

第 12 期参考答案

一、单项选择题

1.D

提示: NH_4Cl 溶于 D_2O 中, NH_4^+ 可以结合 D_2O 电离产生的 OD^- 从而破坏 D_2O 的电离平衡, 使溶液中的 $c(\text{D}^+) > c(\text{OD}^-)$, 存在的水解平衡为 $\text{NH}_4^+ + \text{D}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{HDO} + \text{D}^+$, D 选项错误。

2.C

提示: NaClO 溶液因 ClO^- 水解使溶液呈碱性, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液呈强碱性, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液因 Al^{3+} 水解使溶液呈酸性, 相同浓度的三种溶液, 溶液的酸碱性差别较大, 可通过测定溶液的 pH 进行定量鉴别, 也可以用酚酞溶液, 通过观察溶液颜色变化[NaClO 溶液粉色较浅, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液较深, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液不变色]进行鉴别, A、B 选项均不符合题意。

NaClO 溶液可氧化 KI 生成单质 I_2 , 液面会由无色变为黄色, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液均不能与 KI 反应, 无法鉴别, C 选项符合题意。

饱和 Na_2CO_3 溶液与 NaClO 溶液不反应, 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液可产生白色沉淀, 与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液发生双水解反应, 生成白色沉淀和气体, 可以鉴别, D 选项不符合题意。

3.D

提示: 电解质的沉淀和溶解是对立的, 当电解质的沉淀速率和溶解速率相等时, 电解质建立了沉淀溶解平衡, 沉淀和溶解又互相统一在这个平衡体系中, A 选项符合上述观点。

氧化剂和还原剂是对立的, 氯气与强碱反应时, 部分氯气体现的氧化性和部分氯气体现的还原性是对立的, 但这两种作用统一在同一反应中, B 选项符合上述观点。

铜锌原电池工作时, 正极和负极同时发生反应, 体现二者的统一关系, 但正极上发生还原反应, 负极上发生氧化反应, 这两种反应是对立的, C 选项符合上述观点。

Li 、 Na 、 K 均为第 I A 族的金属元素, 其核外电子层数依次增多, 原子核对最外层电子的吸引力逐渐减小, 其失电子能力依次增强, 金属性增强, 该变化本质没有体现对统一观点, 本题应选 D 选项。

4.A

提示: A 选项, 根据物料守恒得: $c(\text{Na}^+) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-)$, A 选项错误。

根据碳酸的电离常数得: $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$, $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)}$, $\text{pH}=11$ 的碳酸钠溶液中, $\frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}^+)}{K_{a1}} \cdot \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{H}^+)}{K_{a2}}$, 代入 $c(\text{H}^+) = 10^{-11}$ 得 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) : c(\text{HCO}_3^-) : c(\text{CO}_3^{2-}) = 1 : (10^{11} \cdot K_{a1}) : (10^{22} \cdot K_{a1} \cdot K_{a2})$, B 选项正确。

由 CO_3^{2-} 的水解常数: $K_h = \frac{c(\text{OH}^-)c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$, 得 $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_h}{c(\text{OH}^-)}$, 温度不变, K_h 不变, 加入少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体, $c(\text{OH}^-)$ 增大, 则 $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ 减小, C 选项正确。

$\text{pH}=2$ 的醋酸溶液中满足: $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \approx 10^{-3} \text{ mol/L}$, $\text{pH}=3$ 的硫酸溶液中满足: $c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, $2c(\text{SO}_4^{2-}) \approx 10^{-3} \text{ mol/L}$, 则 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \approx 20c(\text{SO}_4^{2-})$, D 选项正确。

5.B

提示: 上层清液中 Ca^{2+} 不水解, CO_3^{2-} 水解生成 HCO_3^- , 则 $c(\text{Ca}^{2+}) > c(\text{CO}_3^{2-})$, A 选项错误。

向体系中通入 CO_2 , 发生反应: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 难溶的 CaCO_3 转化为可溶的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 溶液中 $c(\text{Ca}^{2+})$ 增大, C 选项错误。

$K_{sp}(\text{CaCO}_3) < K_{sp}(\text{CaSO}_4)$, 则加入 Na_2SO_4 溶液不易将 CaCO_3 向 CaSO_4 有效转化, D 选项错误。

