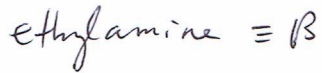


1. 0.10 M ethylamine의 pH는 11.82이다.

1) 이 물질의 K_b 값을 구하시오. (5점)



$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^- \quad [B] + [BH^+] = 0.10$$

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} \quad [OH^-] = [BH^+] = 10^{11.82-14} = 6.61 \times 10^{-3}$$

$$= \frac{(6.61 \times 10^{-3})^2}{0.10 - 6.61 \times 10^{-3}} = 4.67 \times 10^{-4}$$

2) 0.10 M ethylammonium chloride의 pH를 구하시오. (5점)

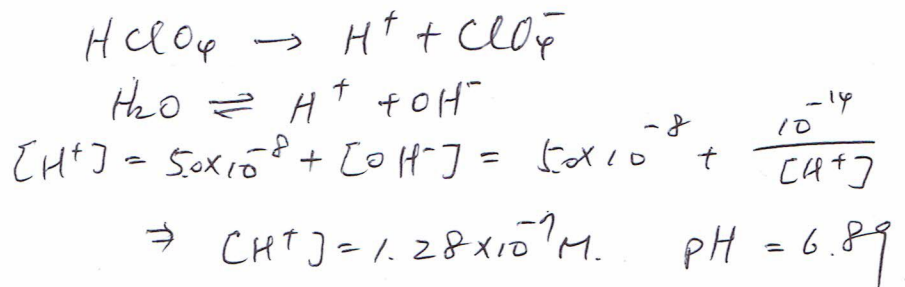
$$BH^+ \rightleftharpoons B + H^+ \quad K_a = \frac{K_w}{K_b} = 2.14 \times 10^{-11}$$

$$0.1 - x \quad x \quad x \quad [B] \approx [H^+]$$

$$2.14 \times 10^{-11} = \frac{x^2}{0.1 - x} \Rightarrow x = [H^+] = 1.46 \times 10^{-6} M$$

$$pH = 5.83$$

2. 1) 활동도 계수를 무시하고 $5.0 \times 10^{-8} M$ $HClO_4$ 의 pH를 계산하시오. (5점)



2) 이 용액의 전체 H^+ 중에서 물이 해리하여 생기는 분율은 얼마인가? (5점)

$$[H^+]_w = [OH^-]_w = 1.28 \times 10^{-7} - 5.0 \times 10^{-8} = 7.8 \times 10^{-8}$$

$$fraction = \frac{7.8 \times 10^{-8}}{1.28 \times 10^{-7}} = 0.61$$

3. Glycineamide hydrochloride(FM=110.54) 1.00 g과 glycineamide(FM=74.08) 1.00 g을 0.100 L에 녹인 용액이 있다. pK_a for glycineamide hydrochloride = 8.04

1) 이 용액의 pH를 구하시오. (5점)

$$pH = pK_a + \log \frac{[G]}{[HG^+]} = 8.04 + \log \frac{\frac{1.00g}{74.08g/mol}}{\frac{1.00g}{110.54g/mol}} = 8.21$$

2) 이 용액에 몇 g의 glycineamide hydrochloride를 가해야 용액의 pH가 8.00이 되는가? (5점)

$$pH = 8 = 8.04 + \log \frac{\frac{1.00}{74.08}}{\frac{x}{110.54}} \Rightarrow x = 1.63g$$

이때 1g의 glycineamide HCl이 $\frac{1}{2}$ 만큼
0.63g만 추가하면 됨.

3) 1)번 용액에 0.100 M NaOH 10.00 mL를 섞을 때 pH는 얼마인가? (5점)



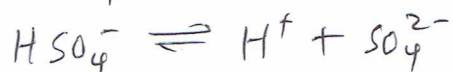
$$mol\ OH^- = 0.100M \times 10.00mL = 1.0\ mmol$$

$$mol\ HG^+ = \frac{1.00}{110.54} - 0.001 = 8.04 \times 10^{-3}\ mol$$

$$mol\ G = \frac{1}{74.08} + 0.001 = 0.0145\ mol$$

$$pH = 8.04 + \log \frac{0.0145}{0.00804} = 8.29$$

4. 0.01 M sulfuric acid의 pH를 구하라. $K_2=0.0103$. (10점)



$$K_2 = \frac{[H^+][SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = 0.0103$$

$$[H^+] = 0.01 + [SO_4^{2-}]$$

$$0.01 = [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}]$$

$$\Rightarrow [H^+] = 0.02 - [HSO_4^-]$$

$$\Rightarrow [HSO_4^-] = 0.02 - [H^+]$$

$$[SO_4^{2-}] = [H^+] - 0.01$$

$$K_2 = \frac{[H^+]\{[H^+] - 0.01\}}{0.02 - [H^+]} = 0.0103$$

$$\Rightarrow [H^+] = 0.0145M$$

$$pH = 1.84$$

5. pH 2.80이고 전체 황(=SO₄²⁻+HSO₄⁻+H₂SO₄)의 농도가 0.200 M인 완충용액 1.00 L를 만들려면 몇 g의 황산(FM=98.08)에 몇 g의 Na₂SO₄(FM=142.04)를 가해야 하는가? (10점)

$$2.80 = 1.987 + \log \frac{[SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} \Rightarrow [HSO_4^-] = 0.154 [SO_4^{2-}]$$

