

# 中和反応の量的関係

酸から生じる $\text{H}^+$ の物質質量と塩基から生じる $\text{OH}^-$ の物質質量が等しいとき、酸と塩基は過不足なく中和する

$$\frac{\text{酸から生じる}\text{H}^+\text{の物質質量}}{\text{酸の(価数)} \times (\text{物質質量})} = \frac{\text{塩基から生じる}\text{OH}^-\text{の物質質量}}{\text{塩基の(価数)} \times (\text{物質質量})}$$

**例** HCl (1価の酸) 1 molからは ( 1 ) molの $\text{H}^+$ が生じる

⇒これを過不足なく中和するには ( 1 ) molの $\text{OH}^-$ が必要

⇒必要な塩基は NaOH (1価の塩基) … ( 1 ) mol  
Ca(OH)<sub>2</sub> (2価の塩基) … ( 0.5 ) mol

## 問 7

- (1) 0.10molの硝酸と過不足なく中和する水酸化カルシウムは何molか。  
(2) 0.20molの硫酸と過不足なく中和する水酸化ナトリウムは何molか。

(1)  $\text{HNO}_3$ は1価の酸,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は2価の塩基であるので,  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の物質量を  $x$  [mol] とすると,

$$1 \times 0.10 \text{ mol} = 2 \times x \quad x = 0.050 \text{ mol} \quad \boxed{\text{答}}$$

(2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ は2価の酸,  $\text{NaOH}$ は1価の塩基であるので,  
 $\text{NaOH}$ の物質量を  $y$  [mol] とすると,

$$2 \times 0.20 \text{ mol} = 1 \times y \quad y = 0.40 \text{ mol} \quad \boxed{\text{答}}$$

# 中和の関係式

濃度  $c$  [mol/L], 体積  $V$  [L] の  $a$  価の酸から生じる  $H^+$  の物質量は  
 $acV$  [mol]

同様に濃度  $c'$  [mol/L], 体積  $V'$  [L] の  $b$  価の塩基から生じる  
 $OH^-$  の物質量は  
 $bc'V'$  [mol]

よって, 中和の量的関係より, 酸と塩基が過不足なく中和するとき,  
次式が成り立つ

$$\underline{a \times c [\text{mol/L}] \times V [\text{L}]} = \underline{b \times c' [\text{mol/L}] \times V' [\text{L}]}$$

酸の (価数)  $\times$  (濃度)  $\times$  (体積)      塩基の (価数)  $\times$  (濃度)  $\times$  (体積)

## 問 8

0.10mol/Lの塩酸10mLを完全に中和するのに、  
0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液は何mL必要か。

中和に必要なNaOHの体積を  $V$  [L] とすると、

$$1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.20 \text{ mol/L} \times V$$

$$V = 5.0 \times 10^{-3} \text{ L} \quad \text{よって, } 5.0 \text{ mL} \quad \boxed{\text{答}}$$

# 酸・塩基の強弱と中和反応の量的関係①

---

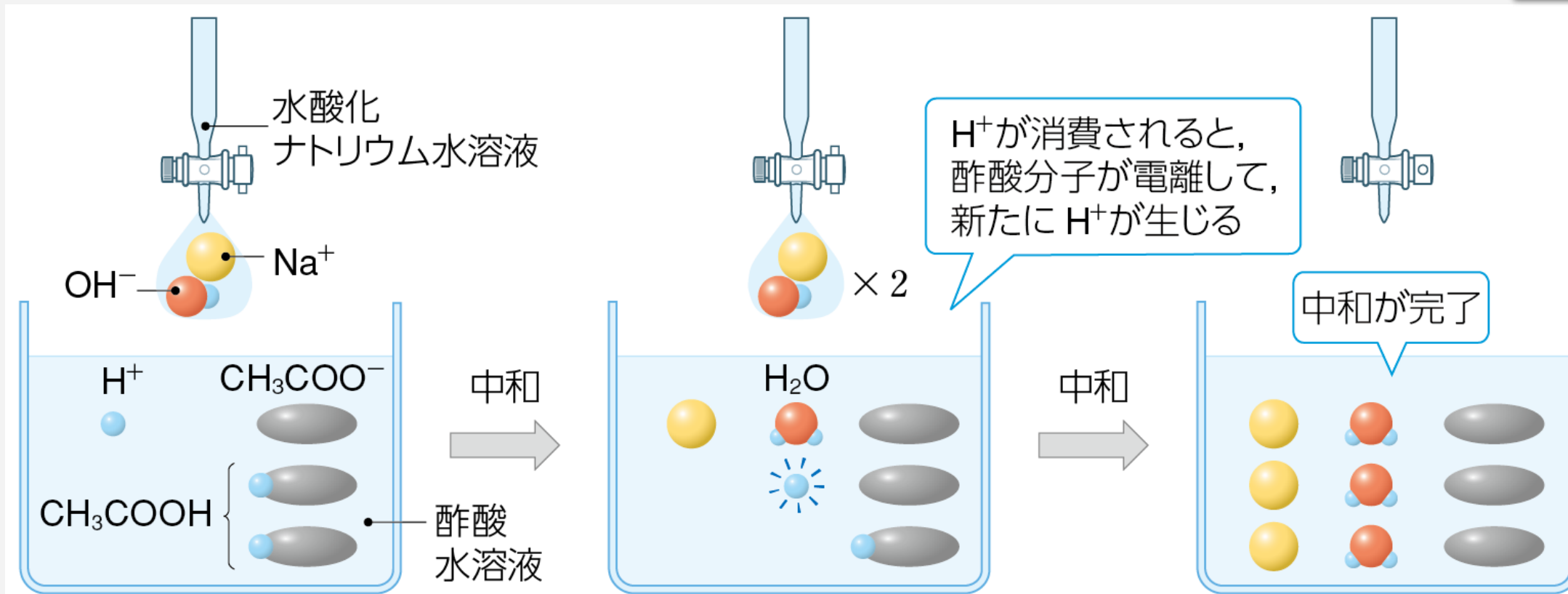
中和する酸・塩基の物質量は、酸や塩基の強弱（電離度の大小）には無関係

⇒ 弱酸の水溶液では、わずかな $H^+$ しか生じていないが、中和反応が起こり、 $H^+$ が消費されると、酸の電離により新たな $H^+$ が生じるから

# 酸・塩基の強弱と中和反応の量的関係②

中和する酸・塩基の物質量は, 酸や塩基の強弱には無関係

例 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和



## 例題 2

# 中和反応の量的関係

ある濃度の希硫酸10.0mLを完全に中和するのに、  
0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を8.6mL要した。  
希硫酸の濃度は何mol/Lか。

## 解答 の 指針

問題文から酸・塩基の価数, 濃度, 体積を読み取り,  
中和の関係式を用いて計算する。

例題 2

# 中和反応の量的関係

ある濃度の希硫酸10.0mLを完全に中和するのに、  
0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を8.6mL要した。  
希硫酸の濃度は何mol/Lか。

①与えられた酸と塩基の濃度や体積, 価数を読み取る。

	価数	濃度 [mol/L]	体積 [L]
酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2	<i>c</i>	$\frac{10.0}{1000}$
塩基 NaOH	1	0.20	$\frac{8.6}{1000}$

$$1\text{mL} = \frac{1}{1000} \text{L}$$

## 例題 2

# 中和反応の量的関係

ある濃度の希硫酸10.0mLを完全に中和するのに、0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を8.6mL要した。希硫酸の濃度は何mol/Lか。

②中和の関係式を用いて、計算する。

$$\underline{\langle \text{酸から生じるH}^+\text{の物質質量} \rangle} = \underline{\langle \text{塩基から生じるOH}^-\text{の物質質量} \rangle}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{酸の価数} \times \text{濃度} \times \text{体積} & & \text{塩基の価数} \times \text{濃度} \times \text{体積} \\ \parallel & & \parallel \end{array}$$

$$2 \times c \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.20 \text{ mol/L} \times \frac{8.6}{1000} \text{ L}$$

$$c = 8.6 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad \boxed{\text{答}}$$

## 中和反応の量的関係

- (1) ある濃度の酢酸水溶液10.0mLを完全に中和するのに、0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を9.6mL要した。酢酸水溶液の濃度は何mol/Lか。
- (2) ある濃度の塩酸15.0mLを完全に中和するのに、0.10mol/Lのアンモニア水を24.0mL要した。塩酸の濃度は何mol/Lか。
- (3) ある量の水酸化カルシウムを水に溶かした水溶液を完全に中和するのに、0.16mol/Lの塩酸を25.0mL要した。用いた水酸化カルシウムは何gか。(H = 1.0, O = 16, Ca = 40)

類題 2

# 中和反応の量的関係

(1) ある濃度の酢酸水溶液10.0mLを完全に中和するのに、0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を9.6mL要した。  
 酢酸水溶液の濃度は何mol/Lか。

①与えられた酸と塩基の濃度や体積, 価数を読み取る。

	価数	濃度 [mol/L]	体積 [L]
酸 CH <sub>3</sub> COOH	1	$x$	$\frac{10.0}{1000}$
塩基 NaOH	1	0.10	$\frac{9.6}{1000}$

$$1\text{mL} = \frac{1}{1000}\text{L}$$

## 中和反応の量的関係

(1) ある濃度の酢酸水溶液10.0mLを完全に中和するのに、0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を9.6mL要した。酢酸水溶液の濃度は何mol/Lか。

②中和の関係式を用いて、計算する。

$$\underline{\text{<酸から生じるH}^+\text{の物質質量>}} = \underline{\text{<塩基から生じるOH}^-\text{の物質質量>}}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{酸の価数} \times \text{濃度} \times \text{体積} & & \text{塩基の価数} \times \text{濃度} \times \text{体積} \\ \parallel & & \parallel \end{array}$$

$$1 \times x \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{9.6}{1000} \text{ L}$$

$$x = 9.6 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad \boxed{\text{答}}$$

