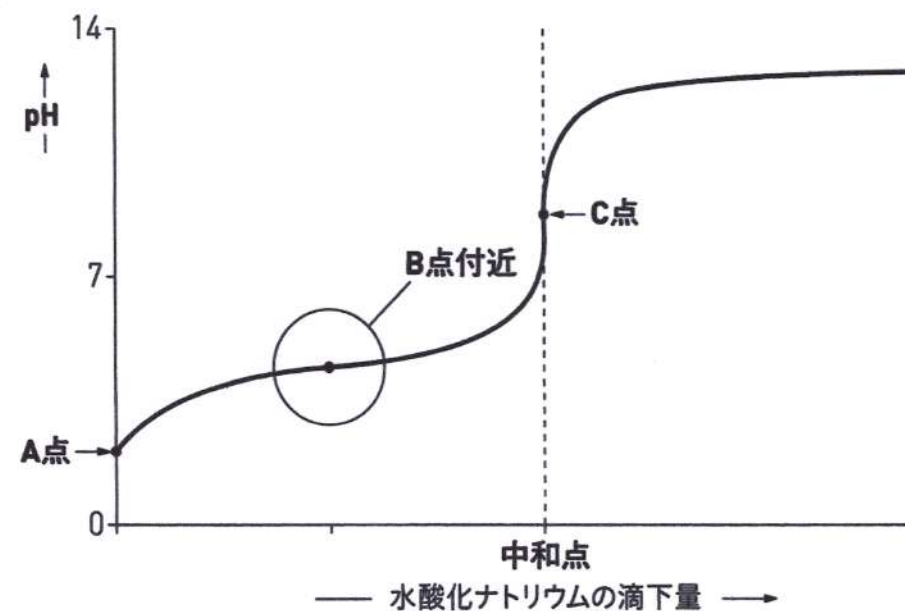


「酢酸と酢酸の塩の水溶液」で必要な知識

〔B点付近：酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液〕

酢酸の濃度を C_a (mol/L) とし、酢酸ナトリウムの濃度を C_s (mol/L) とすると、この混合水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。



〔A点：酢酸水溶液〕

濃度を C (mol/L) とすると、この酢酸水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。
ちなみに、酢酸の電離度は、次のように表される。

〔C点：酢酸ナトリウム水溶液〕

濃度を x (mol/L) とすると、この酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

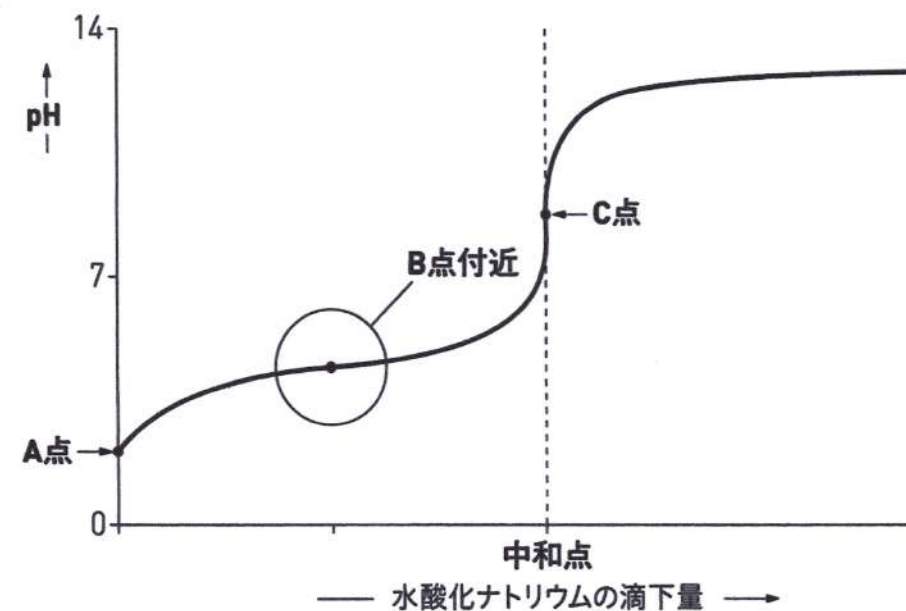
ただし、 K_a は酢酸の電離定数、 K_w は水のイオン積である。

「酢酸と酢酸の塩の水溶液」で必要な知識

—[B点付近：酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液]—

酢酸の濃度を C_a (mol/L) とし、酢酸ナトリウムの濃度を C_s (mol/L) とすると、この混合水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。



—[A点：酢酸水溶液]—

濃度を C (mol/L) とすると、この酢酸水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

$$[H^+] = \sqrt{CK_a}$$

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。

ちなみに、酢酸の電離度は、次のように表される。

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

—[C点：酢酸ナトリウム水溶液]—

濃度を x (mol/L) とすると、この酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

ただし、 K_a は酢酸の電離定数、 K_w は水のイオン積である。

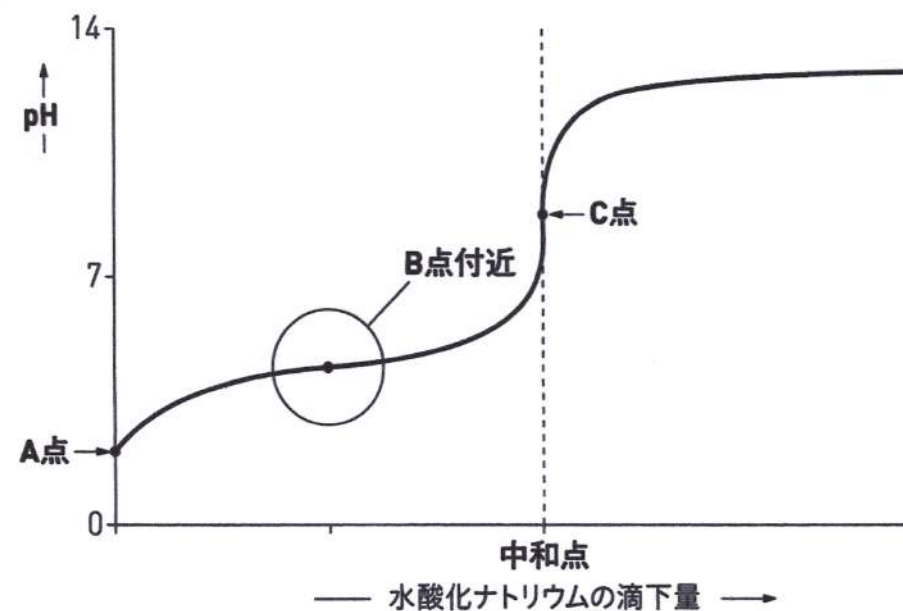
「酢酸と酢酸の塩の水溶液」で必要な知識

— [B点付近：酢酸-酢酸ナトリウム混合水溶液] —

酢酸の濃度を C_a (mol/L) とし、酢酸ナトリウムの濃度を C_s (mol/L) とすると、この混合水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

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

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。



— [A点：酢酸水溶液] —

濃度を C (mol/L) とすると、この酢酸水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

$$[H^+] = \sqrt{CK_a}$$

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。

ちなみに、酢酸の電離度は、次のように表される。

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

— [C点：酢酸ナトリウム水溶液] —

濃度を x (mol/L) とすると、この酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

ただし、 K_a は酢酸の電離定数、 K_w は水のイオン積である。

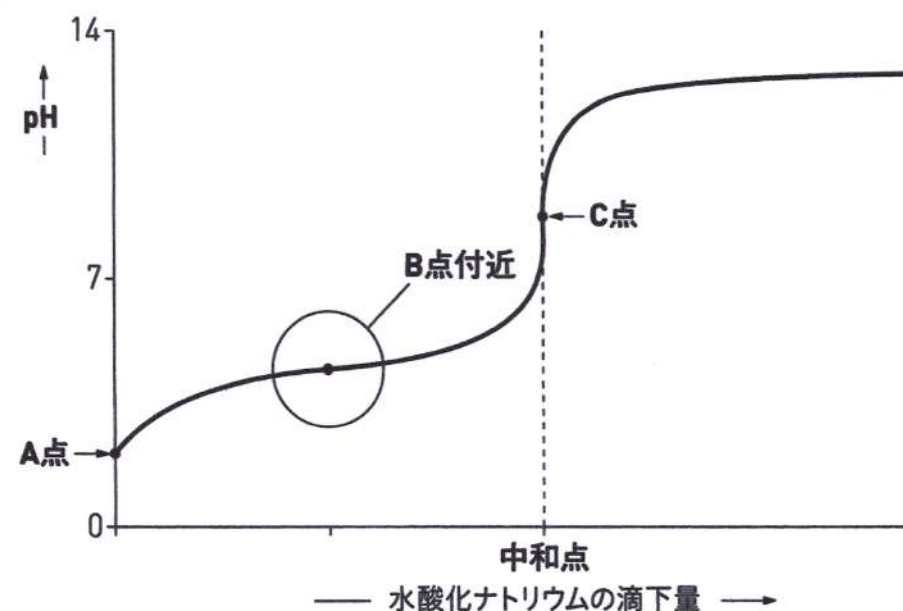
「酢酸と酢酸の塩の水溶液」で必要な知識

— [B点付近：酢酸-酢酸ナトリウム混合水溶液] —

酢酸の濃度を C_a (mol/L) とし、酢酸ナトリウムの濃度を C_s (mol/L) とすると、この混合水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

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

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。



— [A点：酢酸水溶液] —

濃度を C (mol/L) とすると、この酢酸水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

$$[H^+] = \sqrt{CK_a}$$

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。

ちなみに、酢酸の電離度は、次のように表される。

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

— [C点：酢酸ナトリウム水溶液] —

濃度を x (mol/L) とすると、この酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度は次のように表される。

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$$

ただし、 K_a は酢酸の電離定数、 K_w は水のイオン積である。

【酢酸-NaOH滴定曲線】

I ある温度において、 $C(\text{mol/L})$ の酢酸水溶液がある。同温度における酢酸の電離定数を K_a とおく。このとき、同酢酸水溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を、 C と K_a とを用いて表せ。ただし、電離度は1に比べて極めて小さいとする。

【酢酸-NaOH滴定曲線 I】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

(バランスシート)

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に平衡時の文字式を当てはめると、

II 式を $x(x > 0)$ について整理すると、

$$x = \sqrt{CK_a} \text{ によって,}$$

← 導けたら、記憶しておこう！

$$\text{解答 } [\text{H}^+] = \sqrt{CK_a}$$

【酢酸-NaOH滴定曲線 I】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

(バランスシート)

	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+
	C		0		0
	$-x$		$+x$		$+x$
平衡時	$C-x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に平衡時の文字式を当てはめると、

II 式を $x(x > 0)$ について整理すると、

$$x = \sqrt{CK_a} \text{ によって,}$$

← 導けたら、記憶しておこう！

$$\text{解答 } [\text{H}^+] = \sqrt{CK_a}$$

【酢酸-NaOH滴定曲線 I】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

(バランスシート)

