

高3化学総合SA 確認テスト 後期第8講(電離平衡)

氏名 _____ 得点 /100(80点合格)

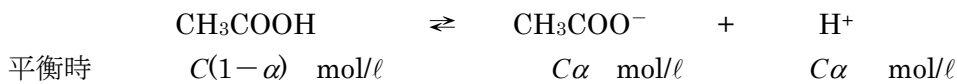
【1】0.10 mol/L の酢酸水溶液の pH を求めよ。ただし、25°Cにおける酢酸の電離定数は 2.7×10^{-5} mol/L, $\log_{10}3 = 0.48$ とする。途中過程も丁寧に記述すること。

【2】 5.0×10^{-2} mol/L 酢酸ナトリウム水溶液の pH を求めよ。酢酸の電離定数は $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ mol/l, 水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/l)², また, $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$ とする。途中過程を丁寧に記述すること。

【3】0.30 mol/L 酢酸水溶液 50 mL と 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を混合した溶液の $[H^+]$ を求めよ。ただし、25°Cの酢酸の電離定数を $2.7 \times 10^{-5} \text{mol/l}$ とする。途中過程も丁寧に書くこと。

高3化学総合SA 確認テスト 後期第8講【解答】

【1】(40点)



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \quad \text{] 10点}$$

酢酸は弱酸なので $1-\alpha \approx 1$ と近似すると

$$K_a \approx C\alpha^2 \quad \text{つまり} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} \quad \text{] 10点}$$

$$\text{よって, } [\text{H}^+] = C\alpha = \sqrt{C \cdot K_a} = \sqrt{10^{-1} \times 2.7 \times 10^{-5}} = \sqrt{27 \times 10^{-7}} = \sqrt{3^3 \times 10^{-7}} \quad \text{] 10点}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} \sqrt{3^3 \times 10^{-7}} = \underline{\underline{2.78}} \quad \text{] 10点}$$

【2】(30点)

酢酸ナトリウムは次式に従い、完全に電離する。



生じた酢酸イオンが加水分解する。酢酸ナトリウムの初濃度を c 、酢酸イオンの加水分解度を h とすると

	CH_3COO^-	+	H_2O	\rightleftharpoons	CH_3COOH	+	OH^-	
加水分解前	c		一定		0		0	[mol/L]
変化	$-ch$				$+ch$		$+ch$	[mol/L]
加水分解後	$c(1-h)$		一定		ch		ch	[mol/L]

$$\text{加水分解定数 } K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]} = \frac{K_w}{K_a} \quad \text{] 10点}$$

$$\text{より, } \frac{K_w}{K_a} = \frac{ch^2}{1-h} \quad \text{] 5点}$$

平衡は、酸が極めて弱い場合を除いて、大きく左に片寄っているので、 h は小さく、 $1-h \approx 1$ で近似できる。

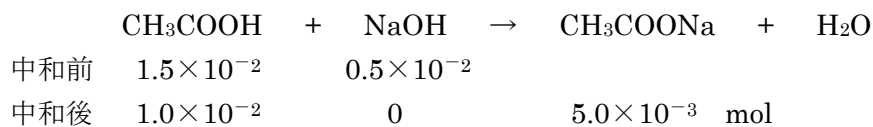
$$\text{よって } \frac{K_w}{K_a} = ch^2 \quad \text{より} \quad h = \sqrt{\frac{K_w}{cK_a}} \quad \text{] 5点}$$

すなわち

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{ch} = \sqrt{\frac{K_a K_w}{c}} = \sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10^{-14}}{5.0 \times 10^{-2}}} = \sqrt{4.0 \times 10^{-18}} = 2.0 \times 10^{-9} \quad \text{] 5点}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(2.0 \times 10^{-9}) = -(0.30 - 9.0) = \underline{\underline{8.7}} \quad \text{] 5点}$$

【3】(30点)



よって $[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{1.0 \times 10^{-2}}{0.1} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{5.0 \times 10^{-3}}{0.1} = 5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

混合溶液中では酢酸の電離平衡 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \dots \textcircled{1}$

が成立し、平衡はほとんど左に片寄っている (※注)。

よって $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ ┆ 10点

$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ┆ 10点

とみなせる。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \text{ より } [\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \underline{5.4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}} \quad \text{┆ 10点}$$

※ もし仮に酢酸ナトリウムが存在せず、酢酸のみだとしても、酢酸は弱酸であるため

①の平衡はかなり左に偏っている。そこに酢酸ナトリウム (塩なので完全電離) を加えると酢酸イオンが増えるため、ルシャトリエの原理より①の平衡はさらに左に移動する。

そのため始めから存在していた酢酸はほとんど電離していないとみなせるため、

緩衝溶液中の酢酸分子の濃度は酢酸の初濃度と等しく、酢酸イオンの濃度は酢酸ナトリウムの初濃度と等しいとみなしてよい。