



第二章 习题答案

一、填空题

1. 酸和碱不是孤立存在的，当酸给出质子后成为碱；碱接受质子后成为酸。这种关系称为共轭关系。
2. 各类酸碱反应共同的实质是两个共轭酸碱对之间质子传递的反应。
3. 根据酸碱质子理论，物质给出质子的能力越强，酸性就越强，其共轭碱的碱性就越弱。
4. 已知吡啶的 $K_b^\ominus = 1.7 \times 10^{-9}$ ，则其共轭酸的 $K_a^\ominus =$ _____，已知氨水的 $K_b^\ominus = 1.77 \times 10^{-5}$ ，则其共轭酸的 $K_a^\ominus =$ 5.6×10^{-10} 。
5. 如果在室温下，测得某溶液的 H^+ 浓度为 $3.2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ ，则该溶液为酸性溶液，溶液中 OH^- 浓度为 $3.1 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$ ，溶液 pH 为2.5。
6. 能抵抗外加的少量酸、碱或稍加稀释，而保持溶液pH基本不变的溶液称为缓冲溶液。
7. $H_2PO_4^-$ 是两性物质，计算其氢离子浓度的最简公式是 $-\sqrt{K_{a1}^\ominus \cdot K_{a2}^\ominus}$ 。
8. 1 升水溶液中含有 0.20 mol 某一元弱酸 ($K_a^\ominus = 10^{-4.8}$) 和 0.20 mol 该酸的钠盐，则该溶液的 pH 为4.8。
9. 在酸碱滴定中，指示剂的选择是以酸碱滴定突跃范围为依据的。
10. 用 0.100 mol L^{-1} HCl 滴定同浓度 NaOH 的 pH 突跃范围为 9.7~4.3。若 HCl 和 NaOH 的浓度均减小 10 倍，则 pH 突跃范围是8.7—5.3。
11. 在理论上， $c_{HIn} = c_{In^-}$ 时，溶液的 $pH = pK_{HIn}^\ominus$ ，此 pH 称为指示剂的理论变色点。
12. 甲基橙的 $pK_{HIn}^\ominus = 3.4$ ，其理论变色范围的 pH 应为2.4—4.4。



基础化学

13. 指示剂的变色范围越 窄 越好。

14. 0.1 mol L^{-1} 的 H_3BO_3 ($\text{p}K_{\text{a}}^{\ominus} = 9.22$) 不 (是/不) 可用 NaOH 直接滴定分析。

15. 标定 0.1 mol L^{-1} NaOH 溶液时, 将滴定的体积控制在 25 mL 左右, 若以邻苯二甲酸氢钾 ($M = 204.2 \text{ g mol}^{-1}$) 为基准试剂应称取 0.51g 左右; 若改用草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $M = 126.1 \text{ g mol}^{-1}$) 为基准试剂, 则应称取 0.16g 左右。

二、判断题

1. 将 $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ 的 HCl 溶液稀释 1000 倍, 溶液的 pH 等于 8.00。 (\times)
2. 强酸的共轭碱一定很弱。 (\checkmark)
3. 在纯水中加入酸后, 水的离子积会大于 10^{-14} 。 (\times)
4. 将醋酸溶液加水稀释一倍, 则溶液中的氢离子浓度就减少到原来的二分之一。 (\times)
5. 多元弱酸弱碱, 由于各级解离能力几乎差不多, 因此常以第一级解离来讨论。 (\times)
6. H_2S 溶液中 $[\text{H}^+] = 2 [\text{S}^{2-}]$ 。 (\times)
7. 缓冲溶液在任何 pH 条件下都能起缓冲作用。 (\times)
8. 酸碱指示剂的选择原则是变色敏锐、用量少。 (\times)
9. 酚酞在酸性溶液中为无色, 而在碱性溶液中为红色。 (\times)
10. 强酸滴定强碱的滴定曲线, 其突跃范围大小只与浓度有关。 (\checkmark)

三、选择题

1. 下列各组酸碱对中, 不属于共轭酸碱对的是 (D)。
A. $\text{H}_2\text{Ac}^+ - \text{HAc}$ B. $\text{NH}_3 - \text{NH}_2^-$
C. $\text{HNO}_3 - \text{NO}_3^-$ D. $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{SO}_4^{2-}$
2. 已知 0.10 mol L^{-1} 一元弱酸溶液的 $\text{pH} = 3.0$, 则 0.10 mol L^{-1} 其共轭碱溶液的 pH 是 (B)。



基础化学

A. 11.0 B. 9.0 C. 8.5 D. 9.5

3. 下列阴离子的水溶液,若物质的量浓度相同,则何者碱性最强(B)?

