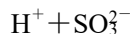


解析 加水, 两溶液中 $c(\text{NH}_4^+)$ 都减小, 故 A 错误; 加入少量 NaOH 固体, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡逆向移动, $c(\text{NH}_4^+)$ 减小, NH_4Cl 中由于发生反应: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 会导致 $c(\text{NH}_4^+)$ 减小, 故 B 错误; 通入少量 HCl 气体, ①中发生酸碱中和反应促进 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离, 所以 $c(\text{NH}_4^+)$ 增大, ②中 NH_4^+ 的水解平衡逆向移动, $c(\text{NH}_4^+)$ 亦增大, 故 C 正确; 升高温度促进 NH_4^+ 的水解, ②中 NH_4^+ 的浓度减小, 故 D 错误。

4. (2019·长春高二检测)光谱研究表明,易溶于水的 SO_2 所形成的溶液中存在着下列平衡:



据此,下列判断中正确的是()

- A. 该溶液中存在着 SO_2 分子
- B. 该溶液中 H^+ 浓度是 SO_3^{2-} 浓度的 2 倍
- C. 向该溶液中加入足量的酸都能放出 SO_2 气体
- D. 向该溶液中加入过量 NaOH 可得到 Na_2SO_3 、 NaHSO_3 和 NaOH 的混合溶液

答案 A

5. [2017·全国卷 I, 28(1)]下列事实中,不能比较氢硫酸与亚硫酸的酸性强弱的是()

- A. 氢硫酸不能与碳酸氢钠溶液反应,而亚硫酸可以
- B. 氢硫酸的导电能力低于相同浓度的亚硫酸
- C. $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢硫酸和亚硫酸的 pH 分别为 4.5 和 2.1
- D. 氢硫酸的还原性强于亚硫酸

答案 D

解析 H_2SO_3 能和 NaHCO_3 反应放出 CO_2 ,说明酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$,而 H_2S 不能和 NaHCO_3 反应,说明酸性: $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{CO}_3$,A 可以; H_2S 、 H_2SO_3 均为二元酸,同浓度时, H_2SO_3 导电能力强,说明溶液中离子浓度大,即电离程度大,酸性强,B 可以;同浓度时, H_2SO_3 酸性强,C 可以;还原性与酸性强弱无关,D 不可以。

6. (2020·银川一中月考)下列化学原理的应用,主要用沉淀溶解平衡原理解释的是()

①热纯碱溶液洗涤油污的能力强 ②误将钡盐[BaCl_2 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$]当作食盐混用后,常用 0.5% 的 Na_2SO_4 溶液解毒 ③溶洞、珊瑚的形成 ④碳酸钡不能作“钡餐”而硫酸钡则能 ⑤泡沫灭火器灭火的原理

- A. ②③④
- B. ①②③
- C. ③④⑤
- D. ①②③④⑤

答案 A

解析 ①⑤是水解平衡原理。

7. (2019·包头一中高二检测)电解质溶液有许多奇妙之处,只有深入思考,才能体会到它的乐趣。下列关于电解质溶液的叙述中正确的是()

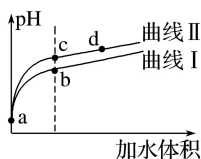
- A. Na_2CO_3 、 NaHCO_3 两种盐溶液中,离子种类不相同
- B. 常温下, $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CH_3COOH 溶液与 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液等体积混合后,所得混合液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

- C. 物质的量浓度相同的 NH_4Cl 和 NH_4HSO_4 两种溶液中, $c(\text{NH}_4^+)$ 前者小于后者
 D. 常温下, 某溶液中由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则此溶液可能是盐酸

答案 C

解析 两种盐溶液中离子种类相同, 阳离子为 Na^+ 、 H^+ , 阴离子为 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- , 故 A 错误; 二者恰好完全反应生成 CH_3COONa , 溶液呈碱性, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 故 B 错误; NH_4HSO_4 电离产生的 H^+ 抑制 NH_4^+ 的水解, $c(\text{NH}_4^+)$ 前者小于后者, 故 C 正确; 溶液中由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 促进水的电离, 而盐酸抑制水的电离, 故 D 错误。