	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+
電離前	C		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
平衡時	$C-x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に平衡時の文字式を当てはめると、

$$K_a = \frac{x \times x}{C-x} = \frac{x^2}{C-x} \doteq \frac{x^2}{C} \dots\dots(\text{II 式})$$

濃度が極めて薄い場合を除けば、酢酸水溶液では一般に酢酸の電離度は小さく、ふつう x は C に比べて極めて小さい ($C \gg x$) ため、 $C-x \approx C$ と近似できる。

II 式を $x(x > 0)$ について整理すると、

$$x = \sqrt{CK_a} \quad \text{よって、}$$

← 導けたら、記憶しておこう！

$$\text{解答 } [\text{H}^+] = \sqrt{CK_a}$$

【酢酸-NaOH滴定曲線 I】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

(バランスシート)

	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+
電離前	C		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
平衡時	$C-x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に平衡時の文字式を当てはめると、

$$K_a = \frac{x \times x}{C-x} = \frac{x^2}{C-x} \approx \frac{x^2}{C} \dots\dots(\text{II 式})$$

濃度が極めて薄い場合を除けば、酢酸水溶液では一般に酢酸の電離度は小さく、ふつう x は C に比べて極めて小さい ($C \gg x$) ため、 $C-x \approx C$ と近似できる。

II 式を $x(x > 0)$ について整理すると、

$$x = \sqrt{CK_a} \quad \text{よって、} \quad [\text{H}^+] = x = \sqrt{CK_a} \quad \leftarrow \text{導けたら、記憶しておこう！}$$

$$\text{解答 } [\text{H}^+] = \sqrt{CK_a}$$

C (mol/L) の CH_3COOH の pH は？

$$\text{pH} = -\log_{10} \sqrt{CK_a}$$

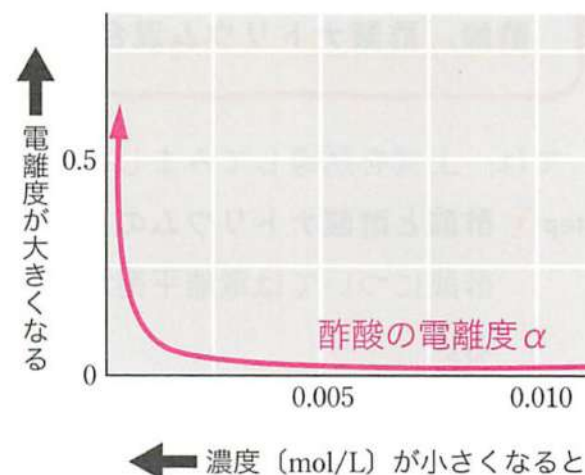
K_a : 酢酸の電離定数

この式は、 $C \gg K_a$ のときに成立する。

400 倍より大が目安

生徒 『 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ ということは、弱酸では、濃度 C が小さくなるほど電離度 α は大きくなるということですか？』

先生 『そういうことだね。だから、水溶液を薄めて濃度 C をかなり小さくすると、電離度 α はそれなりに大きくなり、step 2 の“電離度は 1 に比べて十分に小さい ($1 \gg \alpha$)”と考えて、 $1 - \alpha \approx 1$ とみなす”という近似は使えなくなるんだ』



生徒 『だから、“この式は、 $C \gg K_a$ のときに成立する”というただし書きが付いていたのですね。では、もしも、酢酸水溶液をかなり薄めて、 $C \gg K_a$ が成立しなくなったら、式の誘導はどうなりますか？』

先生 『その場合には、step 2 で、 $1 - \alpha$ を 1 とみなさず、 α についての二次方程式を解いて、 α (さらには、 $[\text{H}^+]$) を求めなければいけないね』

$$K_a = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \quad \text{より、} C\alpha^2 + K_a\alpha - K_a = 0 \quad (0 < \alpha \leq 1)$$

$$\text{よって、} \alpha = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4CK_a}}{2C}$$

生徒 『では、そのような問題が出題されたら、計算は随分と面倒ですね』

先生 『案外そうでもないんだ。例えば、 C を十分に薄め、 $C = K_a$ になったとす

$$\text{ると、} \alpha = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4K_a \times K_a}}{2K_a} = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} \quad \text{と、簡単な計算になるよ』}$$

Ⅱ ある温度において、酢酸と酢酸ナトリウムとの混合水溶液がある。酢酸の濃度は C_a (mol/L), 酢酸ナトリウムの濃度は C_s (mol/L) であり、両濃度はあまり大きくは離れていない。また、同温度における酢酸の電離定数を K_a とおく。このとき、同混合水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を、 C_a および C_s と K_a とを用いて表せ。

【酢酸-NaOH滴定曲線 II】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時および電離後の値を代入

II 式を x について整理すると、

$$x = \frac{C_a}{C_s} K_a \text{ よって,}$$

← 導けたら、記憶しておこう！

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

【酢酸-NaOH滴定曲線 II】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH ₃ COOH	⇌	CH ₃ COO ⁻	+	H ⁺
電離前	C _a		0		0
電離	-x		+x		+x
平衡時	C _a -x(mol/L)		x(mol/L)		x(mol/L)

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots (\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時および電離後の値を代入

II 式を x について整理すると、

$$x = \frac{C_a}{C_s} K_a \text{ によって,}$$

← 導けたら、記憶しておこう！

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

【酢酸-NaOH滴定曲線 II】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+
電離前	C_a		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
平衡時	$C_a - x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

	CH_3COONa	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	Na^+
電離前	C_s		0		0
電離	$-C_s$		$+C_s$		$+C_s$
電離後	0 (mol/L)		$C_s(\text{mol/L})$		$C_s(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots (I \text{ 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時および電離後の値を代入

II 式を x について整理すると、

$$x = \frac{C_a}{C_s} K_a \text{ によって、}$$

← 導けたら、記憶しておこう！

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

【酢酸-NaOH滴定曲線 II】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+
電離前	C_a		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
平衡時	$C_a - x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

	CH_3COONa	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	Na^+
電離前	C_s		0		0
電離	$-C_s$		$+C_s$		$+C_s$
電離後	0(mol/L)		$C_s(\text{mol/L})$		$C_s(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時および電離後の値を代入

酢酸イオン CH_3COO^- については、酢酸の電離によって生じた分(x)だけではなく、酢酸ナトリウムの電離によって生じた分(C_s)を合計した上で代入する。この場合の「化学平衡の法則」は、この混合水溶液について成立しているので、合計を代入するのは当然のことである。

$$K_a = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \approx \frac{C_s}{C_a} x \dots\dots(\text{II 式})$$

濃度が極めて薄い場合を除けば、酢酸水溶液では一般に酢酸の電離度は小さく、ふつうは x は C_a に比べて極めて小さい($C_a \gg x$)ため、 $C_a - x \approx C_a$ と近似できる(ちなみに、この混合水溶液中では、酢酸の電離度はさらに小さい)。また、題意に C_a と C_s とはあまり大きくは離れていないとあるので、 $C_s \gg x$ でもあり、 $C_s + x \approx C_s$ と近似できる。

II 式を x について整理すると、

$$x = \frac{C_a}{C_s} K_a \text{ によって、}$$

← 導いたら、記憶しておこう！

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

【酢酸-NaOH滴定曲線 II】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+
電離前	C_a		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
平衡時	$C_a - x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

	CH_3COONa	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	Na^+
電離前	C_s		0		0
電離	$-C_s$		$+C_s$		$+C_s$
電離後	0(mol/L)		$C_s(\text{mol/L})$		$C_s(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時および電離後の値を代入

酢酸イオン CH_3COO^- については、酢酸の電離によって生じた分(x)だけではなく、酢酸ナトリウムの電離によって生じた分(C_s)を合計した上で代入する。この場合の「化学平衡の法則」は、この混合水溶液について成立しているので、合計を代入するのは当然のことである。

$$K_a = \frac{(C_s + x) \times x}{C_a - x} \approx \frac{C_s}{C_a} x \dots\dots(\text{II 式})$$

濃度が極めて薄い場合を除けば、酢酸水溶液では一般に酢酸の電離度は小さく、ふつうは x は C_s に比べて極めて小さい($C_s \gg x$)ため、 $C_s - x \approx C_s$ と近似できる(ちなみに、この混合水溶液中では、酢酸の電離度はさらに小さい)。また、題意に C_a と C_s とはあまり大きくは離れていないとあるので、 $C_s \gg x$ でもあり、 $C_s + x \approx C_s$ と近似できる。

II 式を x について整理すると、

$$x = \frac{C_a}{C_s} K_a \text{ よって、} [\text{H}^+] = x = \frac{C_a}{C_s} K_a \leftarrow \text{導けたら、記憶しておこう！}$$

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

Ⅲ ある温度において、 $x(\text{mol/L})$ の酢酸ナトリウム水溶液がある。同温度における酢酸の電離定数を K_a 、水のイオン積を K_w とおく。このとき、同酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を、 x と K_a 、 K_w を用いて表せ。

【酢酸-NaOH滴定曲線Ⅲ】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時の値を代入

Ⅱ 式を $y (y > 0)$ について整理すると, $y = \sqrt{xK_h}$

よって、水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は, $[\text{OH}^-] = y = \sqrt{xK_h}$ となるので、水素イオン濃度は, $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ であるから,

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{\sqrt{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} \dots\dots(\text{Ⅲ 式})$$

【酢酸-NaOH滴定曲線Ⅲ】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH_3COONa	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	Na^+
電離前	x		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
電離後	0(mol/L)		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時の値を代入

Ⅱ 式を $y(y > 0)$ について整理すると、 $y = \sqrt{xK_h}$

よって、水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は、 $[\text{OH}^-] = y = \sqrt{xK_h}$ となるので、水素イオン濃度は、 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ であるから、

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{\sqrt{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} \dots\dots(\text{Ⅲ 式})$$

【酢酸-NaOH滴定曲線Ⅲ】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH_3COONa	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	Na^+
電離前	x		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
電離後	0 (mol/L)		x (mol/L)		x (mol/L)

	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
最初	x		0
変化量	$-y$		$+y$
平衡時	$x-y$ (mol/L)		y (mol/L)

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad \dots\dots (\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時の値を代入

$$K_h = \frac{y \cdot y}{x - y}$$

Ⅱ 式を $y(y > 0)$ について整理すると、 $y = \sqrt{xK_h}$

よって、水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は、 $[\text{OH}^-] = y = \sqrt{xK_h}$ となるので、水素イオン濃度は、 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ であるから、

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{\sqrt{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} \quad \dots\dots (\text{Ⅲ 式})$$

【酢酸-NaOH滴定曲線Ⅲ】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH_3COONa	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	Na^+
電離前	x		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
電離後	$0(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
最初	x		0
変化量	$-y$		$+y$
平衡時	$x-y(\text{mol/L})$		$y(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \dots\dots (\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時の値を代入

$$K_h = \frac{y \times y}{x-y} = \frac{y^2}{x-y} \doteq \frac{y^2}{x} \dots\dots (\text{II 式})$$

