

## 電離平衡①

**水のイオン積** 純粋な水も、ごくわずかに電離し、次のような電離平衡の状態に達します。



上式を化学平衡の法則にあてはめると、次の関係式が得られます。

$$\boxed{\phantom{K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]}}$$

この  $K_w$  を、 $\boxed{\phantom{K_w}}$  といいます。  $K_w$  は、温度が一定ならば、一定の値となります。  $25^\circ\text{C}$ において、  $K_w = \boxed{\phantom{1.0 \times 10^{-14}}}$   $(\text{mol/L})^2$

## 電離平衡①

**水のイオン積** 純粋な水も、ごくわずかに電離し、次のような電離平衡の状態に達します。



上式を化学平衡の法則にあてはめると、次の関係式が得られます。

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

この  $K_w$  を、 といいます。  $K_w$  は、温度が一定ならば、一定の値となります。  $25^\circ\text{C}$ において、  $K_w =$    $(\text{mol/L})^2$

## 電離平衡①

**水のイオン積** 純粋な水も、ごくわずかに電離し、次のような電離平衡の状態に達します。



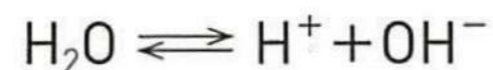
上式を化学平衡の法則にあてはめると、次の関係式が得られます。

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

この  $K_w$  を、**水のイオン積** といいます。 $K_w$  は、温度が一定ならば、一定の値となります。25℃において、 $K_w =$    $(\text{mol/L})^2$

## 電離平衡①

**水のイオン積** 純粋な水も、ごくわずかに電離し、次のような電離平衡の状態に達します。



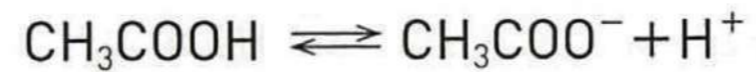
上式を化学平衡の法則にあてはめると、次の関係式が得られます。

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

この  $K_w$  を、**水のイオン積** といいます。 $K_w$  は、温度が一定ならば、一定の値となります。25°Cにおいて、 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

**酸の電離定数**

弱酸である酢酸は、水溶液中で、次のような電離平衡の状態に達します。

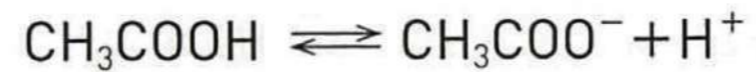


上式を化学平衡の法則にあてはめると、次の関係式が得られます。

この  $K_a$  を、 といいます。  $K_a$  は、温度が一定ならば、一定の値となります。

**酸の電離定数**

弱酸である酢酸は、水溶液中で、次のような電離平衡の状態に達します。



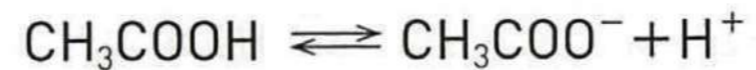
上式を化学平衡の法則にあてはめると、次の関係式が得られます。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

この  $K_a$  を、 といいます。  $K_a$  は、温度が一定ならば、一定の値となります。

### 酸の電離定数

弱酸である酢酸は、水溶液中で、次のような電離平衡の状態に達します。



上式を化学平衡の法則にあてはめると、次の関係式が得られます。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

この  $K_a$  を、**電離定数** といいます。 $K_a$  は、温度が一定ならば、一定の値となります。

**電離度** 水に溶かした電解質の物質質量に対する、電離している電解質の物質質量の割合を  といい、一般に、記号  で表します。

$$\text{電離度 } \alpha = \frac{\text{電離している酸(または塩基)の物質質量}}{\text{水に溶かした酸(または塩基)の物質質量}}$$

酢酸  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  のうち、 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  だけ電離しているとき、

電離度  $\alpha =$   となる。



**電離度** 水に溶かした電解質の物質質量に対する、電離している電解質の物質質量の割合を **電離度** といい、一般に、記号  で表します。

$$\text{電離度 } \alpha = \frac{\text{電離している酸(または塩基)の物質質量}}{\text{水に溶かした酸(または塩基)の物質質量}}$$

酢酸  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  のうち、 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  だけ電離しているとき、

電離度  $\alpha =$   となる。

**電離度** 水に溶かした電解質の物質質量に対する、電離している電解質の物質質量の割合を **電離度** といい、一般に、記号  **$\alpha$**  で表します。

$$\text{電離度 } \alpha = \frac{\text{電離している酸(または塩基)の物質質量}}{\text{水に溶かした酸(または塩基)の物質質量}}$$

酢酸  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  のうち、 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  だけ電離しているとき、

電離度  $\alpha =$   となる。

**電離度** 水に溶かした電解質の物質質量に対する、電離している電解質の物質質量の割合を **電離度** といい、一般に、記号  **$\alpha$**  で表します。

$$\text{電離度 } \alpha = \frac{\text{電離している酸(または塩基)の物質質量}}{\text{水に溶かした酸(または塩基)の物質質量}}$$

酢酸  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  のうち、 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  だけ電離しているとき、

$$\text{電離度 } \alpha = \frac{1.0 \times 10^{-4}}{1.0 \times 10^{-2}} = 0.010 \text{ となる。}$$

## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$\alpha =$

,  $[H^+] =$

$K_a$  (mol/L) : 酢酸の電離定数

## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [H^+] = \boxed{\phantom{000000}} \quad K_a \text{ (mol/L) : 酢酸の電離定数}$$

## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

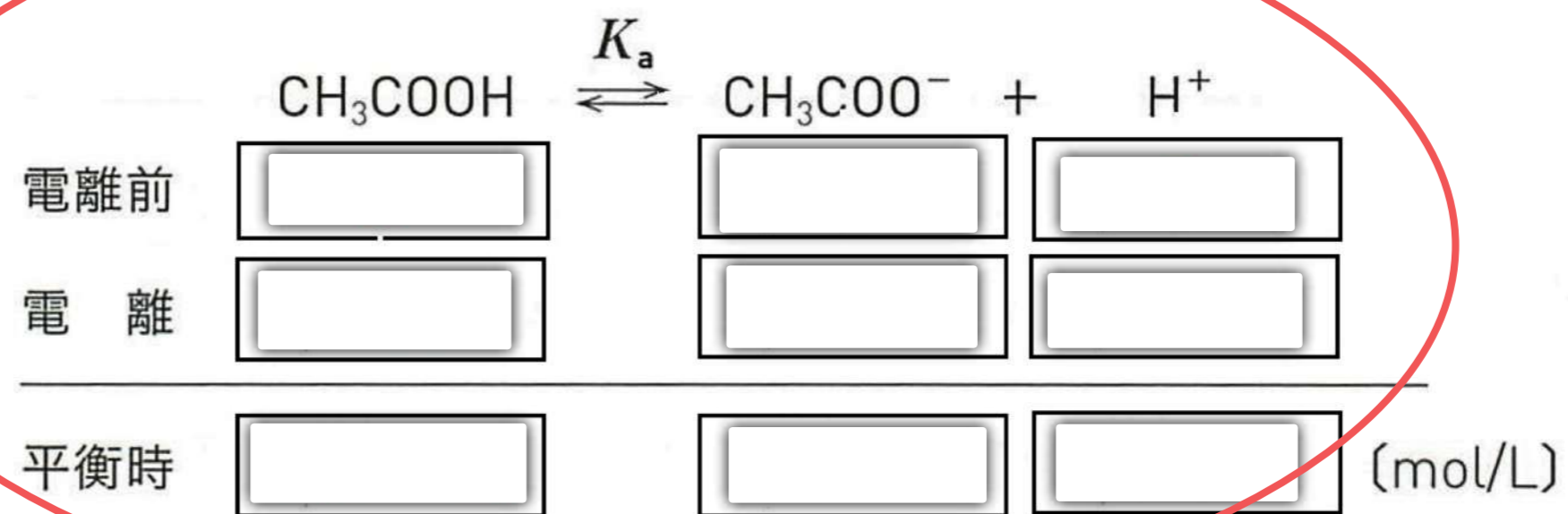
$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [H^+] = \sqrt{CK_a} \quad K_a \text{ (mol/L) : 酢酸の電離定数}$$

