

11. 수용액 평형 : 산과 염기

[연습문제 해설과 답]

1. 산과 염기의 정의 : ④

아레니우스 정의는 수용액에서 H^+ 이온을 내놓으면 산, OH^- 이온을 내놓으면 염기이고, 브뢴스테드-로우리의 정의는 수소 이온(H^+ , 양성자)을 내어놓는 물질을 산, 양성자를 받는 물질을 염기라 한다. 루이스의 정의는 비공유 전자쌍을 제공하는 물질이 염기, 비공유 전자쌍을 받아 배위결합을 형성하는 물질을 산이다.

2. 짝산과 짝염기 : ①

짝산은 양성자를 내어놓는 물질이고, 짝염기는 양성자를 받는 물질로서 짝산과 짝염기 사이에 양성자 이동이 일어난다.

3. 브뢴스테드-로우리 산과 염기 정의 : ③ [강원대]

$K_a \times K_b = K_w$ 관계에서 K_b 를 구할 수 있고, Cl^- 의 짝산이 HCl 이고 HCl 의 짝염기가 Cl^- 이다. K_a 가 클수록 센 산이고 짝염기는 더욱 약해진다. pH는 $NaCl < CH_3COONa$ 이다.

4. 다양성자 산의 pH : ⑤ [영남대]

H_2S 는 이양성자 산으로 $K_{a1} \gg K_{a2} (10^{-7} \gg 10^{-13})$ 이므로 이온화로 인한 $[H^+]$ 결정은 주로 K_{a1} 을 이용해 결정할 수 있다. $K_{a1} = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]} = 10^{-7}$ 이므로 H_2S 가 x 만큼 이온화된다고 가정하면

$[H^+] = [HS^-] = x$ 이므로 $\frac{x^2}{0.10 - x} = 10^{-7}$ 에서 $x = [H^+] = 10^{-4} M$ 이고 pH = 4이다.

5. 염의 액성 : ① [조선대]

염의 구성(염에 H^+ , OH^- 이 없는 경우)이 강산과 강염기가 반응한 결과이면 중성, 강산과 약염기가 반응한 결과이면 산성, 약산과 강염기가 반응한 결과이면 염기성이고, 약산과 약염기가 반응한 결과이면 각각의 이온화 상수 크기에 의해 결정된다.

6. 브뢴스테드-로우리의 산과 염기 : ② [전남대]

(가)에서 양성자는 H_2S 에서 H_2O 로 이동해 H_2S 가 산, H_2O 는 염기로 작용한다. (나)에서 양성자 이동은 H_2O 에서 CH_3NH_2 방향이다. H_2O 는 (가)에서 염기로, (나)에서 산으로 작용하며 물에서 H_2S 는 산으로, CH_3NH_2 는 염기로 작용한다.

7. 산과 염기 : ③ [덕성여대]

산화 이온(O^{2-})은 물(H_2O)과 반응해 수산화 이온(OH^-)을 생성한다.

8. 물의 자동 이온화 상수 : ③

K_w 는 온도가 높아지면 증가한다. 순수한 물의 농도는 압력과 관계없이 상수이며, 물이 중성이면 $\text{pH} = \text{pOH}$ 이므로 25°C 에서 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 를 이용해 $\text{pH} = 7.00$ 이다. $\text{pH} = 8.0$ 인 NaOH 수용액 10.0mL를 희석해 1.0L 용액을 만들어도 염기성 용액이 $\text{pH} = 6.0$ 인 산성으로 될 수는 없고 용액의 $\text{pH} \approx 7.0$ 에 가까워진다.

9. 약산의 이온화 상수 : ④

임의의 산(HA)의 이온화도 $\alpha \ll 1$ 이면 $1 - \alpha \approx 1$ 이고 $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ 에서 $K_a = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1 - \alpha)} = c\alpha^2$ 이다.

10. 탄산(H_2CO_3)의 이온화 : ②

$K_{a1} = 4.0 \times 10^{-7}$ 이고 $K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$ 이므로 $[\text{H}^+] \approx [\text{HCO}_3^-]$ 이다. H_2CO_3 의 이온화는 첫 번째 이온화에 거의 의존하고, $[\text{CO}_3^{2-}] = 5.6 \times 10^{-11} \text{ M}$ 이다.

11. 피리딘의 이온화 상수 : ③

피리딘이 용매인 물과 반응했을 때 반응량을 x 라고 하면 $K_b = \frac{x^2}{0.4 - x} = 1.8 \times 10^{-9}$ 이다. pH 는 $14 - \text{pOH} = 9.43$ 이다.

