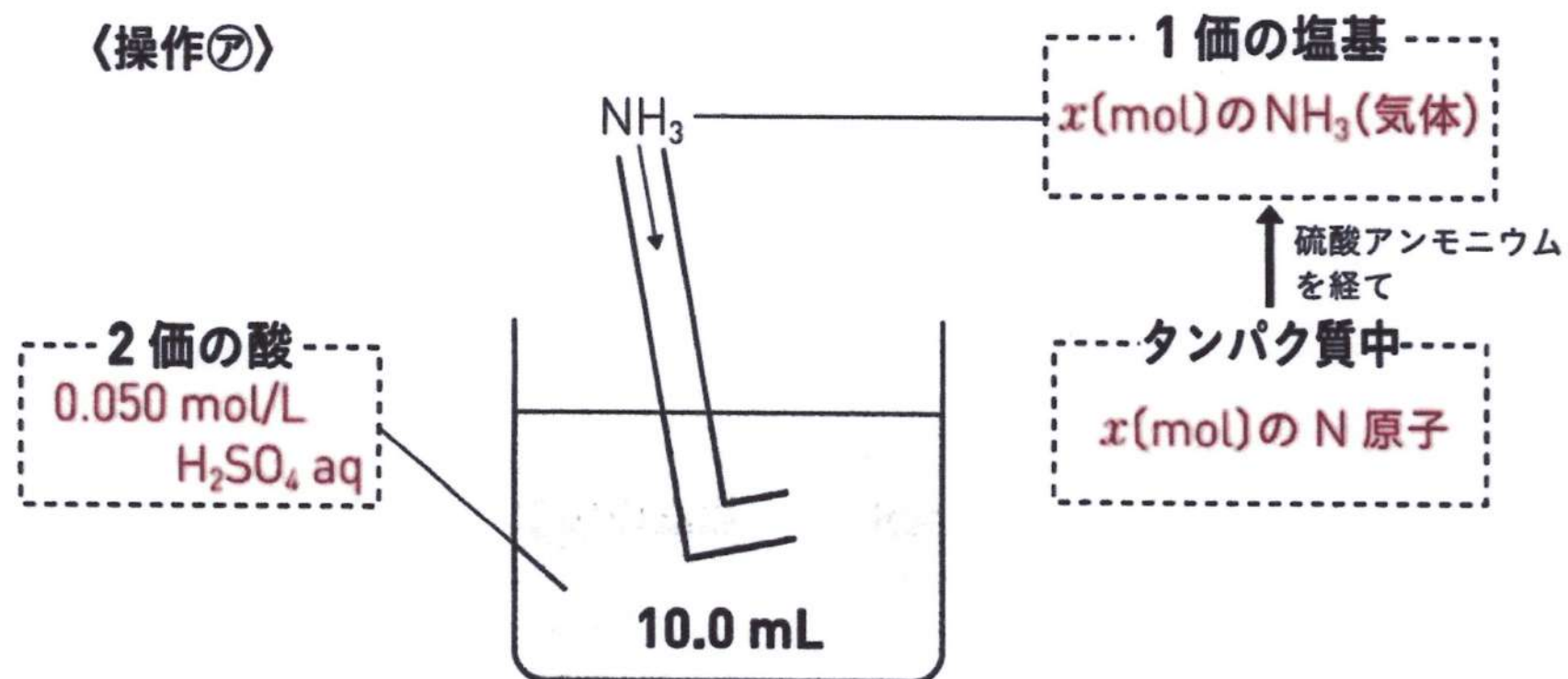
あるタンパク質中の窒素を次のような方法で定量した。タンパク質 0.056 g を濃硫酸と加熱すると、完全に分解して、タンパク質中の窒素は硫酸アンモニウムに変化した。これをアルカリ性にして発生したアンモニアを 10.0 mL の 0.050 mol/L H_2SO_4 溶液に完全に捕集した。

〈操作ア〉

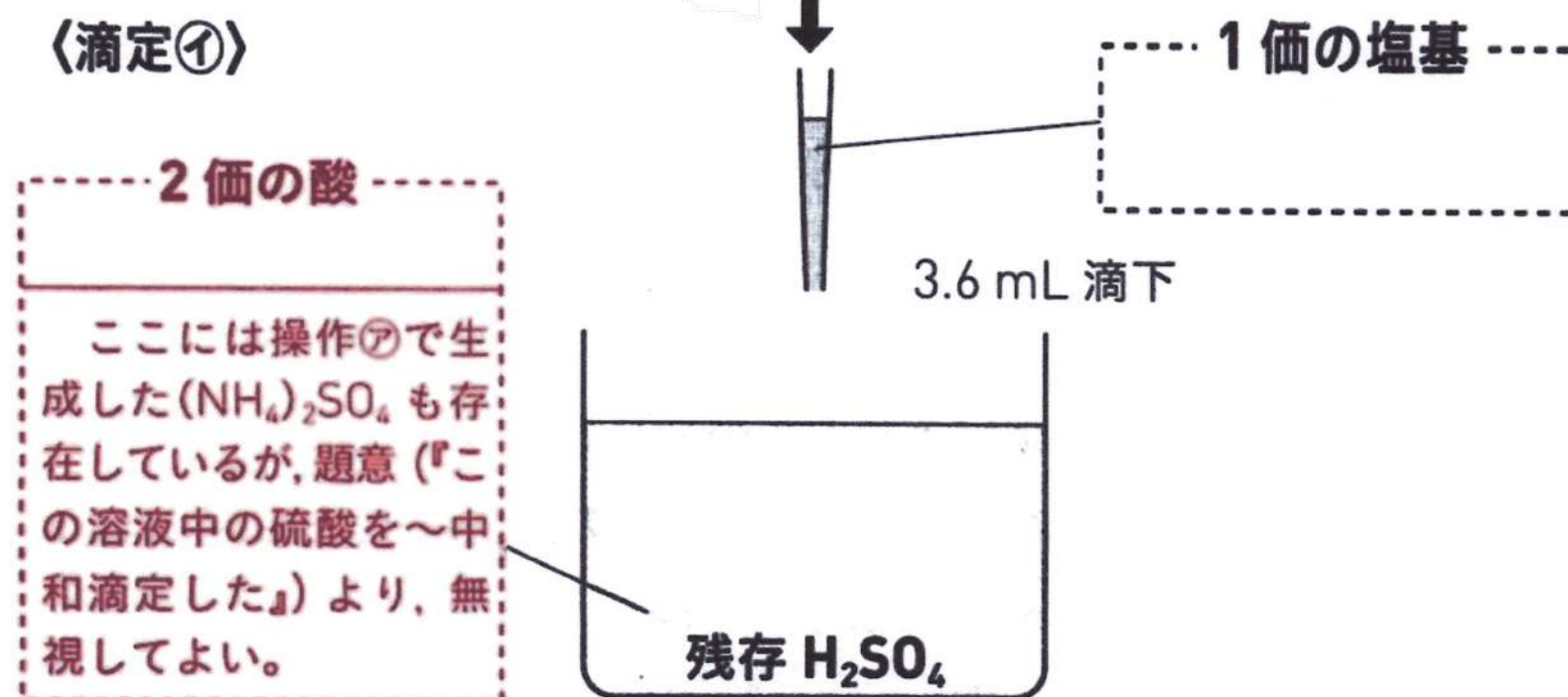


の溶液中の硫酸を 0.10 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定したところ、NaOH 水溶液が 3.6 mL 必要であった。