6.D

提示: 向 $20 \text{ mL } 0.4 \text{ mol/L } \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中加入等浓度的 HCl 溶液先后发生反应: ① $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$, ② $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_3$, 之后 H_2CO_3 分解: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。由图象可知, 当加入 $V(\text{HCl}) = 20 \text{ mL}$ 时反应①恰好完全, 此时溶液为 0.2 mol/L 的 NaCl 与 0.2 mol/L NaHCO_3 的混合溶液。继续加入盐酸, 当 $V(\text{HCl}) = 40 \text{ mL}$ 时反应②恰好完全。

未加入稀盐酸前, Na_2CO_3 溶液中, CO_3^{2-} 水解使溶液呈碱性: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, 此时 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$, $c(\text{HCO}_3^-) \approx c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$, $c(\text{CO}_3^{2-}) \approx 0.4 \text{ mol/L}$, 代入 H_2CO_3 的第二步电离平衡常数 $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)} = 4 \times 10^{-11}$, A 选项正确。

b 点时, 溶质为 NaCl 与 NaHCO_3 , 此时满足质子守恒: $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$, 推知, B 选项正确。

c→d 段气体压强不变, 说明未产生 CO_2 气体, 该阶段发生的反应为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$, C 选项正确。

d→e 段, H_2CO_3 分解产生 CO_2 , H_2O , 但仍有少量 H_2CO_3 溶解在溶液中且存在电离平衡: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$, 向溶液中继续加入 HCl 时, 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, 平衡逆向移动, $c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 增大, 促使 H_2CO_3 继续分解产生 CO_2 气体, 导致体系压强继续增大, D 选项错误。

二、不定项选择题

7.D

提示: H_2B 是二元弱酸, 有两次滴定突变, HA 为一元弱酸, 只有一次滴定突变, 则 X 曲线代表 H_2B , Y 曲线代表 HA 。

比较图中 c、d 点数值可知, HA 消耗的 $V(\text{NaOH})$ 小于 H_2B 消耗的 $V(\text{NaOH})$ 的 2 倍, 则 $c_1 > c_2$, A 选项错误。

H_2B 、 HA 恰好完全中和时, 产物均为强碱弱酸盐, 水溶液均呈碱性, 可用酚酞作为指示剂, 但不可用甲基橙作为指示剂, B 选项错误。

完全中和 H_2B 达到终点时消耗 $V(\text{NaOH}) = 10.60 \text{ mL}$,

若 a 点 $V(\text{NaOH}) = 7.95 \text{ mL}$, 即总量的 $\frac{3}{4}$, 则溶液中的溶质为 NaHB 和 Na_2B , 且二者物质的量浓度之比为 1:1, a 点时满足电荷守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = 2c(\text{B}^{2-}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{HB}^-) \cdots \cdots$ ①。根据物料守恒有 $2c(\text{Na}^+) = 3c(\text{B}^{2-}) + 3c(\text{HB}^-) + 3c(\text{H}_2\text{B}) \cdots \cdots$ ②。由②-①可得: $c(\text{OH}^-) + c(\text{Na}^+) = c(\text{H}^+) + c(\text{B}^{2-}) + 2c(\text{HB}^-) + 3c(\text{H}_2\text{B})$, a 点时溶液呈酸性, 则 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 进一步推知, a 点时 $c(\text{Na}^+) > 2c(\text{HB}^-) + c(\text{B}^{2-}) + 3c(\text{H}_2\text{B})$, C 选项错误。

HA 溶液中存在物料守恒关系: $c(\text{HA}) + c(\text{A}^-) = c_1$, 质子守恒关系: $c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$, 进一步推得: $c(\text{HA}) + 2c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c_1$, D 选项正确。

8.BD

提示: 由 a 点可得, B^{2-} 的水解常数 $K_{h2} = \frac{c[\text{B}(\text{OH})_2] \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{B}^{2-})} = c(\text{H}^+) \approx 1 \times 10^{-8}$, 由 b 点可知, $[\text{B}(\text{OH})_2] \cdot$ 的水解常数 $K_{h2} = \frac{c[\text{B}(\text{OH})_2] \cdot c(\text{H}^+)}{c[\text{B}(\text{OH})_2]} = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-10}$, $\text{B}(\text{OH})_2$ 的一级电离常数 $K_{a1} = \frac{c[\text{B}(\text{OH})_2] \cdot c(\text{OH}^-)}{c[\text{B}(\text{OH})_2]} = c(\text{OH}^-) = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-4}$, A 选项正确。