類題 2

# 中和反応の量的関係

(2) ある濃度の塩酸15.0mLを完全に中和するのに、0.10mol/Lのアンモニア水を24.0mL要した。塩酸の濃度は何mol/Lか。

①与えられた酸と塩基の濃度や体積, 価数を読み取る。

	価数	濃度 [mol/L]	体積 [L]
酸 HCl	1	$y$	$\frac{15.0}{1000}$
塩基 NH <sub>3</sub>	1	0.10	$\frac{24.0}{1000}$

## 類題 2

## 中和反応の量的関係

(2) ある濃度の塩酸15.0mLを完全に中和するのに、0.10mol/Lのアンモニア水を24.0mL要した。塩酸の濃度は何mol/Lか。

②中和の関係式を用いて、計算する。

$$\underline{\langle \text{酸から生じるH}^+\text{の物質質量} \rangle} = \underline{\langle \text{塩基から生じるOH}^-\text{の物質質量} \rangle}$$

酸の価数 ×  $\parallel$  濃度 × 体積

塩基の価数 ×  $\parallel$  濃度 × 体積

$$1 \times y \times \frac{15.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{24.0}{1000} \text{ L}$$

$$y = 0.16 \text{ mol/L} \quad \boxed{\text{答}}$$

## 中和反応の量的関係

(3) ある量の水酸化カルシウムを水に溶かした水溶液を完全に中和するのに、 $0.16\text{mol/L}$ の塩酸を $25.0\text{mL}$ 要した。用いた水酸化カルシウムは何gか。

まず、中和反応の量的関係を用いて水酸化カルシウムの物質量を求める。水酸化カルシウムの質量は求めた物質量と水酸化カルシウムのモル質量から求める。

$$\underline{\langle \text{酸から生じるH}^+\text{の物質量} \rangle} = \underline{\langle \text{塩基から生じるOH}^-\text{の物質量} \rangle}$$

$$\begin{array}{c} \parallel \\ \text{酸の価数} \times \text{物質量} \\ (\text{濃度} \times \text{体積}) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \parallel \\ \text{塩基の価数} \times \text{物質量} \end{array}$$

類題 2

# 中和反応の量的関係

(3) ある量の水酸化カルシウムを水に溶かした水溶液を完全に中和するのに、0.16mol/Lの塩酸を25.0mL要した。用いた水酸化カルシウムは何gか。

①与えられた酸と塩基の濃度や体積, 価数を読み取る。

用いたCa(OH)<sub>2</sub> (式量74) の質量を  $z$  [g] とすると,

	価数	物質質量 [mol]
酸 HCl	1	$0.16 \times \frac{25.0}{1000}$
塩基 Ca(OH) <sub>2</sub>	2	$\frac{z}{74}$

濃度 [mol/L] × 体積 [L]

$\frac{\text{質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}}$

類題 2

# 中和反応の量的関係

(3) ある量の水酸化カルシウムを水に溶かした水溶液を完全に中和するのに、0.16mol/Lの塩酸を25.0mL要した。用いた水酸化カルシウムは何gか。

②中和の関係式を用いて、計算する。

$$\underline{\text{<酸から生じるH}^+\text{の物質質量>}} = \underline{\text{<塩基から生じるOH}^-\text{の物質質量>}}$$

$$\begin{array}{c} \parallel \\ \text{酸の価数} \times \text{物質質量} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \parallel \\ \text{塩基の価数} \times \text{物質質量} \end{array}$$

$$1 \times 0.16\text{mol/L} \times \frac{25.0}{1000} \text{L} = 2 \times \frac{z}{74\text{g/mol}}$$

$$z = 0.148\text{g} \div 0.15\text{g} \quad \boxed{\text{答}}$$

# 中和滴定

- ( 中和滴定 ) … 濃度がわからない酸を, 正確な濃度がわかっている塩基の標準液で完全に中和することにより濃度を求める操作  
(濃度がわからない塩基を, 正確な濃度がわかっている酸の標準液で完全に中和することにより濃度を求める操作)
- ( 標準液 ) … 濃度が正確にわかっている溶液
- ( 中和点 ) … 酸と塩基が完全に中和する点

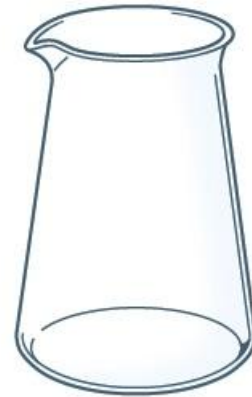
# 中和滴定に使用する器具①

(メスフラスコ) … 正確な濃度の溶液をつくる器具

(コニカルビーカー) … 酸と塩基の溶液を反応させる器具



メスフラスコ



コニカルビーカー

## 中和滴定に使用する器具②

( **ホールピペット** ) … 一定体積の溶液を正確にはかり取る器具  
共洗いしてから使用

( **ビュレット** ) … 滴下した溶液の体積を正確にはかる器具  
共洗いしてから使用

使用する溶液で  
内部を2~3回  
すすぐこと



ホールピペット



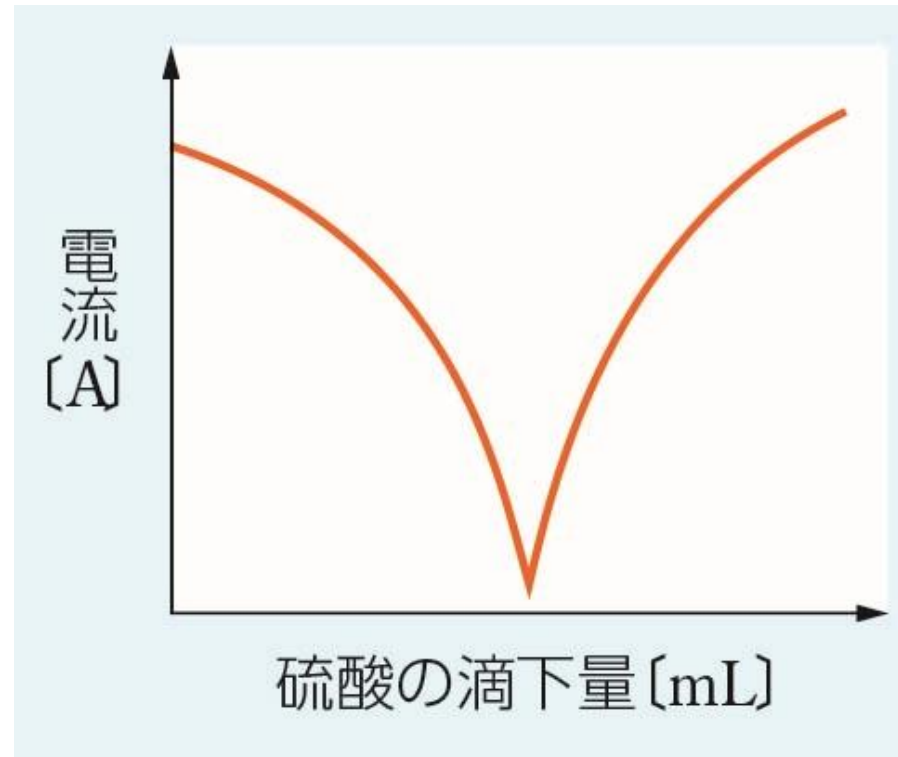
ビュレット

# 中和滴定に使用する器具③

名称	メスフラスコ	コニカルビーカー	ホールピペット	ビュレット
使用目的	正確な濃度の溶液をつくる	酸と塩基の溶液を反応させる	一定体積の溶液を正確にはかり取る	滴下した溶液の体積を正確にはかる
内部が純水でぬれている場合の使用 方法とその理由	純水でぬれたまま使用してよい		共洗いしてから使用する	
	後から純水を加えるので、溶液調製に影響しない	溶液中の溶質の物質質量は変化しないので、滴定に影響しない	純水で溶液の濃度が薄くなるので、体積を正確にはかり取っても、溶液に含まれる溶質の物質質量が減ってしまう	

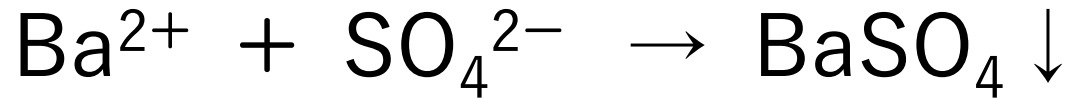
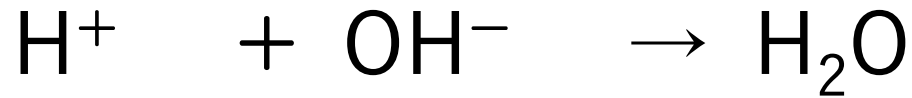
# 【参考】電気伝導度を利用した中和滴定①

