

## 4 中和滴定

学習日 月 日

教科書 p.161~173

印

## A 中和反応の量的関係

酸から生じる [ア] の物質量と塩基から生じる [イ] の物質量が等しいとき、酸と塩基は過不足なく中和する。

## 中和反応の量的関係

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

〈例〉  $\text{HCl}$  (1 価の酸) 1 mol からは [ウ] mol の  $\text{H}^+$  が生じる。

⇒これを過不足なく中和するには [エ] mol の  $\text{OH}^-$  が必要。

⇒必要な塩基は  $\text{NaOH}$  (1 価の塩基) … [オ] mol,

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  (2 価の塩基) … [カ] mol

## 問 7

(1) 0.10 mol 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。

教科書

(2) 0.20 mol 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。

p.161

〔答〕

濃度  $c$  [mol/L], 体積  $V$  [L] の  $a$  価の酸から生じる  $\text{H}^+$  の物質量は [キ] mol, 同様に濃度  $c'$  [mol/L], 体積  $V'$  [L] の  $b$  価の塩基から生じる  $\text{OH}^-$  の物質量は [ク] 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。

## 中和の関係式

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

酸の(価数) × (濃度) × (体積) = 塩基の(価数) × (濃度) × (体積)

**問 8** 0.10 mol/L の塩酸 10 mL を完全に中和するのに、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か。

教科書  
p.161

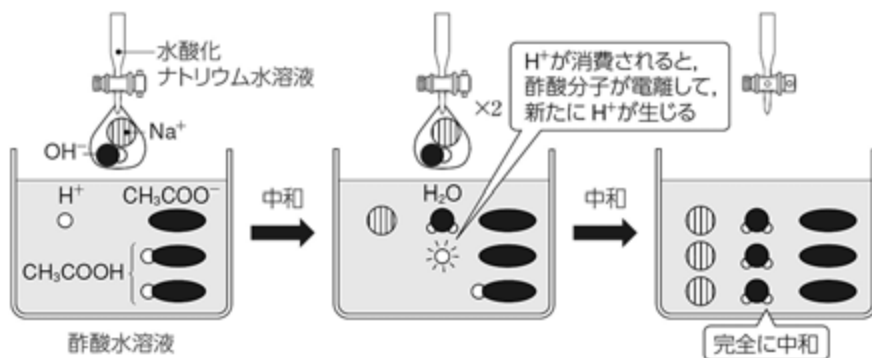
〔答〕

●酸・塩基の強弱と中和反応の量的関係

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。

〈例〉 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和



最終的に 1 mol の酢酸から [ケ] mol の  $H^+$  が生じる。

**例題 2** ある濃度の希硫酸 10.0 mL を完全に中和するのに、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 8.6 mL 要した。希硫酸の濃度は何 mol/L か。

教科書  
p.162

〔答〕

類題 2





教科書  
p.162

- (1) ある濃度の酢酸水溶液 10.0 mL を完全に中和するのに、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 9.6 mL 要した。酢酸水溶液の濃度は何 mol/L か。
- (2) ある濃度の塩酸 15.0 mL を完全に中和するのに、0.10 mol/L のアンモニア水を 24.0 mL 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、0.16 mol/L の塩酸を 25.0 mL 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)

[答]

**B** 中和滴定

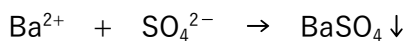
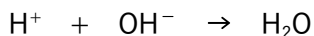
- [ア] … 濃度がわからない酸（または塩基）を、正確な濃度がわかっている塩基（または酸）の標準液で完全に中和することにより濃度を求める操作。↳ 濃度が正確にわかっている溶液
- [イ] … 酸と塩基が完全に中和する点。
- [ウ] … 正確な濃度の溶液をつくる器具。
- [エ] … 酸と塩基の溶液を反応させる器具。
- [オ] … 一定体積の溶液を正確にはかり取る器具。
- [カ] … 滴下した溶液の体積を正確にはかる器具。
- [オ] と [カ] は、内部が純水でぬれている場合は  
使用する溶液で内部をすすいでから使用する。  
↳ この操作を [キ] という

器具				
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。 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量は変化しないので、滴定に影響しない。	使用する溶液で内部を2～3回すすいでから使用する(この操作を共洗いという)。 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量が減ってしまう。	