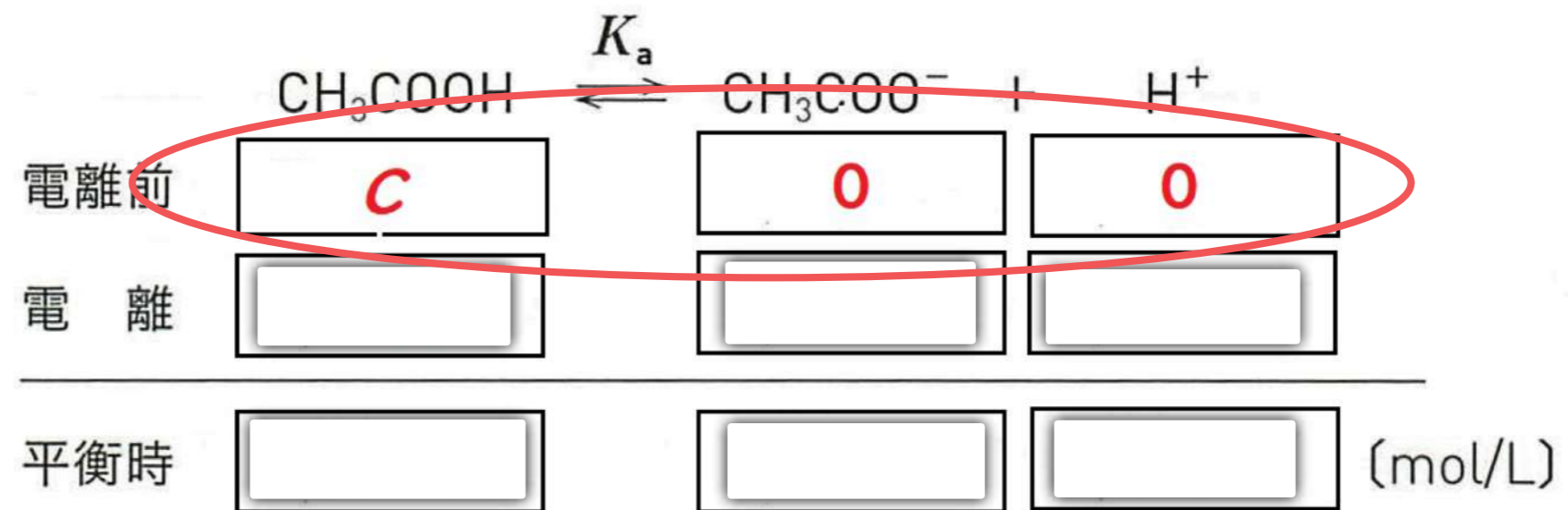
では、上式を誘導してみましょう。

step 1 バランスシートを作成する。



では、上式を誘導してみましょう。

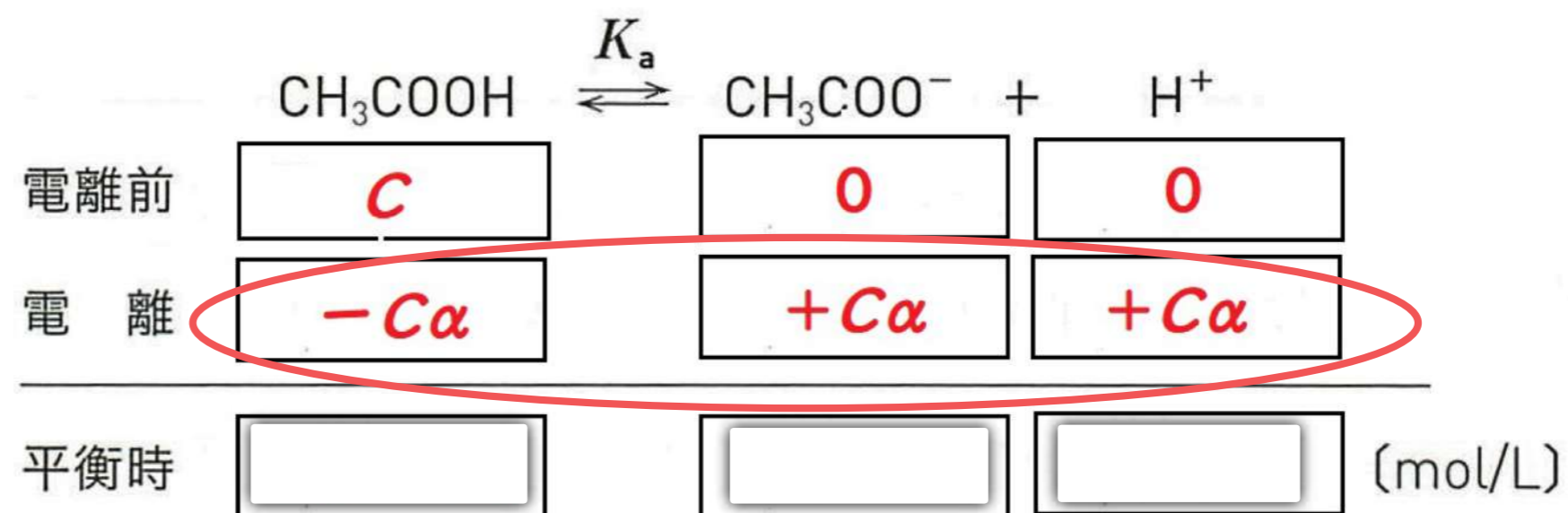
step 1 バランスシートを作成する。





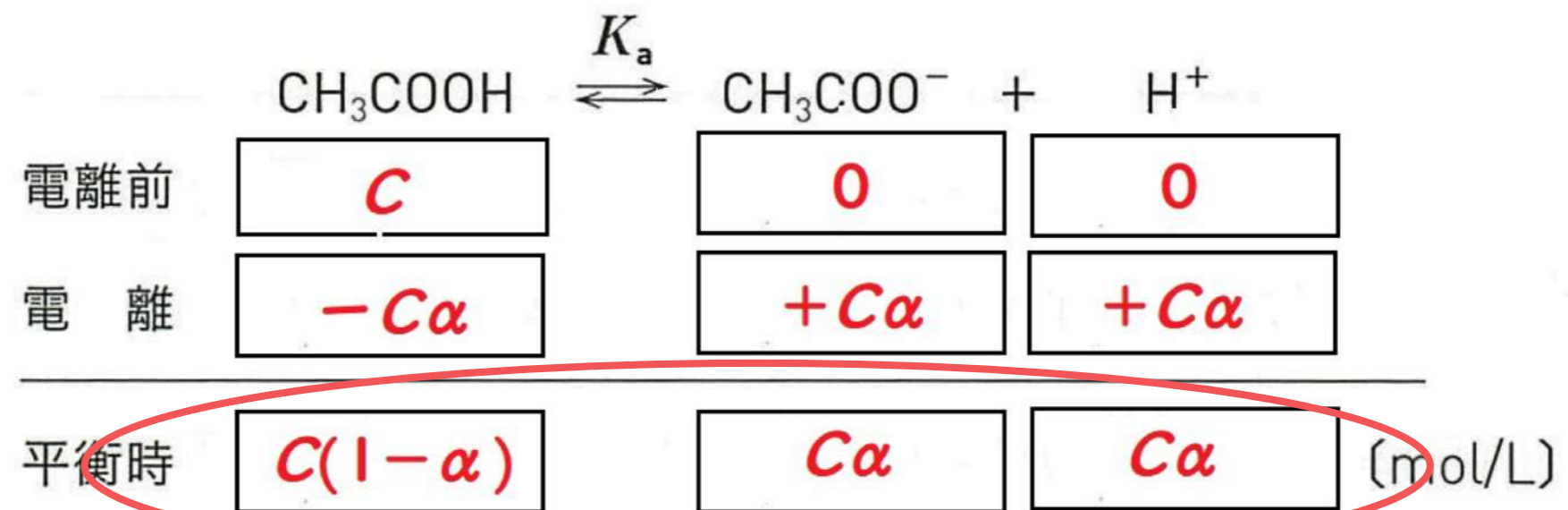
では、上式を誘導してみましょう。

step 1 バランスシートを作成する。



では、上式を誘導してみましよう。

step 1 バランスシートを作成する。



step 1 バランスシートを作成する。

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\xrightleftharpoons{K_a}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+	$\text{H}^+$	
電離前	$C$		$0$		$0$	
電離	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$	
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$	(mol/L)

step 2 バランスシートの結果(平衡時の値)を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \boxed{\phantom{C\alpha \times C\alpha / C(1-\alpha)}} = \boxed{\phantom{C\alpha \times C\alpha}} = \boxed{\phantom{C\alpha^2}}$$

さらに、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さい ( $1 \gg \alpha$ ) と考えて、

$\boxed{\phantom{1}}$  とみなす。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \doteq \boxed{\phantom{C\alpha^2}}$$

step 1 バランスシートを作成する。

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\xrightleftharpoons{K_a}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+	$\text{H}^+$	
電離前	$C$		$0$		$0$	
電離	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$	
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$	(mol/L)

step 2 バランスシートの結果(平衡時の値)を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}}$$

さらに、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さい ( $1 \gg \alpha$ ) と考えて、

$\boxed{\phantom{000}}$  とみなす。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \doteq \boxed{\phantom{000}}$$

step 1 バランスシートを作成する。

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\xrightleftharpoons{K_a}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+	$\text{H}^+$	
電離前	$C$		$0$		$0$	
電離	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$	
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$	(mol/L)

step 2 バランスシートの結果(平衡時の値)を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \boxed{\phantom{000}}$$