$\text{B}(\text{OH})_2$ 的电离常数 $K_{a1} = 1 \times 10^{-4}$, $[\text{B}(\text{OH})_2]$ 的水解常数 $K_{h2} = 1 \times 10^{-10} < K_{a1}$, 则等物质的量的 $\text{B}(\text{OH})_2$ 和 $\text{B}(\text{OH})\text{Cl}$ 组成的混合溶液中, $\text{B}(\text{OH})_2$ 的电离程度大于 $\text{B}(\text{OH})\text{Cl}$ 的水解程度, 溶液呈碱性, B 选项错误。

少量的硫酸与 $\text{B}(\text{OH})_2$ 反应得到的盐为 $[\text{B}(\text{OH})_2]\text{SO}_4$, 硫酸过量时, 生成 BSO_4 , C 选项正确。

根据质子守恒, 在 BCl_2 溶液中, $c(\text{H}^+) = c[\text{B}(\text{OH})_2] + 2c[\text{B}(\text{OH})_2] + c(\text{OH}^-)$, D 选项错误。

9.B

提示: 加入 NaOH 会引入新的杂质 Na^+ , 可以加入 CuO , A 选项错误。

图乙中, 当 $-\lg c(\text{Ca}^{2+}) = 0$ 时, $-\lg c(\text{CO}_3^{2-}) = 8.3$, 则 $c(\text{Ca}^{2+}) = 1 \text{ mol/L}$, $c(\text{CO}_3^{2-}) = 10^{-8.3}$, CaCO_3 的溶度积常数 $K_{sp} = c(\text{Ca}^{2+}) \times c(\text{CO}_3^{2-}) = 10^{-8.3}$, 同理推知 MgCO_3 的溶度积常数 $K_{sp} = c(\text{Mg}^{2+}) \times c(\text{CO}_3^{2-}) = 10^{-5.5}$, 题给反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{MgCO}_3)}{K_{sp}(\text{CaCO}_3)} = 10^{28}$, B 选项正确。

图丙中, 曲线下方的阴影区域会生成沉淀, 曲线上为难溶物的饱和溶液, 故阴影部分中只有 Ag_2CrO_4 沉淀, C 选项错误。

由图象可知, 阴离子浓度较大且 $c(\text{Ag}^+)$ 相同时, $c(\text{CrO}_4^{2-}) > c(\text{Cl}^-)$, 根据沉淀溶解平衡原理可知, 溶液中 Ag^+ 先与 Cl^- 反应生成沉淀, 因此不能用 NaCl 溶液做指示剂, D 选项错误。

三、填空题

10. (1) $[\text{B}_2\text{O}_3 \cdot (\text{OH})_4]^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{B}(\text{OH})_3 + 2[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 9.34

(2) CaSO_4 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 5.5×10⁻⁴ CaO 、 Na_2CO_3

(3) 加入纯碱将精制 I 所得滤液中的 Ca^{2+} 转化为 CaCO_3 (或除去精制 I 所得滤液中的 Ca^{2+}), 提高的 Li_2CO_3 的纯度 盐酸 浓缩液中因 CO_3^{2-} 浓度过大, 使得 Li^+ 过早沉淀, 即浓缩得到的 NaCl 晶体中会混有 Li_2CO_3 , 最终所得 Li_2CO_3 的产率减小

提示: 卤水中加入盐酸脱硼, 将其转化为含硼固体, 通过过滤除去, 此时剩余溶液中主要含有 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Li^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 H^+ 。

浓缩结晶过程促进了 Mg^{2+} 的水解, 类比 MgCl_2 的水解可知, 产物为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 HCl , 通过煅烧, 可除去 HCl 气体, 同时, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 转化为 MgO 固体。

水浸后, 通过过滤除去难溶于水的 MgO 固体, 溶液中剩余的离子主要有 Na^+ 、 Li^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} , 此外还有未完全水解的 Mg^{2+} 。