酢酸イオンの水溶液では一般に加水分解の程度は小さく、ふつう y は x に比べて極めて小さい ($x \gg y$) ため、 $x-y \approx x$ と近似できる。

II 式を $y(y > 0)$ について整理すると、 $y = \sqrt{xK_h}$

よって、水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は、 $[\text{OH}^-] = y = \sqrt{xK_h}$ となるので、水素イオン濃度は、 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ であるから、

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{\sqrt{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} \dots\dots (\text{III 式})$$

【酢酸-NaOH滴定曲線Ⅲ】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

	CH_3COONa	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	Na^+
電離前	x		0		0
電離	$-x$		$+x$		$+x$
電離後	$0(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$		$x(\text{mol/L})$

	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
最初	x		0
変化量	$-y$		$+y$
平衡時	$x-y(\text{mol/L})$		$y(\text{mol/L})$

『次に、平衡定数の式を書こう』

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad \dots\dots(\text{I 式})$$

step2 式への代入 I 式に、平衡時の値を代入

$$K_h = \frac{y \times y}{x-y} = \frac{y^2}{x-y} \div \frac{y^2}{x} \quad \dots\dots(\text{II 式})$$

酢酸イオンの水溶液では一般に加水分解の程度は小さく、ふつう y は x に比べて極めて小さい($x \gg y$)ため、 $x-y \approx x$ と近似できる。

II 式を $y(y > 0)$ について整理すると、 $y = \sqrt{xK_h}$

よって、水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は、 $[\text{OH}^-] = y = \sqrt{xK_h}$ となるので、水素イオン濃度は、 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ であるから、

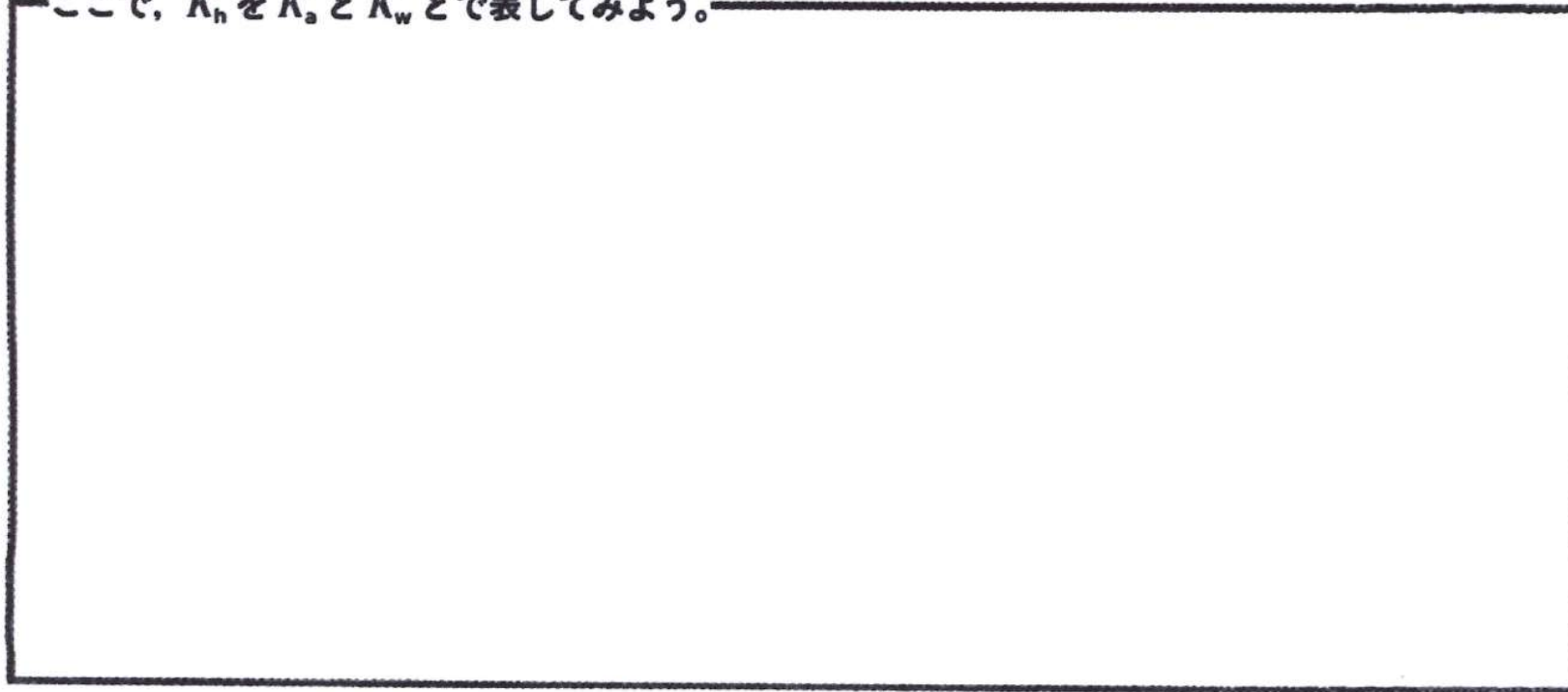
$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{\sqrt{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} \quad \dots\dots(\text{III 式})$$

step3 式の変形

しかし、題意では、 $[H^+]$ を、 x と K_a , K_w を用いて表すことを求めている。

そこで、 K_h を K_a と K_w とで表す必要がある。

ここで、 K_h を K_a と K_w とで表してみよう。



Ⅲ式にⅣ式を代入すると、求める水素イオン濃度 $[H^+]$ は、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x \times \frac{K_w}{K_a}}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x} \times \frac{K_a}{K_w}} = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$$

解答

← 導いたら、
記憶しておこう！

step3 式の変形

しかし、題意では、 $[H^+]$ を、 x と K_a , K_w を用いて表すことを求めている。

そこで、 K_h を K_a と K_w とで表す必要がある。

ここで、 K_h を K_a と K_w とで表してみよう。

酢酸イオンの加水分解について、化学平衡の法則を式で表すと、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \dots\dots (I \text{ 式})$$

であった。I 式の分母・分子に $[H^+]$ を掛け、整理してみると、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-][H^+]}{[CH_3COO^-][H^+]} = \frac{[OH^-][H^+]}{\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}} = \frac{K_w}{K_a}$$

上記のように、 $K_h = \frac{K_w}{K_a} \dots\dots (IV \text{ 式})$ という関係が得られる。

III 式に IV 式を代入すると、求める水素イオン濃度 $[H^+]$ は、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x \times \frac{K_w}{K_a}}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x} \times \frac{K_a}{K_w}} = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$$

解答

← 導いたら、
記憶しておこう！

step3 式の変形

しかし、題意では、 $[H^+]$ を、 x と K_a , K_w を用いて表すことを求めている。

そこで、 K_h を K_a と K_w とで表す必要がある。

ここで、 K_h を K_a と K_w とで表してみよう。

酢酸イオンの加水分解について、化学平衡の法則を式で表すと、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \dots\dots (I \text{ 式})$$

であった。I 式の分母・分子に $[H^+]$ を掛け、整理してみると、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-][H^+]}{[CH_3COO^-][H^+]} = \frac{[OH^-][H^+]}{\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}} = \frac{K_w}{K_a}$$

上記のように、 $K_h = \frac{K_w}{K_a} \dots\dots (IV \text{ 式})$ という関係が得られる。

III 式に IV 式を代入すると、求める水素イオン濃度 $[H^+]$ は、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x \times \frac{K_w}{K_a}}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x} \times \frac{K_a}{K_w}} = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$$

解答

← 導いたら、
記憶しておこう！

step3 式の変形

しかし、題意では、 $[H^+]$ を、 x と K_a , K_w を用いて表すことを求めている。

そこで、 K_h を K_a と K_w とで表す必要がある。

ここで、 K_h を K_a と K_w とで表してみよう。

酢酸イオンの加水分解について、化学平衡の法則を式で表すと、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \dots\dots (I \text{ 式})$$

であった。I 式の分母・分子に $[H^+]$ を掛け、整理してみると、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-][H^+]}{[CH_3COO^-][H^+]} = \frac{[OH^-][H^+]}{\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}} = \frac{K_w}{K_a}$$

上記のように、 $K_h = \frac{K_w}{K_a} \dots\dots (IV \text{ 式})$ という関係が得られる。

Ⅲ式にⅣ式を代入すると、求める水素イオン濃度 $[H^+]$ は、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x \times \frac{K_w}{K_a}}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x} \times \frac{K_a}{K_w}} = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$$

解答

← 導いたら、
記憶しておこう！

step3 式の変形

しかし、題意では、 $[H^+]$ を、 x と K_a , K_w を用いて表すことを求めている。

そこで、 K_h を K_a と K_w とで表す必要がある。

ここで、 K_h を K_a と K_w とで表してみよう。

酢酸イオンの加水分解について、化学平衡の法則を式で表すと、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \dots\dots (I \text{ 式})$$

であった。I 式の分母・分子に $[H^+]$ を掛け、整理してみると、

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-][H^+]}{[CH_3COO^-][H^+]} = \frac{[OH^-][H^+]}{\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}} = \frac{K_w}{K_a}$$

上記のように、 $K_h = \frac{K_w}{K_a} \dots\dots (IV \text{ 式})$ という関係が得られる。

III 式に IV 式を代入すると、求める水素イオン濃度 $[H^+]$ は、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w^2}{xK_h}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x \times \frac{K_w}{K_a}}} = \sqrt{\frac{K_w^2}{x} \times \frac{K_a}{K_w}} = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$$

解答 $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$ ← 導いたら、
記憶しておこう！

【緩衝液】

I 0.40 mol/L の酢酸水溶液 50.0 mL に 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して pH の変化を調べた。なお、必要であれば次の数値を用い、計算値は小数点以下第 1 位まで求めよ。

酢酸の電離定数 $K_a = 2.8 \times 10^{-5}$ (mol/L)

$\log_{10} 1.9 = 0.28$, $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 2.8 = 0.45$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$

〔実験 a〕 まず、50.0 mL を滴下したところで pH を測定した。

〔実験 b〕 さらに、10.0 mL を滴下したところで pH の変化を調べた。

問 1 実験 a の水溶液の pH を計算せよ。

問 2 実験 b の水溶液の pH に該当するものを次の(ア)～(ウ)の中から選び、記号で答えよ。

(ア) 実験 a の水溶液の pH に比べ、わずかしか減少しない。

(イ) 実験 a の水溶液の pH に比べ、わずかしか増加しない。

(ウ) pH=7 付近になる。

【緩衝液 I】

問 I

step I 実験aの内容について

50.0 mL, すなわち $0.20 \times \frac{50.0}{1000} = 0.010(\text{mol})$ の NaOH を加えた。

0.010 mol の酢酸と 0.010 mol の酢酸ナトリウムが、
ほぼ $50.0 + 50.0 = 100.0(\text{mL})$ の溶液中に溶解していることになるので、

