

酢酸の滴定曲線の電離平衡

25℃で0.20mol/Lの酢酸水溶液10.0mLを0.20mol/L水酸化ナトリウム水溶液で滴定したときの滴定曲線について答えよ。ただし、 $\log_{10}2=0.30$ 、 $\log_{10}3=0.48$ 、水のイオン積 $K_w=1.0\times 10^{-14}$ (mol/L)²とせよ。

問1 水酸化ナトリウム水溶液を滴下する前の酢酸水溶液について答えよ。

(1) 酢酸の濃度を C [mol/L]としたとき、酢酸水溶液中の水素イオン濃度を C 、 K_a を用いて表せ。ただし、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さいものとする。

(2) この水溶液のpHを小数点第1位まで求めよ。

問2 水酸化ナトリウム水溶液を5.0mL滴下した点について答えよ。

(1) この水溶液のpHを小数点第1位まで求めよ。

(2) この水溶液15.0mLに0.10mol/Lの塩酸を2.0mL加えるとき、水溶液のpHはどれだけ変化するか。変化量に±をつけて、小数第2位まで求めよ。

問3 水酸化ナトリウム水溶液を10.0mL滴下した点について答えよ。

この水溶液のpHを小数点第1位まで求めよ。

追記;酢酸の電離定数 $K_a=2.0\times 10^{-5}$ (mol/L)

酢酸の滴定曲線の電離平衡

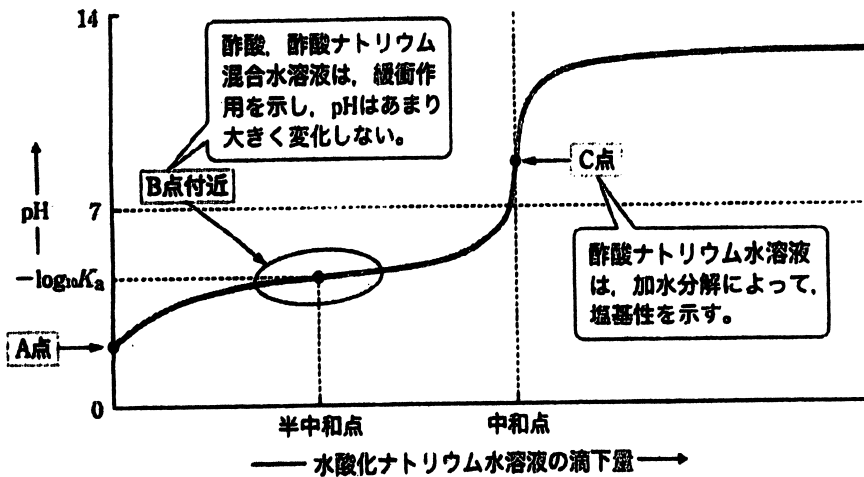
■ CH₃COOH-NaOH 滴定曲線

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 $[H^+]$ および pH は次のように表される。

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a, \quad pH = -\log_{10} \left(\frac{C_a}{C_s} K_a \right)$$

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、酢酸水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は次のように表される。

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

すなわち pH は、

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

によって求められる。

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。

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

C点：酢酸ナトリウム水溶液

濃度を C_s' mol/L とすると、酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は次のように表される（ただし、水溶液の液性は塩基性）。

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{C_s'}}$$

すなわち pH は、

$$pH = -\log_{10} \sqrt{\frac{K_a K_w}{C_s'}}$$

によって求められる。

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。

問1 酢酸水溶液について

[step1] バランスシートを書く。

[step2] バランスシートの結果を、化学平衡の法則の式に代入する。

[step3] 【step 2】で得られた関係式を、『 $0 < \alpha \ll 1$ 』という条件の下で、 α について解く。また、 $[H^+]$ について整理する。

発展的考察

[step4] ここまでに得られた知見を整理しておく。→別紙の滴定曲線のA点

問1(1)の解答:上記【step3】の通り。

問1(2)

上記【step 3】で得られた式を用いて計算する。

問1(2)の解答:2.7

問2 酢酸-酢酸ナトリウム混合水溶液について

[step1] バランスシートを書く。

--

[step2] バランスシートの結果を、化学平衡の法則の式に代入し、近似・整理する。

--

[step3] 【step 2】で得られた関係式を $[H^+]$ について整理する。

--

[step4] ここまでに得られた知見を整理しておく。→ 別紙の滴定曲線のB点

[step5] 問2(1)を上記【step 3】で得られた式を用いて計算する。

--

[step6] 問2(2)で生じている反応について考察し、溶液内の状況を把握する。

生じている反応の考察(量的関係)