精制 I 中加入生石灰, 与 SO_4^{2-} 结合生成 CaSO_4 固体, 同时与 Mg^{2+} 结合形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, 实现二次除镁, 则滤渣 I 为 CaSO_4 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体。

在精制 II 环节中加入纯碱, 可将精制 I 中引入的 Ca^{2+} 转化为 CaCO_3 沉淀, 结合图 6 中 Li_2CO_3 的溶解度较小可知, 要想只除去 Ca^{2+} , 而不除去 Li^+ , 则应将 CO_3^{2-} 的浓度控制在合理的范围, 推知滤渣 II 为 CaCO_3 , 此时溶液中含有的离子主要有 Na^+ 、 Li^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 。

操作 X 加入稀盐酸, 可除去溶液中引入的 CO_3^{2-} , 结合图 6 溶解度, 可知, 经过浓缩, NaCl 结晶析出, 而 Li^+ 仍在溶液中, 沉降环节中再加入饱和 Na_2CO_3 溶液, 可将 Li^+ 转化为 Li_2CO_3 , 从而得到目标产物 Li_2CO_3 。

(2) $K_{sp}(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 2.2 \times 10^{-3}$, 当 $c(\text{Li}^+) = 2.0 \text{ mol/L}$ 时, $c(\text{CO}_3^{2-}) = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, 当 $c(\text{CO}_3^{2-}) < 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 时, Li^+ 不会转化为 Li_2CO_3 沉淀。

若脱硼后直接进行精制 I, 则不会发生 Mg^{2+} 的水解, 也会因此无法除去 HCl , 此外溶液中会因为 Mg^{2+} 的存在, 导致在精制 I 中增加生石灰的用量来除去 Mg^{2+} , 同时会引入更多的 Ca^{2+} , 导致在精制 II 中增加纯碱的用量。

(3) 操作 X 是为了除去剩余的 CO_3^{2-} , 为防止引入杂质, 应选择稀盐酸作为除杂试剂, 若不进行该操作直接浓缩, 将导致浓缩液中 CO_3^{2-} 浓度过大, 使得 Li^+ 过早沉淀, 即浓缩得到的 NaCl 晶体中会混有 Li_2CO_3 , 导致最终所得 Li_2CO_3 的产率减小。

11. I. 粉红色

II. (1) H_2 CO_2

(2) $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ $\text{Co}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CoCO}_3 \downarrow$

(3) C

(4) ①减少洗涤过程中晶体损失, 利用酒精挥发带走晶体表面的水分, 起干燥作用

②灼烧时氯化亚钴遇水易发生水解反应: $\text{CoCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl}$, 在 HCl 气氛中可抑制其水解, 避免氯化亚钴转化为碱或氧化物造成误差

③D ④

提示: (4) ③指示剂的作用是指示 Cl^- 恰好完全沉淀, 即使 Cl^- 先形成白色沉淀, 再滴入 AgNO_3 溶液时, 产生不同颜色的沉淀来指示滴定终点。

KCl 会产生 AgCl 白色沉淀, 没有明显的颜色变化, A 选项错误。

根据表中 K_{sp} 数据可知, AgSCN 的溶解度比 AgCl 小, 用 KSCN 做指示剂会先形成 AgSCN 沉淀, B 选项错误。

$K_{sp}(\text{Ag}_2\text{S}) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 2.0 \times 10^{-48}$, 则 $c(\text{S}^{2-}) = \sqrt[3]{\frac{2.0 \times 10^{-48}}{4}} \text{ mol/L}$; $K_{sp}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 2.0 \times 10^{-10}$, 则 $c(\text{Cl}^-) = \sqrt{2.0 \times 10^{-10}} \text{ mol/L}$, 显然 Ag_2S 的溶解度小于 AgCl , 滴加时会先形成 Ag_2S 沉淀, C 选项错误。

$K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = 2.0 \times 10^{-12}$, 则 $c(\text{CrO}_4^{2-}) = \sqrt[3]{\frac{2.0 \times 10^{-12}}{4}} \text{ mol/L} > \sqrt{2.0 \times 10^{-10}} \text{ mol/L}$, 说明 Ag_2CrO_4 的溶解度大于 AgCl 的溶解度, 可选择 Ag_2CrO_4 作为指示剂, D 选项正确。

12. (1) $6\text{NH}_4^+ + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{NH}_3 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$)