よって, $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{0.010}{\frac{100.0}{1000}} = 0.10(\text{mol/L})$

【緩衝液 I】

問 I

step I 実験aの内容について

50.0 mL, すなわち $0.20 \times \frac{50.0}{1000} = 0.010$ (mol) の NaOH を加えた。

	CH₃COOH + NaOH		→	CH₃COONa + H₂O	
反応前	0.020	0.010		0	
反応量	-0.010	-0.010		+0.010	
反応後	0.010 mol	0 mol		0.010 mol	

0.010 mol の酢酸と 0.010 mol の酢酸ナトリウムが、
ほぼ $50.0 + 50.0 = 100.0$ (mL) の溶液中に溶解していることになるので、

よって, $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{0.010}{\frac{100.0}{1000}} = 0.10$ (mol/L)

【緩衝液 I】

問 I

step I 実験aの内容について

50.0 mL, すなわち $0.20 \times \frac{50.0}{1000} = 0.010$ (mol) の NaOH を加えた。

	CH₃COOH + NaOH		→	CH₃COONa + H₂O	
反応前	0.020	0.010		0	
反応量	-0.010	-0.010		+0.010	
反応後	0.010 mol	0 mol		0.010 mol	

0.010 mol の酢酸と 0.010 mol の酢酸ナトリウムが、
ほぼ $50.0 + 50.0 = 100.0$ (mL) の溶液中に溶解していることになるので、

よって、
$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{0.010}{\frac{100.0}{1000}} = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

step2 情報の整理

「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

また、

酢酸の濃度：
酢酸ナトリウムの濃度：
酢酸の電離定数：

である。

step3 式への代入

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(2.8 \times 10^{-5}) = 5 - 0.45 = 4.55 \quad \leftarrow \text{問1の答}$$

step2 情報の整理

「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

また、
酢酸の濃度： $C_a = 0.10 \text{ (mol/L)}$
酢酸ナトリウムの濃度： $C_s = 0.10 \text{ (mol/L)}$
酢酸の電離定数： $K_a = 2.8 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$
である。

step3 式への代入

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} (2.8 \times 10^{-5}) = 5 - 0.45 = 4.55 \quad \leftarrow \text{問1の答}$$

step2 情報の整理

「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

また、
酢酸の濃度： $C_a = 0.10 (\text{mol/L})$
酢酸ナトリウムの濃度： $C_s = 0.10 (\text{mol/L})$
酢酸の電離定数： $K_a = 2.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$
である。

step3 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a = \frac{0.10}{0.10} \times 2.8 \times 10^{-5} = 2.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$$

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} (2.8 \times 10^{-5}) = 5 - 0.45 = 4.55 \quad \leftarrow \text{問1の答}$$

step2 情報の整理

「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

また、
酢酸の濃度： $C_a = 0.10 \text{ (mol/L)}$
酢酸ナトリウムの濃度： $C_s = 0.10 \text{ (mol/L)}$
酢酸の電離定数： $K_a = 2.8 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$
である。

step3 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a = \frac{0.10}{0.10} \times 2.8 \times 10^{-5} = 2.8 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} (2.8 \times 10^{-5}) = 5 - 0.45 = 4.55 \quad \leftarrow \text{問1の答}$$

【緩衝液 I】

問2

step I 実験bの内容について

$50.0 + 10.0 = 60.0(\text{mL})$, $0.20 \times \frac{60.0}{1000} = 0.012(\text{mol})$ のNaOHを加えた。

I 0.40 mol/L の酢酸水溶液 50.0 mL に 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して pH の変化を調べた。

(実験 a) まず、50.0 mL を滴下したところで pH を測定した。

(実験 b) さらに、10.0 mL を滴下したところで pH の変化を調べた。

【緩衝液 I】

問2

step I 実験bの内容について

$50.0 + 10.0 = 60.0 \text{ (mL)}, 0.20 \times \frac{60.0}{1000} = 0.012 \text{ (mol)}$ の NaOH を加えた。

【緩衝液 I】

問2

step I 実験bの内容について

$50.0 + 10.0 = 60.0 \text{ (mL)}$, $0.20 \times \frac{60.0}{1000} = 0.012 \text{ (mol)}$ の NaOH を加えた。

	CH₃COOH + NaOH		→	CH₃COONa + H₂O
反応前	0.020	0.012		0
反応量	-0.012	-0.012		+0.012
反応後	0.008 mol	0 mol		0.012 mol

0.008 mol の酢酸と 0.012 mol の酢酸ナトリウムが、
ほぼ $50.0 + 60.0 = 110.0 \text{ (mL)}$ の溶液中に溶解していることになるので、

$$\text{よって, } [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0.008}{\frac{110.0}{1000}} = \frac{8}{110.0} \text{ (mol/L)}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{0.012}{\frac{110.0}{1000}} = \frac{12}{110.0} \text{ (mol/L)}$$

【緩衝液 I】

問2

step I 実験bの内容について

$50.0 + 10.0 = 60.0 \text{ (mL)}$, $0.20 \times \frac{60.0}{1000} = 0.012 \text{ (mol)}$ のNaOHを加えた。

	CH₃COOH + NaOH		→	CH₃COONa + H₂O	
反応前	0.020	0.012		0	
反応量	-0.012	-0.012		+0.012	
反応後	0.008 mol	0 mol		0.012 mol	

0.008 mol の酢酸と 0.012 mol の酢酸ナトリウムが、
ほぼ $50.0 + 60.0 = 110.0 \text{ (mL)}$ の溶液中に溶解していることになるので、

$$\text{よって, } [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0.008}{\frac{110.0}{1000}} = \frac{8}{110.0} \text{ (mol/L)}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{0.012}{\frac{110.0}{1000}} = \frac{12}{110.0} \text{ (mol/L)}$$

step2 情報の整理

「酢酸-酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

酢酸の濃度：

また、酢酸ナトリウムの濃度：

酢酸の電離定数：

である。

step3 式への代入

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(1.9 \times 10^{-5}) = 5 - 0.28 = 4.72$$

step2 情報の整理

「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

また、酢酸の濃度： $C_a = \frac{8}{110.0} (\text{mol/L})$
酢酸ナトリウムの濃度： $C_s = \frac{12}{110.0} (\text{mol/L})$ である。
酢酸の電離定数： $K_a = 2.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$

step3 式への代入

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(1.9 \times 10^{-5}) = 5 - 0.28 = 4.72$$

step2 情報の整理

「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

また、酢酸の濃度： $C_a = \frac{8}{110.0} (\text{mol/L})$
酢酸ナトリウムの濃度： $C_s = \frac{12}{110.0} (\text{mol/L})$ である。
酢酸の電離定数： $K_a = 2.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$

step3 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a = \frac{\frac{8}{110.0}}{\frac{12}{110.0}} \times 2.8 \times 10^{-5} = 1.86 \times 10^{-5} \doteq 1.9 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$$

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} (1.9 \times 10^{-5}) = 5 - 0.28 = 4.72$$

step2 情報の整理

「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

また、酢酸の濃度： $C_a = \frac{8}{110.0} (\text{mol/L})$
酢酸ナトリウムの濃度： $C_s = \frac{12}{110.0} (\text{mol/L})$ である。
酢酸の電離定数： $K_a = 2.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$

step3 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a = \frac{\frac{8}{110.0}}{\frac{12}{110.0}} \times 2.8 \times 10^{-5} = 1.86 \times 10^{-5} \doteq 1.9 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(1.9 \times 10^{-5}) = 5 - 0.28 = 4.72$$

生徒 「実験 a の結果(酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液)に対して、ずいぶん
と水酸化ナトリウム(塩基)を加えたので、pH の値はかなり大きくなる
だろうと思いました

。しかし、実際には、あまり大きく変化しない

のですね」

先生 「^{かんしょう}緩衝作用だよ。

なんだ」

解答 問 1 4.6

問 2 (イ)

生徒 「実験 a の結果(酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液)に対して、ずいぶん
と水酸化ナトリウム(塩基)を加えたので、pH の値はかなり大きくなる
だろうと思いました(実験 b と同一内容の実験を純水に対して行くと、
pH の値は 12 を超える)。しかし、実際には、あまり大きく変化しない
のですね」

先生 「^{かんしょう}緩衝作用だよ。

なんだ」

解答 問 1 4.6

問 2 (イ)

生徒 「実験 a の結果(酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液)に対して、ずいぶん
と水酸化ナトリウム(塩基)を加えたので、pH の値はかなり大きくなる
だろうと思いました(実験 b と同一内容の実験を純水に対して行くと、
pH の値は 12 を超える)。しかし、実際には、あまり大きく変化しない
のですね」

先生 「^{かんじ}緩衝作用だよ。酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液は、代表的な緩衝液
(緩衝溶液)のひとつなんだ」

解答 問 1 4.6 問 2 (イ)

次の文章の x に適切な数値(有効数字 2 桁)をあてはめよ。

II 酢酸の電離平衡定数は $1.80 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。なお, 必要な対数の値は次の値をもとにせよ。

$$\log_{10} 2 = 0.301, \log_{10} 3 = 0.477$$

水溶液中に, 酢酸と酢酸ナトリウムとが共存する場合, 酢酸と酢酸ナトリウムとの濃度比で H^+ の濃度が決まる。水溶液の pH を 5.00 に調節したければ, 酢酸 : 酢酸ナトリウムの濃度比を $1 : x$ にすればよい。

【緩衝液 II】

step1 情報の整理

典型的な「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、

を用いればよい。

『水溶液の pH を 5.00 に調節』とあるが、これは『水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を $1.00 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ に調節』に相当する。

step2 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a \quad \text{より,}$$

$$\frac{C_s}{C_a} = 1.80 \quad \text{すなわち, } C_a : C_s = 1 : 1.80 \quad \text{である。}$$

解答 1.8

【緩衝液 II】

step1 情報の整理

典型的な「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

『水溶液の pH を 5.00 に調節』とあるが、これは『水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を $1.00 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ に調節』に相当する。

step2 式への代入

$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ より、

$\frac{C_s}{C_a} = 1.80$ すなわち、 $C_a : C_s = 1 : 1.80$ である。

解答 1.8

【緩衝液 II】

step1 情報の整理

典型的な「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって, $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

『水溶液の pH を 5.00 に調節』とあるが, これは『水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を $1.00 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ に調節』に相当する。

$$[H^+] = 1.00 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$
$$\text{酢酸の電離定数: } K_a = 1.8 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$

step2 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a \quad \text{より,}$$

$$\frac{C_s}{C_a} = 1.80 \quad \text{すなわち, } C_a : C_s = 1 : 1.80 \quad \text{である。}$$

解答 1.8

【緩衝液 II】

step1 情報の整理

典型的な「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって, $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$ を用いればよい。