8. (2019·天津, 5) 某温度下, HNO_2 和 CH_3COOH 的电离常数分别为 5.0×10^{-4} 和 1.7×10^{-5} 。将 pH 和体积均相同的两种酸溶液分别稀释, 其 pH 随加水体积的变化如图所示。下列叙述正确的是()



- A. 曲线 I 代表 HNO_2 溶液
 B. 溶液中水的电离程度: b 点 > c 点
 C. 从 c 点到 d 点, 溶液中 $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$ 保持不变(其中 HA、 A^- 分别代表相应的酸和酸根离子)
 D. 相同体积 a 点的两溶液分别与 NaOH 恰好中和后, 溶液中 $n(\text{Na}^+)$ 相同

答案 C

解析 根据 HNO_2 和 CH_3COOH 的电离常数, 可知酸性: $\text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$ 。相同 pH 的两种酸溶液, 稀释相同倍数时, 弱酸的 pH 变化较小, 故曲线 I 代表 CH_3COOH 溶液, A 项错误; 两种酸溶液中水的电离受到抑制, b 点溶液 pH 小于 c 点溶液 pH, 则 b 点对应酸电离出的 $c(\text{H}^+)$ 大, 对水的电离抑制程度大, 故水的电离程度: b 点 < c 点, B 项错误; 溶液中 $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$

$$= \frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{A}^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_a(\text{HA})}, \text{从 c 点到 d 点, HA 的电离平衡正向移动, 但 } K_w、K_a(\text{HA})$$

的值不变, 故 $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$ 不变, C 项正确; 相同体积 a 点的两溶液中, 由于

$c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{HNO}_2)$, 故 $n(\text{CH}_3\text{COOH}) > n(\text{HNO}_2)$, 因此与 NaOH 恰好中和后, 溶液中 $n(\text{Na}^+)$ 不同, D 项错误。

9. 下列有关电解质溶液的说法正确的是()

- A. 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中加入少量水, 溶液中 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 减小

B. 将 CH_3COONa 溶液从 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 升温至 $30\text{ }^\circ\text{C}$, 溶液中 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}$ 增大

C. 向盐酸中加入氨水至中性, 溶液中 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{Cl}^-)} > 1$

D. 向 AgCl 、 AgBr 的饱和溶液中加入少量 AgNO_3 , 溶液中 $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)}$ 不变

答案 D

解析 A 项, $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{K_a}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$, 加水稀释, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 减小, K_a 不变, 所以比值增大, 错误; B 项, $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)} = \frac{1}{K_h}$ (K_h 为水解常数), 温度升高, 水解常数 K_h 增大, 比值减小, 错误; C 项, 向盐酸中加入氨水至中性, 根据电荷守恒: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 此时 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$, 所以 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{Cl}^-)} = 1$, 错误; D 项,

在饱和溶液中 $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)} = \frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{K_{sp}(\text{AgBr})}$, 温度不变, 溶度积 K_{sp} 不变, 则溶液中 $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)}$ 不变, 正确。

10. (2019·江苏, 14 改编)室温下, 反应 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ 的平衡常数 $K = 2.2 \times 10^{-8}$ 。将 NH_4HCO_3 溶液和氨水按一定比例混合, 可用于浸取废渣中的 ZnO 。若溶液混合引起的体积变化可忽略, 室温时下列指定溶液中微粒物质的量浓度关系正确的是()

A. $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水: $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

B. $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液($\text{pH} > 7$): $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) > c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

C. $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液等体积混合: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$

D. $0.6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液等体积混合: $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = 0.3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$

答案 D

解析 A 项, 氨水中存在 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$, 氨水中 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 部分电离, 所以主要以 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 分子形式存在, 两个电离方程式均电离出 OH^- , 所以 $c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+)$, 错误; B 项, NH_4HCO_3 溶液显碱性, 说明 HCO_3^- 的水解程度大于 NH_4^+ 的水解程度, 所以 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$, 错误; C 项, 由物料守恒可知, $n(\text{N}) : n(\text{C}) = 2 : 1$, 则有 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = 2[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$, 错误; D 项, 由物料守恒可知, $n(\text{N}) : n(\text{C}) = 4 : 1$, 则有 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = 4[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ ①, 电荷守恒式为 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ②, 结合①②消去 $c(\text{NH}_4^+)$, 得: $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + 4c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ③, $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液与 $0.6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水等体积混合后, $c(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 由碳元素守恒可知, $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ④, 将③等式两边各加一个 $c(\text{CO}_3^{2-})$, 则有