水酸化バリウム水溶液に一定の電圧を加え、  
硫酸を滴下しながら流れる電流を測定



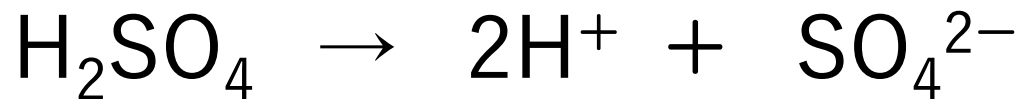
## 【参考】電気伝導度を利用した中和滴定②

- ・中和点までに起こる反応

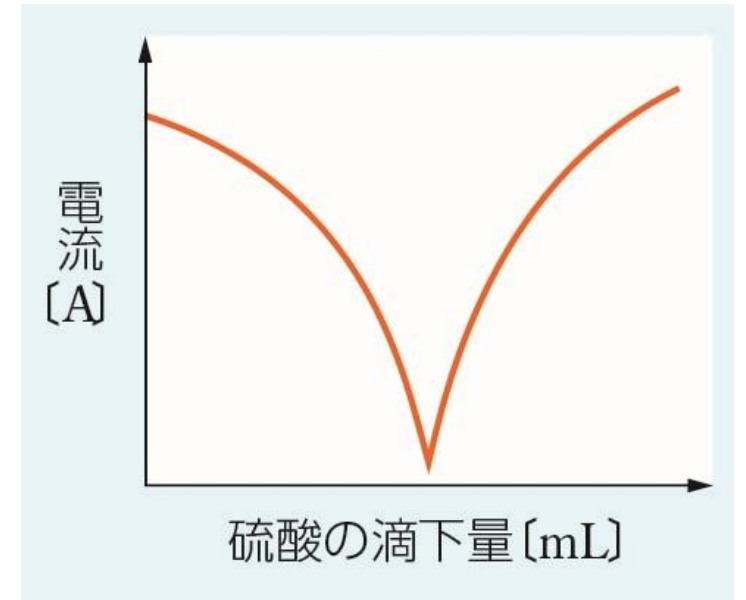


溶液中のイオンが（減少）

- ・中和点以降に起こる反応



溶液中のイオンが（増加）



# 滴定曲線

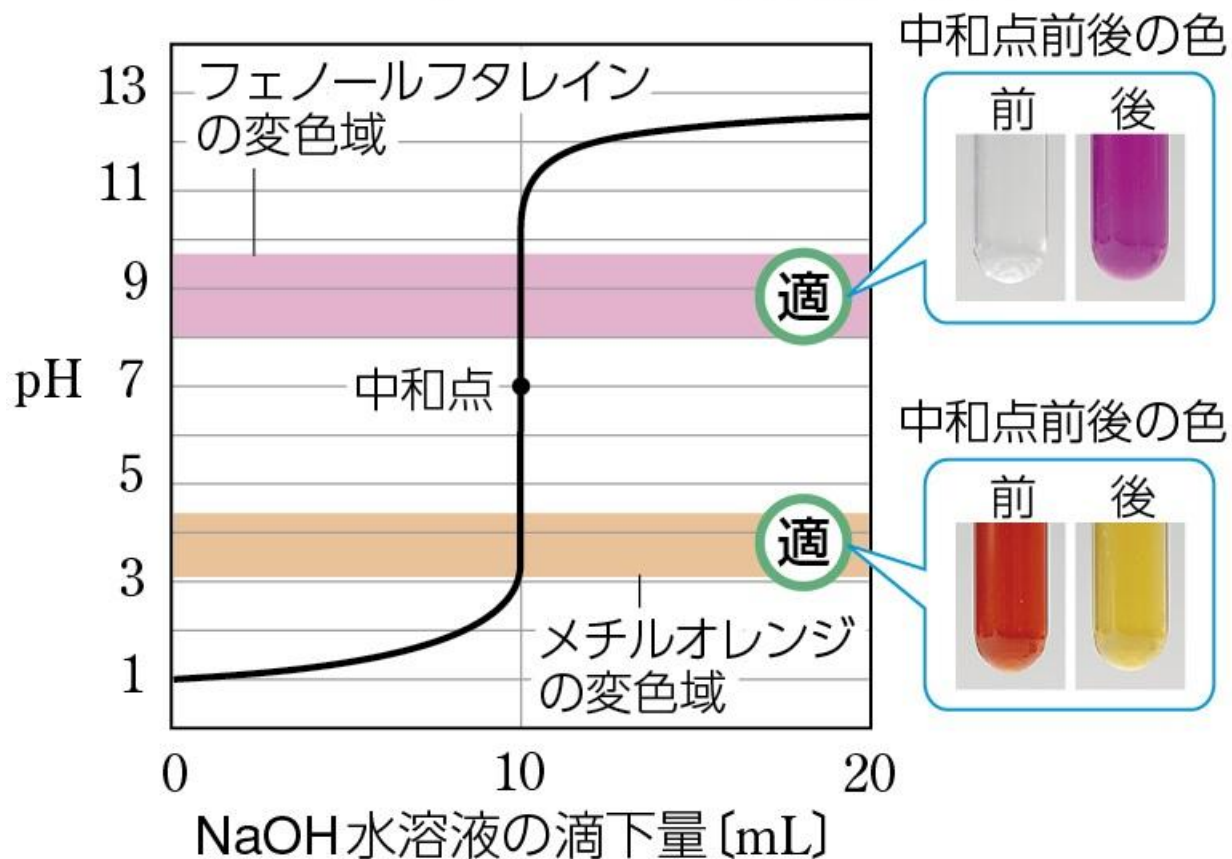
( 滴定曲線 ) … 中和滴定において、加えた酸（または塩基）の体積と混合水溶液のpHとの関係を示した曲線

- ・中和点付近でpHは急激に変化する
- ・中和点は、中和点付近でのpHで色が変わる（ 指示薬 ）を用いて知ることができる
- ・指示薬には、おもに（ フェノールフタレイン ）（変色域：pH8.0～9.8）と（ メチルオレンジ ）（変色域：pH3.1～4.4）が用いられる