さらに、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さい ( $1 \gg \alpha$ ) と考えて、

とみなす。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \doteq \boxed{\phantom{000}}$$

step 1 バランスシートを作成する。

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\xrightleftharpoons{K_a}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+	$\text{H}^+$	
電離前	$C$		$0$		$0$	
電離	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$	
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$	(mol/L)

step 2 バランスシートの結果(平衡時の値)を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

さらに、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さい ( $1 \gg \alpha$ ) と考えて、

とみなす。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \doteq \text{}$$

step 1 バランスシートを作成する。

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\xrightleftharpoons{K_a}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+	$\text{H}^+$	
電離前	$C$		$0$		$0$	
電離	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$	
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$	(mol/L)

step 2 バランスシートの結果(平衡時の値)を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

さらに、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さい ( $1 \gg \alpha$ ) と考えて、

$1-\alpha \doteq 1$  とみなす。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \doteq \boxed{\phantom{000}}$$

step 1 バランスシートを作成する。

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\xrightleftharpoons{K_a}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+	$\text{H}^+$	
電離前	$C$		$0$		$0$	
電離	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$	
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$	(mol/L)

step 2 バランスシートの結果(平衡時の値)を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

さらに、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さい ( $1 \gg \alpha$ ) と考えて、

$$1 - \alpha \doteq 1 \quad \text{とみなす。}$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \doteq C\alpha^2$$



## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [H^+] = \sqrt{CK_a} \quad K_a \text{ (mol/L) : 酢酸の電離定数}$$

step 3 上式を  $\alpha$  について整理し、さらに、 $[H^+]$  を求める。

$$K_a = C\alpha^2 \quad \text{ただし, } \alpha \text{ は正の値} \quad \therefore \alpha = \boxed{\phantom{000}}$$

さらに,  $[H^+] = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}}$

## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [H^+] = \sqrt{CK_a} \quad K_a \text{ (mol/L) : 酢酸の電離定数}$$

step 3 上式を  $\alpha$  について整理し、さらに、 $[H^+]$  を求める。

$$K_a = C\alpha^2 \quad \text{ただし, } \alpha \text{ は正の値} \quad \therefore \alpha =$$

$$\sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

さらに,  $[H^+] =$

$$= = =$$

## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [H^+] = \sqrt{CK_a} \quad K_a \text{ (mol/L) : 酢酸の電離定数}$$

step 3 上式を  $\alpha$  について整理し、さらに、 $[H^+]$  を求める。

$$K_a = C\alpha^2 \quad \text{ただし, } \alpha \text{ は正の値} \quad \therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

$$\text{さらに, } [H^+] = C\alpha = \quad = \quad = \quad$$

## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [H^+] = \sqrt{CK_a} \quad K_a \text{ (mol/L) : 酢酸の電離定数}$$

step 3 上式を  $\alpha$  について整理し、さらに、 $[H^+]$  を求める。

$$K_a = C\alpha^2 \quad \text{ただし, } \alpha \text{ は正の値} \quad \therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

$$\text{さらに, } [H^+] = C\alpha = C \times \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \square$$

## 電離平衡②

### 酢酸水溶液について

$C$  (mol/L) の酢酸水溶液の電離度  $\alpha$  と水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます

$C$  (mol/L) の  $CH_3COOH_{aq}$  の  $\alpha$  と  $[H^+]$  は？

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}, \quad [H^+] = \sqrt{CK_a} \quad K_a \text{ (mol/L) : 酢酸の電離定数}$$

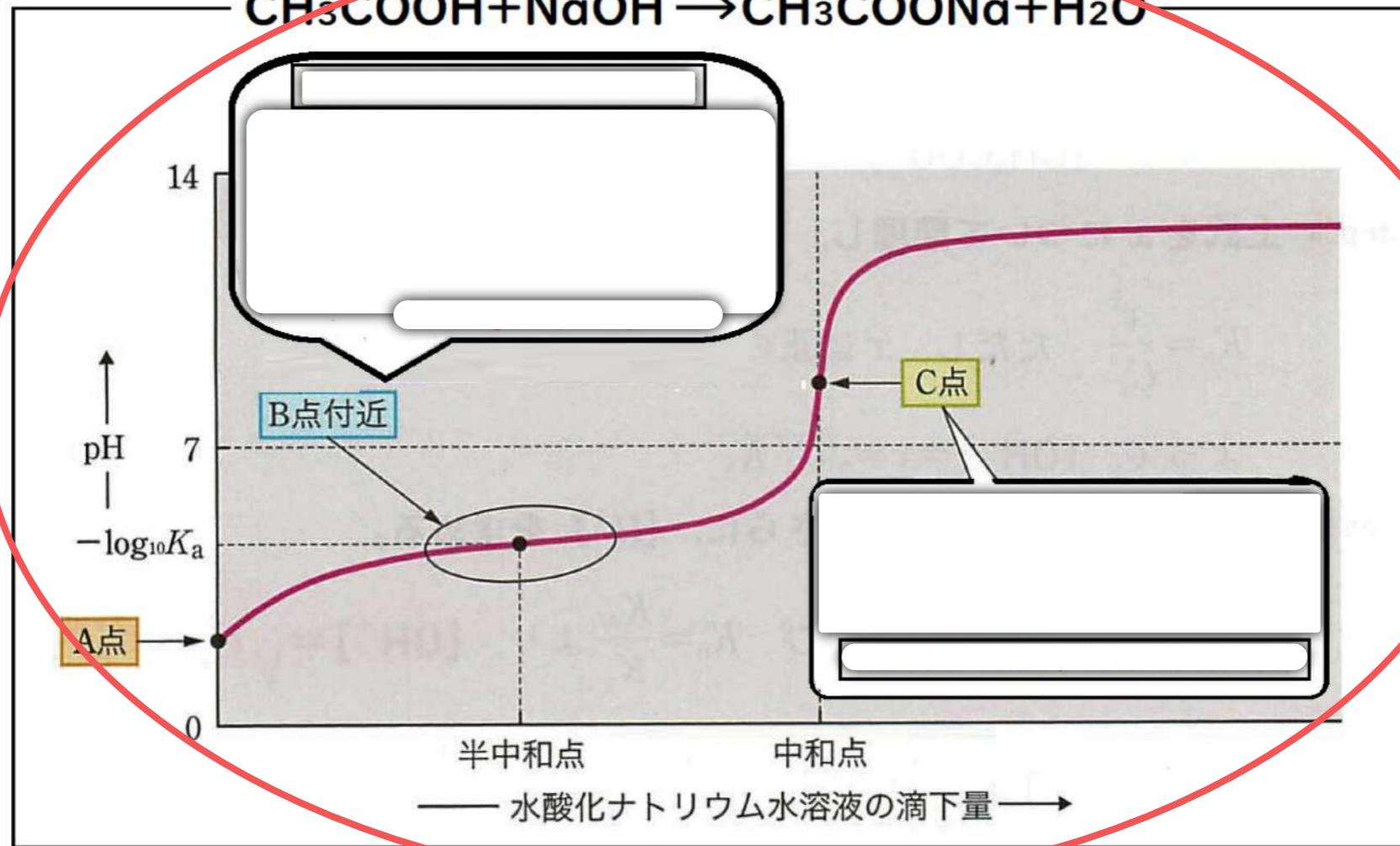
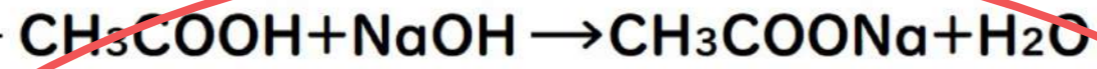
step 3 上式を  $\alpha$  について整理し、さらに、 $[H^+]$  を求める。

$$K_a = C\alpha^2 \quad \text{ただし, } \alpha \text{ は正の値} \quad \therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

$$\text{さらに, } [H^+] = C\alpha = C \times \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{CK_a}$$