〈操作㉔〉

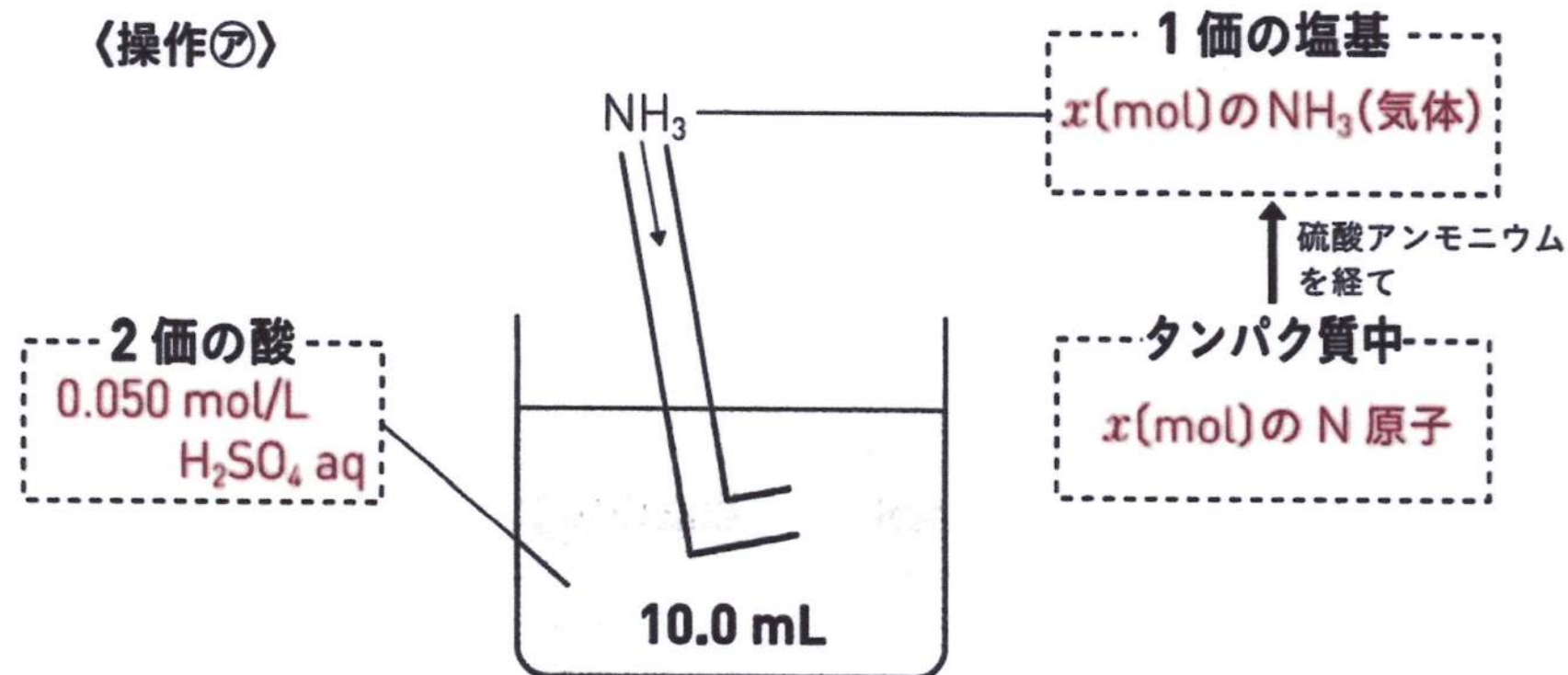


〈滴定㉕〉



の溶液中の硫酸を 0.10 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定したところ、NaOH 水溶液が 3.6 mL 必要であった。

〈操作①〉

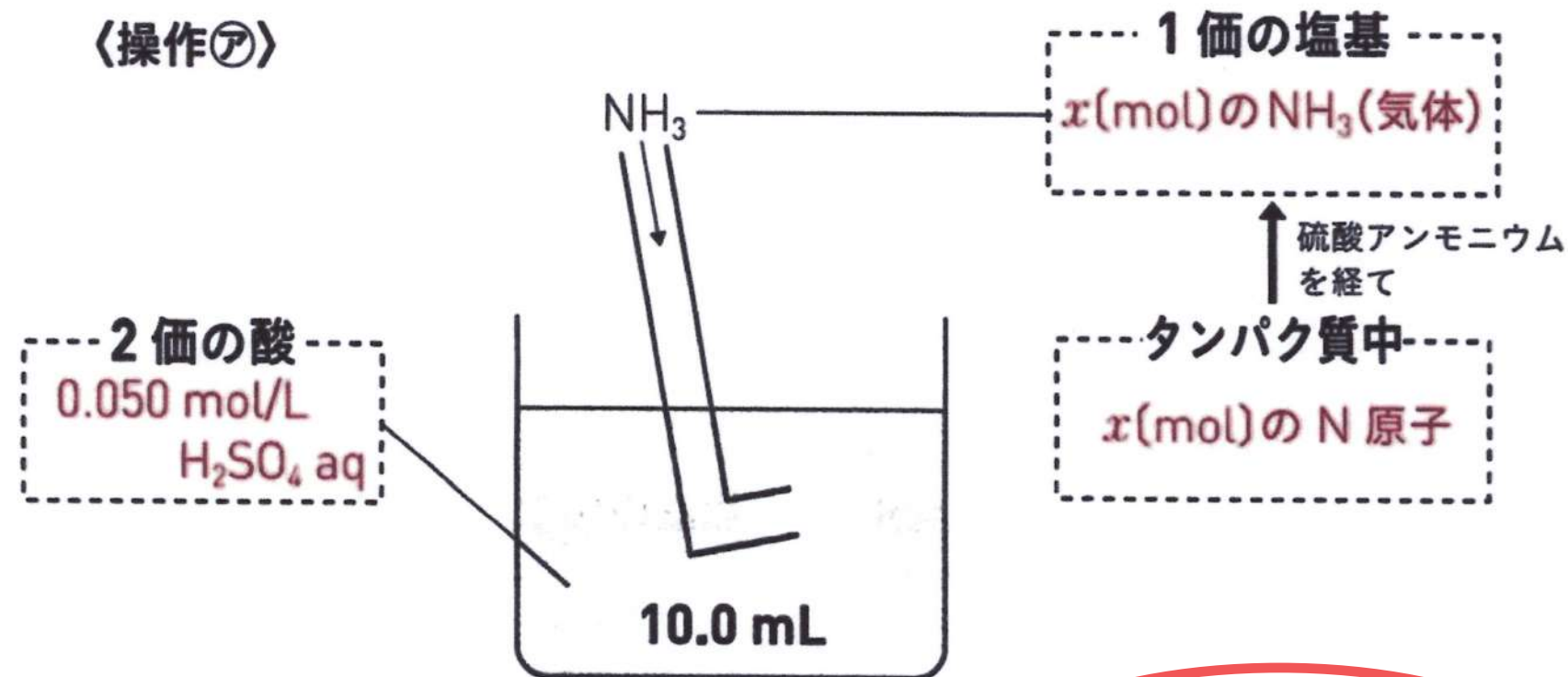


〈滴定①〉



の溶液中の硫酸を 0.10 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定したところ、NaOH 水溶液が 3.6 mL 必要であった。