# 強酸と強塩基の滴定曲線

## ① 強酸と強塩基

0.1 mol/Lの塩酸10 mLに  
0.1 mol/LのNaOH水溶液を滴下

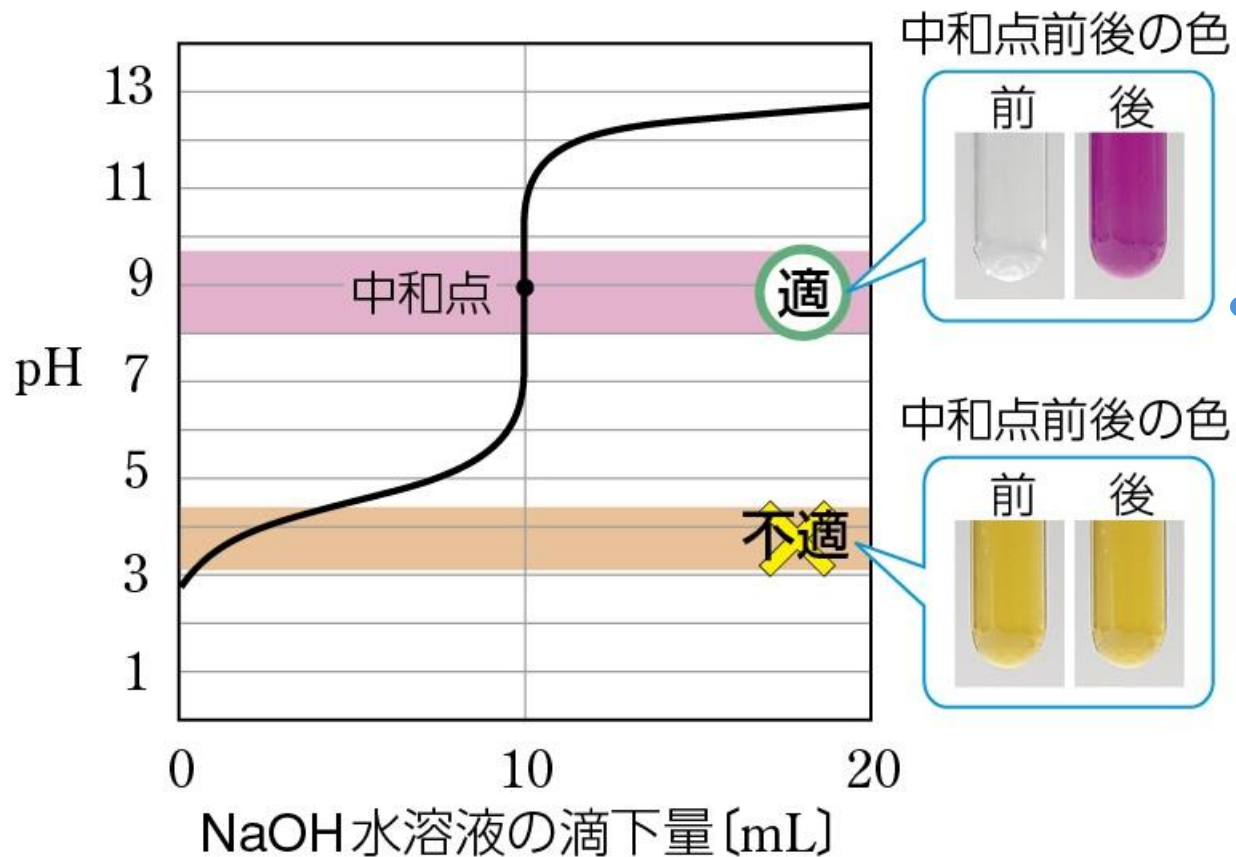


フェノールフタレイン,  
メチルオレンジの  
どちらも使用可

# 弱酸と強塩基の滴定曲線

## ② 弱酸と強塩基

0.1 mol/Lの $\text{CH}_3\text{COOH}$ 水溶液10 mLに  
0.1 mol/Lの $\text{NaOH}$ 水溶液を滴下

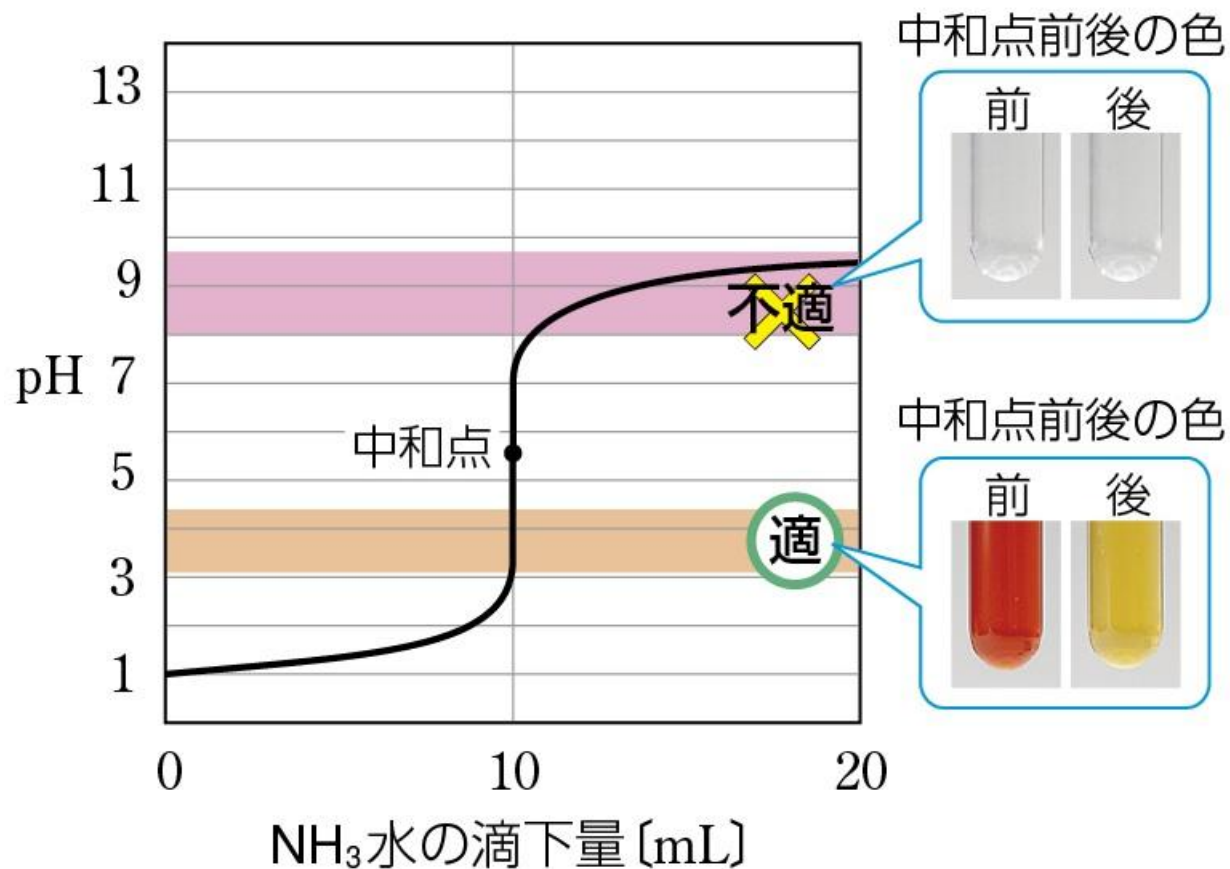


フェノールフタレイン  
のみ使用可

# 強酸と弱塩基の滴定曲線

## © 強酸と弱塩基

0.1 mol/L の塩酸 10 mL に  
0.1 mol/L の  $\text{NH}_3$  水を滴下



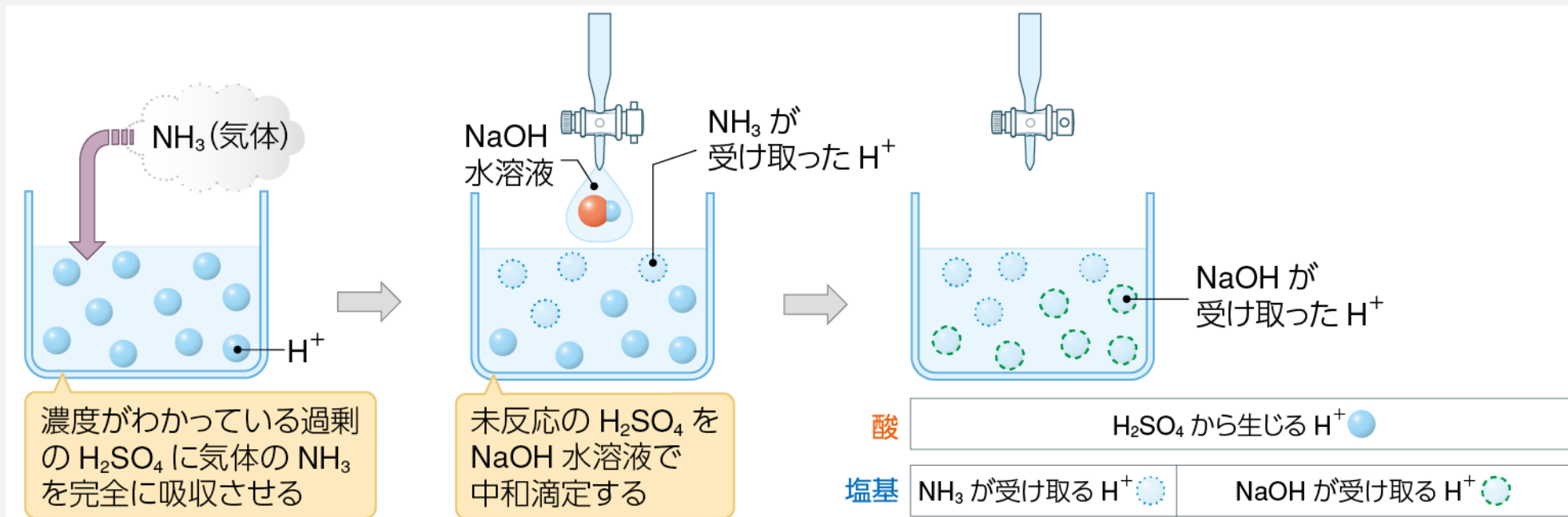
## 【参考】 逆滴定①

( 逆滴定 ) … 気体の酸を液体の塩基と反応させ、  
残った塩基の量を求めることで、  
もとの気体の量を間接的に調べる方法  
(気体の塩基を液体の酸と反応させ、  
残った酸の量を求めることで、  
もとの気体の量を間接的に調べる方法)

# 【参考】逆滴定②

## 例 気体のアンモニアの物質量を調べる

濃度がわかっている過剰の硫酸とアンモニアを反応させてから、未反応の硫酸を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定することで、間接的にアンモニアの物質量を求めることが可能



## 例題 A

# アンモニアの逆滴定

0.10mol/Lの硫酸100mLにアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0mLを要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態で何Lか。

## 解答 の 指針

酸・塩基の種類が複数あった場合でも、完全に中和したときには、中和の関係式が成り立つ。

例題 A

# アンモニアの逆滴定

0.10mol/Lの硫酸100mLにアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0mLを要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態で何Lか。

酸・塩基の種類が複数あった場合でも、中和の関係式を用いて計算する。

$$\underline{\langle \text{酸から生じるH}^+\text{の物質質量} \rangle} = \underline{\langle \text{塩基から生じるOH}^-\text{の物質質量} \rangle}$$

||

(受け取るH<sup>+</sup>の物質質量)

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>から生じるH<sup>+</sup>

||  
NH<sub>3</sub>が受け取るH<sup>+</sup>  
+ NaOHが受け取るH<sup>+</sup>

例題 A

# アンモニアの逆滴定

0.10mol/Lの硫酸100mLにアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。  
残った硫酸を0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、  
20.0mLを要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態で何Lか。

吸収されたNH<sub>3</sub>の体積(標準状態)をx[L]とすると、

	価数	物質質量 [mol]	
酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2	$0.10 \times \frac{100}{1000}$	濃度 [mol/L] × 体積 [L]
塩基 NH <sub>3</sub>	1	$\frac{x}{22.4}$	$\frac{\text{体積 [L]}}{\text{モル体積 [L/mol]}}$
塩基 NaOH	1	$0.20 \times \frac{20.0}{1000}$	濃度 [mol/L] × 体積 [L]

## 例題 A

## アンモニアの逆滴定

0.10mol/Lの硫酸100mLにアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0mLを要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態で何Lか。

吸収されたNH<sub>3</sub>の体積(標準状態)を  $x$  [L] とすると、

$$\frac{2 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{ L}}{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ から生じる H}^+} = \frac{1 \times \frac{x}{22.4 \text{ L/mol}}}{\text{NH}_3 \text{ が受け取る H}^+} + \frac{1 \times 0.20 \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L}}{\text{NaOH が受け取る H}^+}$$

$$x \doteq 0.36 \text{ L} \quad \boxed{\text{答}}$$

## 類題 A

## アンモニアの逆滴定

0.10mol/Lの硫酸50mLにアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、30.0mLを要した。吸収されたアンモニアは何gか。(H = 1.0, N = 14)

酸・塩基の種類が複数あった場合でも、中和の関係式を用いて計算する。

$$\underline{\langle \text{酸から生じるH}^+\text{の物質質量} \rangle} = \underline{\langle \text{塩基から生じるOH}^-\text{の物質質量} \rangle}$$

||

(受け取るH<sup>+</sup>の物質質量)

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>から生じるH<sup>+</sup>

||  
NH<sub>3</sub>が受け取るH<sup>+</sup>  
+ NaOHが受け取るH<sup>+</sup>

類題 A

# アンモニアの逆滴定

0.10mol/Lの硫酸50mLにアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。  
残った硫酸を0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、  
30.0mLを要した。吸収されたアンモニアは何gか。(H = 1.0, N = 14)

吸収されたNH<sub>3</sub>(分子量17)の質量を  $x$  [g] とすると、

	価数	物質質量 [mol]	
酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2	$0.10 \times \frac{50}{1000}$	濃度 [mol/L] × 体積 [L]
塩基 NH <sub>3</sub>	1	$\frac{x}{17\text{g/mol}}$	$\frac{\text{質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}}$
塩基 NaOH	1	$0.10 \times \frac{30.0}{1000}$	濃度 [mol/L] × 体積 [L]

## 類題 A

## アンモニアの逆滴定

0.10mol/Lの硫酸50mLにアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、30.0mLを要した。吸収されたアンモニアは何gか。(H = 1.0, N = 14)