**参考** 電気伝導度を利用した中和滴定

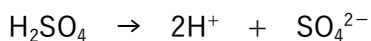
水酸化バリウム水溶液に一定の電圧を加え、硫酸を滴下しながら流れる電流を測定。

- ・ 中和点までに起こる反応

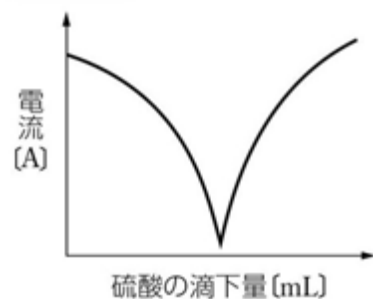


溶液中のイオンが [ア ]

- ・ 中和点以降に起こる反応



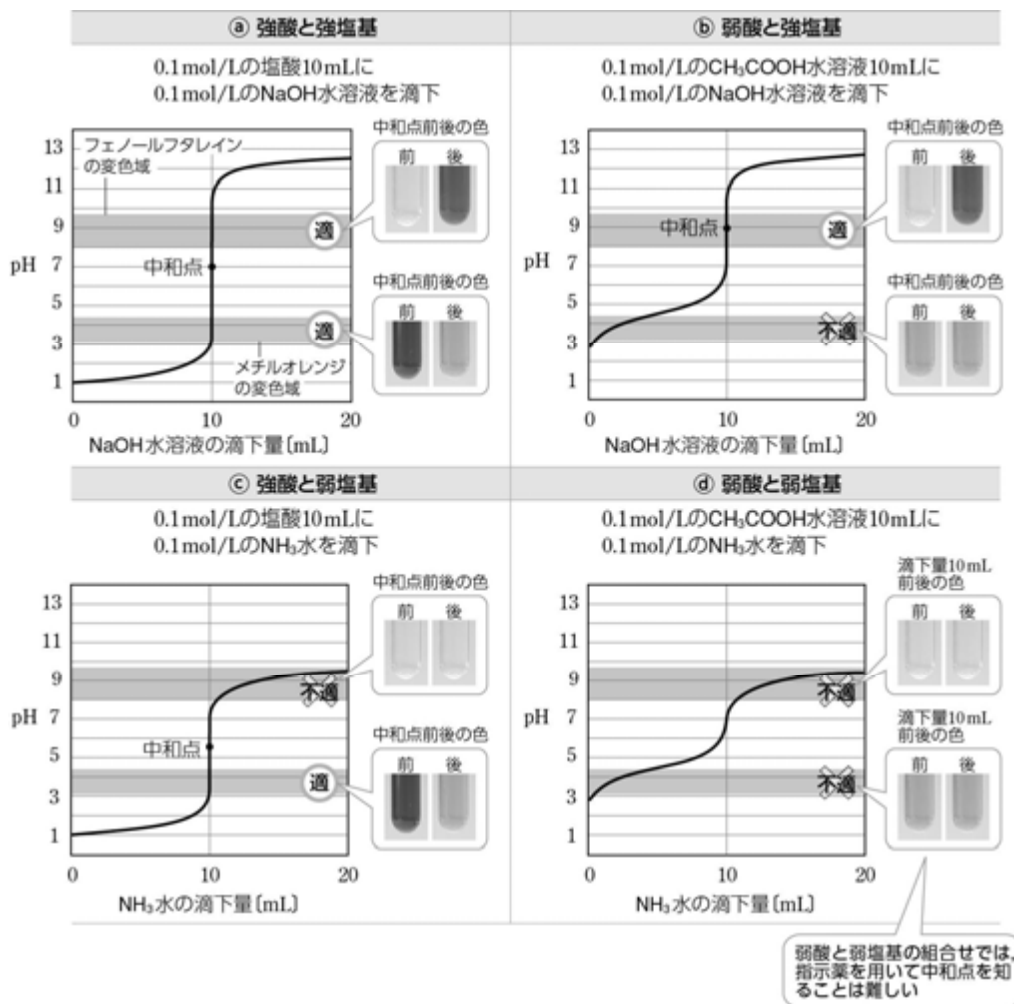
溶液中のイオンが [イ ]



## C 滴定曲線

[ア] … 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、中和点付近の pH で色が変化する [イ] を用いて知ることができる。
- ・ [イ] には、おもに [ウ] (変色域：pH 8.0~9.8) と [エ] (変色域：pH 3.1~4.4) が用いられる。



① 強酸に強塩基を加える場合

- … 中和点の pH は {オ 酸性 ・ 中性 ・ 塩基性 }。
- ⇒ だから、中和点付近で pH は酸性から塩基性へ大きく変化。
- ⇒ 指示薬として フェノールフタレインは {カ 適 ・ 不適 }。
- メチルオレンジは {キ 適 ・ 不適 }。