『水溶液の pH を 5.00 に調節』とあるが, これは『水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を $1.00 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ に調節』に相当する。

$$[H^+] = 1.00 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$
$$\text{酢酸の電離定数: } K_a = 1.8 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$

step2 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a \quad \text{より,} \quad 1.00 \times 10^{-5} = \frac{C_a}{C_s} \times 1.80 \times 10^{-5}$$

$$\frac{C_s}{C_a} = 1.80 \quad \text{すなわち, } C_a : C_s = 1 : 1.80 \quad \text{である。}$$

解答 1.8

【緩衝液 II】

step1 情報の整理

典型的な「酢酸－酢酸ナトリウム混合水溶液」に関する問題である。

よって,

を用いればよい。

『水溶液の pH を 5.00 に調節』とあるが、これは『水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を $1.00 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ に調節』に相当する。

step2 式への代入

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a \quad \text{より,}$$

$$\frac{C_s}{C_a} = 1.80$$

すなわち, $C_a : C_s = 1 : 1.80$ である。

解答 1.8

【塩の水溶液】

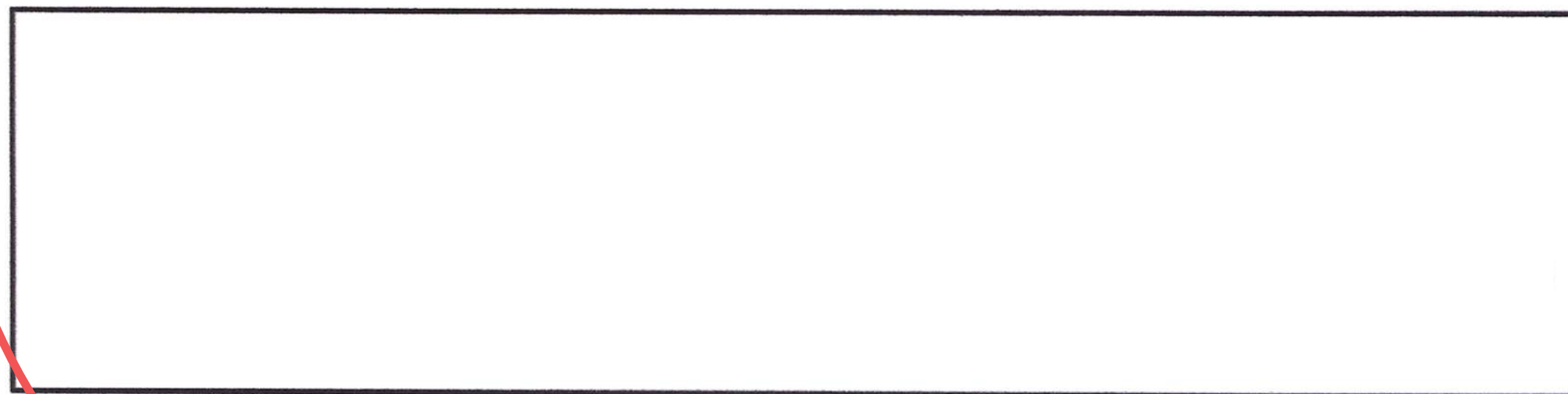
以下の問いに答えよ。ただし、酢酸の電離定数 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ mol/L, 水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ mol²/L², $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$ とする。

問 0.20 mol/L の酢酸水溶液 20 mL に, 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えて, ちょうど中和した水溶液の pH はいくらか。
小数点以下第 1 位まで求めよ。

【塩の水溶液】

step I 題意の水溶液について

問の文頭に記された 0.20 mol/L の酢酸水溶液 20 mL 中には、酢酸は $0.20 \times \frac{20}{1000} = 4.0 \times 10^{-3} (\text{mol})$ 存在している。これをちょうど中和するために、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が $v(\text{mL})$ 必要だとおくと、 $0.10 \times \frac{v}{1000} = 4.0 \times 10^{-3}$ より、 $v = 40(\text{mL})$ と求められる。つまり、



という量的な関係の結果、 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ の酢酸ナトリウムが、ほぼ $20 + 40 = 60(\text{mL})$ の溶液中に溶解していることになる。

題意の水溶液の濃度 $\Rightarrow [\text{CH}_3\text{COONa}] =$

【塩の水溶液】

step1 題意の水溶液について

問の文頭に記された 0.20 mol/L の酢酸水溶液 20 mL 中には、酢酸は $0.20 \times \frac{20}{1000} = 4.0 \times 10^{-3} (\text{mol})$ 存在している。これをちょうど中和するために、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が $v(\text{mL})$ 必要だとおくと、 $0.10 \times \frac{v}{1000} = 4.0 \times 10^{-3}$ より、 $v = 40 (\text{mL})$ と求められる。つまり、

という量的な関係の結果、 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ の酢酸ナトリウムが、ほぼ $20 + 40 = 60 (\text{mL})$ の溶液中に溶解していることになる。

題意の水溶液の濃度 $\Rightarrow [\text{CH}_3\text{COONa}] =$

【塩の水溶液】

step I 題意の水溶液について

問の文頭に記された 0.20 mol/L の酢酸水溶液 20 mL 中には、酢酸は $0.20 \times \frac{20}{1000} = 4.0 \times 10^{-3} (\text{mol})$ 存在している。これをちょうど中和するために、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が $v(\text{mL})$ 必要だとおくと、 $0.10 \times \frac{v}{1000} = 4.0 \times 10^{-3}$ より、 $v = 40 (\text{mL})$ と求められる。つまり、

	CH_3COOH	$+$	NaOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COONa	$+$	H_2O
反応前	4.0×10^{-3}		4.0×10^{-3}		0		
反応量	-4.0×10^{-3}		-4.0×10^{-3}		$+4.0 \times 10^{-3}$		
反応後	0 mol		0 mol		$4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$		

という量的な関係の結果、 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ の酢酸ナトリウムが、ほぼ $20 + 40 = 60 (\text{mL})$ の溶液中に溶解していることになる。

題意の水溶液の濃度 $\Rightarrow [\text{CH}_3\text{COONa}] =$

【塩の水溶液】

step I 題意の水溶液について

問の文頭に記された 0.20 mol/L の酢酸水溶液 20 mL 中には、酢酸は $0.20 \times \frac{20}{1000} = 4.0 \times 10^{-3} (\text{mol})$ 存在している。これをちょうど中和するために、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が $v(\text{mL})$ 必要だとおくと、 $0.10 \times \frac{v}{1000} = 4.0 \times 10^{-3}$ より、 $v = 40 (\text{mL})$ と求められる。つまり、

	CH_3COOH	$+$	NaOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COONa	$+$	H_2O
反応前	4.0×10^{-3}		4.0×10^{-3}		0		
反応量	-4.0×10^{-3}		-4.0×10^{-3}		$+4.0 \times 10^{-3}$		
反応後	0 mol		0 mol		$4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$		

という量的な関係の結果、 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ の酢酸ナトリウムが、ほぼ $20 + 40 = 60 (\text{mL})$ の溶液中に溶解していることになる。

題意の水溶液の濃度 $\Rightarrow [\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{4.0 \times 10^{-3}}{\frac{60}{1000}} = \frac{1}{15} (\text{mol/L})$

step2 情報の整理

典型的な「酢酸ナトリウム水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$ を用いればよい。

酢酸ナトリウムの濃度：

また、酢酸の電離定数：

水のイオン積：

である。

step3 式への代入

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}\sqrt{27 \times 10^{-19}} = -\frac{1}{2}(3 \log_{10}3 - 19) = 8.78$$

解答 8.8

step2 情報の整理

典型的な「酢酸ナトリウム水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$ を用いればよい。

また、酢酸ナトリウムの濃度： $x = \frac{1}{15} (\text{mol/L})$
酢酸の電離定数： $K_a = 1.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$
水のイオン積： $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol}^2/\text{L}^2)$ である。

step3 式への代入

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}\sqrt{27 \times 10^{-19}} = -\frac{1}{2}(3 \log_{10}3 - 19) = 8.78$$

解答 8.8

step2 情報の整理

典型的な「酢酸ナトリウム水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$ を用いればよい。

また、
酢酸ナトリウムの濃度 : $x = \frac{1}{15} (\text{mol/L})$
酢酸の電離定数 : $K_a = 1.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$
水のイオン積 : $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol}^2/\text{L}^2)$
である。

step3 式への代入

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10^{-14}}{\frac{1}{15}}} = \sqrt{27 \times 10^{-19}}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} \sqrt{27 \times 10^{-19}} = -\frac{1}{2} (3 \log_{10} 3 - 19) = 8.78$$

解答 8.8

step2 情報の整理

典型的な「酢酸ナトリウム水溶液」に関する問題である。

よって、 $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}}$ を用いればよい。

また、
酢酸ナトリウムの濃度 : $x = \frac{1}{15} (\text{mol/L})$
酢酸の電離定数 : $K_a = 1.8 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$
水のイオン積 : $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol}^2/\text{L}^2)$
である。

step3 式への代入

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{x}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10^{-14}}{\frac{1}{15}}} = \sqrt{27 \times 10^{-19}}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} \sqrt{27 \times 10^{-19}} = -\frac{1}{2} (3 \log_{10} 3 - 19) = 8.78$$

解答 8.8

【弱酸の混合水溶液】

濃度 $2C$ (mol/L) のギ酸水溶液に、同じ体積の 2.20×10^{-4} mol/L の酢酸水溶液を混合した。この混合水溶液の水素イオン濃度は 2.80×10^{-4} mol/L であった。下の各問に答えよ。

ただし、すべての水溶液の温度は 25°C であり、ギ酸と酢酸の電離定数はそれぞれ 2.80×10^{-4} mol/L, 2.80×10^{-5} mol/L とする。また、混合後の水溶液のギ酸イオンと酢酸イオンの濃度の和は水素イオン濃度に等しいものとする。

問 1 混合後の酢酸イオンの濃度はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

問 2 C はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

濃度 $2C(\text{mol/L})$ のギ酸水溶液に、同じ体積の $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の酢酸水溶液を混合した。この混合水溶液の水素イオン濃度は $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であった。下の各問に答えよ。

【弱酸の混合水溶液】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

ギ酸と酢酸の濃度は、混合前には $2C(\text{mol/L})$ と $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であったが、

によって、ギ酸と酢酸の混合後の濃度は、 $C(\text{mol/L})$ と $1.10 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であることに注意しよう。

また、混合水溶液の

— (ギ酸のバランスシート) —

— (酢酸のバランスシート) —

濃度 $2C(\text{mol/L})$ のギ酸水溶液に、同じ体積の $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の酢酸水溶液を混合した。この混合水溶液の水素イオン濃度は $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であった。下の各問に答えよ。

【弱酸の混合水溶液】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

ギ酸と酢酸の濃度は、混合前には $2C(\text{mol/L})$ と $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であったが、等体積混合によって、それぞれ半分になる。よって、ギ酸と酢酸の混合後の濃度は、 $C(\text{mol/L})$ と $1.10 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であることに注意しよう。
また、混合水溶液の