吸収されたNH<sub>3</sub>(分子量17)の質量を  $x$  [g] とすると、

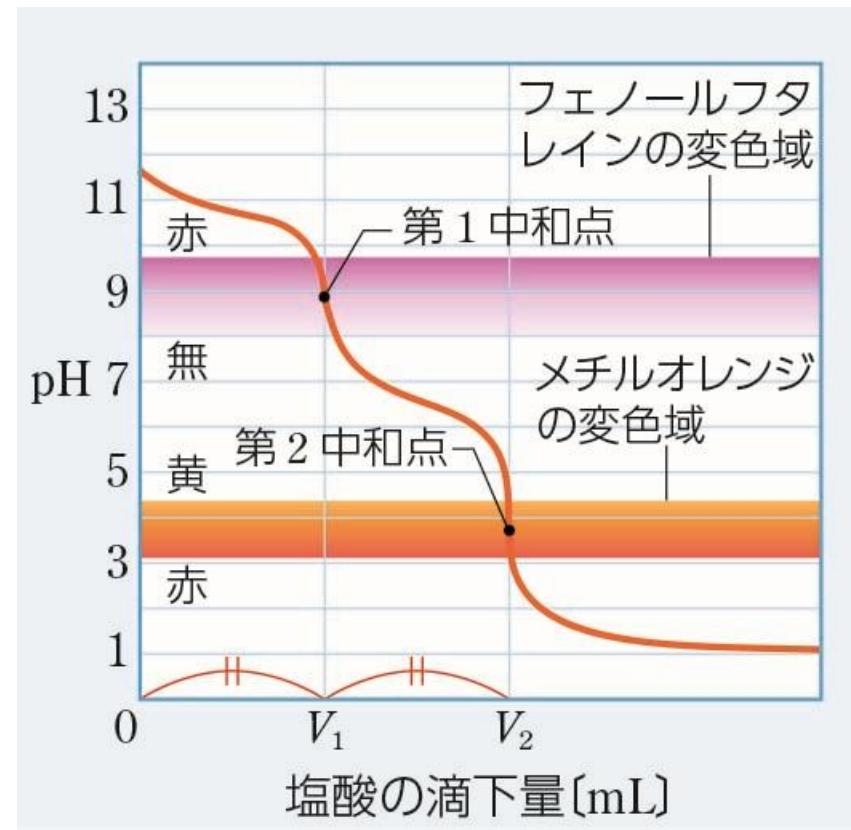
$$\frac{2 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{50}{1000} \text{ L}}{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ から生じる H}^+} = \frac{1 \times \frac{x}{17 \text{ g/mol}}}{\text{NH}_3 \text{ が受け取る H}^+} + \frac{1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{30.0}{1000} \text{ L}}{\text{NaOH が受け取る H}^+}$$

$$x = 0.119 \text{ g} \doteq 0.12 \text{ g} \quad \boxed{\text{答}}$$

# 【参考】炭酸ナトリウムの二段階中和①

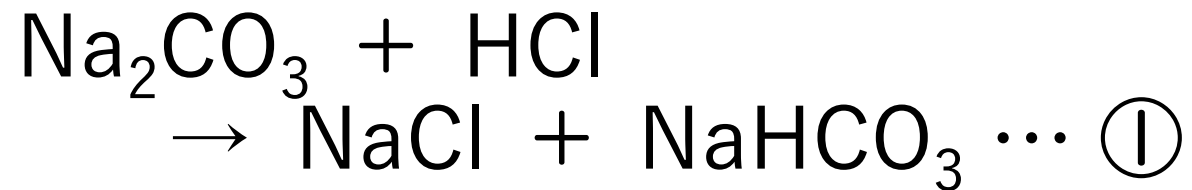
炭酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{CO}_3$ は水に溶かすと強い塩基性を示す