$$\begin{array}{l} \text{initil} \\ \text{final} \end{array} \quad \begin{array}{ccc} H_2SO_4 & + & SO_4^{2-} \rightarrow 2HSO_4^- \\ x & & y \\ - & & y-x \end{array} \quad \begin{array}{c} - \\ 2x \end{array}$$

$$2x = 0.154(y-x)$$

$$\text{mass balance } x + y = 0.200$$

$$\Rightarrow x = [H_2SO_4] = 0.0133 M$$

$$y = [SO_4^{2-}] = 0.187 M$$

$$g H_2SO_4 = 0.0133 \times 1 \times 98.08 = 1.13 g$$

$$g Na_2SO_4 = 0.187 \times 1 \times 142.04 = 26.5 g$$

6. H₂SO₃의 K₁, K₂가 각각 1.39x10⁻², 6.73x10⁻⁸일 때 0.0500 M NaHSO₃ 용액 내의 H₂SO₃, HSO₃⁻, SO₃²⁻의 농도를 구하라. (10점)

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_1 K_2 F + K_1 K_w}{K_1 + F}} \Rightarrow [H^+] = 2.70 \times 10^{-5} M$$

$$K_1 = \frac{[H^+][HSO_3^-]}{[H_2SO_3]} \Rightarrow [HSO_3^-] = 514 [H_2SO_3] \quad \text{①}$$

$$K_2 = \frac{[H^+][SO_3^{2-}]}{[HSO_3^-]} \Rightarrow [HSO_3^-] = 40 [SO_3^{2-}] \quad \text{②}$$

$$\text{mass balance: } [H_2SO_3] + [HSO_3^-] + [SO_3^{2-}] = 0.05 \quad \text{③}$$

①, ②, ③으로부터

$$[H_2SO_3] = 9.68 \times 10^{-5} M, [HSO_3^-] = 0.0498 M, [SO_3^{2-}] = 1.24 \times 10^{-4} M$$

7. 100.0 mL의 0.100 M cocaine(K_b=2.6x10⁻⁶)을 0.200 M HNO₃로 적정할 때 아래 각 점에서의 pH를 구하시오. 각 5점.

1) 49.0 mL가 첨가되었을 때

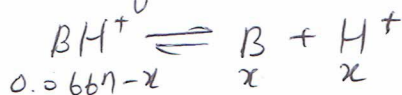
$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = 3.85 \times 10^{-9} \Rightarrow pK_a = 8.41$$

$$pH = 8.41 + \log \frac{[B]}{[BH^+]}$$

$$= 8.41 + \log \frac{1}{49} = 6.72$$

2) 50.0 mL가 첨가되었을 때

equivalence point.



$$[BH^+] = \frac{100 \times 0.1}{100 + 50} = 0.0667 M$$

$$K_a = 3.85 \times 10^{-9} = \frac{x^2}{0.0667 - x} \Rightarrow x = [H^+] = 1.60 \times 10^{-5} M$$

$$pH = 4.80$$

3) 51.0 mL가 첨가되었을 때

$$\text{mol } H^+ = 1 mL \times 0.2 M = 0.2 \text{ mmol}$$

$$[H^+] = \frac{0.2}{100 + 51} = 1.32 \times 10^{-3} M \quad pH = 2.88$$

8. 암모니아를 함유한 유리 세척제 시료 11.043 g에 물 45.000 g을 첨가하여 잘 섞었다. 이 용액에서 4.534 g을 취해 0.1063 M HCl로 적정했을 때 14.22 mL가 소요되었다. 세척제에 함유된 NH_3 (FM=17.031)의 무게 백분율을 구하시오. (10점)

$$\text{mol HCl} = \text{mol NH}_3 = 0.1063 \text{ M} \times 14.22 \text{ mL} = 1.512 \text{ mmol}$$

$$\text{g NH}_3 = 1.512 \times 10^{-3} \times 17.031 = 0.0257 \text{ g}$$

$$\text{전체 무게 } 11.043 + 45.000 = 56.043 \text{ g 중 } 4.534 \text{ g을}$$

취한 것이므로 전체 시료를 증명는

$$\frac{56.043}{4.534} \times 0.0257 \text{ g} = 0.318 \text{ g NH}_3 \text{ 가 있다.}$$

$$\% \text{ NH}_3 = \frac{0.318}{11.043} \times 100 = 2.88\%$$

9. Kjeldahl 분석법을 이용하여 1 mL 당 37.9 mg의 단백질을 함유하는 어떤 용액 256 μL 를 분석하였다. 생성된 암모니아 기체는 0.0336 M HCl 5.00 mL에 포집되었고 남아 있는 산을 완전히 적정하는데 0.0100 M NaOH 6.34 mL가 소요되었다. 단백질에 있는 질소 무게의 함량은 몇 %인가? (10점)

$$\text{NH}_3 \text{와 반응한 HCl mol 수} = 0.0336 \text{ M} \times 5 \text{ mL} = 0.168 \text{ mmol}$$

$$0.01 \text{ M} \times 6.34 \text{ mL} = 0.1046 \text{ mmol}$$

256 μL 증명는

$$37.9 \text{ mg} \times \frac{0.256 \text{ mL}}{1 \text{ mL}} = 9.702 \text{ mg 단백질이 있다.}$$

NH_3 0.1046 mmol 중의 N의 무게

$$= 0.1046 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 14.01 \text{ g/mol} = 1.47 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$\% \text{ N} = \frac{0.00147}{0.009702} \times 100 = 15.1\%$$