$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 3c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 3c(\text{CO}_3^{2-})$ ⑤, 将④代入⑤中得, $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 正确。

11. 今有室温下四种溶液, 下列有关叙述不正确的是()

序号	①	②	③	④
pH	11	11	3	3
溶液	氨水	氢氧化钠溶液	醋酸	盐酸

- A. ③和④中分别加入适量的醋酸钠晶体后, 两溶液的 pH 均增大
 B. ②和③两溶液等体积混合, 所得溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
 C. 分别加水稀释 10 倍, 四种溶液的 pH: ①>②>④>③
 D. $V_1 \text{ L}$ ④与 $V_2 \text{ L}$ ①溶液混合后, 若混合后溶液 pH=7, 则 $V_1 < V_2$

答案 D

解析 醋酸钠溶液显碱性, 所以 A 正确; B 项, 假设是强酸和强碱, 且物质的量浓度相同, 等体积混合后溶液呈中性, 但③醋酸是弱酸, 其浓度远远大于②, 即混合后醋酸过量, 溶液显酸性, $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 正确; C 项, 分别加水稀释 10 倍, 假设平衡不移动, 那么①、②溶液的 pH 均为 10, 但稀释氨水使平衡 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 右移, 使①pH>10, 同理醋酸稀释后 pH<4, 正确; D 项, 假设是强酸和强碱, 混合后溶液呈中性, $V_1 = V_2$, 但①氨水是弱碱溶液, 其浓度远远大于④盐酸, 所以需要氨水的体积少, 即 $V_1 > V_2$, D 错误。

12. (2020·武汉测试) CO_2 溶于水生成碳酸。已知下列数据:

弱电解质	H_2CO_3	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
电离平衡常数(25 °C)	$K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$ $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$	$K_b = 1.77 \times 10^{-5}$

现有常温下 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液, 已知 NH_4^+ 的水解平衡常数 $K_h = \frac{K_w}{K_b}$, CO_3^{2-} 第一步水

解的平衡常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a2}}$ 。下列说法正确的是()

- A. 由数据可判断该溶液呈酸性
 B. $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
 C. $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
 D. $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$

答案 C

解析 分析表中数据并结合题给信息知, CO_3^{2-} 的水解程度远大于 NH_4^+ 的水解程度, 常温

下 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液呈碱性, A 项错误; 盐类的水解是微弱的, 则在常温下 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液中: $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$, B 项错误; 根据物料守恒可判断 C 项正确; 根据电荷守恒知 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, D 项错误。

13. 下列有关电解质溶液的说法正确的是()

- A. 将 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 Na_2SO_3 、 FeCl_3 溶液蒸干均得不到原溶质
- B. 保存氯化亚铁溶液时, 在溶液中放少量铁粉, 以防止 Fe^{2+} 水解
- C. 室温下, 向 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CH_3COOH 溶液中加入少量水溶液显碱性的物质, CH_3COOH 的电离程度一定增大
- D. NaCl 溶液和 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液均显中性, 两溶液中水的电离程度相同

答案 A

解析 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 在水中会水解: $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HClO}$, HClO 不稳定, 受热会分解: $2\text{HClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$, 生成的 HCl 会和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCl_2 和 H_2O , 故加热蒸干 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液得到的固体是 CaCl_2 ; 加热 Na_2SO_3 溶液的过程中, $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{SO}_4$, 蒸干会得到 Na_2SO_4 固体; 加热 FeCl_3 溶液: $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$, HCl 挥发, 故加热蒸干会得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 固体, A 项正确; 保存氯化亚铁溶液时, 在溶液中放少量铁粉, 可防止 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , B 项错误; 水溶液显碱性的物质不一定是碱, 如强碱弱酸盐 CH_3COONa , 其水溶液显碱性, CH_3COOH 溶液中加入少量 CH_3COONa , CH_3COO^- 浓度增大, 会抑制 CH_3COOH 的电离, CH_3COOH 的电离程度减小, C 项错误; $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 是能发生双水解的盐, CH_3COO^- 、 NH_4^+ 的水解均会促进水的电离, 溶液中水的电离程度较大, 但溶液中的 H^+ 浓度与 OH^- 浓度相等, 故溶液呈中性, D 项错误。