— (ギ酸のバランスシート) —

— (酢酸のバランスシート) —

濃度 $2C(\text{mol/L})$ のギ酸水溶液に、同じ体積の $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の酢酸水溶液を混合した。この混合水溶液の水素イオン濃度は $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であった。下の各問に答えよ。

【弱酸の混合水溶液】

step 1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

ギ酸と酢酸の濃度は、混合前には $2C(\text{mol/L})$ と $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であったが、等体積混合によって、それぞれ半分になる。よって、ギ酸と酢酸の混合後の濃度は、 $C(\text{mol/L})$ と $1.10 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であることに注意しよう。

また、混合水溶液の水素イオン濃度は $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であるが、これはどちら(ギ酸と酢酸)のバランスシートにおいても共通である。

— (ギ酸のバランスシート) —

--

— (酢酸のバランスシート) —

--

濃度 $2C$ (mol/L) のギ酸水溶液に、同じ体積の 2.20×10^{-4} mol/L の酢酸水溶液を混合した。この混合水溶液の水素イオン濃度は 2.80×10^{-4} mol/L であった。下の各問に答えよ。

【弱酸の混合水溶液】

step 1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

ギ酸と酢酸の濃度は、混合前には $2C(\text{mol/L})$ と $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であったが、等体積混合によって、それぞれ半分になる。よって、ギ酸と酢酸の混合後の濃度は、 $C(\text{mol/L})$ と $1.10 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であることに注意しよう。

また、混合水溶液の水素イオン濃度は $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であるが、これはどちら (ギ酸と酢酸) のバランスシートにおいても共通である。

ー(ギ酸のバランスシート)ー



最初電離	C $-x$	0 $+x$	0 $+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(酢酸のバランスシート)

濃度 $2C(\text{mol/L})$ のギ酸水溶液に、同じ体積の $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の酢酸水溶液を混合した。この混合水溶液の水素イオン濃度は $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であった。下の各問に答えよ。

【弱酸の混合水溶液】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

ギ酸と酢酸の濃度は、混合前には $2C(\text{mol/L})$ と $2.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であったが、等体積混合によって、それぞれ半分になる。よって、ギ酸と酢酸の混合後の濃度は、 $C(\text{mol/L})$ と $1.10 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であることに注意しよう。

また、混合水溶液の水素イオン濃度は $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であるが、これはどちら(ギ酸と酢酸)のバランスシートにおいても共通である。

(ギ酸のバランスシート)

	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$		
最初	C	0	0
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(酢酸のバランスシート)

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
最初	1.10×10^{-4}	0	0
電離	$-y$	$+y$	$+y$
平衡時	$1.10 \times 10^{-4} - y$	y	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(ギ酸のバランスシート)

	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$		
最初	C	0	0
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(酢酸のバランスシート)

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
最初	1.10×10^{-4}	0	0
電離	$-y$	$+y$	$+y$
平衡時	$1.10 \times 10^{-4} - y$	y	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

『次に、平衡定数の式を書こう』

ギ酸についての平衡定数の式

酢酸についての平衡定数の式

(ギ酸のバランスシート)

	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$		
最初	C	0	0
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(酢酸のバランスシート)

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
最初	1.10×10^{-4}	0	0
電離	$-y$	$+y$	$+y$
平衡時	$1.10 \times 10^{-4} - y$	y	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

『次に、平衡定数の式を書こう』

ギ酸についての平衡定数の式

$$K_{\text{ギ酸}} = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

酢酸についての平衡定数の式

— (ギ酸のバランスシート) —

	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$		
最初	C	0	0
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

— (酢酸のバランスシート) —

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
最初	1.10×10^{-4}	0	0
電離	$-y$	$+y$	$+y$
平衡時	$1.10 \times 10^{-4} - y$	y	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

『次に、平衡定数の式を書こう』

ギ酸についての平衡定数の式

$$K_{\text{ギ酸}} = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

酢酸についての平衡定数の式

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

(ギ酸と酢酸)のバランスシートにおいても共通である。

(ギ酸のバランスシート)

	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$		
最初	C	0	0
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(酢酸のバランスシート)

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
最初	1.10×10^{-4}	0	0
電離	$-y$	$+y$	$+y$
平衡時	$1.10 \times 10^{-4} - y$	y	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

『次に、平衡定数の式を書こう』

ギ酸についての平衡定数の式

$$K_{\text{ギ酸}} = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

酢酸についての平衡定数の式

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

step2 式への代入

ギ酸について

酢酸について

ただし、題意(『混合後の水溶液のギ酸イオンと酢酸イオンの濃度の和は水素イオン濃度に等しい』)より、

(ギ酸と酢酸)のバランスシートにおいても共通である。

(ギ酸のバランスシート)

	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$		
最初	C	0	0
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(酢酸のバランスシート)

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
最初	1.10×10^{-4}	0	0
電離	$-y$	$+y$	$+y$
平衡時	$1.10 \times 10^{-4} - y$	y	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

『次に、平衡定数の式を書こう』

ギ酸についての平衡定数の式

$$K_{\text{ギ酸}} = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

酢酸についての平衡定数の式

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

step2 式への代入

ギ酸について

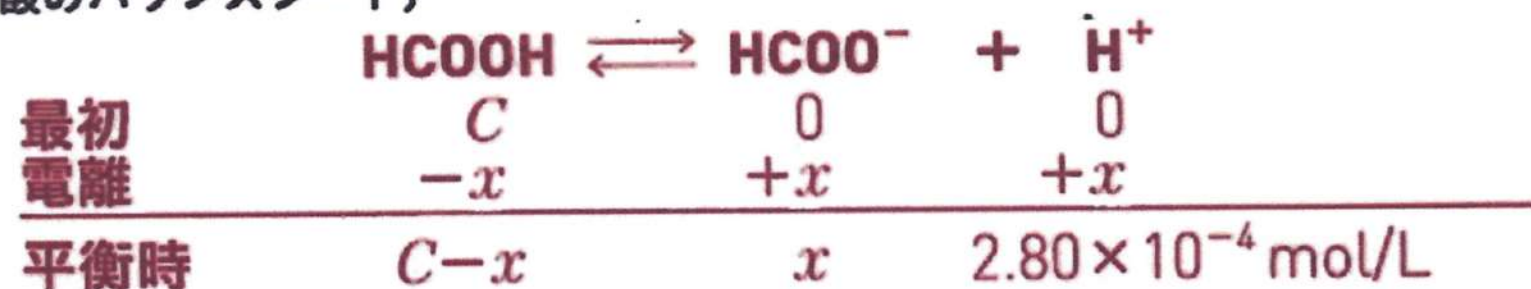
$$2.80 \times 10^{-4} = \frac{x \times 2.80 \times 10^{-4}}{C-x} \quad \dots\dots \text{I 式}$$

酢酸について

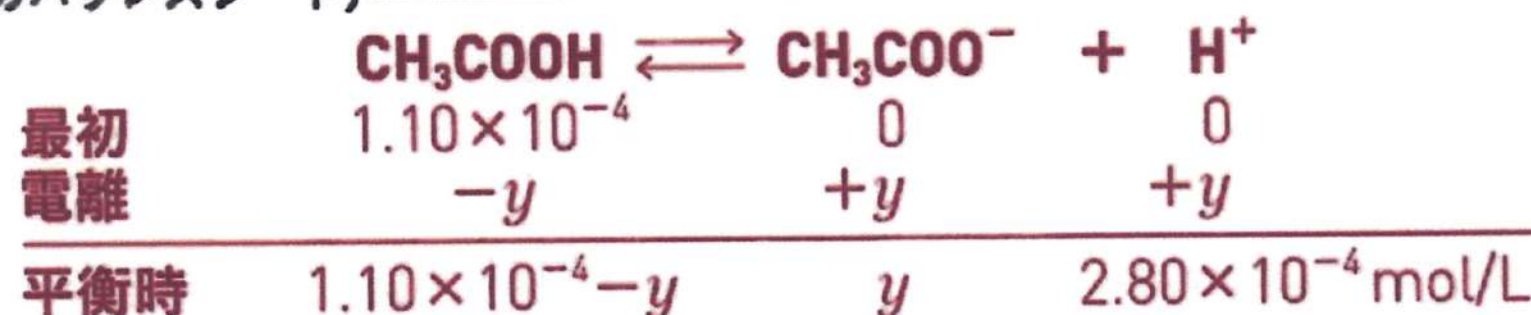
ただし、題意(『混合後の水溶液のギ酸イオンと酢酸イオンの濃度の和は水素イオン濃度に等しい』)より、

(ギ酸と酢酸)のバランスシートにおいても共通である。

(ギ酸のバランスシート)



(酢酸のバランスシート)



『次に、平衡定数の式を書こう』

ギ酸についての平衡定数の式

$$K_{\text{ギ酸}} = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

酢酸についての平衡定数の式

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

step2 式への代入

ギ酸について

$$2.80 \times 10^{-4} = \frac{x \times 2.80 \times 10^{-4}}{C-x} \quad \dots\dots \text{I 式}$$

酢酸について

$$2.80 \times 10^{-5} = \frac{y \times 2.80 \times 10^{-4}}{1.10 \times 10^{-4} - y} \quad \dots\dots \text{II 式}$$

ただし、題意(『混合後の水溶液のギ酸イオンと酢酸イオンの濃度の和は水素イオン濃度に等しい』)より、

(ギ酸と酢酸)のバランスシートにおいても共通である。

(ギ酸のバランスシート)

	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$		
最初	C	0	0
電離	$-x$	$+x$	$+x$
平衡時	$C-x$	x	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

(酢酸のバランスシート)

	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$		
最初	1.10×10^{-4}	0	0
電離	$-y$	$+y$	$+y$
平衡時	$1.10 \times 10^{-4} - y$	y	$2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

『次に、平衡定数の式を書こう』

ギ酸についての平衡定数の式

酢酸についての平衡定数の式

はそれぞれ $2.80 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, $2.80 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。また、混合後の水溶液のギ酸イオンと酢酸イオンの濃度の和は水素イオン濃度に等しいものとする。

ギ酸について

$$2.80 \times 10^{-4} = \frac{x}{C-x} \quad \dots\dots \text{I 式}$$

酢酸について

$$2.80 \times 10^{-5} = \frac{y \times 2.80 \times 10^{-4}}{1.10 \times 10^{-4} - y} \quad \dots\dots \text{II 式}$$

ただし、題意(『混合後の水溶液のギ酸イオンと酢酸イオンの濃度の和は水素イオン濃度に等しい』)より、

$$x + y = 2.80 \times 10^{-4} \quad \dots\dots \text{III 式}$$

I 式～III 式を連立して解くと、

II 式より, $y=1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ← 問 1 の答

さらに, III 式より, $x=2.7 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

さらに, I 式より, $C=5.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ← 問 2 の答

解答 問 1 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 問 2 $5.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