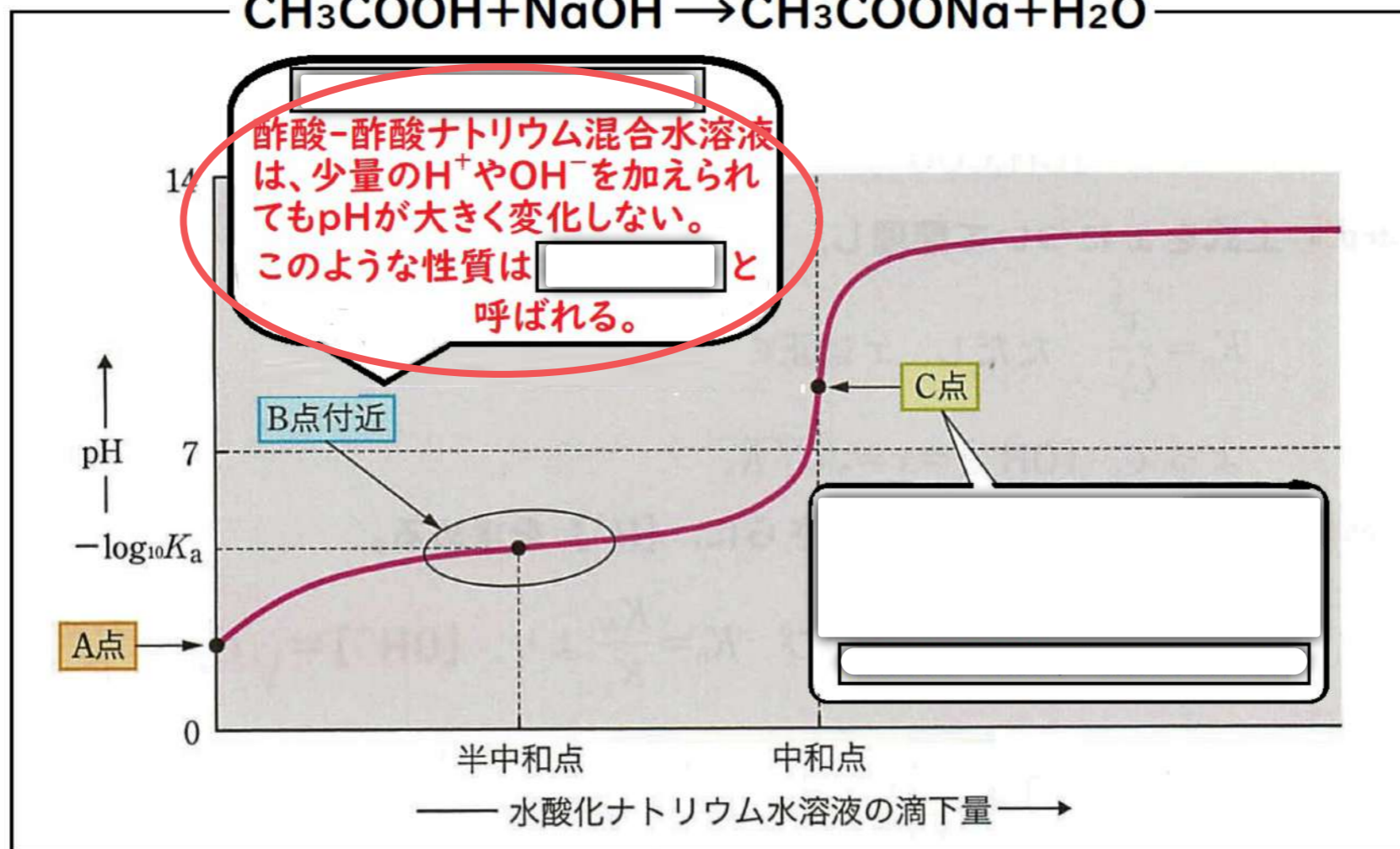
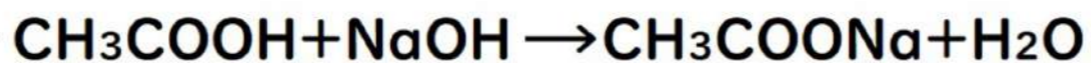
# 電離平衡③

【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】



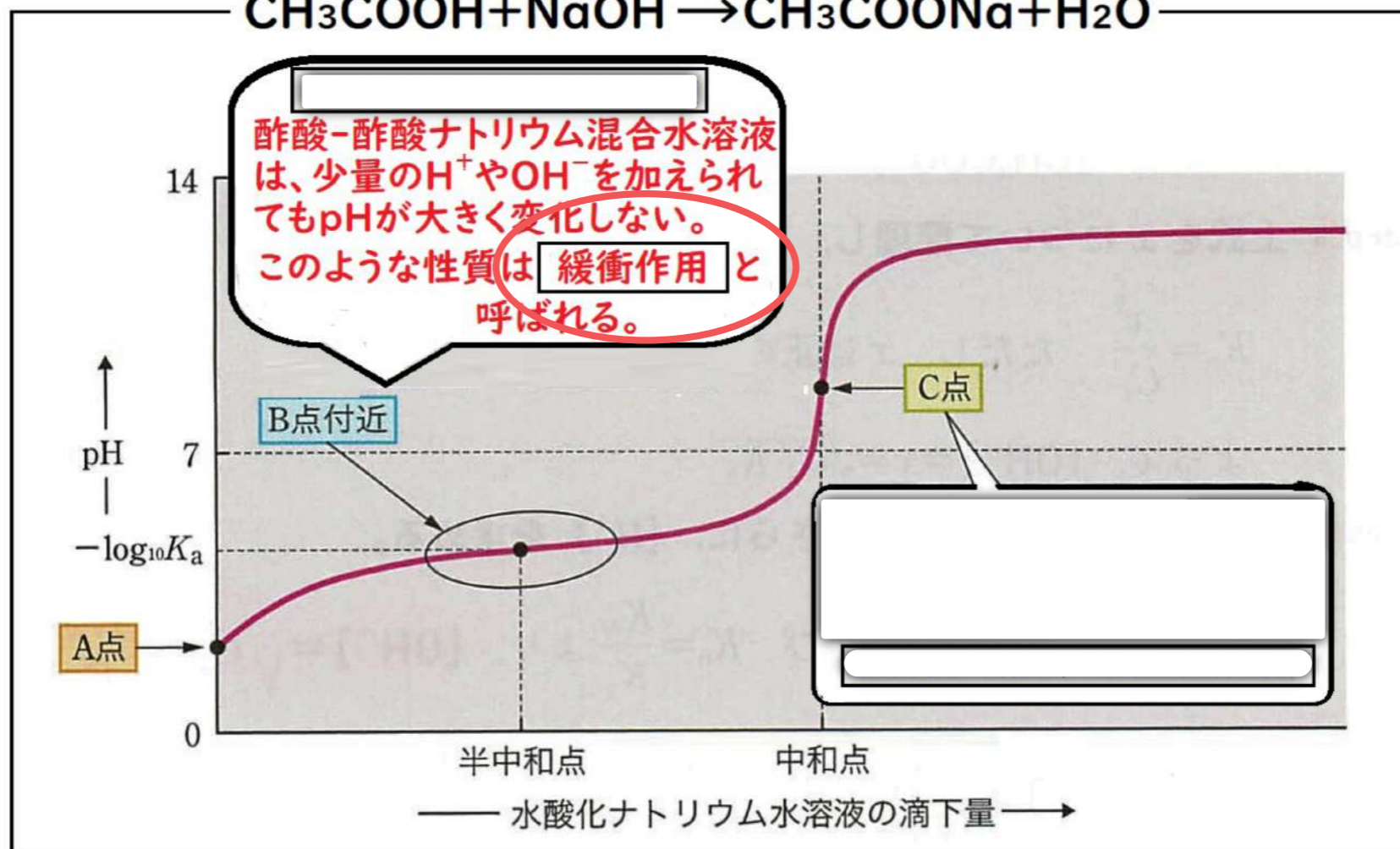
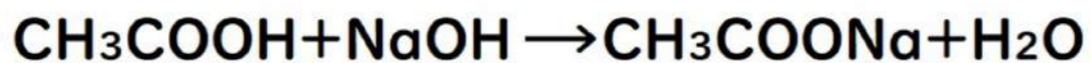
# 電離平衡③