--

溶液内の状況の把握

--

[step7] 問2(2)を上記【step 3】で得られた式を用いて計算し、解答する。

--

問2の解答:(1)・・・4.7、(2)・・・0.18(ここで、緩衝作用が確かめられた！)

問3 酢酸ナトリウム水溶液について

[step1] 加水分解に関するバランスシートを書く。

[step2] バランスシートの結果を、化学平衡の法則の式に代入し、近似・整理する。

[step3] 【step 2】で得られた関係式を再整理する。

[step4] ここで、 K_h と K_a の関係について考え、【step 3】の式を再々整理する。

[step5] ここまでに得られた知見を整理しておく。→別紙の滴定曲線のC点

問3 上記【step 4】の後半で得られた式を用いて計算する。

問3 解答: 8.9

アンモニア水の滴定曲線の電離平衡

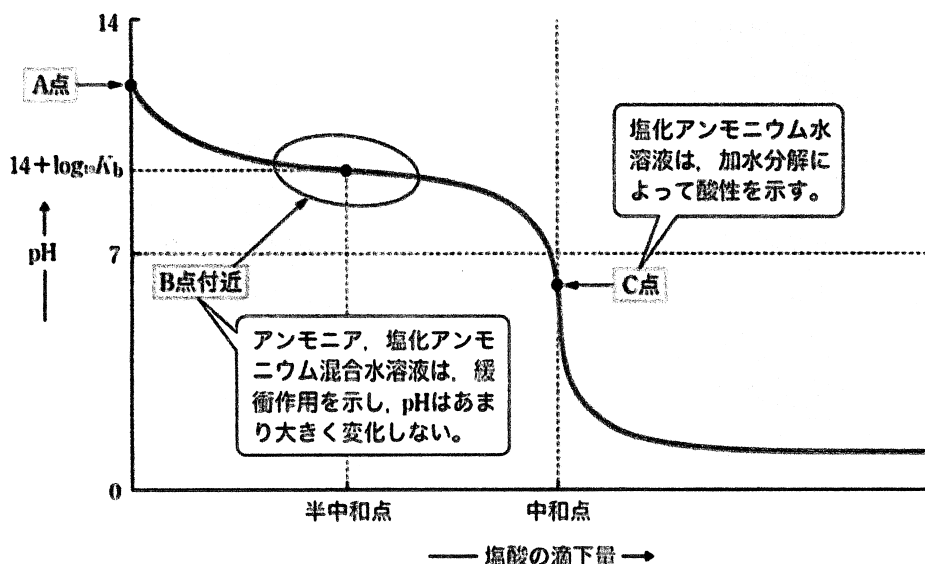
■ NH₃-HCl 滴定曲線

B点付近：アンモニア，塩化アンモニウム混合水溶液

アンモニアの濃度を C_b mol/L とし，塩化アンモニウムの濃度を C_s mol/L とすると，この混合水溶液の水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ および pH (25°C) は次のように表される。

$$[\text{OH}^-] = \frac{C_b}{C_s} K_b, \quad \text{pH} = 14 + \log_{10} \left(\frac{C_b}{C_s} K_b \right)$$

ただし， K_b はアンモニアの電離定数である。



A点：アンモニア水

濃度を C mol/L とすると，アンモニア水の水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は次のように表される。

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{CK_b}$$

すなわち pH (25°C) は，

$$\text{pH} = 14 + \log_{10} \sqrt{CK_b}$$

によって求められる。

ただし， K_b はアンモニアの電離定数である。ちなみに，アンモニアの電離度は，次のように表される。

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

C点：塩化アンモニウム水溶液

濃度を C_s' mol/L とすると，塩化アンモニウム水溶液の水酸化物イオン濃度は次のように表される (ただし，水溶液の液性は酸性)。

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_b K_w}{C_s'}}$$

すなわち pH (25°C) は，

$$\text{pH} = 14 + \log_{10} \sqrt{\frac{K_b K_w}{C_s'}}$$

によって求められる。

ただし， K_b はアンモニアの電離定数， K_w は水のイオン積である。