14. 已知 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 1.0 \times 10^{-16}$ 。下列说法错误的是()

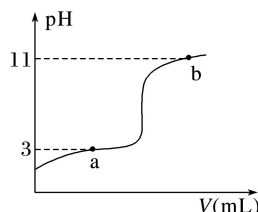
- A. AgCl 不溶于水, 不能转化为 AgI
- B. 在含有浓度均为 $0.001\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Cl^- 、 I^- 的溶液中缓慢加入 AgNO_3 稀溶液, 首先析出 AgI 沉淀
- C. AgI 比 AgCl 更难溶于水, 所以 AgCl 可以转化为 AgI
- D. 常温下, AgCl 若要在 NaI 溶液中开始转化为 AgI , 则 NaI 的浓度必须不低于 $\frac{1}{\sqrt{1.8}} \times 10^{-11}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

答案 A

解析 组成结构相似的物质, 溶度积越小, 其溶解度越小, 越易先形成沉淀, B 项正确; 溶解度小的沉淀转化成溶解度更小的沉淀容易实现, 所以 A 项错, C 项正确; AgCl 溶液中 $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。要使 AgI 形成沉淀, 则 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{I}^-) \geq 1.0 \times 10^{-16}$ 。则 $c(\text{I}^-) \geq$

$$\frac{1.0 \times 10^{-16}}{\sqrt{1.8 \times 10^{-5}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1}{\sqrt{1.8}} \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ D 正确。}$$

15. (2020·山东等级模拟考, 14)25 °C时, 向 10 mL 0.10 mol·L⁻¹ 的一元弱酸 HA($K_a=1.0 \times 10^{-3}$) 中逐滴加入 0.10 mol·L⁻¹ NaOH 溶液, 溶液 pH 随加入 NaOH 溶液体积的变化关系如图所示。下列说法正确的是()

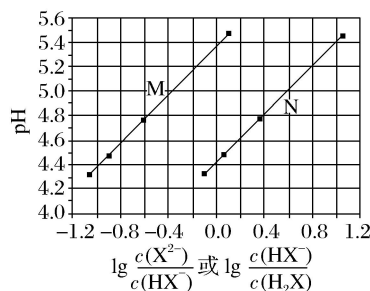


- A. a 点时, $c(\text{HA}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$
- B. 溶液在 a 点和 b 点时水的电离程度相同
- C. b 点时, $c(\text{Na}^+) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$
- D. $V=10 \text{ mL}$ 时, $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{HA})$

答案 A

解析 A 项, a 点时, $\text{pH} = 3$, $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 因为 $K_a = 1.0 \times 10^{-3}$, 所以 $c(\text{HA}) = c(\text{A}^-)$, 根据电荷守恒 $c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{HA}) = c(\text{A}^-)$, 即得 $c(\text{HA}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$, 正确; B 项, a 点溶质为 HA 和 NaA, $\text{pH} = 3$, 水电离出的 $c(\text{OH}^-) = 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; b 点溶质为 NaOH 和 NaA, $\text{pH} = 11$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, OH^- 是由 NaOH 电离和水电离出两部分之和组成的, 推断出由水电离出的 $c(\text{OH}^-) < 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则水电离的 $c(\text{H}^+) > 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 错误; C 项, 根据电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$ 可得, $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)$, 假设 C 选项成立, 则 $c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$, 推出 $c(\text{HA}) + c(\text{H}^+) = 0$, 故假设不成立, 错误; D 项, $V = 10 \text{ mL}$ 时, HA 与 NaOH 恰好完全反应生成 NaA, $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$, 水解后溶液显碱性, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 即 $c(\text{HA}) > c(\text{H}^+)$, 错误。

16. (2017·全国卷 I, 13)常温下将 NaOH 溶液滴加到己二酸(H_2X)溶液中, 混合溶液的 pH 与离子浓度变化的关系如图所示。下列叙述错误的是()

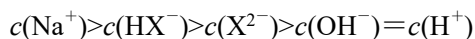


- A. $K_{a2}(\text{H}_2\text{X})$ 的数量级为 10^{-6}

B. 曲线 N 表示 pH 与 $\lg \frac{c(\text{HX}^-)}{c(\text{H}_2\text{X})}$ 的变化关系

C. NaHX 溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

D. 当混合溶液呈中性时:



答案 D

解析 横坐标取 0 时, 曲线 M 对应 pH 约为 5.4, 曲线 N 对应 pH 约为 4.4, 因为是 NaOH 滴定 H_2X 溶液, 所以在酸性较强的溶液中会存在 $c(\text{HX}^-) = c(\text{H}_2\text{X})$, 所以曲线 N 表示 pH 与