【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】



# 電離平衡③

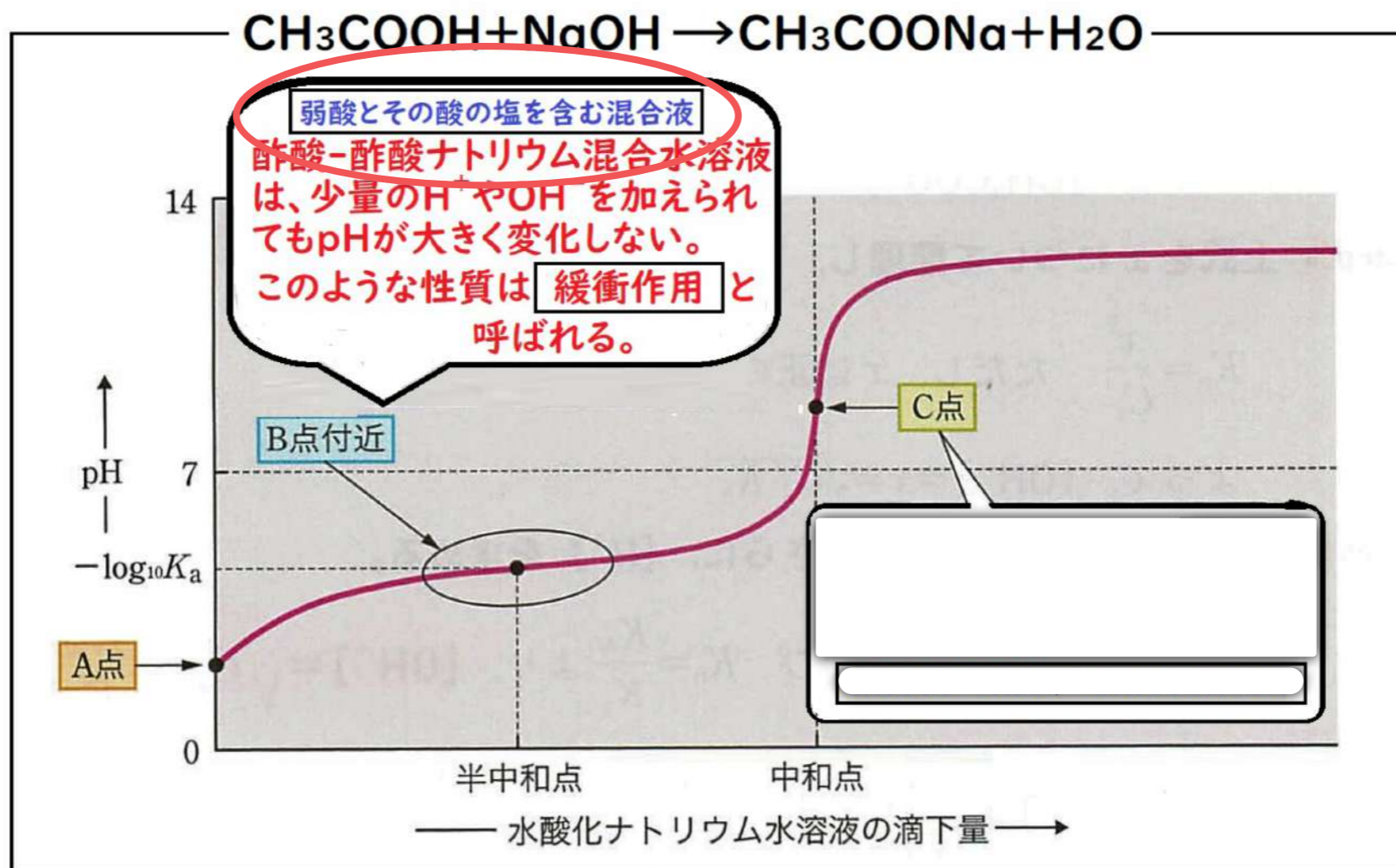
【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】





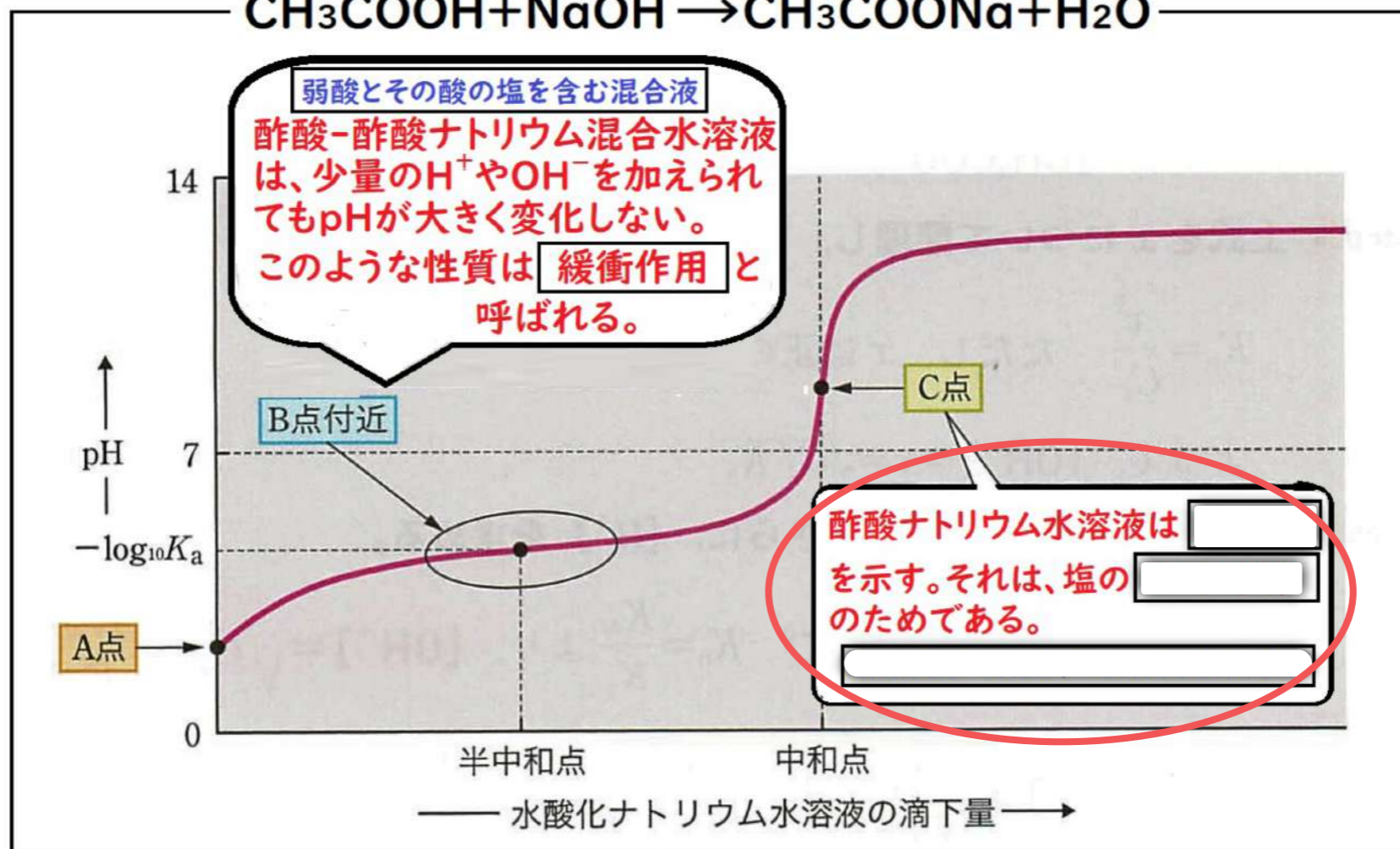
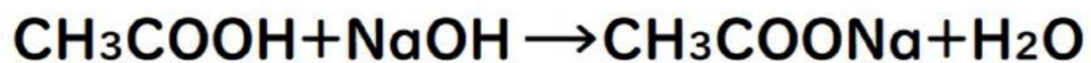
# 電離平衡③