② 弱酸に強塩基を加える場合

- … 中和点の pH は {フ 酸性 ・ 中性 ・ 塩基性 }。
- ⇒ だから、中和点付近での pH の急激な変化は、塩基性側で起こる。
- ⇒ 指示薬として フェノールフタレインは {ケ 適 ・ 不適 }。
- メチルオレンジは {コ 適 ・ 不適 }。

③ 強酸に弱塩基を加える場合

- … 中和点の pH は {サ 酸性 ・ 中性 ・ 塩基性 }。
- ⇒ だから、中和点付近での pH の急激な変化は、酸性側で起こる。
- ⇒ 指示薬として フェノールフタレインは {シ 適 ・ 不適 }。
- メチルオレンジは {ス 適 ・ 不適 }。

**考** 4 学んだことを説明してみよう

- ・ 中和反応の量的関係について、「価数」「濃度」「体積」を用いて説明してみよう。

---

---

---

---

- ・ 水酸化ナトリウム水溶液に酢酸水溶液を滴下したときを例にとり、中和点での pH や用いることができる指示薬について、説明してみよう。

---

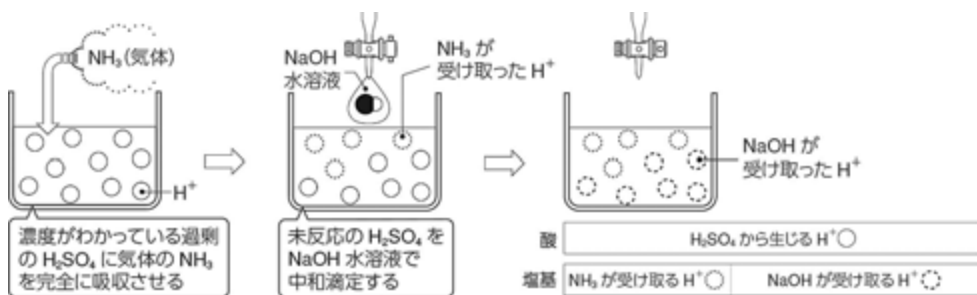
---

**参考** 逆滴定

[ア] … 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。)

〈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 0.10 mol/L の硫酸 100 mL にアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。

**教科書**  
p.170

残った硫酸を 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0 mL 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。

[答]

類題 A 0.10 mol/L の硫酸 50 mL にアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。

教科書  
p.170

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

〔答〕

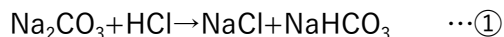
参考 二段階中和

●炭酸ナトリウムの二段階中和

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〔ア〕が起る。

〈第 1 中和点までの反応〉



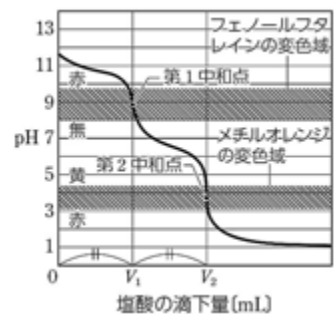
〈第 2 中和点までの反応〉



※②式の反応は①式の反応完了後に始まる。

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〔イ〕の物質質量  
 = ①式で生成した〔ウ〕の物質質量  
 = ②式で反応した〔エ〕の物質質量

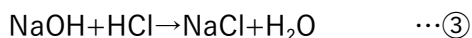


●混合物の水溶液の中和

〈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 [オ] の中和反応が起こる。



次に [カ] の中和反応が起こる。

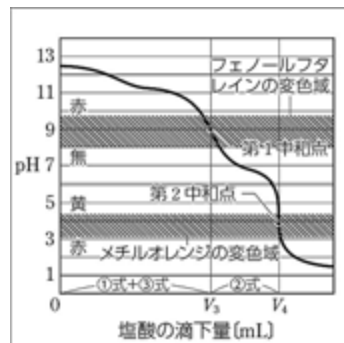


〈第2中和点まで〉

①, ③式の反応が完了した後に①式で生じた [キ] 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。



●混合水溶液の中和の量的関係

①式で反応した HCl の物質量 = ②式で反応した HCl の物質量

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)  
= [ク] の中和に使われた塩酸の量

**例題** A NaOH と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の混合水溶液を 10.0 mL とり，フェノールフタレインを加え，  
**教科書**  
p.173 0.10 mol/L の塩酸を滴下したところ，塩酸を 11.0 mL 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 5.0 mL 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の濃度を求めよ。

〔答〕

**類題** A NaOH と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の混合水溶液を 10.0 mL とり，フェノールフタレインを加え，  
**教科書**  
p.173 0.10 mol/L の塩酸を滴下したところ，塩酸を 15.0 mL 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 10.0 mL 加えたところで水溶液が赤色に変化した。混合水溶液 10.0 mL 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)

〔答〕