$\lg \frac{c(\text{HX}^-)}{c(\text{H}_2\text{X})}$ 的变化关系, B 正确; $\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)} = 1$ 时, 即 $\lg \frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)} = 0$, pH = 5.4, $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-5.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

$K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)} \approx 1 \times 10^{-5.4}$, A 正确; NaHX 溶液中, $c(\text{HX}^-) > c(\text{X}^{2-})$, 即 $\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)} < 1$,

$\lg \frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)} < 0$, 此时溶液呈酸性, C 正确; 当溶液呈中性时, 由曲线 M 可知 $\lg \frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)} > 0$, $\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)} > 1$,

即 $c(\text{X}^{2-}) > c(\text{HX}^-)$, D 错误。

二、非选择题(本题包括 5 小题, 共 52 分)

17. (10 分) 溶液中的化学反应大多是离子反应。根据要求回答下列问题:

(1) 盐碱地(含较多 Na_2CO_3 、 NaCl)不利于植物生长, 试用化学方程式表示:

盐碱地产生碱性的原因: _____;

农业上用石膏降低其碱性的反应原理:

_____。

(2) 若取 pH、体积均相等的 NaOH 溶液和氨水分别用水稀释 m 倍、 n 倍, 稀释后 pH 仍相等, 则 m _____ (填 “>” “<” 或 “=”) n 。

(3) 常温下, 在 pH = 6 的 CH_3COOH 与 CH_3COONa 的混合溶液中水电离出来的 $c(\text{OH}^-) =$ _____。

(4) 25 °C 时, 将 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水与 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸等体积混合, 反应平衡时溶液中 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$, 则溶液显 _____ (填 “酸” “碱” 或 “中”) 性。用含 a 的代数式表示 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离常数 $K_b =$ _____。

答案 (1) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

(2) < (3) $1.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (4) 中 $\frac{10^{-9}}{a-0.01}$

解析 (1) 碳酸钠水解显碱性, 石膏的主要成分是硫酸钙, 硫酸钙与碳酸钠反应生成硫酸钠和碳酸钙沉淀, 降低了碳酸根离子的浓度, 进而降低了碱性。(2) 氨水是弱碱溶液, 稀释过程中电离程度增大, 若取 pH、体积均相等的 NaOH 溶液和氨水分别加水稀释后 pH 仍相等, 则氨水的稀释程度较大。(3) 溶液中的氢氧根离子是由水电离的, 根据离子积常数和溶液的 pH,

求出 $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(4)根据电荷守恒知 $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$, 则 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 溶液为中性。根据混合后的溶液知, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b =$

$$\frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{0.01}{2} \times 10^{-7}}{\frac{a}{2} - \frac{0.01}{2}} = \frac{10^{-9}}{a - 0.01}。$$

18. (8分)(2019·郑州高二检测)(1)25℃时, 浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 6 种溶液: ①HCl; ②CH₃COOH; ③Ba(OH)₂; ④Na₂CO₃; ⑤KCl; ⑥NH₄Cl。溶液 pH 由小到大的顺序为 _____ (填编号)。

(2)25℃时, 醋酸的电离常数 $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$, 则该温度下 CH₃COONa 的水解平衡常数 $K_h =$ _____ (保留到小数点后一位)。

(3)25℃时, pH=3 的醋酸和 pH=11 的氢氧化钠溶液等体积混合后, 溶液呈 _____ (填“酸性”“中性”或“碱性”), 请写出溶液中离子浓度间的一个等式:

_____。

(4)25℃时, 将 $m \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的醋酸和 $n \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液等体积混合后, 溶液的 pH=7, 则溶液中 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) =$ _____, m 与 n 的大小关系是 m _____ n (填“>”“=”或“<”)。

(5)25℃时, 醋酸的电离常数 $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$, 将等体积、等物质的量浓度的醋酸与氨水混合后, 溶液的 pH=7, 则 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离常数 $K_b =$ _____。