【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】



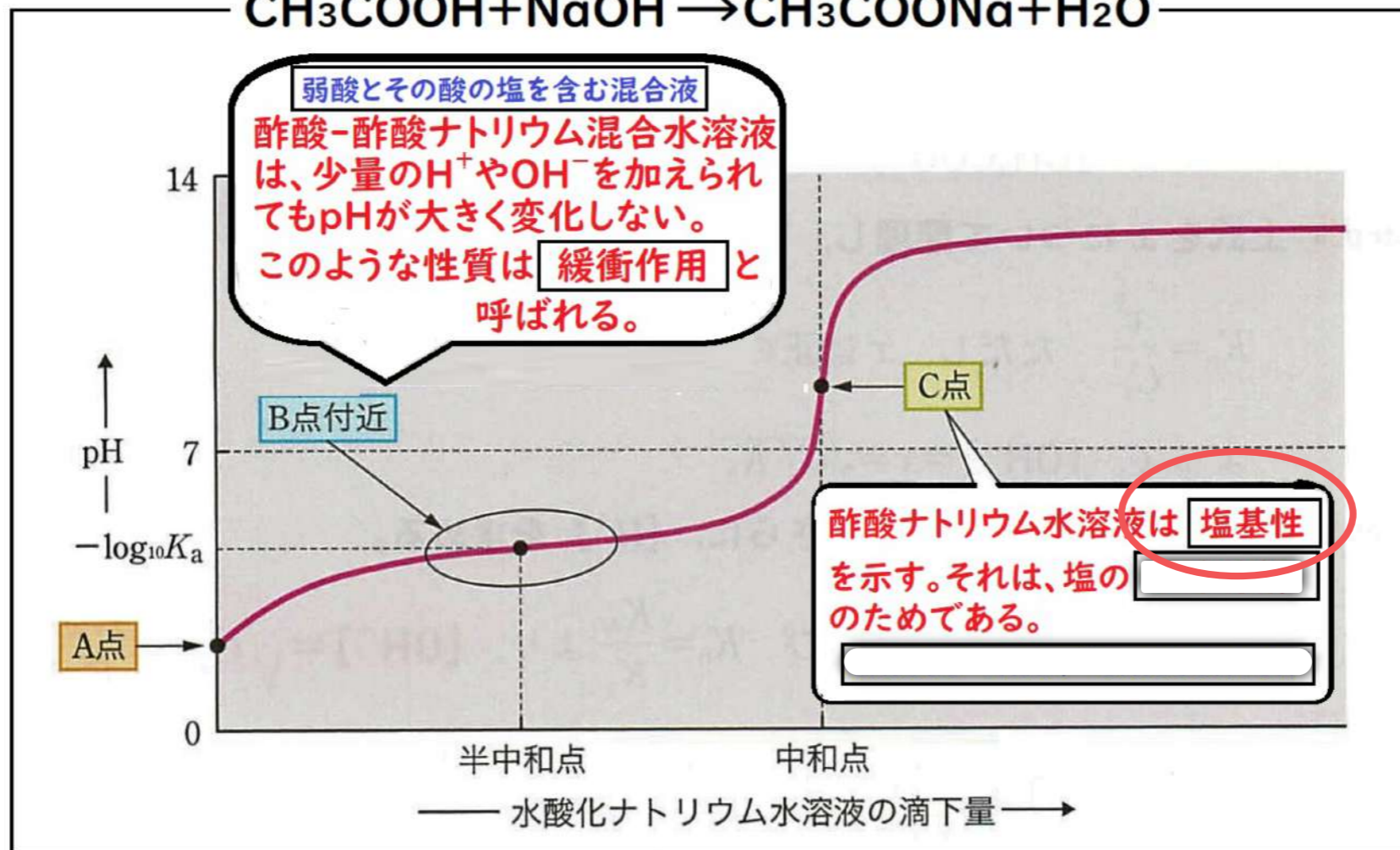
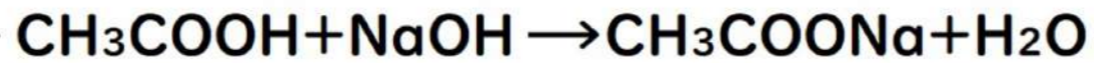
# 電離平衡③

【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】



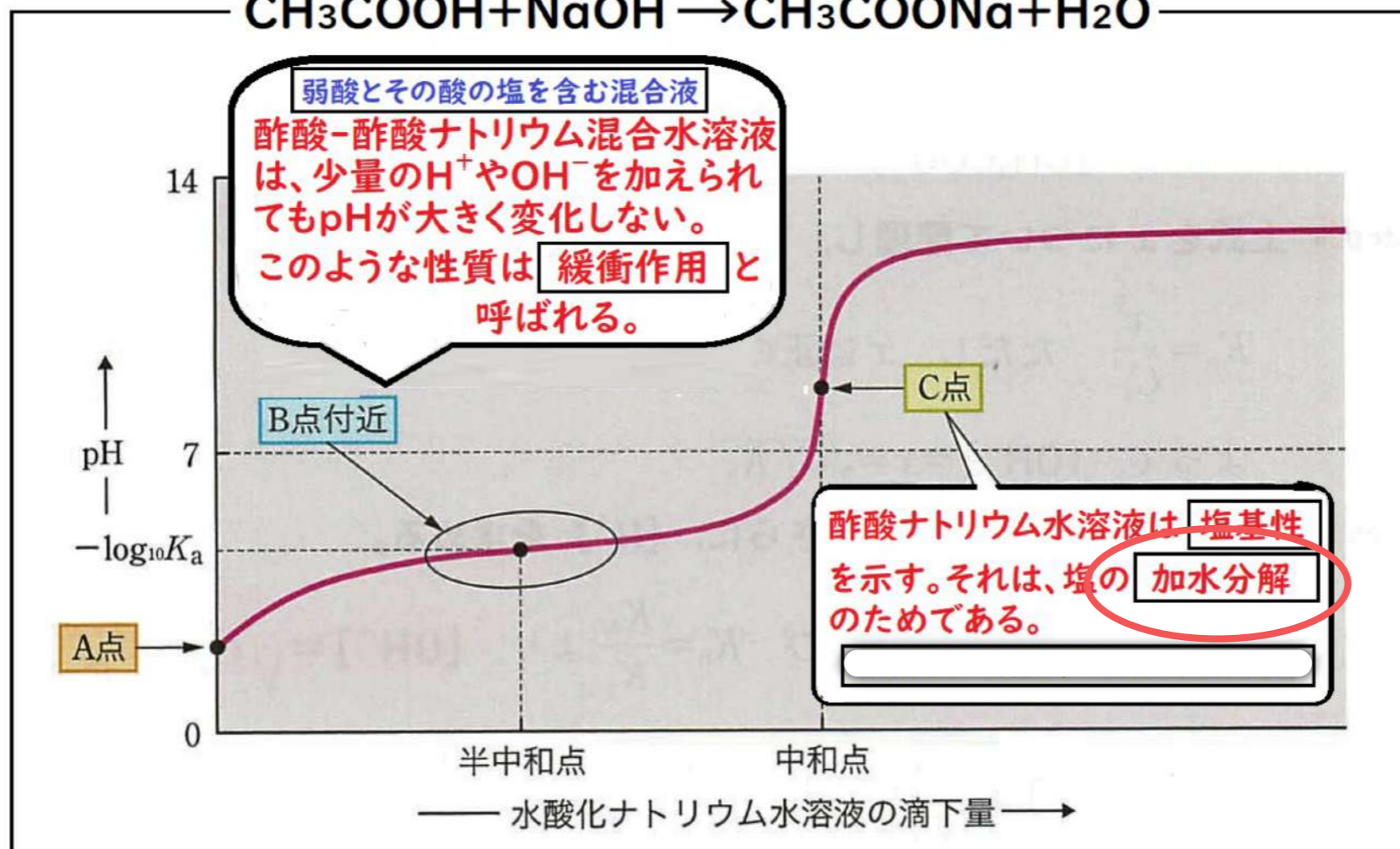
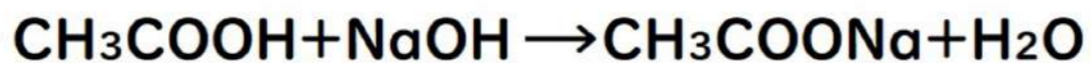
# 電離平衡③

【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】



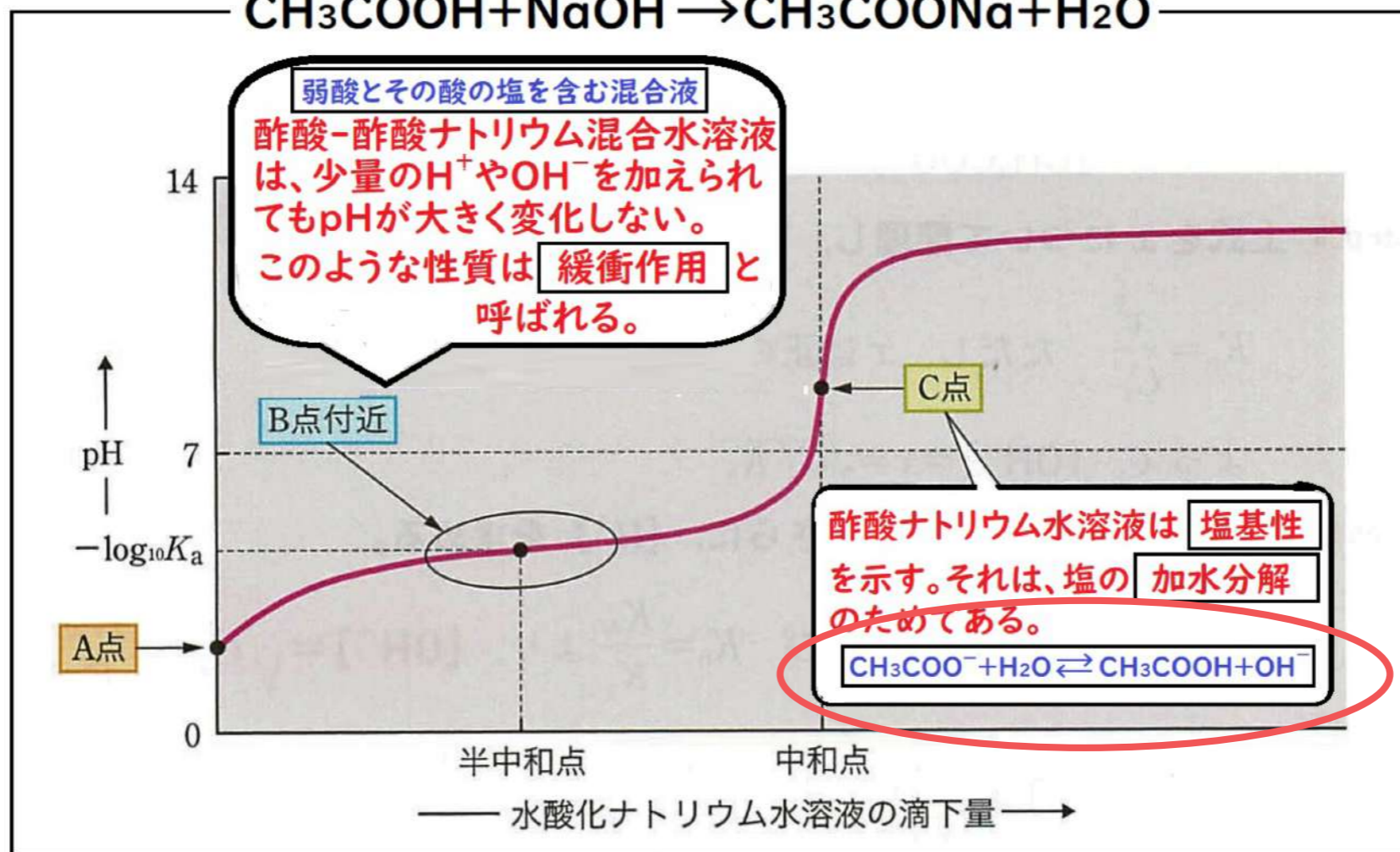
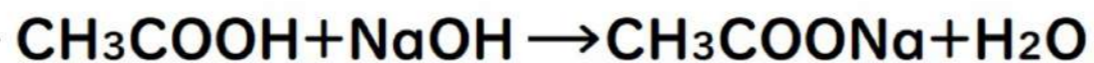
# 電離平衡③