⇒塩酸を加えていくと、二段階の（中和反応）が起こる



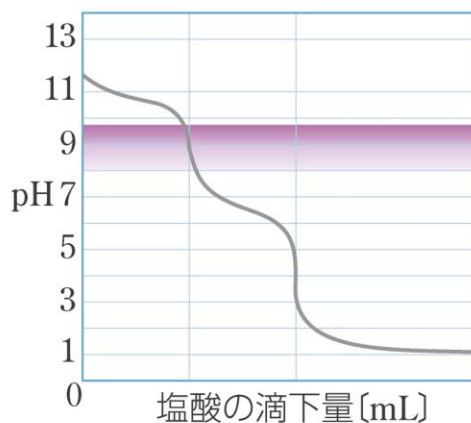
# 【参考】炭酸ナトリウムの二段階中和②

〈第1中和点までの反応〉

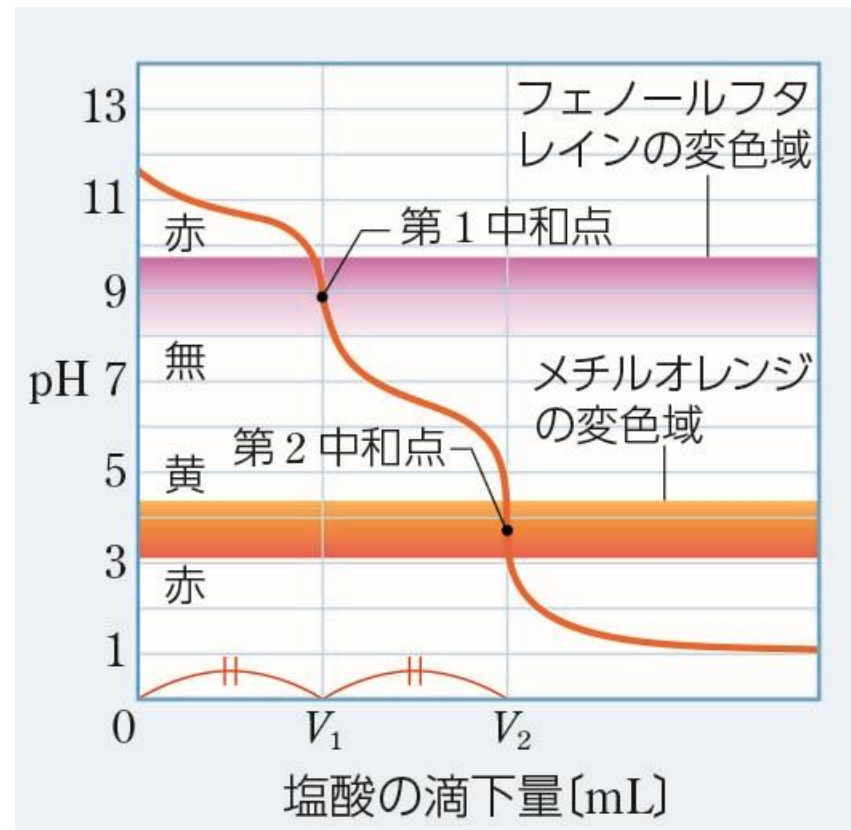


第1中和点までの  
ようす（実験映像）

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>水溶液と塩酸の滴定曲線

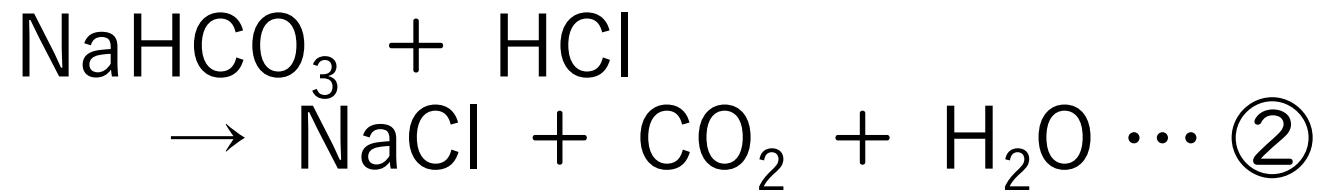


©数研出版



# 【参考】炭酸ナトリウムの二段階中和③

〈第2中和点までの反応〉

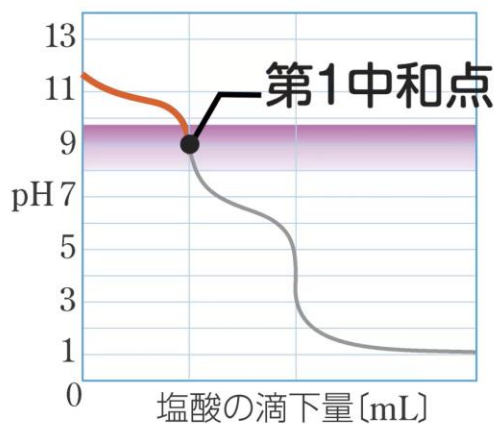


※②式の反応は①式の反応完了後に始まる

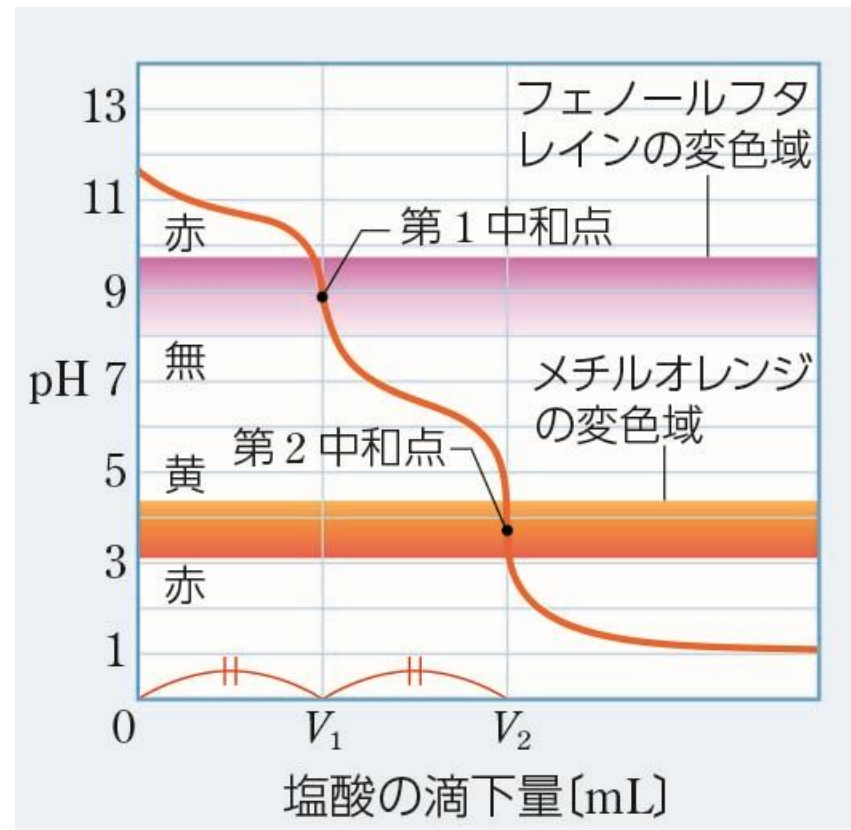


第2中和点までの  
ようす（実験映像）

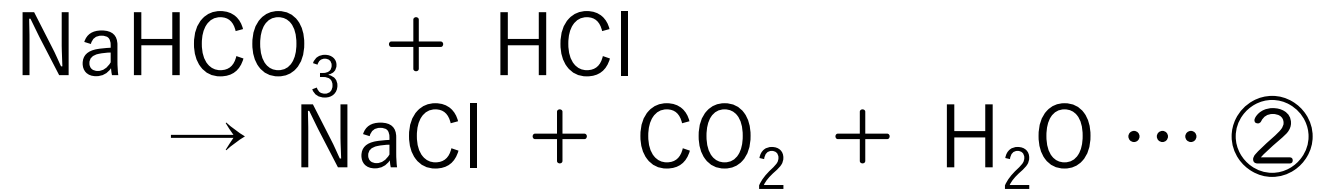
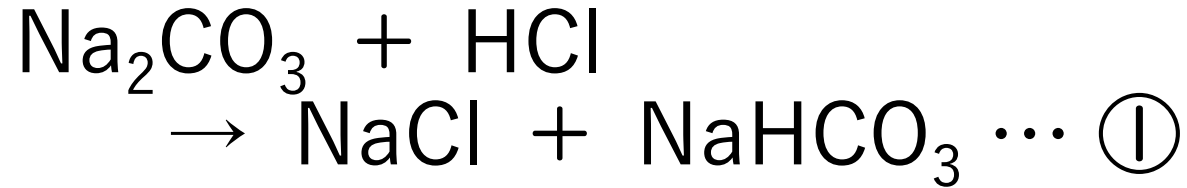
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>水溶液と塩酸の滴定曲線



©数研出版



## 【参考】炭酸ナトリウムの二段階中和④



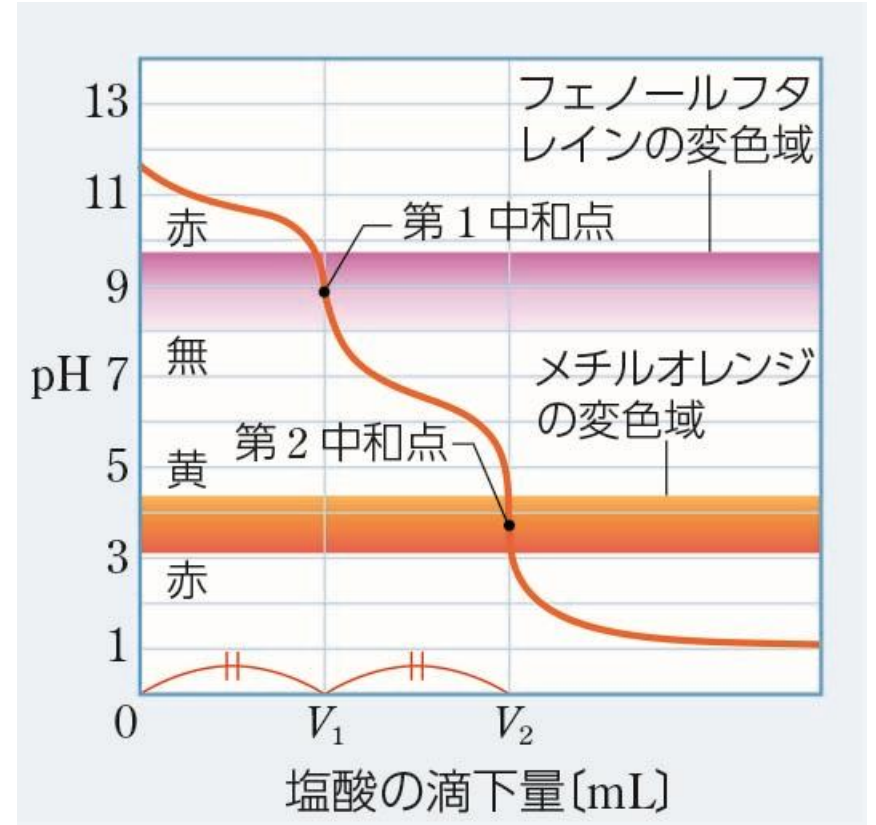
①式と②式より、量的関係は、

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ の物質質量

= ①式で反応した (  $\text{HCl}$  ) の物質質量

= ①式で生成した (  $\text{NaHCO}_3$  ) の物質質量

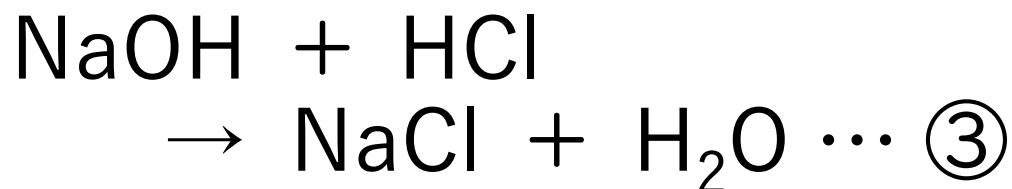
= ②式で反応した (  $\text{HCl}$  ) の物質質量



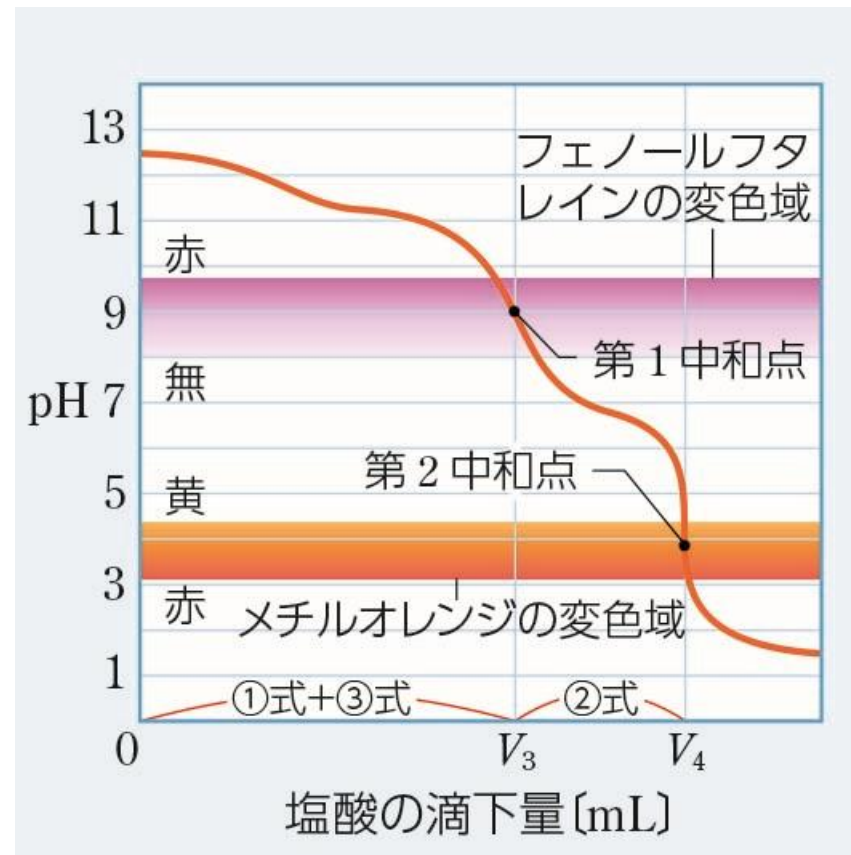
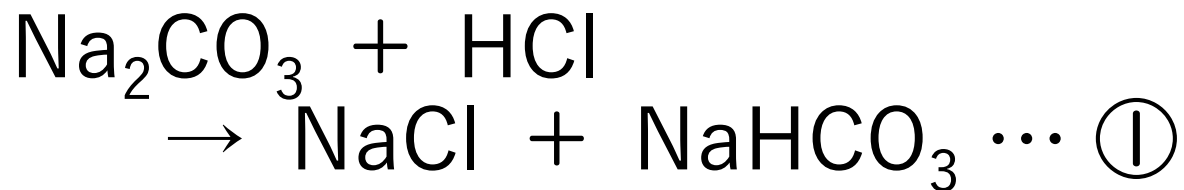
# 【参考】混合物の水溶液の中和①

〈第1中和点まで〉

水酸化ナトリウムNaOHと炭酸ナトリウムNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の混合物の水溶液に塩酸を加えていくと、まず( NaOH )の中和反応が起こる