【弱酸の混合水溶液②】

ともに 1 価のカルボン酸である酢酸と酪酸の電離定数をそれぞれ K_{AC} , K_{BU} とすると, それらの値は $K_{AC}=1.75\times 10^{-5}(\text{mol/L})$ および $K_{BU}=1.51\times 10^{-5}(\text{mol/L})$ である。いま, 酢酸 (0.20 mol/L) と酪酸 (0.10 mol/L) とをともに含む水溶液があるものとして, 以下の問いに答えよ。必要なら, $\log_{10}2=0.3010$, $\log_{10}3=0.4771$, $\log_{10}5=0.6989$, $\log_{10}7=0.8451$, $\sqrt{5}=2.236$ を用いよ。

問 1 この水溶液中の酢酸と酪酸の電離度をそれぞれ a および b とすると, 酢酸の電離定数 K_{AC} と a , b の間にはどのような関係が成立するか。

問 2 a , b が 1 に比べて十分に小さいとすると, a , b の間にはどのような比例関係が成立するか。 a の b に対する比 $\frac{a}{b}$ を電離定数の

記号 K_{AC} および K_{BU} を用いて式で表現せよ。

問 3 酢酸の電離度 a はいくらか。解答の有効数字は 2 桁とする。

問 4 溶液の水素イオン濃度はいくらか。解答の有効数字は 2 桁とする。

問 5 溶液の pH はいくらか。小数点以下第 2 位まで答えよ。

【弱酸の混合水溶液②】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

(酢酸(RCOOH) とおく)のバランスシート

--

酪酸(R'COOH) とおく)のバランスシート

--

『次に、平衡定数の式を書こう』

酢酸(RCOOH)について

--

酪酸(R'COOH)について

--

【弱酸の混合水溶液②】

step 1 情報の整理

『まず、~~バランスシートを書こう~~』

~~①(酢酸(RCOOH とおく)のバランスシート)~~

	RCOOH	$\rightleftharpoons$	RCOO^-	$+$	H^+	
電離前	0.20		0		0	(mol/L)
電離	$-0.20a$		$+0.20a$		$+0.20a$	(mol/L)
平衡時	$0.20(1-a)$		$0.20a$		$0.20a$	(mol/L)

~~「酪酸($R'COOH$ とおく)のバランスシート」~~

『次に、平衡定数の式を書こう』

酢酸(RCOOH)について

・酪酸($R'COOH$)について・

【弱酸の混合水溶液②】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

—酢酸(RCOOH とおく)のバランスシート—

	RCOOH	$\rightleftharpoons$	RCOO^-	+	H^+	
電離前	0.20		0		0	(mol/L)
電離	$-0.20a$		$+0.20a$		$+0.20a$	(mol/L)
平衡時	$0.20(1-a)$		$0.20a$		$0.20a$	(mol/L)

—酪酸(R'COOH とおく)のバランスシート—

	R'COOH	$\rightleftharpoons$	R'COO^-	+	H^+	
電離前	0.10		0		0	(mol/L)
電離	$-0.10b$		$+0.10b$		$+0.10b$	(mol/L)
平衡時	$0.10(1-b)$		$0.10b$		$0.10b$	(mol/L)

『次に、平衡定数の式を書こう』

酢酸(RCOOH)について

酪酸(R'COOH)について

【弱酸の混合水溶液②】

step I 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

(酢酸(RCOOH とおく)のバランスシート)

	RCOOH	$\rightleftharpoons$	RCOO^-	$+$	H^+	
電離前	0.20		0		0	(mol/L)
電離	$-0.20a$		$+0.20a$		$+0.20a$	(mol/L)
平衡時	$0.20(1-a)$		$0.20a$		$0.20a$	(mol/L)

(酪酸(R'COOH とおく)のバランスシート)

	R'COOH	$\rightleftharpoons$	R'COO^-	$+$	H^+	
電離前	0.10		0		0	(mol/L)
電離	$-0.10b$		$+0.10b$		$+0.10b$	(mol/L)
平衡時	$0.10(1-b)$		$0.10b$		$0.10b$	(mol/L)

『次に、平衡定数の式を書こう』

酢酸(RCOOH)について

$$K_{\text{Ac}} = \frac{[\text{RCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{RCOOH}]}$$

酪酸(R'COOH)について

【弱酸の混合水溶液②】

step1 情報の整理

『まず、バランスシートを書こう』

—(酢酸(RCOOH とおく)のバランスシート)—

	RCOOH	$\rightleftharpoons$	RCOO^-	+	H^+	
電離前	0.20		0		0	(mol/L)
電離	$-0.20a$		$+0.20a$		$+0.20a$	(mol/L)
平衡時	$0.20(1-a)$		$0.20a$		$0.20a$	(mol/L)

—酪酸(R'COOH とおく)のバランスシート)—

	R'COOH	$\rightleftharpoons$	R'COO^-	+	H^+	
電離前	0.10		0		0	(mol/L)
電離	$-0.10b$		$+0.10b$		$+0.10b$	(mol/L)
平衡時	$0.10(1-b)$		$0.10b$		$0.10b$	(mol/L)

『次に、平衡定数の式を書こう』

酢酸(RCOOH)について

$$K_{\text{AC}} = \frac{[\text{RCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{RCOOH}]}$$

酪酸(R'COOH)について

$$K_{\text{BU}} = \frac{[\text{R'COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R'COOH}]}$$

(酢酸(RCOOH とおく)のバランスシート)

	$\text{RCOOH} \rightleftharpoons \text{RCOO}^- + \text{H}^+$	
電離前	0.20	0
電離	-0.20a	+0.20a
平衡時	0.20(1-a)	0.20a

酢酸(RCOOH)について

$$K_{\text{AC}} = \frac{[\text{RCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{RCOOH}]}$$

酪酸(R'COOH とおく)のバランスシート)

	$\text{R'COOH} \rightleftharpoons \text{R'COO}^- + \text{H}^+$	
電離前	0.10	0
電離	-0.10b	+0.10b
平衡時	0.10(1-b)	0.10b

酪酸(R'COOH)について

$$K_{\text{BU}} = \frac{[\text{R'COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R'COOH}]}$$

step2 式への代入

酢酸について.....①

$$K_{\text{AC}} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} = \frac{0.20a^2 + 0.10ab}{1-a} \quad \leftarrow \text{問1の答}$$

酪酸について.....②

$$K_{\text{BU}} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} = \frac{0.10b^2 + 0.20ab}{1-b}$$

酢酸(RCOOH とおく)のバランスシート

	$\text{RCOOH} \rightleftharpoons \text{RCOO}^- + \text{H}^+$	
電離前	0.20	0
電離	$-0.20a$	$+0.20a$
平衡時	$0.20(1-a)$	$0.20a$

酢酸(RCOOH)について

$$K_{\text{AC}} = \frac{[\text{RCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{RCOOH}]}$$

酪酸(R'COOH とおく)のバランスシート

	$\text{R'COOH} \rightleftharpoons \text{R'COO}^- + \text{H}^+$	
電離前	0.10	0
電離	$-0.10b$	$+0.10b$
平衡時	$0.10(1-b)$	$0.10b$

酪酸(R'COOH)について

$$K_{\text{BU}} = \frac{[\text{R'COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R'COOH}]}$$

step2 式への代入

酢酸について……①

$$K_{\text{AC}} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$

同一水溶液中に存在する酪酸の H^+ も考慮する。

$$K_{\text{AC}} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} = \frac{0.20a^2 + 0.10ab}{1-a} \quad \leftarrow \text{問1の答}$$

酪酸について……②

$$K_{\text{BU}} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} = \frac{0.10b^2 + 0.20ab}{1-b}$$

酢酸(RCOOH とおく)のバランスシート

	$\text{RCOOH} \rightleftharpoons \text{RCOO}^- + \text{H}^+$	
電離前	0.20	0 (mol/L)
電離	$-0.20a$	$+0.20a$
平衡時	$0.20(1-a)$	$0.20a$

酢酸(RCOOH)について

$$K_{\text{AC}} = \frac{[\text{RCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{RCOOH}]}$$

酪酸(R'COOH とおく)のバランスシート

	$\text{R'COOH} \rightleftharpoons \text{R'COO}^- + \text{H}^+$	
電離前	0.10	0 (mol/L)
電離	$-0.10b$	$+0.10b$
平衡時	$0.10(1-b)$	$0.10b$

酪酸(R'COOH)について

$$K_{\text{BU}} = \frac{[\text{R'COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R'COOH}]}$$

step2 式への代入

酢酸について.....①

$$K_{\text{AC}} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$

同一水溶液中に存在する酪酸の H^+ も考慮する。

$$K_{\text{AC}} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} = \frac{0.20a^2 + 0.10ab}{1-a} \quad \leftarrow \text{問 1 の答}$$

酪酸について.....②

$$K_{\text{BU}} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)}$$

同一水溶液中に存在する酢酸の H^+ も考慮する。

$$K_{\text{BU}} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} = \frac{0.10b^2 + 0.20ab}{1-b}$$

問2 a, b が1に比べて十分に小さいとすると, a, b の間にはどのような比例関係が成立するか。 a の b に対する比 $\frac{a}{b}$ を電離定数の記号 K_{AC} および K_{BU} を用いて式で表現せよ。

ここ以降は数学(式変形、数値計算)にすぎない。

step3 問2(問3のヒント)について

上述の関係式 $\left[\begin{array}{l} K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} \dots\dots ① \\ K_{BU} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} \dots\dots ② \end{array} \right]$ より

$\frac{①}{②} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{0.20a}{0.20(1-a)} \times \frac{0.10(1-b)}{0.10b} = \square$ となるが,

題意より, a, b が1に比べ十分に小さいとすると, $1-a \approx 1, 1-b \approx 1$

とみなせるので, $\square$ すなわち, $\square$ ← 問2の答

具体的には, $\square$ ③

問2 a, b が1に比べて十分に小さいとすると, a, b の間にはどのような比例関係が成立するか。 a の b に対する比 $\frac{a}{b}$ を電離定数の記号 K_{AC} および K_{BU} を用いて式で表現せよ。

ここ以降は数学(式変形、数値計算)にすぎない。

step3 問2(問3のヒント)について

上述の関係式 $\left[\begin{array}{l} K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} \dots\dots ① \\ K_{BU} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} \dots\dots ② \end{array} \right]$ より

$$\frac{①}{②} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{0.20a}{0.20(1-a)} \times \frac{0.10(1-b)}{0.10b} = \frac{a(1-b)}{b(1-a)} \text{ となるが,}$$

題意より, a, b が1に比べて十分に小さいとすると, $1-a \approx 1, 1-b \approx 1$

とみなせるので, すなわち, ← 問2の答

具体的には, ③

問2 a, b が1に比べて十分に小さいとすると, a, b の間にはどのような比例関係が成立するか。 a の b に対する比 $\frac{a}{b}$ を電離定数の記号 K_{AC} および K_{BU} を用いて式で表現せよ。