A. CN^- ($K_a^\ominus = 4.93 \times 10^{-10}$) B. S^{2-} ($K_{a1}^\ominus = 9.1 \times 10^{-8}$, $K_{a2}^\ominus = 1.1 \times 10^{-12}$)

C. F^- ($K_a^\ominus = 3.53 \times 10^{-4}$) D. CH_3COO^- ($K_a^\ominus = 1.76 \times 10^{-5}$)

4. 计算二元弱酸的 pH 时,若 $K_{a1}^\ominus \gg K_{a2}^\ominus$, 经常(A)。

A. 只计算第一级解离而忽略第二级解离

B. 一、二 级解离必须同时考虑

C. 只计算第二级解离

D. 与第二级解离完全无关

5. 以下各组物质具有缓冲作用的是(A)。

A. $\text{HCOOH}-\text{HCOONa}$

B. $\text{HCl}-\text{NaCl}$

C. $\text{HAc}-\text{H}_2\text{SO}_4$

D. $\text{NaOH}-\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

6. 配制 pH = 10.0 的缓冲液,可考虑选用的缓冲对(D)。

A. $\text{HAc}-\text{NaAc}$

B. $\text{HCOOH}-\text{HCOONa}$

C. $\text{H}_2\text{CO}_3-\text{NaHCO}_3$

D. $\text{NH}_3-\text{NH}_4\text{Cl}$

7. 以下四种滴定反应,突跃范围最大的是(B)。

A. $0.1 \text{ mol L}^{-1} \text{ NaOH}$ 滴定 $0.1 \text{ mol L}^{-1} \text{ HCl}$

B. $1.0 \text{ mol L}^{-1} \text{ NaOH}$ 滴定 $1.0 \text{ mol L}^{-1} \text{ HCl}$

C. $0.1 \text{ mol L}^{-1} \text{ NaOH}$ 滴定 $0.1 \text{ mol L}^{-1} \text{ HAc}$

D. $0.1 \text{ mol L}^{-1} \text{ NaOH}$ 滴定 $0.1 \text{ mol L}^{-1} \text{ HCOOH}$

8. 关于酸碱指示剂,下列说法错误的是(D)。

A. 指示剂本身是有机弱酸或弱碱

B. 指示剂的变色范围越窄越好

C. HIn 与 In^- 的颜色差异越大越好

D. 指示剂的变色范围必须全部落在滴定突跃范围之内

9. 相同浓度的 CO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 三种碱性物质水溶液,其碱性强弱的顺序为(C)。



基础化学



10. 用强碱滴定一元弱酸时,应符合 $cK_a \geq 10^{-8}$ 的条件,这是因为(A)。

- A. $cK_a < 10^{-8}$ 时滴定突跃范围窄
B. $cK_a < 10^{-8}$ 时无法确定化学计量关系
C. $cK_a < 10^{-8}$ 时指示剂不发生颜色变化
D. $cK_a < 10^{-8}$ 时反应不能进行

11. 欲使 0.1 mol L^{-1} HAc 溶液解离度减小, pH 增大, 可加入(B)。

- A. 0.1 mol L^{-1} HCl B. 固体 NaAc C. 固体 NaCl D. H_2O

12. 蒸馏法测定 NH_4^+ , 蒸出的 NH_3 用 H_3BO_3 溶液吸收, 然后用标准 HCl 滴定, H_3BO_3 溶液加入量(C)。

- A. 已知准确浓度 B. 已知准确体积
C. 不需准确量取 D. 浓度、体积均需准确

13. 标定 HCl 和 NaOH 溶液常用的基准物质是(D)。

- A. 草酸和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ B. 硼砂和 EDTA
C. CaCO_3 和草酸 D. 硼砂和邻苯二甲酸氢钾

14. 强酸滴定弱碱, 以下指示剂中不适用的是(C)。

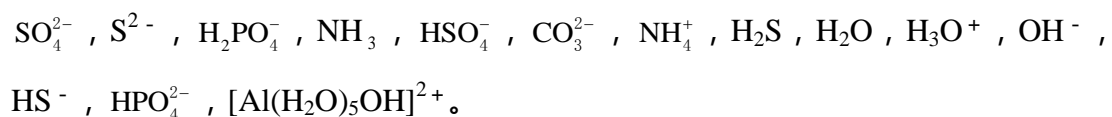
- A. 甲基橙 B. 甲基红 C. 酚酞 D. 溴酚蓝 ($\text{p}K_{\text{HIn}}^\ominus = 4.0$)

15. 碳酸钠标定盐酸应选用下列哪种指示剂(B)。

- A. 酚酞 B. 甲基橙 C. 甲基红 D. 百里酚酞

四、简答题

1. 以下哪些物种是酸碱质子理论的酸, 哪些是碱, 哪些具有两性? 请分别写出它们的共轭碱或酸。





基础化学

解: 质子酸: NH_4^+ H_2S H_3O^+
 对应的共轭碱: NH_3 HS^- H_2O
 质子碱: SO_4^{2-} S^{2-} CO_3^{2-} OH^-
 对应的共轭酸: HSO_4^- HS^- HCO_3^{2-} H_2O

对应的共轭酸: H_3PO_4 NH_4^+ H_2SO_4 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ H_3O^+ H_2S H_2PO_4^-
 酸碱两性: H_2PO_4^- NH_3 HSO_4^- $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$ H_2O HS^- HPO_4^{2-}
 对应的共轭碱: HPO_4^{2-} NH_2^- SO_4^{2-} $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2]^+$ OH^- S^{2-} PO_4^{3-}