次に( Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> )の中和反応が起こる

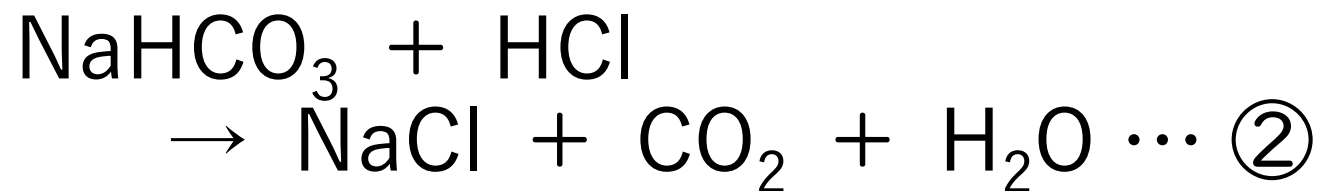


## 【参考】混合物の水溶液の中和②

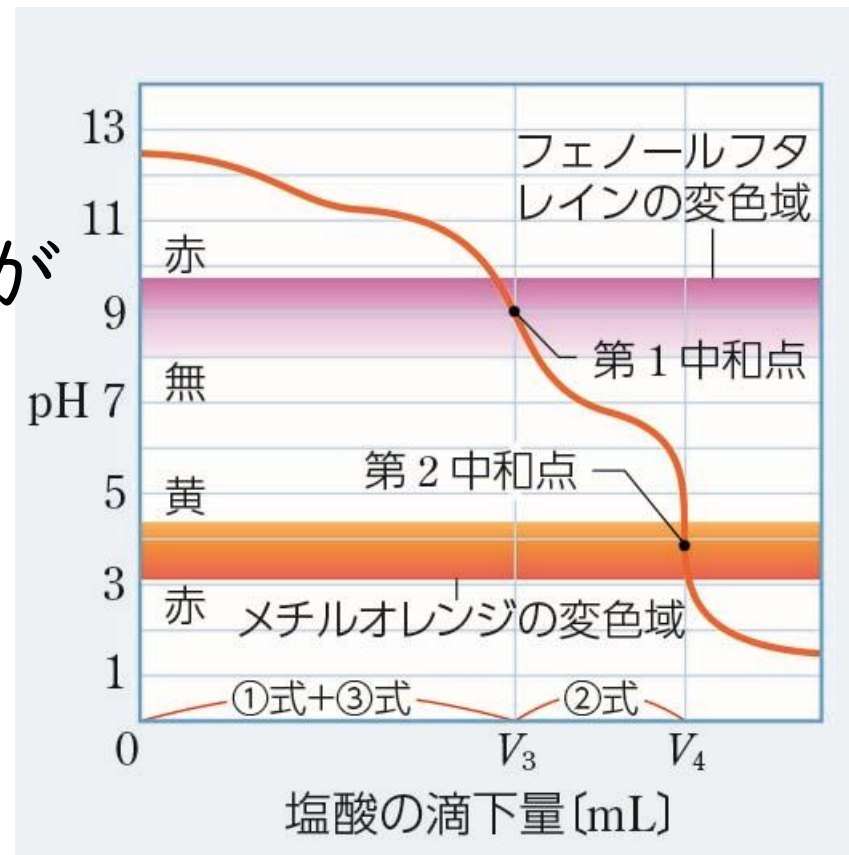
〈第2中和点まで〉

①, ③式の反応が完了した後に

①式で生じた(  $\text{NaHCO}_3$  )の中和反応が起こる

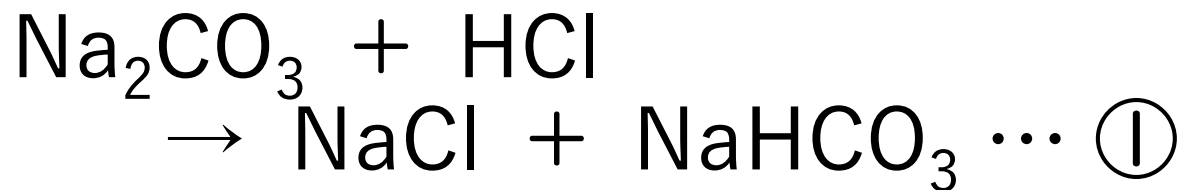
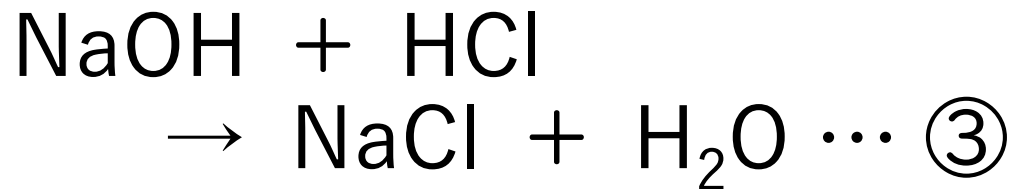


混合水溶液と塩酸の滴定曲線では、  
2か所でpHが大きく変化する

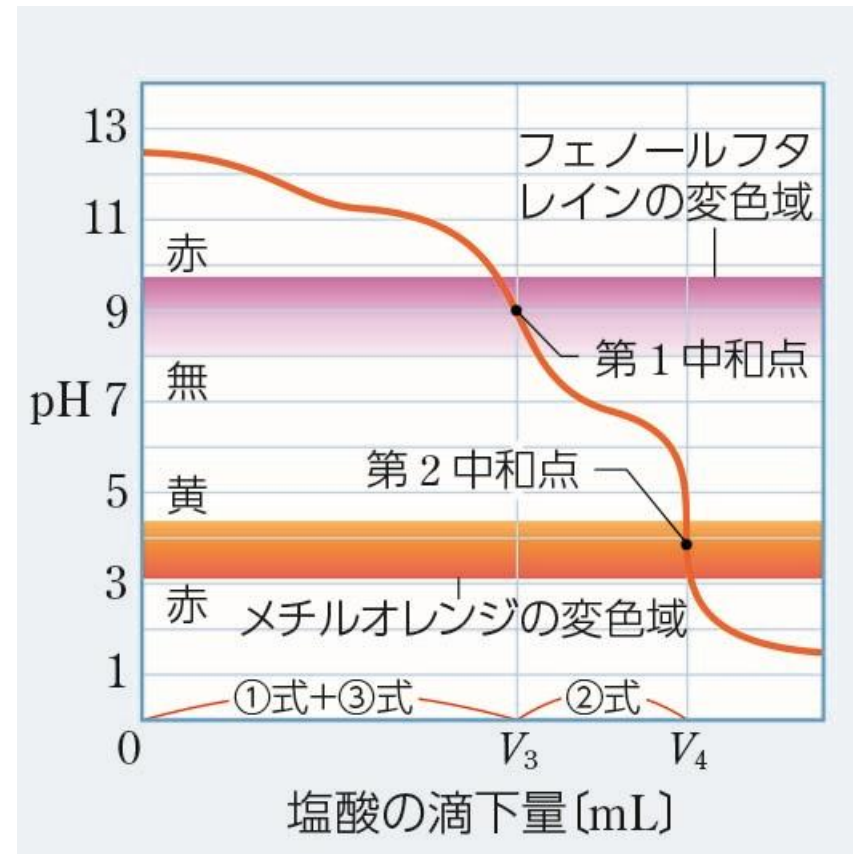
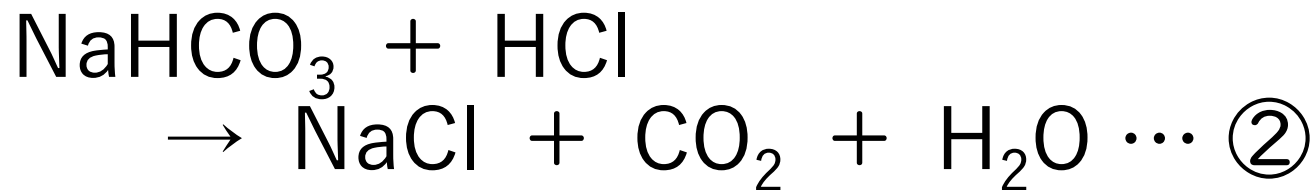


# 【参考】混合物の水溶液の中和の量的関係①

〈第1中和点まで〉



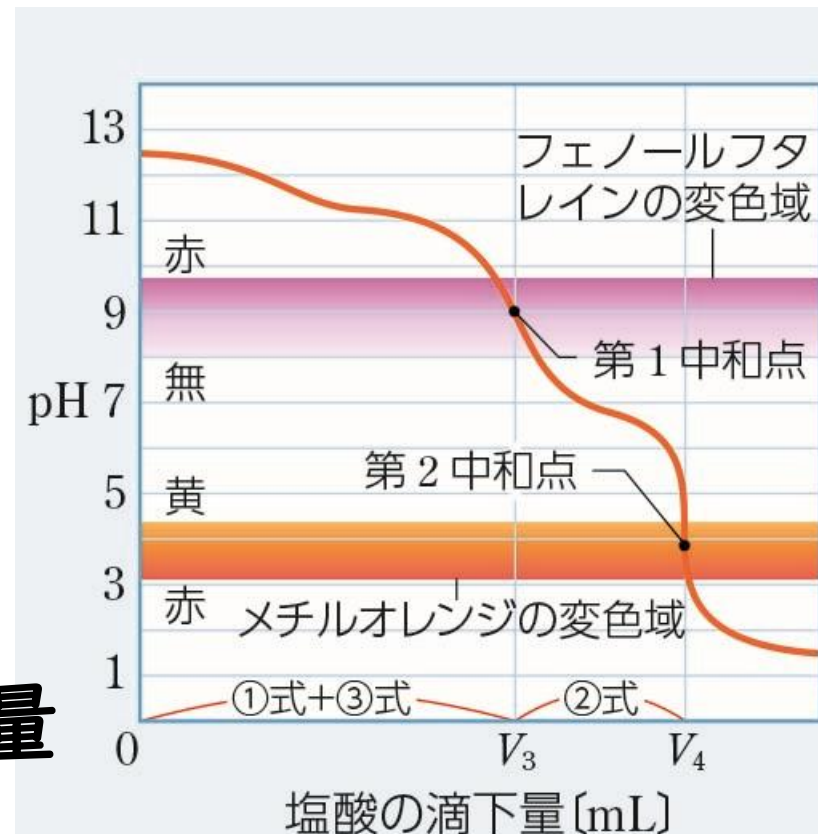
〈第2中和点まで〉



## 【参考】 混合物の水溶液の中和の量的関係②

①式で反応したHClの物質質量  
=②式で反応したHClの物質質量

混合水溶液の中和の量的関係は、  
(第1中和点までの塩酸の滴下量)  
- (第1中和点から第2中和点までの  
塩酸の滴下量)  
= ( NaOH ) の中和に使われた塩酸の量