【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】



# 電離平衡③

【 酢酸-水酸化ナトリウム 滴定曲線 】



【酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液】

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸 $H^+$ や少量の塩基 $OH^-$ を加えても、水溶液のpHは大きく変化しない。このような性質を 、この性質をもつ水溶液を  という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に緩衝作用があることには、この混合水溶液中に存在する酢酸と酢酸イオンの濃度がほぼ等しい  ことが関係している。

例えば少量の酸 $H^+$ を加えると、



という化学平衡が  することによって大きなpHの変化を抑えられる。

緩衝液の例には、酢酸と酢酸ナトリウム混合水溶液のように

を含む混合液や、アンモニアと塩化アンモニウム混合水溶液のように  を含む混合液などがある。

【酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液】

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸 $H^+$ や少量の塩基 $OH^-$ を加えても、水溶液のpHは大きく変化しない。このような性質を **緩衝作用**、この性質をもつ水溶液を  という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に緩衝作用があることには、この混合水溶液中に存在する酢酸と酢酸イオンの濃度がほぼ等しい  ことが関係している。

例えば少量の酸 $H^+$ を加えると、



という化学平衡が  することによって大きなpHの変化を抑えられる。

緩衝液の例には、酢酸と酢酸ナトリウム混合水溶液のように  を含む混合液や、アンモニアと塩化アンモニウム混合水溶液のように  を含む混合液などがある。

【酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液】

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸 $H^+$ や少量の塩基 $OH^-$ を加えても、水溶液のpHは大きく変化しない。このような性質を **緩衝作用**、この性質をもつ水溶液を **緩衝液** という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に緩衝作用があることには、この混合水溶液中に存在する酢酸と酢酸イオンの濃度がほぼ等しい  ことが関係している。

例えば少量の酸 $H^+$ を加えると、



という化学平衡が  することによって大きなpHの変化を抑えられる。

緩衝液の例には、酢酸と酢酸ナトリウム混合水溶液のように  を含む混合液や、アンモニアと塩化アンモニウム混合水溶液のように  を含む混合液などがある。



### 【酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液】

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸 $H^+$ や少量の塩基 $OH^-$ を加えても、水溶液のpHは大きく変化しない。このような性質を **緩衝作用**、この性質をもつ水溶液を **緩衝液** という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に緩衝作用があることには、この混合水溶液中に存在する酢酸と酢酸イオンの濃度がほぼ等しい  **$[CH_3COOH] \div [CH_3COO^-]$**  ことが関係している。

例えば少量の酸 $H^+$ を加えると、



という化学平衡が  することによって大きなpHの変化を抑えられる。

緩衝液の例には、酢酸と酢酸ナトリウム混合水溶液のように

を含む混合液や、アンモニアと塩化アンモニウム混合水溶液のように  を含む混合液などがある。

### 【酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液】

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸 $H^+$ や少量の塩基 $OH^-$ を加えても、水溶液のpHは大きく変化しない。このような性質を **緩衝作用**、この性質をもつ水溶液を **緩衝液** という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に緩衝作用があることには、この混合水溶液中に存在する酢酸と酢酸イオンの濃度がほぼ等しい  **$[CH_3COOH] \div [CH_3COO^-]$**  ことが関係している。

例えば少量の酸 $H^+$ を加えると、



という化学平衡が **左に移動** することによって大きなpHの変化を抑えられる。

緩衝液の例には、酢酸と酢酸ナトリウム混合水溶液のように

を含む混合液や、アンモニアと塩化アンモニウム混合水溶液のように  を含む混合液などがある。

### 【酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液】

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸 $H^+$ や少量の塩基 $OH^-$ を加えても、水溶液のpHは大きく変化しない。このような性質を **緩衝作用**、この性質をもつ水溶液を **緩衝液** という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に緩衝作用があることには、この混合水溶液中に存在する酢酸と酢酸イオンの濃度がほぼ等しい  **$[CH_3COOH] \div [CH_3COO^-]$**  ことが関係している。

例えば少量の酸 $H^+$ を加えると、



という化学平衡が **左に移動** することによって大きなpHの変化を抑えられる。

緩衝液の例には、酢酸と酢酸ナトリウム混合水溶液のように

**弱酸とその酸の塩** を含む混合液や、アンモニアと塩化アンモニウム混合水溶液のように  を含む混合液などがある。

### 【酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液】

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸 $H^+$ や少量の塩基 $OH^-$ を加えても、水溶液のpHは大きく変化しない。このような性質を **緩衝作用**、この性質をもつ水溶液を **緩衝液** という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に緩衝作用があることには、この混合水溶液中に存在する酢酸と酢酸イオンの濃度がほぼ等しい  **$[CH_3COOH] \div [CH_3COO^-]$**  ことが関係している。

例えば少量の酸 $H^+$ を加えると、  
 $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

という化学平衡が **左に移動** することによって大きなpHの変化を抑えられる。

緩衝液の例には、酢酸と酢酸ナトリウム混合水溶液のように **弱酸とその酸の塩** を含む混合液や、アンモニアと塩化アンモニウム混合水溶液のように **弱塩基とその塩基の塩** を含む混合液などがある。

## 電離平衡④

酢酸・酢酸ナトリウム混合水溶液について

酢酸の濃度が  $C_a$  [mol/L]、酢酸ナトリウムの濃度が  $C_s$  [mol/L] の混合水溶液の水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます。

$[H^+] =$

$K_a$  (mol/L) : 酢酸の電離定数

## 電離平衡④

酢酸-酢酸ナトリウム混合水溶液について

酢酸の濃度が  $C_a$  [mol/L]、酢酸ナトリウムの濃度が  $C_s$  [mol/L] の混合水溶液の水素イオン濃度  $[H^+]$  は、次式で求めることができます。

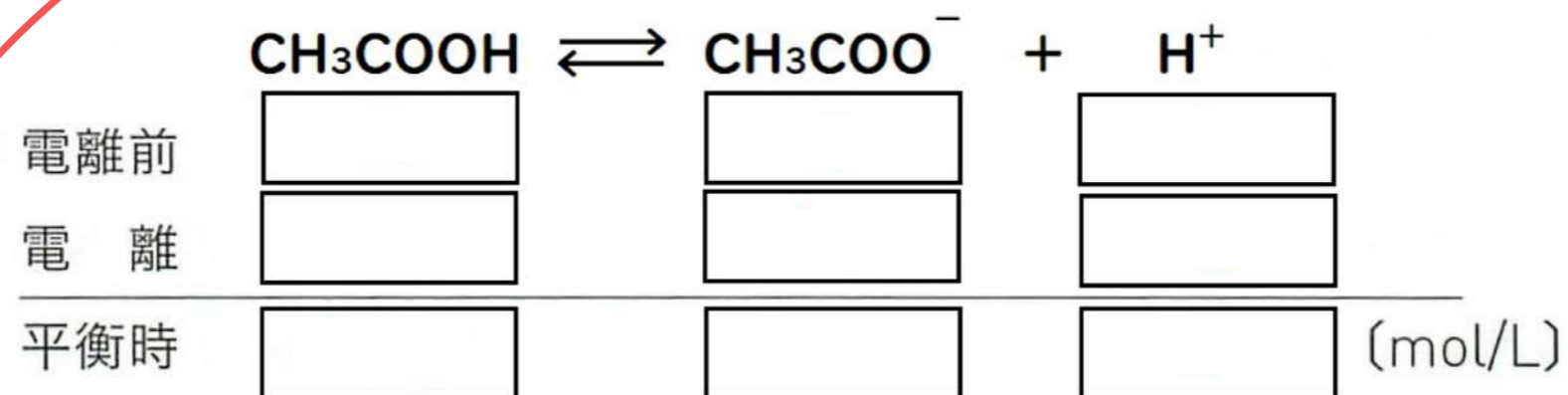
$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$$