12. 피리디늄 이온의 이온화 상수 : ④

피리디늄 이온의 초기 농도는 $\frac{0.10 \text{ mol}}{0.500 \text{ L}} = 0.20 \text{ M}$ 이고, $K_a \times K_b = K_w$ 이므로 $K_a = \frac{1}{18} \times 10^{-4}$ 이다. 이온화한 정도를 y 라 하면 $\frac{y^2}{0.20 - y} = \frac{1}{18} \times 10^{-4}$ 이고 $y = [\text{H}_3\text{O}^+]$ 이므로 $\text{pH} = 2.98$ 이다.

13. 다양성자 산(H_2A)에서 존재비 : ③

$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}]} = 1.0 \times 10^{-6}$, $K_{a2} = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]} = 2.0 \times 10^{-11}$ 이므로 $\text{pH} = 4.00$ 의 수소 이온 농도를 대입($[\text{H}^+] = 10^{-4} \text{ M}$)하면 $\frac{[\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}]} = \frac{K_{a1}}{[\text{H}^+]}$, $\frac{[\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]} = \frac{K_{a2}}{[\text{H}^+]}$ 관계를 이용해 계산할 수 있다.

14. 염기 : ②

H^+ 를 받을 수 있는 물질이 염기로서 S^{2-} , OH^- 이고 HS^- 는 조건에 따라 양쪽성 물질이다.

15. CH_3COONa 수용액의 pH : ③

아세트산(CH_3COOH)의 $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ 이므로 짝염기인 CH_3COO^- 의 $K_b = \frac{1}{2} \times 10^{-9}$ 이다. 아세트산 이온이 용매인 물과 반응한 정도를 x 라 하면 $\frac{1}{2} \times 10^{-9} = \frac{x^2}{0.010 - x}$ 에서 $x = [\text{OH}^-]$ 이므로 $\text{pOH} = 5.65$ 이고 $\text{pH} = 8.35$ 이다.

16. 해리 백분율 : ②

$\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ 에서 $K_a = 4.0 \times 10^{-6} = \frac{x^2}{0.040 - x}$ 이므로 $x \leq 0.040 \times 0.05$ 임을 확인해 5% rule을 적용한다. 계산 결과 $x = [\text{A}^-] = 4.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이므로 $0.040 \gg x$ 에서 $0.040 - x \approx 0.040$ 을 가정할 수 있고, 해리 백분율($\frac{4.0 \times 10^{-4}}{0.040} \times 100(\%)$)은 1.0%이다.

17. 산의 세기 : ①

짝염기를 안정화시킬 수 있으면 짝산은 세다. 산소와 결합한 중심 원소의 전기음성도가 크면 짝염기의 음전하를 비편재화하는 데 도움이 된다. 결합 에너지가 크면 양성자를 물 분자에 제공하기 어려워 약한 산의 세기가 약해지고, 벤젠 고리에 연결된 작용기가 전자를 끌어당겨 벤젠 고리의 전자 밀도를 떨어뜨리면 벤젠 고리에 결합한 산성 작용기에서 양성자를 이탈시키기 쉬워 산의 세기가 증가한다.

18. 아세트산과 진한 황산 : ④

아세트산이 가지는 두 가지 산소는 비공유 전자쌍을 모두 가지고 있으므로 양성자를 받을 수 있다. 황산이 아세트산보다 양성자를 제공하기 쉬우므로 짝염기는 HSO_4^- 이다.

19. 루이스 염기 : ①

루이스 염기는 비공유 전자쌍을 가진 화학종이므로 산화 이온(O^{2-})이 가진 비공유 전자쌍이 루이스 염기로 작용할 수 있다.

20. 물의 자동 이온화 상수 : ③

물의 자동 이온화는 $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ 인데, 물 분자에서 양성자가 이탈해 다른 물 분자에 결합하므로 온도가 높아지면 K_w 는 증가한다. 산성은 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$, $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (25°C)에서 중성($[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$)이므로 $\text{pH} = 7.00$ 이다. 10°C에서 K_w 값을 모르므로 $\text{pH} = 7.10$ 인 용액의 액성은 알 수 없고, 증류수에 산을 넣으면 물의 자동 이온화로 생긴 수소 이온은 H_3O^+ 은 매우 적은 양이므로 대부분 무시한다.