2. 欲配制 pH 为 3 左右的缓冲溶液, 应选下列何种酸及其共轭碱(括号内为 pK_a^\ominus)。

HAc(4.74), 甲酸(3.74), 一氯乙酸(2.86), 二氯乙酸(1.30), 苯酚(9.95)

选用一氯乙酸及其共轭碱组成的溶液

五、计算题

1. 在室温下, H_2CO_3 饱和溶液浓度为 0.040 mol L^{-1} , 求室温下, H_2CO_3 饱和溶液的 pH 近似值。已知该温度下 $K_{a1}^\ominus = 4.30 \times 10^{-7}$, $K_{a2}^\ominus = 5.61 \times 10^{-11}$ 。pH=3.9

2. 计算 0.10 mol L^{-1} 的 NH_4Cl 和 0.20 mol L^{-1} 的氨水组成的缓冲溶液的 pH。 pH=9.56

3. 配制 1000 mL pH = 10 其中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的浓度为 0.2 mol L^{-1} 的缓冲溶液, 需 NH_4Cl 晶体多少克? 需 6 mol L^{-1} $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液多少毫升? 如何配制?

1.9g, 33.3mL。

4. 若用 0.02 mol L^{-1} HCl 溶液滴定 20.00 mL 的 0.02 mol L^{-1} 的 KOH 溶液, 试计算化学计量点前 0.1%、化学计量点及化学计量点后 0.1% 时溶液的 pH。可以采用何种指示剂?

解: 化学计量点前:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0.02 \times 0.02}{20+19.98} = 10^{-5} \text{ mol/L} \quad \text{pOH}=5.0 \quad \text{pH}=9.0$$

化学计量点时, 为 $\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\therefore \text{pH}=7.0$

$$\text{化学计量点后, } [\text{H}^+] = \frac{0.02 \times 0.02}{2.0+20.02} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad \text{pH}=5.0$$

$\Delta \text{pH}=9-5$ 酚酞 甲基红均可



基础化学

5. 称取无水 Na_2CO_3 1.3078 g, 溶解后稀释至 250 mL。移取 25.00 mL 上述 Na_2CO_3 溶液, 用以标定 HCl 溶液。已知化学计量点时消耗 HCl 溶液 24.75 mL, 求此 HCl 溶液的浓度?

$$0.0997 \text{ mol L}^{-1}。$$

6. 称纯 CaCO_3 0.5000 g, 溶于 50.00 mL 过量的 HCl 中, 多余酸用 NaOH 回滴, 用去 6.20 mL。1.000 mL NaOH 相当于 1.010 mL HCl 溶液, 求这两种溶液的浓度。

$$c_{\text{HCl}}=0.2284 \text{ mol L}^{-1}, c_{\text{NaOH}}=0.2307 \text{ mol L}^{-1}。$$

7. 吸取密度为 1.004 g mL^{-1} 的醋样 10.0 mL, 置于锥形瓶中, 加入 2 滴酚酞指示剂, 用 $0.1014 \text{ mol L}^{-1}$ NaOH 滴定醋中的 HAc, 如需要 44.86 mL, 则醋样中 HAc 的含量为多少?

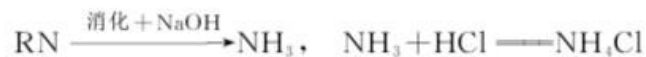
解 由于滴定反应按 1:1 进行, 因此:

$$c_{\text{HAc}} = (cV)_{\text{NaOH}}/V_{\text{HAc}} = (0.1014 \times 44.86)/10.00 = 0.4549 \text{ mol L}^{-1}$$

$$w_{\text{HAc}} = (cVM \times 10^{-3})/(\rho V) = (0.4549 \times 10.00 \times 60.05 \times 10^{-3})/(1.004 \times 10.00) = 0.0272$$

8. 称取 2.449 g 面粉, 经消化处理后加入过量的 NaOH 溶液, 加热, 蒸出的氨吸收在 100.0 mL $0.01086 \text{ mol L}^{-1}$ HCl 标准溶液中, 过量的 HCl 用 $0.01228 \text{ mol L}^{-1}$ NaOH 溶液回滴, 用去 15.30 mL, 计算面粉中粗蛋白质的质量分数(对面粉, 粗蛋白质含量为氮含量乘以 5.7)。

解 测定面粉和小麦中粗蛋白质的过程是: 用 NaOH 处理样品, 将有机氮以 NH_3 的形式蒸出, 用过量的 HCl 溶液吸收氨, 再用 NaOH 标准溶液返滴定 HCl 吸收液。主要反应为



w_{N}

$$= \frac{(0.01086 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100.0 \text{ mL} - 0.01228 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 15.30 \text{ mL}) \times 14.01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.449 \text{ g} \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}}$$

$$\times 100\%$$

$$= 0.514\%$$

$$w_{\text{粗蛋白质}} = w_{\text{N}} \times 5.7 = 0.514\% \times 5.7 = 2.93\%$$