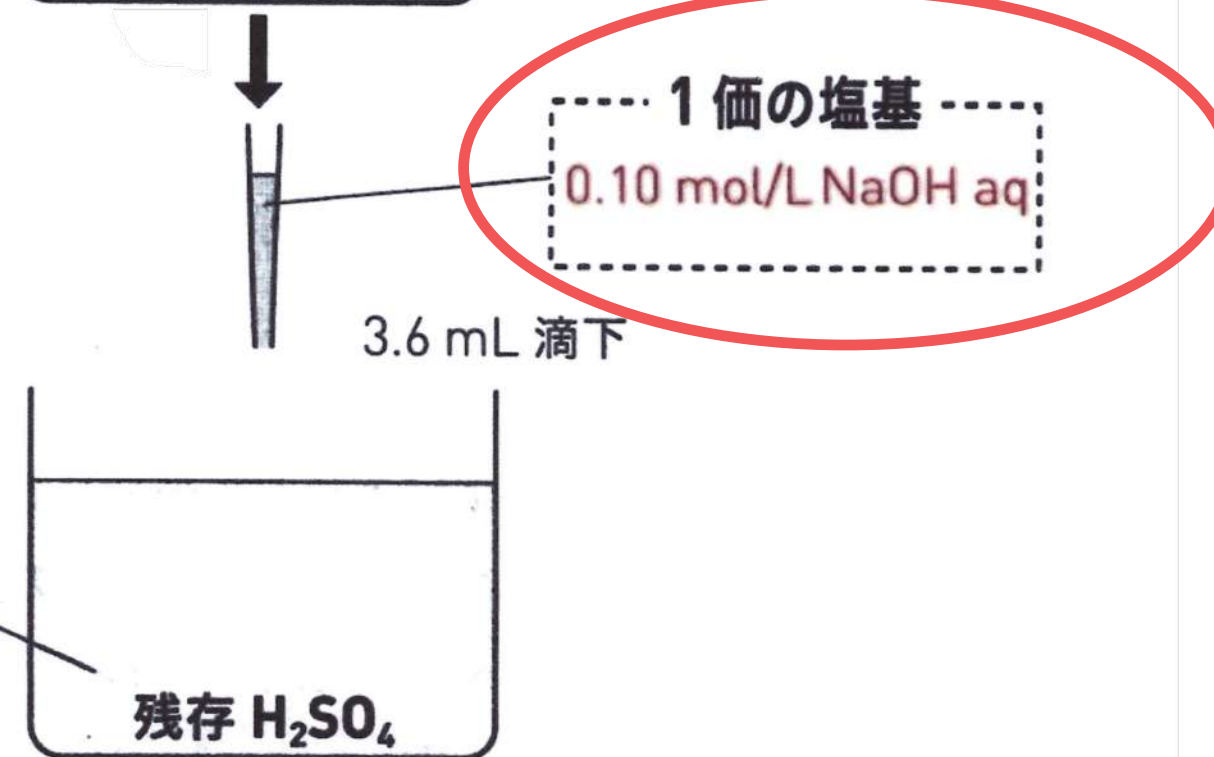
〈操作②〉



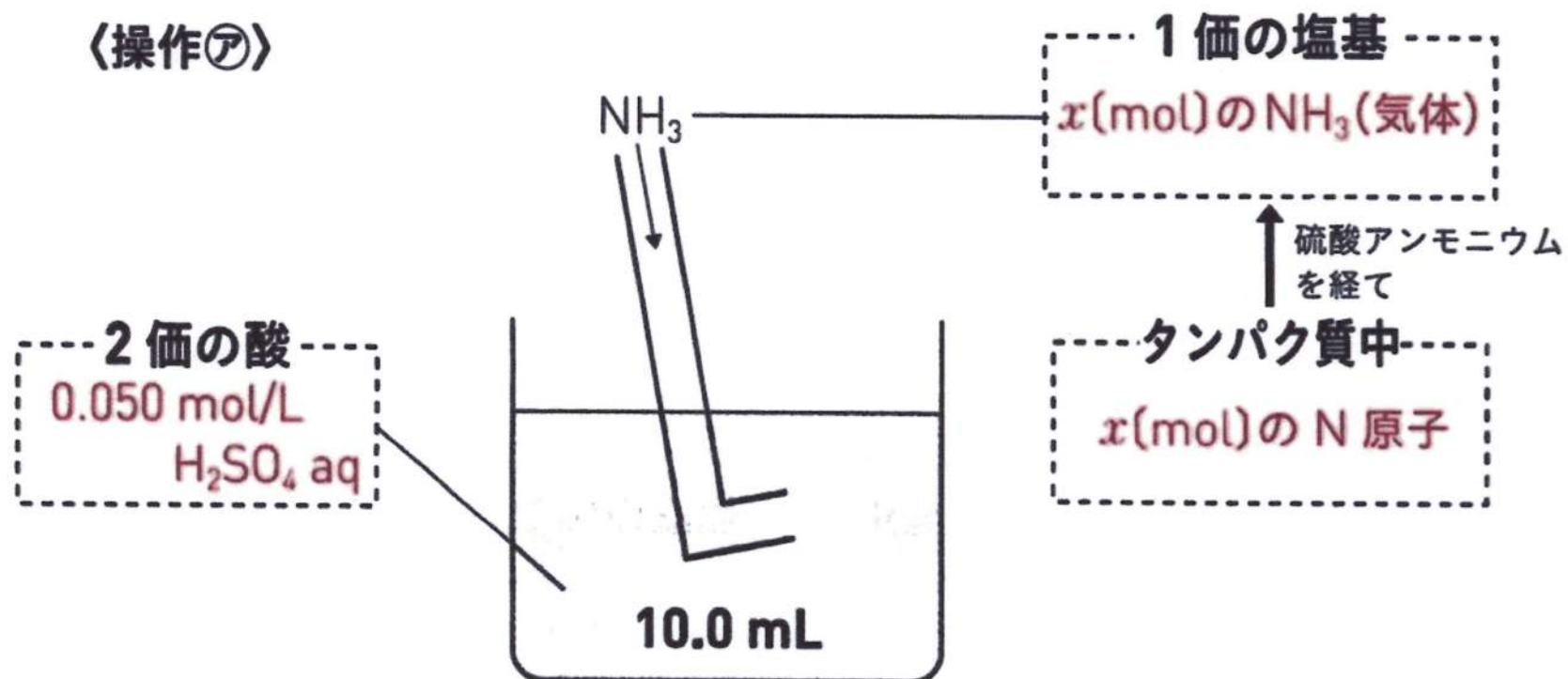
〈滴定①〉

2価の酸
 H_2SO_4 が残存

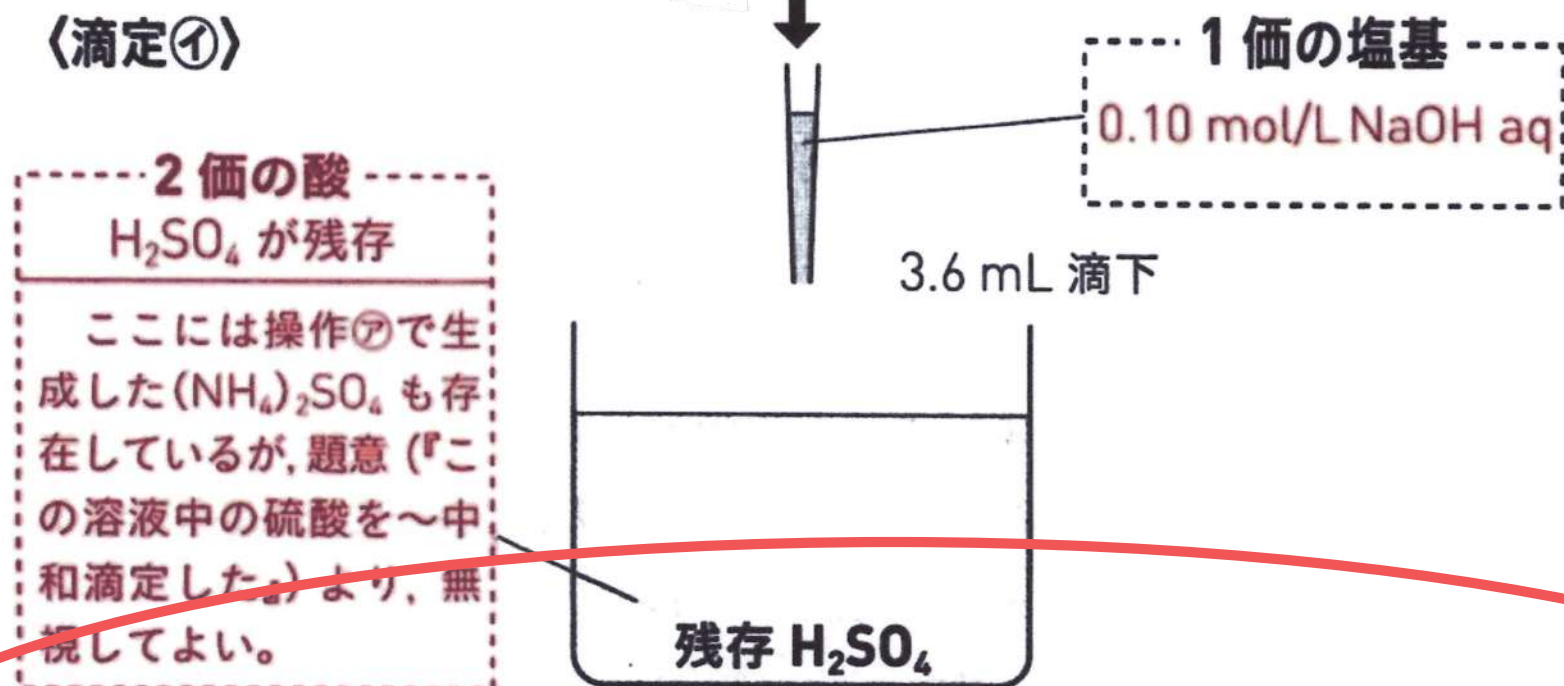
ここには操作②で生成した $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ も存在しているが、題意(『この溶液中の硫酸を～中和滴定した』)より、無視してよい。



〈操作⑦〉



〈滴定①〉



酸の価数 × 物質質量 →

H_2SO_4 の H^+ (mol)

⇕ 等しい !

塩基の価数 × 物質質量 →

NH_3 の OH^- (mol)

NaOH の OH^- (mol)

【有機化合物中の窒素の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)のアンモニアを, 0.050 mol/L の硫酸 10.0 mL に吸収させた。

酸(H_2SO_4 : 2 価) $\Rightarrow$

塩基(NH_3 : 1 価) $\Rightarrow$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った硫酸を, 0.10 mol/L , 3.6 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

塩基(NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

【有機化合物中の窒素の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)のアンモニアを, 0.050 mol/L の硫酸 10.0 mL に吸収させた。



酸(H_2SO_4 : 2 価) $\Rightarrow$

塩基(NH_3 : 1 価) $\Rightarrow$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った硫酸を, 0.10 mol/L , 3.6 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

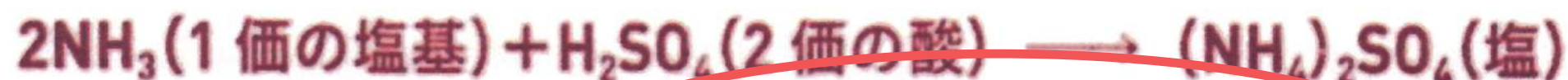
塩基(NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

【有機化合物中の窒素の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)のアンモニアを, 0.050 mol/L の硫酸 10.0 mL に吸収させた。



酸(H_2SO_4 : 2 価) $\Rightarrow 0.050 \times \frac{10.0}{1000} = 5.0 \times 10^{-4} (\text{mol})$

塩基(NH_3 : 1 価) $\Rightarrow$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った硫酸を, 0.10 mol/L , 3.6 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

塩基(NaOH : 1 価) $\Rightarrow$

【有機化合物中の窒素の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)のアンモニアを, 0.050 mol/L の硫酸 10.0 mL に吸収させた。



$$\text{酸}(\text{H}_2\text{SO}_4 : 2 \text{ 価}) \Rightarrow 0.050 \times \frac{10.0}{1000} = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NH}_3 : 1 \text{ 価}) \Rightarrow x(\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った硫酸を, 0.10 mol/L , 3.6 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