21. ②

pH = 8.0인 용액은 약하지만 염기성인데, 100배 희석해도 물의 자동 이온화가 영향을 끼칠 수 있으므로 pH = 6.0으로 될 수는 없고 거의 중성(pH = 7.0)이다.

22. 이온화 상수의 변형 : ⑤

$\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]}$ 에서 pH = 3.0이므로 $[H_3O^+] = [H^+] = 10^{-3} M$ 이고 $A^- : HA = 1 : 50$ 이다.

23. 탄산(H_2CO_3)의 성질 : ①

수소는 산소와 결합하고, 이온화 상수는 $K_{a1} \gg K_{a2}$ 이므로 이온화는 거의 1단계에서 이루어지며, 전체 용액의 pH는 1단계에서 결정된다. pH = 3.00이면 가장 우세한 화학종은 H_2CO_3 이다. 완충 용액인 $HCO_3^- : CO_3^{2-} = 1 : 1$ 인 경우, OH^- 가 산인 HCO_3^- 와 반응한다.

24. 해리 백분율과 용액의 pH : ③

해리 백분율이 2.0%이면 $[H^+] = 0.10 \times 0.020 = 2.0 \times 10^{-3} M$ 이다. pH = 2.70이다.

25. 염의 가수 분해 : ⑤

염을 구성하고 있는 양이온과 음이온의 성질에 의해 결정된다. NaCl, $CaCl_2$, KNO_3 의 수용액은 중성, $NaHSO_4$ 는 산성, $KHCO_3$ 의 가수 분해는 $HCO_3^- + H_2O \rightarrow H_2CO_3 + OH^-$ 로 염기성이다.

26. 산의 세기와 결합 에너지 : ④

산의 세기가 $HF \ll HCl < HBr < HI$ 인 것은 HF의 결합 에너지가 다른 할로젠화 수소보다 매우 커서 산의 세기에 영향을 준다.

27. 산소산의 세기 : ⑤

중심 원자에 결합한 산소 수가 많을수록 산의 세기가 세고, 산소와 결합한 원소의 전기 음성도가 클수록 짝염기의 음전하가 비편재화할수록 짝산의 세기가 크다.

28. 산성비 : ①

이산화 탄소가 비에 약간 녹아 탄산($CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$)을 생성하므로 오염이 안 된 비도 약간 산성이다. 화석 연료 속의 황화합물이 산화하여 산성비를 만들고, 도시에서는 주로 자동차 내연 기관에서 대기 중의 질소와 산소가 고온, 고압 조건에서 산성 산화물을 생성해 산성비를 만들 수 있다. 석회석을 가열해 생성된 석회(CaO)가 염기성 산화물이므로 산성 산화물인 SO_2 와 반응해 제거할 수 있다.

29. 암모니아의 pH : ④

암모니아 수용액에서 암모니아가 염기성을 띠므로 x 만큼 이온화해 $K_b = 2.0 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.10 - x}$ 에 5% rule을 적용하면 $x = [OH^-] = \sqrt{2} \times 10^{-3} M$ 이다. 따라서, pH = 11.15이다.

30. 해리 분율 : ②

$\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ 에서 A^- 의 해리 분율은 $\alpha_{\text{A}^-} = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}] + [\text{A}^-]}$ 이다. α_{A^-} 에서 $\frac{K_a}{[\text{H}^+]} = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 이므로

$$\alpha_{\text{A}^-} = \frac{\frac{K_a}{[\text{H}^+]}}{1 + \frac{K_a}{[\text{H}^+]}} = \frac{K_a}{K_a + [\text{H}^+]}$$

이다.

12. 수용액 평형의 응용

[연습 문제 해설과 답]

1. 약산 H_2A 의 중화 : ⑤

H_2A 의 이온화 상수는 $K_{a1} = 2.0 \times 10^{-6}$, $K_{a2} = 1.0 \times 10^{-10}$ 이므로 H_2A 는 약산으로 1단계 이온화가 2단계 이온화보다 훨씬 크다. pH는 H_2A 의 1단계 이온화로 대부분 결정되며, Na_2A 는 가수분해로 생성되는 물질이 아니다. 완전 중화에는 NaOH 용액 40.0 mL가 필요하고, 약산인 것과 중화에 필요한 염기 부피는 무관하다. $pH = 7.0$ 인 용액의 $[H^+] = 10^{-pH}$ 이고, $\frac{K_{a1}}{[H^+]} = \frac{[HA^-]}{[H_2A]}$ 와 같은 방법을 이용하면 $H_2A : HA^- : A^{2-} = 50 : 1000 : 1$ 이다.