## 例題 A

# 混合水溶液の中和滴定

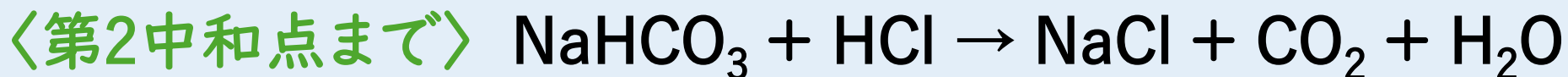
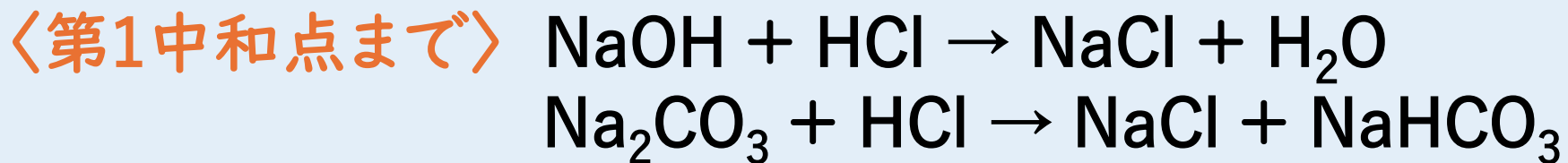
NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の混合水溶液を10.0mLとり、フェノールフタレインを加え、0.10mol/Lの塩酸を滴下したところ、塩酸を11.0mL加えたところで水溶液の赤色が消えた。ここに、メチルオレンジを加え、塩酸の滴下を続けたところ、塩酸をさらに5.0mL加えたところで水溶液が赤色に変化した。混合水溶液中のNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の濃度を求めよ。

## 解答 の 指針

塩酸を11.0mL加えた点が第1中和点、塩酸をさらに5.0mL加えた点が第2中和点であることから考える。

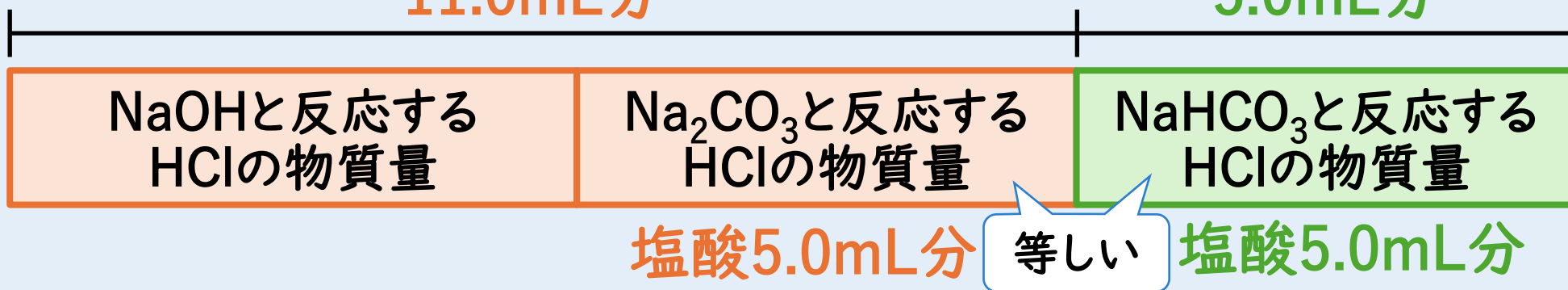
例題 A

# 混合水溶液の中和滴定



第1中和点までの塩酸  
11.0mL分

さらに加えた塩酸  
5.0mL分



第1中和点までの塩酸11.0mLのうち、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の中和に要したのは 5.0mL  
 NaOHの中和に要したのは 11.0mL - 5.0mL = 6.0mL

## 例題 A

## 混合水溶液の中和滴定

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の混合水溶液を10.0mLとり、フェノールフタレインを加え、0.10mol/Lの塩酸を滴下したところ、塩酸を11.0mL加えたところで水溶液の赤色が消えた。ここにメチルオレンジを加え、塩酸の滴下を続けたところ、塩酸をさらに5.0mL加えたところで水溶液が赤色に変化した。混合水溶液中のNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の濃度を求めよ。

NaOHの濃度を  $x$  [mol/L], Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の濃度を  $y$  [mol/L] とすると、

$$1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{6.0}{1000} \text{ L} = 1 \times x \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} \quad x = 6.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{5.0}{1000} \text{ L} = 1 \times y \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} \quad y = 5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

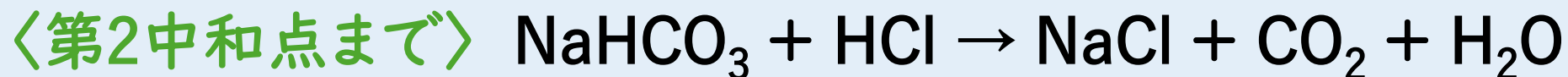
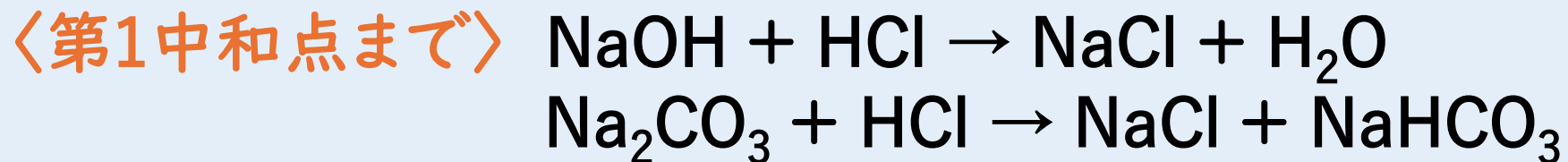
**答** NaOH:  $6.0 \times 10^{-2}$  mol/L, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:  $5.0 \times 10^{-2}$  mol/L

# 混合水溶液の中和滴定

NaOHと $\text{Na}_2\text{CO}_3$ の混合水溶液を10.0mLとり、フェノールフタレインを加え、0.10mol/Lの塩酸を滴下したところ、塩酸を15.0mL加えたところで水溶液の赤色が消えた。ここに、メチルオレンジを加え、塩酸の滴下を続けたところ、塩酸をさらに10.0mL加えたところで水溶液が赤色に変化した。混合水溶液10.0mL中のNaOHと $\text{Na}_2\text{CO}_3$ の質量を求めよ。

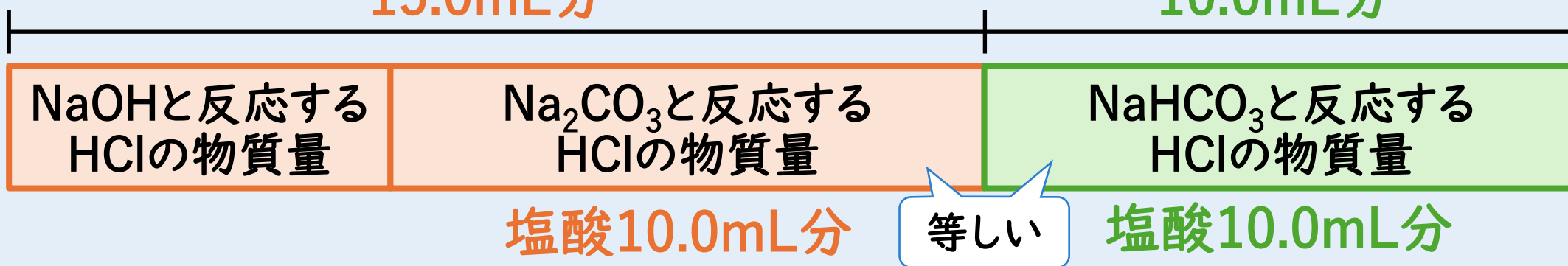
(H=1.0, C=12, O=16, Na=23)

## 混合水溶液の中和滴定



第1中和点までの塩酸  
15.0mL分

さらに加えた塩酸  
10.0mL分



第1中和点までの塩酸15.0mLのうち、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の中和に要したのは10.0mL  
 NaOHの中和に要したのは  $15.0\text{mL} - 10.0\text{mL} = 5.0\text{mL}$

## 混合水溶液の中和滴定

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の混合水溶液を10.0mLとり、フェノールフタレインを加え、0.10mol/Lの塩酸を滴下したところ、塩酸を15.0mL加えたところで水溶液の赤色が消えた。ここにメチルオレンジを加え、塩酸の滴下を続けたところ、塩酸をさらに10.0mL加えたところで水溶液が赤色に変化した。混合水溶液中のNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の質量を求めよ。(H=1.0, C=12, O=16, Na=23)

NaOH(式量40)の質量を  $x$  [g], Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(式量106)の質量を  $y$  [g] とすると、

$$1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{5.0}{1000} \text{ L} = 1 \times \frac{x}{40 \text{ g/mol}} \quad x = 0.020 \text{ g}$$

$$1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 1 \times \frac{y}{106 \text{ g/mol}} \quad y = 0.106 \text{ g} \doteq 0.11 \text{ g}$$

**答** NaOH:0.020g, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:0.11g