$$\text{塩基}(\text{NaOH} : 1 \text{ 価}) \Rightarrow$$

【有機化合物中の窒素の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作ア)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)のアンモニアを, 0.050 mol/L の硫酸 10.0 mL に吸収させた。



$$\text{酸}(\text{H}_2\text{SO}_4 : 2 \text{ 価}) \Rightarrow 0.050 \times \frac{10.0}{1000} = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NH}_3 : 1 \text{ 価}) \Rightarrow x(\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定イ)〉

次に, 反応せずに残った硫酸を, 0.10 mol/L , 3.6 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。



$$\text{塩基}(\text{NaOH} : 1 \text{ 価}) \Rightarrow$$

【有機化合物中の窒素の定量】

STEP 1 情報の整理

〈前半における操作(以下, 操作②)〉

まず, 未知量($x(\text{mol})$)のアンモニアを, 0.050 mol/L の硫酸 10.0 mL に吸収させた。



$$\text{酸}(\text{H}_2\text{SO}_4 : 2 \text{ 価}) \Rightarrow 0.050 \times \frac{10.0}{1000} = 5.0 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NH}_3 : 1 \text{ 価}) \Rightarrow x(\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定①)〉

次に, 反応せずに残った硫酸を, 0.10 mol/L , 3.6 mL の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。



$$\text{塩基}(\text{NaOH} : 1 \text{ 価}) \Rightarrow 0.10 \times \frac{3.6}{1000} = 3.6 \times 10^{-4}(\text{mol})$$

〈前半における操作(以下, 操作㊦)〉

$$\text{酸}(\text{H}_2\text{SO}_4 : 2 \text{ 価}) \Rightarrow 0.050 \times \frac{10.0}{1000} = 5.0 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NH}_3 : 1 \text{ 価}) \Rightarrow x (\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定㊧)〉

$$\text{塩基}(\text{NaOH} : 1 \text{ 価}) \Rightarrow 0.10 \times \frac{3.6}{1000} = 3.6 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

$$\text{酸の価数} \times \text{その物質質量}(\text{mol}) = \text{塩基の価数} \times \text{その物質質量}(\text{mol})$$