2. 염산과 암모니아 수의 적정 : ②

강산인 염산을 약염기인 암모니아 수로 중화하므로 중화점에서 $pH < 7.00$ 이고, 지시약은 산성 영역에서 변색되는 메틸오렌지, 메틸레드 같은 것이 좋다. 10.0 mL는 염산의 절반만 중화한 것이므로 산성 용액이고, 암모니아 수 80.0 mL를 넣으면 그 중 20.0 mL는 중화에 이용되고, 60.0 mL는 중화를 넘치는 용액이다.

3. 완충 용액의 pH : ③

$pH = pK_a + \log \frac{[C_2H_3O_2^-]}{[HC_2H_3O_2]}$ 이므로 $pH = 4.75 - \log 2.0$ 이다. 수소 이온 농도($[H^+]$)는 10^{-pH} 이다.

4. 앙금 생성 : ③

$Pb^{2+} + 2Cl^- \rightarrow PbCl_2 \downarrow$ 와 $Pb^{2+} + S^{2-} \rightarrow PbS \downarrow$ 반응으로 앙금이 생성된다.

5. 완충 용액의 pH : ②

$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$ 이고 0.10 M HA 20.0 mL를 0.10 M의 NaOH로 10.0 mL만 중화했으므로 용액은 완충 용액이 된다. $\log 1 = 0$ 이므로 $pH = pK_a$ 이고 $pH = 4.40$ 이다.

6. 산의 이온화 상수(K_a , 산의 세기) 예측 : ③

K_a 값이 크면 산성이 강하다. pK_a 는 $CH_3COOH < C_6H_5OH < CH_3NH_2 < C_6H_5Cl < CH_3CH_3$ 순이며 염기성이 크면 K_a 가 작다.

7. 아미노산의 성질 : ②

아미노산은 양쪽성 이온(zwitter ion)이고 다양성자성 산으로 작용한다. pH가 1.0(강한 산성)이면 주로 양이온 상태이고, pH 13.0(강한 염기성)인 용액에서 주로 음이온이며, 아미노산은 산성기와 염기성기를 모두 가진다. R에 산성 작용기가 결합하면 삼양성자산이 될 수도 있다.

8. 중화 적정 : ③

강산과 강염기의 적정 반응이 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 이므로 반응하는 $H^+ : OH^- = 1 : 1$ 임을 이용한다. H^+ 몰 수 = $0.10 \text{ M} \times 60 \text{ mL} \times 2 - 0.010 \text{ M} \times (100 + 60) \text{ mL} = OH^-$ 몰 수 = $x \text{ M} \times 100 \text{ mL}$ 에서 x 를 계산하면 0.104 M 이다.

9. 지시약의 원리 : ①

$\frac{K_{HInd}}{[H^+]} = \frac{[Ind^-]}{[HInd]}$ 이므로 변색 범위는 pH 4 ~ 6이다. 지시약이 약산이나 약염기로 중화점 근처에서 색깔이 변하므로 중화에 영향을 덜 주려면 지시약은 1~2방울 정도를 넣는 게 좋다. 액체 한 방울 부피는 0.05 mL 이다.

10. 완충 용액(1) : ④

(a), (c), (d)는 HF와 F^- 로 만들어진 완충 용액이다. 계산을 위해 부피를 각각 10.0 mL 라고 가정하면, (b)는 HF를 NaOH로 완전 중화하는 반응이고, (c)에서 $F^- + H^+ \rightarrow HF$ 반응, (d)에서는 $HF + OH^- \rightarrow F^- + H_2O$ 반응으로 $HF : F^- = 1 : 1$ 이 성립한다.

11. 완충 용액(2) : ④

$pH = pK_a + \log \frac{[CN^-]}{[HCN]}$ 이고 $pK_a = 10 - \log 5.0$ 이므로 $pH = 9.00$ 이다. 완충 용액을 증류수로 희석해도 용액의 pH는 변하지 않는다.

12. 이양성자 산의 중화 : ③

처음 용액의 pH는 1단계 이온화에 의존한다. 이온화 정도를 x 라 하면 $K_{a1} = \frac{x^2}{0.20 - x}$ 이고 5% rule을 적용해 $x^2 = [H^+]^2$ 이므로 양변에 $-\log$ 를 잡으면 $2pH = 7.00$ 이다. NaOH 용액 20.0 mL 를 넣은 용액은 1차 중화로 H_2CO_3 가 대부분 HCO_3^- 로 변한다. 2차 중화로 Na_2CO_3 가 생성된다. 0.010 M NaOH를 충분히 가하면 $pH \approx 12.00$ 이다. 탄산과 NaOH로 만들 수 있는 완충 용액은 pH에 따라 $H_2CO_3/NaHCO_3$ 와 $NaHCO_3/Na_2CO_3$ 두 가지가 가능하다.