ここ以降は数学(式変形、数値計算)にすぎない。

step3 問2(問3のヒント)について

上述の関係式 $\left[\begin{array}{l} K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} \dots\dots ① \\ K_{BU} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} \dots\dots ② \end{array} \right]$ より

$$\frac{①}{②} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{0.20a}{0.20(1-a)} \times \frac{0.10(1-b)}{0.10b} = \frac{a(1-b)}{b(1-a)} \quad \text{となるが,}$$

題意より, a, b が1に比べて十分に小さいとすると, $1-a \approx 1, 1-b \approx 1$

とみなせるので, $\frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{a}{b}$ すなわち, $\boxed{}$ ← 問2の答

具体的には, $\boxed{} \dots\dots ③$

問2 a, b が1に比べて十分に小さいとすると, a, b の間にはどのような比例関係が成立するか。 a の b に対する比 $\frac{a}{b}$ を電離定数の記号 K_{AC} および K_{BU} を用いて式で表現せよ。

ここ以降は数学(式変形、数値計算)にすぎない。

step3 問2(問3のヒント)について

上述の関係式 $\left[\begin{array}{l} K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} \dots\dots ① \\ K_{BU} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} \dots\dots ② \end{array} \right]$ より

$$\frac{①}{②} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{0.20a}{0.20(1-a)} \times \frac{0.10(1-b)}{0.10b} = \frac{a(1-b)}{b(1-a)} \quad \text{となるが,}$$

題意より, a, b が1に比べて十分に小さいとすると, $1-a \approx 1, 1-b \approx 1$

とみなせるので, $\frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{a}{b}$ すなわち, $\frac{a}{b} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}}$ ← 問2の答

具体的には, ③

問2 a, b が1に比べて十分に小さいとすると, a, b の間にはどのような比例関係が成立するか。 a の b に対する比 $\frac{a}{b}$ を電離定数の記号 K_{AC} および K_{BU} を用いて式で表現せよ。

ここ以降は数学(式変形、数値計算)にすぎない。

step3 問2(問3のヒント)について

上述の関係式 $\left[\begin{array}{l} K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)} \dots\dots ① \\ K_{BU} = \frac{0.10b \times (0.20a + 0.10b)}{0.10(1-b)} \dots\dots ② \end{array} \right]$ より

$$\frac{①}{②} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{0.20a}{0.20(1-a)} \times \frac{0.10(1-b)}{0.10b} = \frac{a(1-b)}{b(1-a)} \quad \text{となるが,}$$

題意より, a, b が1に比べて十分に小さいとすると, $1-a \approx 1, 1-b \approx 1$

とみなせるので, $\frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{a}{b}$ すなわち, $\frac{a}{b} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}}$ ← 問2の答

具体的には, $\frac{a}{b} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}} = \frac{1.75 \times 10^{-5}}{1.51 \times 10^{-5}} = \frac{1.75}{1.51} \dots\dots ③$

問2 a , b が 1 に比べて十分に小さいとすると,

問3 酢酸の電離度 a はいくらか。解答の有効数字は 2 桁とする。

step4 問3 (問4, 5のヒント) について

ここまでの情報

$$K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$



より

$$1.75 \times 10^{-5} = \left(0.20 + 0.10 \times \frac{1.51}{1.75}\right) a^2 \quad \left(a > 0, \frac{1.51}{1.75} \div \frac{6}{7}\right)$$

より, $a = 7.81 \times 10^{-3}$ ← 問3の答, $b = 6.73 \times 10^{-3}$

問2 a, b が 1 に比べて十分に小さいとすると,

問3 酢酸の電離度 a はいくらか。解答の有効数字は 2 桁とする。

step4 問3 (問4, 5のヒント) について

ここまでの情報

$$K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$

$$\Downarrow 1-a \doteq 1$$

より

$$1.75 \times 10^{-5} = \left(0.20 + 0.10 \times \frac{1.51}{1.75}\right) a^2 \quad \left(a > 0, \frac{1.51}{1.75} \doteq \frac{6}{7}\right)$$

$$\text{より, } a = 7.81 \times 10^{-3} \quad \leftarrow \text{問3の答, } b = 6.73 \times 10^{-3}$$

問2 a, b が 1 に比べて十分に小さいとすると,

問3 酢酸の電離度 a はいくらか。解答の有効数字は 2 桁とする。

step4 問3 (問4, 5のヒント) について

ここまでの情報

$$K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$

$$\Downarrow 1-a \doteq 1$$

$$K_{AC} \doteq 0.20a^2 + 0.10ab$$

より

$$1.75 \times 10^{-5} = \left(0.20 + 0.10 \times \frac{1.51}{1.75}\right) a^2 \quad \left(a > 0, \frac{1.51}{1.75} \doteq \frac{6}{7}\right)$$

より, $a = 7.81 \times 10^{-3}$ ← 問3の答, $b = 6.73 \times 10^{-3}$

問2 a, b が1に比べて十分に小さいとすると,

問3 酢酸の電離度 a はいくらか。解答の有効数字は2桁とする。

step4 問3 (問4, 5のヒント) について

ここまでの情報

$$K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$

$$\Downarrow 1-a \doteq 1$$

$$K_{AC} \doteq 0.20a^2 + 0.10ab$$

$$K_{AC} = 1.75 \times 10^{-5}$$

より

$$1.75 \times 10^{-5} = \left(0.20 + 0.10 \times \frac{1.51}{1.75}\right) a^2 \quad \left(a > 0, \frac{1.51}{1.75} \doteq \frac{6}{7}\right)$$

$$\text{より, } a = 7.81 \times 10^{-3} \quad \leftarrow \text{問3の答, } b = 6.73 \times 10^{-3}$$

問2 a, b が 1 に比べて十分に小さいとすると,

問3 酢酸の電離度 a はいくらか。解答の有効数字は 2 桁とする。

step4 問3 (問4, 5のヒント) について

ここまでの情報

$$K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$

$$\Downarrow 1-a \doteq 1$$

$$K_{AC} \doteq 0.20a^2 + 0.10ab$$

$$K_{AC} = 1.75 \times 10^{-5}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{1.75}{1.51}$$

より

$$1.75 \times 10^{-5} = \left(0.20 + 0.10 \times \frac{1.51}{1.75}\right) a^2 \quad \left(a > 0, \frac{1.51}{1.75} \doteq \frac{6}{7}\right)$$

$$\text{より, } a = 7.81 \times 10^{-3} \quad \leftarrow \text{問3の答, } b = 6.73 \times 10^{-3}$$

問2 a, b が1に比べて十分に小さいとすると,

問3 酢酸の電離度 a はいくらか。解答の有効数字は2桁とする。

step4 問3 (問4, 5のヒント) について

ここまでの情報

$$K_{AC} = \frac{0.20a \times (0.20a + 0.10b)}{0.20(1-a)}$$

$$\Downarrow 1-a \doteq 1$$

$$K_{AC} \doteq 0.20a^2 + 0.10ab$$

$$K_{AC} = 1.75 \times 10^{-5} \quad \frac{a}{b} = \frac{1.75}{1.51}$$

より

$$1.75 \times 10^{-5} = \left(0.20 + 0.10 \times \frac{1.51}{1.75}\right) a^2 \quad \left(a > 0, \frac{1.51}{1.75} \doteq \frac{6}{7}\right)$$

$$\text{より, } a = 7.81 \times 10^{-3} \quad \longleftarrow \text{問3の答, } b = 6.73 \times 10^{-3}$$

問4 溶液の水素イオン濃度はいくらか。解答の有効数字は2桁とする。

問5 溶液のpHはいくらか。小数点以下第2位まで答えよ。

step5 問4, 5(最終の結論)について

ここまでの情報 [] より

$$[\text{H}^+] = 2.235 \times 10^{-3} (\text{mol/L}) \doteq \sqrt{5} \times 10^{-3} (\text{mol/L}) \leftarrow \text{問4の答}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(\sqrt{5} \times 10^{-3}) = -\frac{1}{2} \times \log_{10} 5 + 3 = 2.650 \leftarrow \text{問5の答}$$

解答 問1 $K_{\text{AC}} = \frac{0.20a^2 + 0.10ab}{1-a}$

問2 $\frac{a}{b} = \frac{K_{\text{AC}}}{K_{\text{BU}}}$

問3 7.8×10^{-3}

問4 $2.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

問5 2.65

問4 溶液の水素イオン濃度はいくらか。解答の有効数字は2桁とする。

問5 溶液のpHはいくらか。小数点以下第2位まで答えよ。

step5 問4, 5(最終の結論)について

ここまでの情報 $[H^+] = 0.20a + 0.10b$ より

$[H^+] = 2.235 \times 10^{-3} (\text{mol/L}) \doteq \sqrt{5} \times 10^{-3} (\text{mol/L})$ ← 問4の答

$\text{pH} = -\log_{10}(\sqrt{5} \times 10^{-3}) = -\frac{1}{2} \times \log_{10} 5 + 3 = 2.650$ ← 問5の答

解答 問1 $K_{AC} = \frac{0.20a^2 + 0.10ab}{1-a}$ 問2 $\frac{a}{b} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}}$

問3 7.8×10^{-3} 問4 $2.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 問5 2.65

問4 溶液の水素イオン濃度はいくらか。解答の有効数字は2桁とする。

問5 溶液のpHはいくらか。小数点以下第2位まで答えよ。

step5 問4, 5(最終の結論)について

ここまでの情報 $\left[\begin{array}{l} [H^+] = 0.20a + 0.10b \\ a = 7.81 \times 10^{-3} \quad b = 6.73 \times 10^{-3} \end{array} \right]$ より

$[H^+] = 2.235 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)} \doteq \sqrt{5} \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$ ← 問4の答

$\text{pH} = -\log_{10}(\sqrt{5} \times 10^{-3}) = -\frac{1}{2} \times \log_{10} 5 + 3 = 2.650$ ← 問5の答

解答 問1 $K_{AC} = \frac{0.20a^2 + 0.10ab}{1-a}$ 問2 $\frac{a}{b} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}}$

問3 7.8×10^{-3} 問4 $2.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 問5 2.65

問4 溶液の水素イオン濃度はいくらか。解答の有効数字は2桁とする。

問5 溶液のpHはいくらか。小数点以下第2位まで答えよ。

step5 問4, 5(最終の結論)について

ここまでの情報 $\left[\begin{array}{l} [H^+] = 0.20a + 0.10b \\ a = 7.81 \times 10^{-3} \quad b = 6.73 \times 10^{-3} \end{array} \right]$ より

$[H^+] = 2.235 \times 10^{-3} (\text{mol/L}) \doteq \sqrt{5} \times 10^{-3} (\text{mol/L})$ ← 問4の答

$\text{pH} = -\log_{10}(\sqrt{5} \times 10^{-3}) = -\frac{1}{2} \times \log_{10} 5 + 3 = 2.650$ ← 問5の答

解答 問1 $K_{AC} = \frac{0.20a^2 + 0.10ab}{1-a}$

問2 $\frac{a}{b} = \frac{K_{AC}}{K_{BU}}$

問3 7.8×10^{-3}

問4 $2.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

問5 2.65