〈操作㊦と滴定㊧とを合わせて〉

この等式を解くと, $x = 6.4 \times 10^{-4} (\text{mol})$

〈前半における操作(以下, 操作㊦)〉

$$\text{酸}(\text{H}_2\text{SO}_4 : 2 \text{ 価}) \Rightarrow 0.050 \times \frac{10.0}{1000} = 5.0 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{塩基}(\text{NH}_3 : 1 \text{ 価}) \Rightarrow x (\text{mol})$$

〈後半における滴定操作(以下, 滴定㊦)〉

$$\text{塩基}(\text{NaOH} : 1 \text{ 価}) \Rightarrow 0.10 \times \frac{3.6}{1000} = 3.6 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

$$\text{酸の価数} \times \text{その物質質量}(\text{mol}) = \text{塩基の価数} \times \text{その物質質量}(\text{mol})$$

〈操作㊦と滴定㊦とを合わせて〉

$$2(\text{価}) \times 5.0 \times 10^{-4} (\text{mol}) = 1(\text{価}) \times x (\text{mol}) + 1(\text{価}) \times 3.6 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$\text{—————} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{—————} \quad \text{—————} \text{NH}_3 \text{—————} \quad \text{—————} \text{NaOH} \text{—————}$$

この等式を解くと, $x = 6.4 \times 10^{-4} (\text{mol})$

この等式を解くと, $x=6.4 \times 10^{-4}(\text{mol})$

STEP 3 計算の結果を, 要求されている解答の形式に整える。

「 NH_3 の物質質量 = タンパク質中の窒素原子 N の物質質量」であるから,

タンパク質中の窒素原子 N の質量 =

すなわち, 窒素含有率 $X =$

解答 16%

この等式を解くと, $x=6.4 \times 10^{-4}(\text{mol})$

STEP 3 計算の結果を, 要求されている解答の形式に整える。

「 NH_3 の物質質量 = タンパク質中の窒素原子 N の物質質量」であるから,

タンパク質中の窒素原子 N の質量 $= 14 \times 6.4 \times 10^{-4} = 8.96 \times 10^{-3}(\text{g})$

すなわち, 窒素含有率 $X =$

解答 16%

この等式を解くと, $x=6.4 \times 10^{-4}(\text{mol})$

STEP 3 計算の結果を, 要求されている解答の形式に整える。

「 NH_3 の物質質量 = タンパク質中の窒素原子 N の物質質量」であるから,

タンパク質中の窒素原子 N の質量 $= 14 \times 6.4 \times 10^{-4} = 8.96 \times 10^{-3}(\text{g})$

すなわち, 窒素含有率 $X = \frac{8.96 \times 10^{-3}}{0.056} \times 100 = 16.0(\%)$

解答 16%

【中和滴定・酸化還元滴定】

【中和滴定・酸化還元滴定】

シュウ酸は中和滴定の試薬として、また、酸化還元反応を利用する滴定(酸化還元滴定)の試薬としても用いられる。シュウ酸を用いて次の2種類の滴定実験を行った。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

問 1 水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で求めよ。

問 2 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で求めよ。

【中和滴定・酸化還元滴定】

シュウ酸は中和滴定の試薬として、また、酸化還元反応を利用する滴定(酸化還元滴定)の試薬としても用いられる。シュウ酸を用いて次の2種類の滴定実験を行った。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

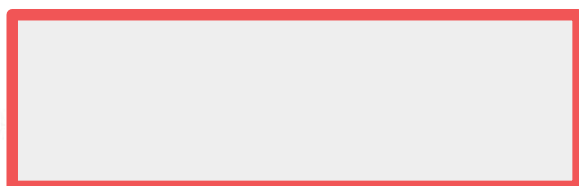
問 1 水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で求めよ。

問 2 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で求めよ。

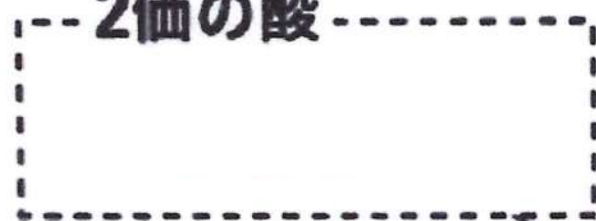
このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