13. 앙금 생성과 알짜 이온 반응식 : ④

질산 바륨과 황산 소듐 용액을 섞으면 반응은 $Ba(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2NaNO_3$ 이므로 알짜 반응식은 $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$ 이다.

14. 약염기와 강산의 적정 : ①

$K_a \times K_b = K_w$ 를 이용해 K_a 를 구하면 $\frac{1}{4} \times 10^{-10}$ 이고 중화점에서 $K_a = \frac{x^2}{0.50 - x}$ 에서 $pH = 5.45$ 이다. 중화점이 산성 영역이므로 지시약은 메틸오렌지나 메틸레드가 좋다. 염산을 10.0 mL 를 넣으면 $pH = pK_a = 10 + 2\log 2.0 = 10.60$ 이고, 약염기를 강산으로 중화해도 완전 중화에 소비되는 산의 부피는 같다.

15. 선택적 금속 분리 : ①

염산을 가하면 AgCl 앙금이 생기고 ZnCl₂는 앙금을 만들지 않아 분리가 가능하다. 아세트산과 질산 이온은 어느 이온과도 앙금을 만들지 않고, Ag₂S와 ZnS는 모두 앙금을 만든다.

16. 앙금 생성 반응 방향 : ④

Ba²⁺ 몰 수 = $4.0 \times 10^{-4} \text{ M} \times 0.100 \text{ L} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 같은 방법으로 계산하면 SO₄²⁻ 몰 수 = $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol}$ 이다. $Q_C = 4.5 \times 10^{-9}$ 이므로 $Q_C > K_{sp}$ 이고 BaSO₄ 앙금이 생성된다.

17. 용해도 곱 상수 : ①

수산화 알루미늄은 물에 녹으면 다음과 같이 이온화한다.



pH = 7.00 수용액 속 알루미늄(Al³⁺) 이온 농도는 $K_{sp} = [\text{Al}^{3+}] \times (10^{-7})^3 = 1.0 \times 10^{-33}$ 식을 만족하고, pH = 4.00이면 $[\text{OH}^{-}] = 10^{-10} \text{ M}$ 이므로 $[\text{Al}^{3+}] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이다.

18. 아미노산의 성질 : ④

pH가 낮은 용액에서 아미노산은 양이온으로 존재할 수 있고, 강한 염기성 용액에서는 아미노산이 음이온으로 존재할 수 있다. 양쪽성 이온(zwitter ion)으로 존재할 수 있을 때의 pH를 등전점이라 한다. R 부분에 -COOH가 있으면 산성 아미노산이지만, -CONH₂가 있으면 중성 아미노산이다.

19. 용해도 곱과 몰 용해도 : ③

몰 용해도(mol/L)를 s 라 하면 $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$ 에서 $K_{sp} = s^2 = 2.0 \times 10^{-10}$ 이므로 $s = \sqrt{2} \times 10^{-5}$ 이다.

20. 강산과 강염기 중화 : ①

$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 이므로 $0.10 \text{ M} \times 25.0 \text{ mL} = x \text{ M} \times 50.0 \text{ mL}$ 에서 $[\text{NaOH}] = 0.050 \text{ M}$ 이다.

21. 약산과 강염기 중화 : ②

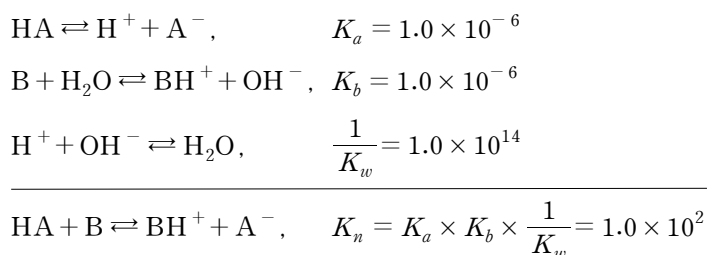
약산인 아세트산(CH₃COOH) 0.10 M 50.0 mL에는 아세트산 5.0 mmol이 있다. NaOH 0.20 g은 5.0 mmol이므로 완전 중화해 염 CH₃COONa이 5.0 mmol 생성된다. 염이 완전히 이온화해 x 만큼 가수분해하면 $\text{CH}_3\text{COO}^{-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^{-}$ 가 생기고 CH₃COO⁻의 $K_b = \frac{1}{2} \times 10^{-9}$

($K_a \times K_b = K_w$ 로 계산) 이용하고, $K_b = \frac{x^2}{0.10 - x}$ 에 5% rule을 적용해 계산하면 pH = 8.85 (pH + pOH = 14.00)이다.