$K_a$  (mol/L) : 酢酸の電離定数

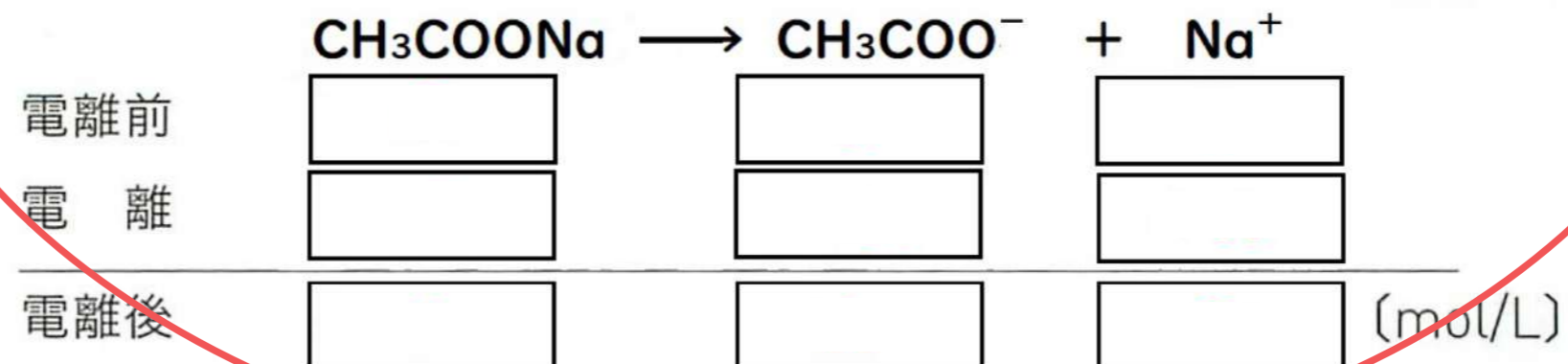
では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。



[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。



では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$					
電離前	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="text-align: center; color: red;">Ca</td></tr></table>	Ca	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="text-align: center; color: red;">0</td></tr></table>	0	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="text-align: center; color: red;">0</td></tr></table>	0
Ca						
0						
0						
電 離	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>	
平衡時	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table> (mol/L)	

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$					
電離前	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>	
電 離	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>	
電離後	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40px; height: 20px;"></td></tr></table> (mol/L)	



では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$					
電離前	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>C_0</math></td></tr></table>	$C_0$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>0</math></td></tr></table>	$0$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>0</math></td></tr></table>	$0$
$C_0$						
$0$						
$0$						
電 離	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>-x</math></td></tr></table>	$-x$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>+x</math></td></tr></table>	$+x$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>+x</math></td></tr></table>	$+x$
$-x$						
$+x$						
$+x$						
平衡時	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table> (mol/L)	

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$					
電離前	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>	
電 離	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>	
電離後	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="height: 20px; width: 50px;"></td></tr></table> (mol/L)	

では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
電離前	$C_0$	$0$	$0$
電 離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C_0 - x$	$x$	$x$
			(mol/L)

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
電離前			
電 離			
電離後			
			(mol/L)

では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$					
電離前	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>C_a</math></td></tr></table>	$C_a$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;">0</td></tr></table>	0	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;">0</td></tr></table>	0
$C_a$						
0						
0						
電離	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>-x</math></td></tr></table>	$-x$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>+x</math></td></tr></table>	$+x$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>+x</math></td></tr></table>	$+x$
$-x$						
$+x$						
$+x$						
平衡時	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>C_a - x</math></td></tr></table>	$C_a - x$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>x</math></td></tr></table>	$x$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>x</math></td></tr></table> (mol/L)	$x$
$C_a - x$						
$x$						
$x$						

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$					
電離前	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"><math>C_s</math></td></tr></table>	$C_s$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;">0</td></tr></table>	0	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;">0</td></tr></table>	0
$C_s$						
0						
0						
電離	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"></td></tr></table>	
電離後	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"></td></tr></table>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;"></td></tr></table> (mol/L)	

では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
電離前	$C_a$	$0$	$0$
電 離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C_a - x$	$x$	$x$
			(mol/L)

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
電離前	$C_s$	$0$	$0$
電 離	$-C_s$	$+C_s$	$+C_s$
電離後			
			(mol/L)

では、上式を誘導してみましよう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
電離前	$C_a$	$0$	$0$
電 離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C_a - x$	$x$	$x$
			(mol/L)

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
電離前	$C_s$	$0$	$0$
電 離	$-C_s$	$+C_s$	$+C_s$
電離後	$0$	$C_s$	$C_s$
			(mol/L)

では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
電離前	$C_a$	$0$	$0$
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C_a - x$	$x$	$x$

(mol/L)

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
電離前	$C_s$	$0$	$0$
電離	$-C_s$	$+C_s$	$+C_s$
電離後	$0$	$C_s$	$C_s$

(mol/L)

step 2 バランスシートの結果を化学平衡の法則に代入する。

$K_a =$

=

さらに、 $C_a, C_s \gg x$  と考えて、

、とみなし、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \doteq$$

では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
電離前	$C_a$	$0$	$0$
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C_a - x$	$x$	$x$

(mol/L)

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
電離前	$C_s$	$0$	$0$
電離	$-C_s$	$+C_s$	$+C_s$
電離後	$0$	$C_s$	$C_s$

(mol/L)

step 2 バランスシートの結果を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \boxed{\phantom{000000}}$$

さらに、 $C_a, C_s \gg x$  と考えて、

$$\boxed{\phantom{000000}}, \boxed{\phantom{000000}} \text{ とみなし、}$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \doteq \boxed{\phantom{000000}}$$

では、上式を誘導してみましょう。

step 1 酢酸と酢酸ナトリウムのそれぞれについて、バランスシートを作成する。

[酢酸について] 酢酸については電離平衡が成立する。

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
電離前	$C_a$	$0$	$0$
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C_a - x$	$x$	$x$

(mol/L)

[酢酸ナトリウムについて] 酢酸ナトリウムは完全に電離する。

	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
電離前	$C_s$	$0$	$0$
電離	$-C_s$	$+C_s$	$+C_s$
電離後	$0$	$C_s$	$C_s$

(mol/L)

step 2 バランスシートの結果を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x}$$

さらに、 $C_a, C_s \gg x$  と考えて、

とみなし、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \doteq \boxed{\phantom{000}}$$



step 2 バランスシートの結果を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x}$$

さらに、 $C_a, C_s \gg x$  と考えて、

$$C_a - x \doteq C_a$$

とみなし、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \doteq$$

step 2 バランスシートの結果を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x}$$

さらに、 $C_a, C_s \gg x$  と考えて、

$$C_a - x \doteq C_a$$

$$C_s + x \doteq C_s$$

とみなし、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \doteq$$



step 2 バランスシートの結果を化学平衡の法則に代入する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x}$$

さらに、 $C_a, C_s \gg x$  と考えて、

$$C_a - x \doteq C_a$$

$$C_s + x \doteq C_s$$

とみなし、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \doteq \frac{C_s}{C_a} x$$

step 2 上式を  $x$  について整理し,  $[H^+]$  を求める。

$$K_a = \frac{C_s}{C_a} x \quad \therefore x = \frac{C_a}{C_s} K_a \quad \text{よって, } [H^+] = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000000}}$$

step 3 上式を  $x$  について整理し,  $[\text{H}^+]$  を求める。

$$K_a = \frac{C_s}{C_a} x \quad \therefore x = \frac{C_a}{C_s} K_a \quad \text{よって, } [\text{H}^+] = \boxed{x} = \boxed{\phantom{x}}$$

step 3 上式を  $x$  について整理し,  $[\text{H}^+]$  を求める。

$$K_a = \frac{C_s}{C_a} x \quad \therefore x = \frac{C_a}{C_s} K_a \quad \text{よって, } [\text{H}^+] = \boxed{x} = \boxed{\frac{C_a}{C_s} K_a}$$

日々の努力を  
忘れないでね。

"Chemistry"