(2) 90

(3) ①A ② 2×10^{-8} - 2×10^{-9}

(4) ①溶液的 pH

②30 探究温度对氯化铵水解平衡的影响

③>

提示: (2) AgCl 转化为 AgSCN 的离子方程式为 $\text{AgCl} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN} + \text{Cl}^-$, 平衡常数 $K = \frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{SCN}^-)} = \frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{K_{sp}(\text{AgSCN})} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{2.0 \times 10^{-12}} = 90$ 。

(3) ②当加入盐酸体积为 50 mL 时, 溶液 $\text{pH}=9$, 溶液中存在等浓度的一水合氨、氯化铵, 溶液中存在电荷守恒 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 物料守恒 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2c(\text{Cl}^-)$, 得到 $c(\text{NH}_4^+) - c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2c(\text{OH}^-) - 2c(\text{H}^+) = 2 \times 10^{-5} \cdot 2 \times 10^{-9}$ 。

(4) ①由提供的试剂和仪器可知, pH 计用于准确地测定溶液的 pH, 所以待测物理量是溶液的 pH。

②探究浓度对氯化铵水解平衡的影响, 则温度必须相同, 所以实验 II 的温度与实验 I 相同, 即为 30°C ; 实验 I 与实验 III 浓度相同, 温度不同, 所以实验 III 是探究温度对氯化铵水解平衡的影响。

③水解反应属于吸热反应, 升高温度促进水解, 氢离子浓度增大, 则当浓度相同时, 温度高的溶液 pH 小; 稀释虽然可以促进水解, 但是体积变化引起的浓度减小占主要因素, 则稀释会导致溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小, pH 增大, 即当温度相同时, 浓度小的溶液 pH 大。综上可得 IV 的 pH 小, 即 $y > m$ 。

化学人教

第 9 期参考答案

2 版课堂测评

§3.2 水的电离和溶液的 pH

第 1 课时 水的电离

1.A

提示: 注意 C 选项, Cl_2 与水反应生成 HCl 和 HClO , 电离产生的 H^+ 能抑制水的电离, C 选项不符合题意。

2.D

提示: NaOH 电离产生的 OH^- 和 NaHSO_4 电离产生的 H^+ 均会抑制水的电离, 但 NaOH 属于碱, NaHSO_4 属于盐, 本题应选 D 选项。

3.A

提示: 水的离子积只和温度有关, 和溶液的组成无关, 常温下, $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 。

4.D

提示: 升高温度促进水的电离, $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 同等程度地增大, 但仍满足 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 水的电离程度增大, 离子积常数增大, D 选项正确。

第 2 课时 溶液的酸碱性 with pH

1.D

提示: 溶液的酸碱性取决于溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 、 $c(\text{H}^+)$ 的相对大小, 当 $c(\text{OH}^-) < c(\text{H}^+)$ 时, 溶液呈酸性, 本题应选 D 选项。

2.C

提示: 注意 D 选项, 饱和 SO_2 溶液和饱和 CO_2 溶液的浓度不相等, 浓度不同也会影响溶液的 pH 测定, 因此不能通过测定两种饱和溶液的 pH 判断酸性强弱, D 选项错误。

3.D

提示: 由水电离产生的 $c(\text{H}^+)$ 为 $$

2 版课堂测评

§3.3 盐类的水解

第 1 课时 盐类的水解

1.D
提示:向水中加入少量 NaCl,不影响水的电离平衡,A 选项错误。
将水加热煮沸,促进水的电离,但始终满足 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$,B 选项错误。
向水中加入少量 Na_2CO_3 , CO_3^{2-} 结合水电离产生的 H^+ 促进水的电离平衡正向移动,使溶液中 $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$,C 选项错误。

2.A
提示: AlCl_3 电离产生的 Al^{3+} 结合水电离产生的 OH^- ,促进水的电离,使溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,溶液显酸性。
3.B
提示:由水电离的 $c(\text{H}^+) = 10^{-13} \text{mol/L}$ 的溶液 pH 为 1 或 13,在强酸性或者强碱性溶液中 HCO_3^- 都不能大量存在,D 选项不符合题意。