22. 약염기와 강산의 중화 : ④

0.10 M HCl을 사용하므로 염산을 충분히 첨가하면 pH = 1.00이다. 처음 암모니아 수용액은 수산화 이온을 생성해 염기성을 띤다. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 에서 $K_b = \frac{1}{2} \times 10^{-9} = \frac{x^2}{0.10 - x}$ 이므로 $x^2 = [\text{OH}^-]^2 \approx \frac{1}{2} \times 10^{-10}$ 이고 pH = 14 - pOH = 11.15이다. 약염기 NH_3 와 강산인 HCl의 중화 반응이므로 완전 중화한 용액은 산성이다. 염산 25.0 mL를 첨가하면 반만 중화하고 남은 NH_3 용액은 염기성을 나타낸다. 암모니아 용액을 완전 중화하려면 염산 50.0 mL가 소모된다.

23. 중화 반응의 평형 상수 : ①



24. K_a 와 $[\text{H}^+]$ 관계식 변형 : ④

K_a 는 온도에만 영향을 받으므로 $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 식을 변형해 적용하면, $[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$ 에서 pH = 6.00 - log2.0 + log2.0 = 6.00이다.

25. 완충 용액의 구성 : ④

완충 용액은 약산이나 약염기가 짝산/짝염기 형태를 띤다. 강산과 그 짝염기나 강염기와 그 짝산으로 이루어진 용액은 완충 효과를 갖지 않는다. 염소산(HClO_3)은 강산이므로 완충 용액을 구성할 수 없다.

26. 완충 효과를 내는 반응 : ⑤

완충 용액의 짝산은 반드시 염기와 반응하고, 짝염기는 산과 반응한다. 산을 소량 첨가하면 완충 용액의 짝염기가 반응한다. HCO_3^- , H_2S , HF, HClO는 염기(OH^-)와 반응하고, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 완충 용액에서 소량의 산(H^+)을 첨가하면 염기인 NH_3 와 반응한다.

27. 지시약의 변색 범위 : ④

지시약의 이온화 상수를 변형해 $\frac{1.0 \times 10^{-5}}{[\text{H}^+]} = \frac{(\text{염기성형})}{(\text{산성형})}$ 으로 나타내면, 지시약의 변색 범위는 pH 4~6이다.

28. 이양성자성 염기의 적정 : ①

처음 적정할 때 CO_3^{2-} 의 $K_b = \frac{K_w}{K_{a2}}$ 이므로 $K_{1b} = \frac{1}{6} \times 10^{-3}$ 이고, $\text{pOH} = 2.39$ 이다. 염산을 12.5 mL 넣으면 $[\text{CO}_3^{2-}] = [\text{HCO}_3^-]$ 이고, 염산 25.0 mL를 넣으면 1차 중화가 되고 대부분 HCO_3^- 로 전환된다. 탄산(H_2CO_3)은 이양성자산이므로 두 가지 종류 화학종을 완충 용액에 이용할 수 있다. 짝산/짝염기 형태로 구성하며, 그 중 하나는 산성 pH에서 $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ 이고, 다른 하나는 염기성 pH에서 $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ 이다.

29. 몰 용해도 : ①

$\text{PbBr}_2(\text{s})$ 의 몰 용해도(mol/L)를 s 라 하면, $K_{sp} = s(2s)^2 = 4s^3$ 이므로 $s = \frac{\sqrt[3]{3}}{\sqrt[3]{2}} \times 10^{-2}$ 이다.

30. 양이온의 선택적 분리 : ②

Pb^{2+} 와 Cu^{2+} 이온을 분리하려면 어느 하나만 양금을 생성하는 것을 생각하면 된다. HNO_3 를 넣으면 모두 수용성이고, HCl 수용액을 넣으면 PbCl_2 는 양금을 생성하지만 CuCl_2 는 수용성이므로 분리할 수 있다. HCN , H_2S 를 넣으면 모두 양금이 생기고 CH_3COOH 를 넣으면 모두 수용성이다.