〈滴定①〉

これは、



2価の酸

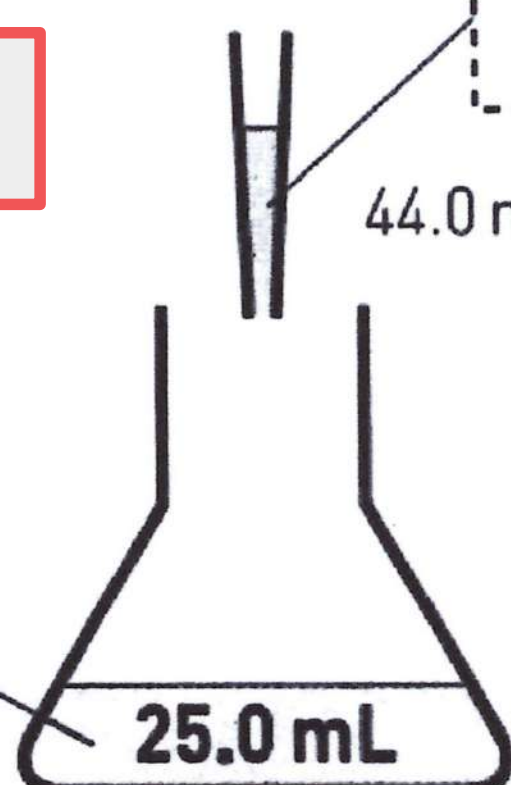


1価の塩基



44.0 mL 滴下

25.0 mL



このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

〈滴定②〉

これは、中和滴定である！

2価の酸

1価の塩基

44.0 mL 滴下

25.0 mL



このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

〈滴定①〉

これは、中和滴定である！

2価の酸



1価の塩基

44.0 mL 滴下

25.0 mL

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

〈滴定①〉

これは、中和滴定である！

2価の酸



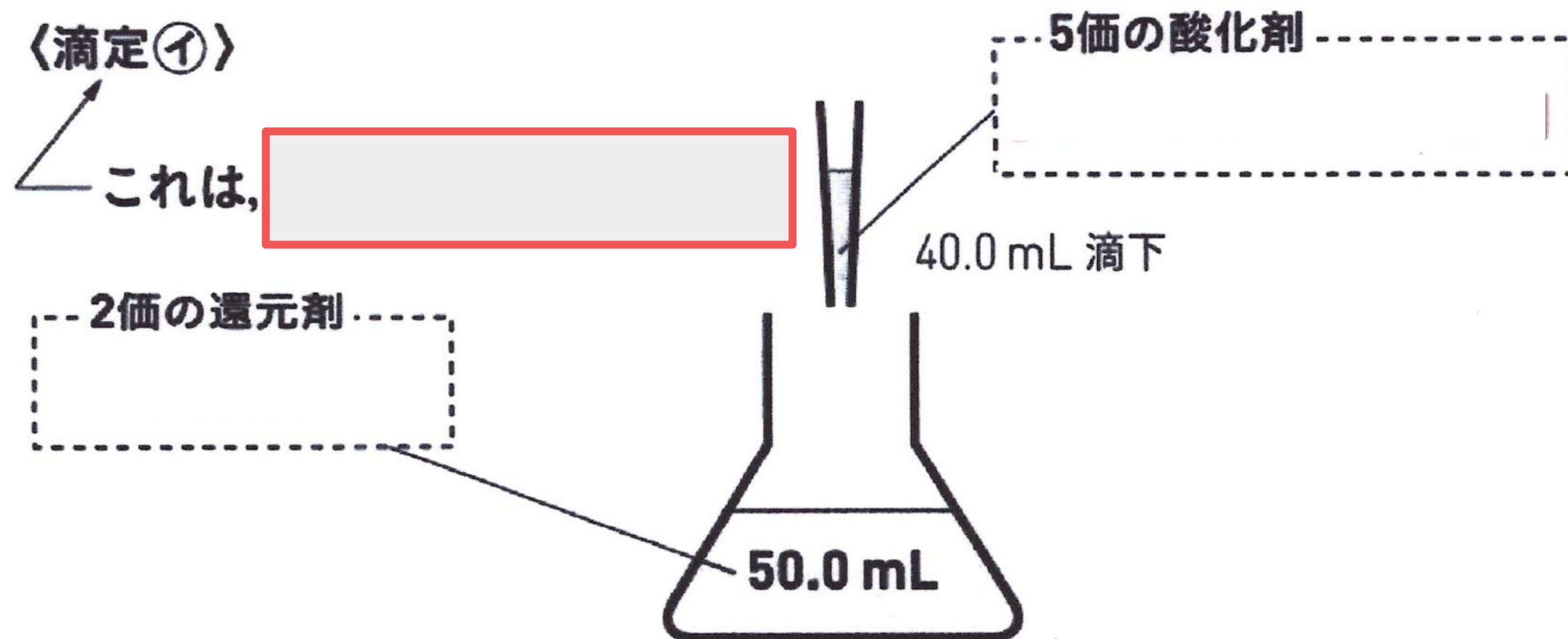
1価の塩基

$x(\text{mol/L})$ NaOH aq

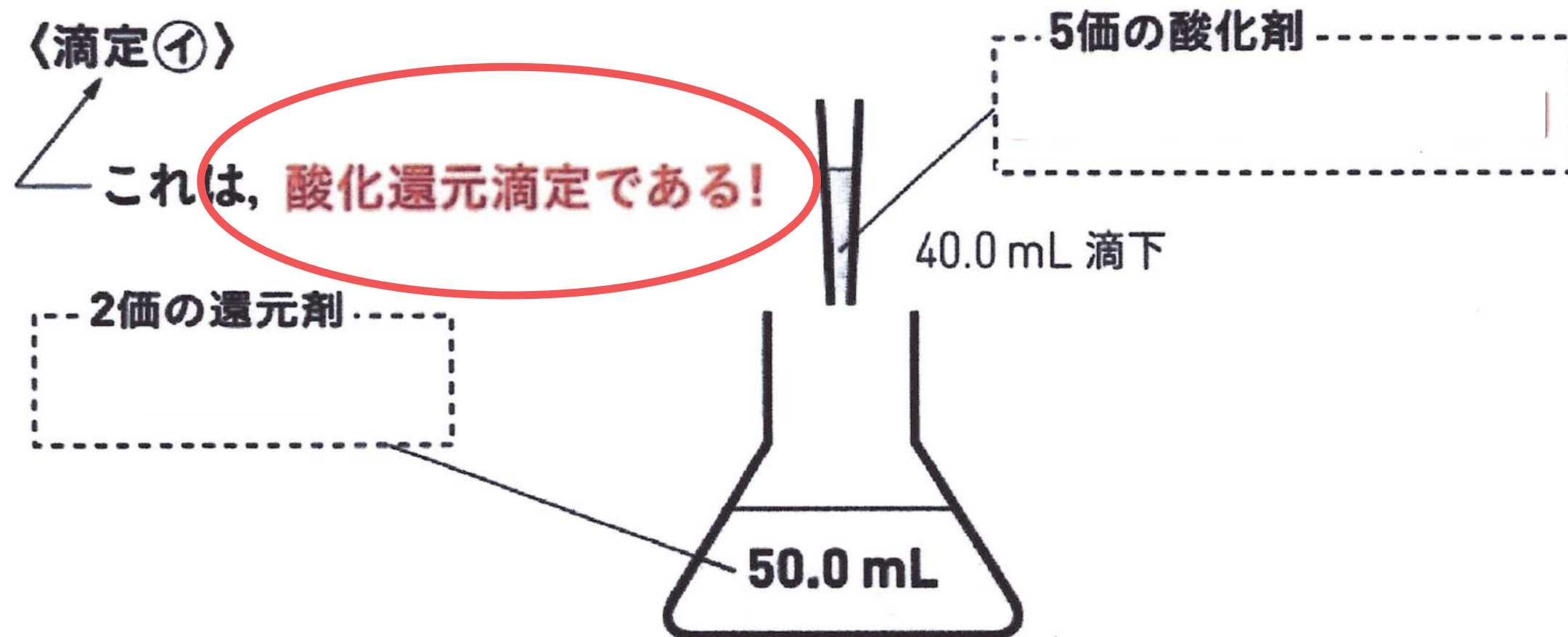
44.0 mL 滴下

25.0 mL

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。



さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。



さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

〈滴定①〉

これは、酸化還元滴定である！

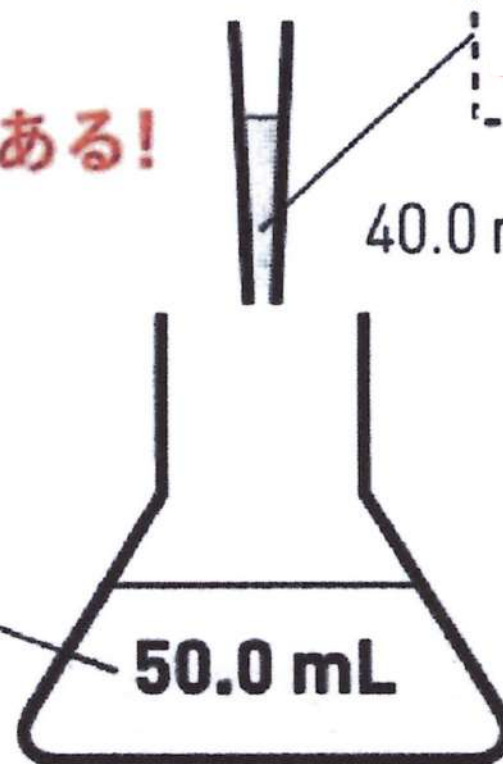
2価の還元剤



5価の酸化剤

40.0 mL 滴下

50.0 mL



さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

〈滴定①〉

これは、酸化還元滴定である！

--- 2価の還元剤 ---



--- 5価の酸化剤 ---

$y(\text{mol/L}) \text{ KMnO}_4 \text{ aq}$

40.0 mL 滴下

50.0 mL

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

STEP 1 情報の整理

〈前半における滴定操作(以下、滴定②)〉

シュウ酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。中和滴定である！

H₂C₂O₄(2 価の酸)：

NaOH(1 価の塩基)：

酸(H₂C₂O₄：2 価の酸) ⇨

塩基(NaOH：1 価の塩基) ⇨

STEP 2 式への代入

〈滴定②〉

酸の価数 × その物質質量(mol) = 塩基の価数 × その物質質量(mol)

より、 $x = 1.25 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

STEP 1 情報の整理

〈前半における滴定操作(以下、滴定②)〉

シュウ酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。中和滴定である！



NaOH (1 価の塩基) :

酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の酸) $\Rightarrow$

塩基 (NaOH : 1 価の塩基) $\Rightarrow$

STEP 2 式への代入

〈滴定②〉

酸の価数 $\times$ その物質質量 (mol) = 塩基の価数 $\times$ その物質質量 (mol)