答案 (1)①②⑥⑤④③ (2) 5.9×10^{-10} (3)酸性 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$

(4) $\frac{m}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ > (5) 1.7×10^{-5}

解析 (1)①HCl 是一元强酸, ②CH₃COOH 是一元弱酸, ③Ba(OH)₂ 是二元强碱, ④Na₂CO₃ 是强碱弱酸盐, ⑤KCl 是强酸强碱盐, ⑥NH₄Cl 是强酸弱碱盐。酸性: 强酸>弱酸>强酸弱碱盐; 碱性: 强碱>强碱弱酸盐。所以这几种溶液 pH 由小到大的顺序为①②⑥⑤④③。(2)

醋酸中存在电离平衡: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$, $K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$; 该温度下

CH₃COONa 的水解平衡为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$, 水解平衡常数 $K_h = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 。 $K_a \cdot K_h = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = K_w$, 所以 $K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1.7 \times 10^{-5}} \approx 5.9 \times 10^{-10}$ 。

(3)25℃时, pH=3 的醋酸, $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, pH=11 的氢氧化钠溶液, $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} =$

$\frac{10^{-14}}{10^{-11}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 两种溶液中的离子浓度相等。当等体积混合后, 电离的部分恰

好完全中和。但由于醋酸为弱酸, 还有大量未电离的醋酸分子存在, 会继续电离产生 H^+ 和 CH_3COO^- , 所以溶液呈酸性。在溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ 。(4)

19. (9 分)常温下, 将某一元酸 HA(甲、乙、丙、丁代表不同的一元酸)和 NaOH 溶液等体积混合, 两种溶液的物质的量浓度和混合溶液的 pH 如下表所示:

实验编号	$c(\text{HA})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{NaOH})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	混合溶液的 pH
甲	0.1	0.1	$=a$
乙	0.12	0.1	$=7$
丙	0.2	0.1	>7
丁	0.1	0.1	$=10$

(2)乙组混合溶液中 $c(\text{A}^-)$ 和 $c(\text{Na}^+)$ 的大小关系是_____。

- [illegible]

(4)分析丁组实验数据, 写出该混合溶液中下列算式的精确结果(列式): $c(\text{Na}^+) - c(\text{A}^-) =$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2)C

$$(3) c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$$
$$(4)(10^{-4}-10^{-10})$$

解析 (1)一元酸 HA 与 NaOH 等物质的量反应时, HA 酸性强弱可由完全中和后盐溶液的 pH 判断, $a = 7$ 时为强酸, $a > 7$ 时为弱酸。(2)据电荷守恒, 有 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$, 因 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 所以 $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-)$ 。(3)丙为等浓度的 HA 与 NaA 的混合溶液, 由 $\text{pH} > 7$ 知 A^- 的水解程度大于 HA 的电离程度, 离子浓度大小关系为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 。(4)根据电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$, 推导 $c(\text{Na}^+) - c(\text{A}^-) = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = (10^{-4} - 10^{-10}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

20. (12 分)(1)碳酸: H_2CO_3 , $K_{a1}=4.3\times 10^{-7}$, $K_{a2}=5.6\times 10^{-11}$, 草酸: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $K_{a1}=5.9\times 10^{-2}$,

$$K_{a2}=6.4\times 10^{-5}$$

① $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液的 pH _____ $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的 pH。(填“大于”“小于”或“等于”)

② 等浓度草酸溶液和碳酸溶液中，氢离子浓度较大的是_____。

③ 若将等浓度的草酸溶液和碳酸溶液等体积混合，溶液中各种粒子浓度大小的顺序正确的是_____ (填字母)。

- a. $c(\text{H}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$
- b. $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{CO}_3^{2-})$
- c. $c(\text{H}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{CO}_3^{2-})$
- d. $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$

(2) SO_2 会对环境和人体健康带来极大的危害，工业上采取多种方法减少 SO_2 的排放，回答下列方法中的问题。

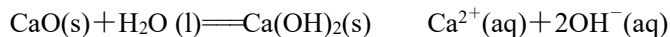
方法 1(双碱法): 用 NaOH 吸收 SO_2 ，并用 CaO 使 NaOH 再生

NaOH 溶液 $\xrightarrow[\text{ii CaO}]{\text{i SO}_2}$ Na_2SO_3 溶液

① 写出过程 i 的离子方程式:

_____;

② CaO 在水中存在如下转化:



从平衡移动的角度，简述过程 ii 中 NaOH 再生的原理:

_____。

方法 2: 用氨水除去 SO_2

③ 已知 25°C ， $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b=1.8\times 10^{-5}$ ， H_2SO_3 的 $K_{a1}=1.3\times 10^{-2}$ ， $K_{a2}=6.2\times 10^{-8}$ 。若氨水的浓度为 $2.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，溶液中的 $c(\text{OH}^-)=$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。将 SO_2 通入该氨水中，当 $c(\text{OH}^-)$

降至 $1.0\times 10^{-7}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，溶液中的 $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)}=$ _____。

答案 (1)①大于 ②草酸 ③ac

(2)① $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ② SO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 生成 CaSO_3 沉淀，平衡正向移动，有 NaOH 生成

③ 6.0×10^{-3} 0.62

解析 (1)①根据电离常数可知草酸的酸性强于碳酸，则碳酸钠的水解程度大于草酸钠，所以 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液的 pH 大于 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的 pH。②草酸的酸性强于碳酸，则等浓度草酸溶液和碳酸溶液中，氢离子浓度较大的是草酸。③草酸的一、二级电离常数均大于碳酸的，所以草酸的电离程度大于碳酸，因此溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$ ，a、c 正确；根据上述分析可知 b、d 错误。

(2)①过程 i 是二氧化硫和氢氧化钠溶液反应生成亚硫酸钠和水,反应的离子方程式为 $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。②过程 ii 加入 CaO , 存在 $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$, 因 SO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 生成 CaSO_3 沉淀, 平衡正向移动, 有 NaOH 生成。

③ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$, 若氨水的浓度为 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $K_b = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 可知 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 2.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 6.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 当 $c(\text{OH}^-)$ 降至 $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, H_2SO_3 的 $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$, 由 $K_{a2} = \frac{c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-)}$, 可知 $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{6.2 \times 10^{-8}}{1.0 \times 10^{-7}} = 0.62$ 。

$$\frac{6.2 \times 10^{-8}}{1.0 \times 10^{-7}} = 0.62。$$

21. (13 分)常温下, 几种物质的溶度积常数见下表:

物质	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	CuCl	CuI
K_{sp}	2.2×10^{-20}	2.6×10^{-39}	1.7×10^{-7}	1.3×10^{-12}

(1)某酸性 CuCl_2 溶液中含少量的 FeCl_3 , 为制得纯净的 CuCl_2 溶液, 宜加入_____调至溶液 $\text{pH}=4$, 使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 此时溶液中的 $c(\text{Fe}^{3+})=_____$ 。

(2)过滤后, 将所得滤液经过_____, _____操作, 可得到 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

(3)由 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体得到纯的无水 CuCl_2 , 需要进行的操作是_____。

(4)某学习小组用“间接碘量法”测定含有 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体的试样(不含能与 I^- 发生反应的氧化性杂质)的纯度, 过程如下: 取 0.800 g 试样溶于水, 加入过量 KI 固体, 充分反应, 生成白色沉淀。用 $0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定, 到达滴定终点时, 消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 40.00 mL 。(已知: $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$)。

①可选用_____作指示剂, 滴定终点的现象是_____。

② CuCl_2 溶液与 KI 反应的离子方程式为_____。

③该试样中 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的质量百分数为_____。

答案 (1) CuO (或碱式碳酸铜、氢氧化铜)

2. $6 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2)蒸发浓缩 冷却结晶

(3)在 HCl 气氛中加热

(4)①淀粉溶液 溶液由蓝色变成无色且半分钟内不变化

② $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ ③85.5%

解析 (1)加入 CuO 或 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 与 Fe^{3+} 水解产生的 H^+ 反应, 使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀; 当 $\text{pH}=4$ 时, 由 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的 K_{sp} 计算 $c(\text{Fe}^{3+})$ 。(3)由 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体得到纯的无水 CuCl_2 , 需考虑避免 Cu^{2+} 的水解产生杂质。(4) CuCl_2 溶液与 KI 发生反应: $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, 所以需选用淀粉溶液作指示剂, 当溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不变化,

确定达到滴定终点；再结合方程式： $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ 和 $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ ，
得到关系式： $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ，确定晶体试样的纯度。