より、 $x = 1.25 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

STEP 1 情報の整理

〈前半における滴定操作(以下、滴定②)〉

シュウ酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。中和滴定である！



酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の酸) ⇨

塩基(NaOH : 1 価の塩基) ⇨

STEP 2 式への代入

〈滴定②〉

酸の価数 × その物質質量(mol) = 塩基の価数 × その物質質量(mol)

より、 $x = 1.25 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

STEP 1 情報の整理

〈前半における滴定操作(以下、滴定②)〉

シュウ酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。中和滴定である！



$$\frac{2.772}{126} = 2.20 \times 10^{-2} (\text{mol})$$

酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の酸) $\Rightarrow 2.20 \times 10^{-2} \times \frac{25}{200} = 2.75 \times 10^{-3} (\text{mol})$

塩基 (NaOH : 1 価の塩基) $\Rightarrow$

STEP 2 式への代入

〈滴定②〉

酸の価数 $\times$ その物質質量 (mol) = 塩基の価数 $\times$ その物質質量 (mol)

より、 $x = 1.25 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

STEP 1 情報の整理

〈前半における滴定操作(以下、滴定②)〉

シュウ酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。中和滴定である！



$$\frac{2.772}{126} = 2.20 \times 10^{-2} (\text{mol})$$

$$\text{酸} (\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 : 2 \text{ 価の酸}) \Rightarrow 2.20 \times 10^{-2} \times \frac{25}{200} = 2.75 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{塩基} (\text{NaOH} : 1 \text{ 価の塩基}) \Rightarrow x \times \frac{44.0}{1000} = 4.40x \times 10^{-2} (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

〈滴定②〉

$$\text{酸の価数} \times \text{その物質質量} (\text{mol}) = \text{塩基の価数} \times \text{その物質質量} (\text{mol})$$

より、 $x = 1.25 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。

STEP 1 情報の整理

〈前半における滴定操作(以下、滴定②)〉

シュウ酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。中和滴定である！



$$\frac{2.772}{126} = 2.20 \times 10^{-2} (\text{mol})$$

酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の酸) $\Rightarrow 2.20 \times 10^{-2} \times \frac{25}{200} = 2.75 \times 10^{-3} (\text{mol})$

塩基 (NaOH : 1 価の塩基) $\Rightarrow x \times \frac{44.0}{1000} = 4.40x \times 10^{-2} (\text{mol})$

STEP 2 式への代入

〈滴定②〉

酸の価数 × その物質質量(mol) = 塩基の価数 × その物質質量(mol)

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 2(\text{価}) \times 2.75 \times 10^{-3} (\text{mol}) & = 1(\text{価}) \times 4.40x \times 10^{-2} (\text{mol}) \\ \hline \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 & \text{NaOH} \\ \hline \end{array}$$

より、 $x = 1.25 \times 10^{-1} (\text{mol/L})$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

STEP 1 情報の整理

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

シュウ酸水溶液を過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する。酸化還元滴定!

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (2 価の還元剤):

KMnO_4 (5 価の酸化剤):

還元剤($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の還元剤) $\Rightarrow$

酸化剤(KMnO_4 : 5 価の酸化剤) $\Rightarrow$

STEP 2 式への代入

〈滴定①〉

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)

より、 $y = 5.50 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

STEP 1 情報の整理

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

シュウ酸水溶液を過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する。酸化還元滴定！

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

KMnO_4 (5 価の酸化剤) :

還元剤 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の還元剤) $\Rightarrow$

酸化剤 (KMnO_4 : 5 価の酸化剤) $\Rightarrow$

STEP 2 式への代入

〈滴定①〉

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)

より、 $y = 5.50 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$ が求められる。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

STEP 1 情報の整理

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

シュウ酸水溶液を過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する。酸化還元滴定!

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

KMnO_4 (5 価の酸化剤): $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

還元剤($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の還元剤) $\Rightarrow$

酸化剤(KMnO_4 : 5 価の酸化剤) $\Rightarrow$

STEP 2 式への代入

〈滴定①〉

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)

より、 $y = 5.50 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

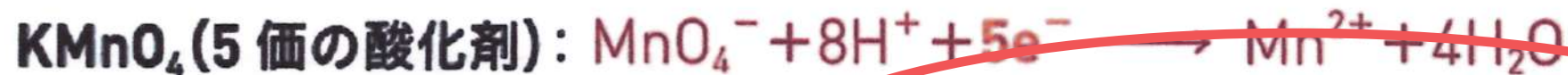
シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

STEP 1 情報の整理

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

シュウ酸水溶液を過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する。酸化還元滴定！



還元剤($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の還元剤) $\Rightarrow 2.20 \times 10^{-2} \times \frac{50}{200} = 5.50 \times 10^{-3} (\text{mol})$

酸化剤(KMnO_4 : 5 価の酸化剤) $\Rightarrow$

STEP 2 式への代入

〈滴定①〉

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)

より、 $y = 5.50 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

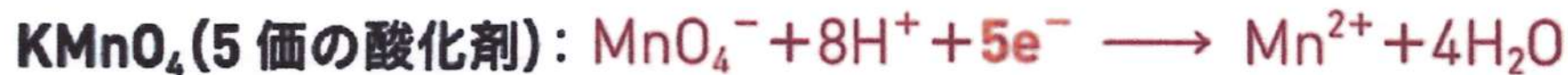
シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

STEP 1 情報の整理

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

シュウ酸水溶液を過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する。酸化還元滴定！



$$\text{還元剤} (\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 : 2 \text{ 価の還元剤}) \Rightarrow 2.20 \times 10^{-2} \times \frac{50}{200} = 5.50 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

$$\text{酸化剤} (\text{KMnO}_4 : 5 \text{ 価の酸化剤}) \Rightarrow y \times \frac{40.0}{1000} = 4.00y \times 10^{-2} (\text{mol})$$

STEP 2 式への代入

〈滴定①〉

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、 $y = 5.50 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

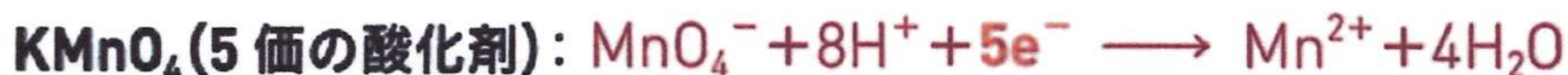
シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。

さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

STEP 1 情報の整理

〈後半における滴定操作(以下、滴定①)〉

シュウ酸水溶液を過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する。酸化還元滴定!



還元剤($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 2 価の還元剤) $\Rightarrow 2.20 \times 10^{-2} \times \frac{50}{200} = 5.50 \times 10^{-3} (\text{mol})$

酸化剤(KMnO_4 : 5 価の酸化剤) $\Rightarrow y \times \frac{40.0}{1000} = 4.00y \times 10^{-2} (\text{mol})$

STEP 2 式への代入

〈滴定①〉

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

$$\underbrace{5(\text{価}) \times 4.00y \times 10^{-2} (\text{mol})}_{\text{KMnO}_4} = \underbrace{2(\text{価}) \times 5.50 \times 10^{-3} (\text{mol})}_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$$

より、 $y = 5.50 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$ が求められる。

問 1 $1.25 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

問 2 $5.50 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

【電離度の小さくない1価の弱酸】

【電離度の小さくない1価の弱酸】

酢酸のように電離してプロトンを1分子あたり1個放出することのできる酸を一塩基酸という。ある一塩基酸(以下AHと記す)の0.0100 mol/L水溶液中での電離度は、25°Cにおいて30%に近い値であるとして、次の問いに答えよ。

問 この水溶液中の水素イオン濃度はいくらか。有効数字2桁で解答せよ。ただし、この一塩基酸の電離平衡 $\text{AH} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}^+$ の電離定数 K_a の値は、25°Cにおいて $1.36 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ であるとする。

また、 $\sqrt{56.2} = 7.49$ とせよ。



CHECK

濃度が薄い酢酸水溶液

近似式が使えない場合の $[H^+]$ の求め方

生徒 「一般に、酢酸の水溶液についてならば、近似式 $[H^+] = \sqrt{CK_a}$ が使えるのですね」

K_a の値は濃度 C によって変化しない。

先生 「必ずしも、そうとは限らない。 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ から分かるように、 C の値が小さくなると、 α の値が大きくなる。たとえ酢酸の水溶液でも、濃度がとても薄い場合には、電離度が大きく近似できなくなってくるんだ」

生徒 「分かりました。“酢酸である”か“酢酸ではないか”ではないのですね。“電離度が小さく近似できる1価の弱酸”か“そうではないか”なのですね。では、電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合にはどうするのでしょうか」

先生 「近似前の式、 $K_a = \frac{x^2}{C-x}$ を $x(x>0)$ について解けばいいんだよ。

というように、二次方程式を解くことになるからちょっと面倒だけどね」



CHECK

濃度が薄い酢酸水溶液

近似式が使えない場合の $[H^+]$ の求め方

生徒 「一般に、酢酸の水溶液についてならば、近似式 $[H^+] = \sqrt{CK_a}$ が使えるのですね」

K_a の値は濃度 C によって変化しない。

先生 「必ずしも、そうとは限らない。 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ から分かるように、 C の値が小さくなると、 α の値が大きくなる。たとえ酢酸の水溶液でも、濃度がとても薄い場合には、電離度が大きく近似できなくなってくるんだ」

生徒 「分かりました。“酢酸である”か“酢酸ではないか”ではないのですね。“電離度が小さく近似できる1価の弱酸”か“そうではないか”なのですね。では、電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合にはどうするのでしょうか」

先生 「近似前の式、 $K_a = \frac{x^2}{C-x}$ を $x(x>0)$ について解けばいいんだよ。

というように、二次方程式を解くことになるからちょっと面倒だけどね」



CHECK

濃度が薄い酢酸水溶液

近似式が使えない場合の $[H^+]$ の求め方

生徒 「一般に、酢酸の水溶液についてならば、近似式 $[H^+] = \sqrt{CK_a}$ が使えるのですね」

K_a の値は濃度 C によって変化しない。

先生 「必ずしも、そうとは限らない。 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ から分かるように、 C の値が小さくなると、 α の値が大きくなる。たとえ酢酸の水溶液でも、濃度がとても薄い場合には、電離度が大きく近似できなくなってくるんだ」

生徒 「分かりました。“酢酸である”か“酢酸ではないか”ではないのですね。“電離度が小さく近似できる1価の弱酸”か“そうではないか”なのですね。では、電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合にはどうするのでしょうか」

先生 「近似前の式、 $K_a = \frac{x^2}{C-x}$ を $x(x>0)$ について解けばいいんだよ。

というように、二次方程式を解くことになるからちょっと面倒だけどね」



CHECK

濃度が薄い酢酸水溶液

近似式が使えない場合の $[H^+]$ の求め方

生徒 「一般に、酢酸の水溶液についてならば、近似式 $[H^+] = \sqrt{CK_a}$ が使えるのですね」

K_a の値は濃度 C によって変化しない。

先生 「必ずしも、そうとは限らない。 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ から分かるように、 C の値が小さくなると、 α の値が大きくなる。たとえ酢酸の水溶液でも、濃度がとても薄い場合には、電離度が大きく近似できなくなってくるんだ」

生徒 「分かりました。“酢酸である”か“酢酸ではないか”ではないのですね。“電離度が小さく近似できる1価の弱酸”か“そうではないか”なのですね。では、電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合にはどうするのでしょうか」

先生 「近似前の式、 $K_a = \frac{x^2}{C-x}$ を $x(x>0)$ について解けばいいんだよ。

というように、二次方程式を解くことになるからちょっと面倒だけどね」



CHECK

濃度が薄い酢酸水溶液

近似式が使えない場合の $[H^+]$ の求め方

生徒 「一般に、酢酸の水溶液についてならば、近似式 $[H^+] = \sqrt{CK_a}$ が使えるのですね」

K_a の値は濃度 C によって変化しない。

先生 「必ずしも、そうとは限らない。 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ から分かるように、 C の値が小さくなると、 α の値が大きくなる。たとえ酢酸の水溶液でも、濃度がとても薄い場合には、電離度が大きく近似できなくなってくるんだ」

生徒 「分かりました。“酢酸である”か“酢酸ではないか”ではないのですね。“電離度が小さく近似できる1価の弱酸”か“そうではないか”なのですね。では、電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合にはどうするのでしょうか」

先生 「近似前の式、 $K_a = \frac{x^2}{C-x}$ を $x(x>0)$ について解けばいいんだよ。

電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合

$$x^2 + K_a x - CK_a = 0 (x > 0) \quad \text{よって、} [H^+] = x = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4CK_a}}{2}$$

というように、二次方程式を解くことになるからちょっと面倒だけどね」

STEP 1 情報の整理

「電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合」に関する問題である。よって、

を用いればよい(この式については、前頁を参照)。題意より、

AH の濃度

AH の電離定数

である。

STEP 1 情報の整理

「電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合」に関する問題である。よって、

$$[H^+] = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4CK_a}}{2}$$

を用いればよい(この式については、前頁を参照)。題意より、

AH の濃度

AH の電離定数

である。

STEP 1 情報の整理

「電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合」に関する問題である。よって、

$$[\text{H}^+] = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4CK_a}}{2}$$

を用いればよい(この式については、前頁を参照)。題意より、

AH の濃度 $C = 0.0100 (\text{mol/L})$

AH の電離定数

である。

STEP 1 情報の整理

「電離度が大きく近似できない1価の弱酸の場合」に関する問題である。よって、

$$[\text{H}^+] = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4CK_a}}{2}$$

を用いればよい(この式については、前頁を参照)。題意より、

AH の濃度 $C = 0.0100 \text{ (mol/L)}$

AH の電離定数 $K_a = 1.36 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$

である。

$$[H^+] = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4CK_a}}{2}$$

AH の濃度 $C=0.0100(\text{mol/L})$

AH の電離定数 : $K_a=1.36 \times 10^{-3}(\text{mol/L})$

STEP 2 式への代入

よって,

$$\begin{aligned} [H^+] &= \frac{-1.36 \times 10^{-3} + \sqrt{(1.36 \times 10^{-3})^2 + 4 \times 0.0100 \times 1.36 \times 10^{-3}}}{2} \\ &= \frac{-1.36 \times 10^{-3} + \sqrt{56.2} \times 10^{-3}}{2} \\ &= 3.06 \times 10^{-3}(\text{mol/L}) \end{aligned}$$

問 水素イオン濃度 : $3.1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