4.(1) $<$ $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$
(2)碱 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
(3) $<$ $>$
提示:(3) HSO_3^- 能电离: $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$, HSO_3^- 能水解: $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$, NaHSO_3 溶液的 $\text{pH} < 7$,说明 HSO_3^- 的电离程度 $>$ 水解程度,则 NaHSO_3 溶液中 $c(\text{H}_2\text{SO}_3) < c(\text{SO}_3^{2-})$ 。同理可推知: HCO_3^- 的电离程度 $<$ 水解程度,则 NaHCO_3 溶液中 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$ 。
5.D
提示:A 选项表示的是水的电离,A 选项错误。
B 选项表示的是 HCO_3^- 与 OH^- 的离子反应,B 选项错误,C 选项正确。
C 选项表示的是 CO_2 和 H_2O 反应生成 H_2CO_3 的化学反应,C 选项错误。

第 2 课时 影响盐类水解的主要因素
1.A
提示:加入 NaOH,平衡逆向移动,但是平衡移动中 OH^- 的减少量远小于加入的 OH^- 的量,pH 增大,D 选项错误。
2.A
提示:A 选项,通入 CO_2 会发生反应: $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^-$,导致 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 进一步减小。
B 选项,加入 NaHCO_3 固体会导致 $c(\text{HCO}_3^-)$ 增大,抑制 CO_3^{2-} 的水解,使 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 更接近 0.01mol/L 。
C 选项,降温会使水解平衡逆向移动,促使 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 更接近 0.01mol/L 。
D 选项,加入适量 KOH 固体, $c(\text{OH}^-)$ 增大,抑制 CO_3^{2-} 的水解,可以使 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 更接近 0.01mol/L 。
3.B
提示:①水解反应为吸热反应,则升高温度,水解平衡正向移动,水解平衡常数一定增大。
③电解质的电离为吸热过程,升高温度促进弱电解质的电离,水的离子积增大。
符合条件的是②④。

第 3 课时 盐类水解的应用
1.B
提示: K_2CO_3 与 NH_4Cl 相互促进水解,发生双水解反应,生成的氨气会使氮肥肥效降低,B 选项正确。
2.C
提示:③ $\text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3$;
 $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{HCl} + \text{Al}(\text{OH})_3$,HCl 挥发, $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$;最后得到的产物不同。
④ $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl}$,HCl 挥发, $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO}$;
 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$, H_2SO_4 难挥发,二者反应又产生 CuSO_4 ,得到的固体是 CuO ;最后得到的产物不同。
3.(1)生成红褐色沉淀
(2)少量浓盐酸
(3) MgCO_3 与 Fe^{3+} 水解产生的 H^+ 反应,促进 Fe^{3+} 的水解,使得 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而被除去
提示:(2)为防止浑浊,应加入少量浓盐酸抑制 FeCl_3 水解。
(3) MgCO_3 与 Fe^{3+} 水解产生的 H^+ 反应促进 Fe^{3+} 的水解,使平衡正向移动,生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀被除去。

4.C
提示:碳酸氢钠溶液呈碱性,说明 HCO_3^- 的水解程度大于其电离程度,则 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$,A 选项错误。
水解程度越大溶液的 pH 越大,水解程度: $\text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$,则溶液 $\text{pH}:\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$,B 选项错误。
碳酸钠溶液中滴加稀盐酸至 $\text{pH}=7$ 时,溶液中溶质含有 NaCl、 NaHCO_3 、 H_2CO_3 ,D 选项错误。
5.B
提示:向醋酸钠溶液中加入适量醋酸,得到的混合

溶液呈酸性,则 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,溶液中存在电荷守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{Na}^+) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$,水的电离程度很小,则溶液中存在: $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,B 选项错误。
6.(1)碱性 $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$
(2)B
(3) $c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{OH}^-)$
提示:(1)由 $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^{2-}$ 可知, A^{2-} 会水解: $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$,导致 Na_2A 溶液呈碱性。
(2)由于 H_2A 完全电离产生 H^+ 与 HA^- ,说明 HA^- 不发生水解,不结合水电离产生的 H^+ 。据此可知,在 Na_2A 溶液中,根据质子守恒,有: $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HA}^-)$,A 选项正确。根据电荷守恒,有: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$,B 选项错误。根据物料守恒,有 $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{A}^{2-}) + 2c(\text{HA}^-)$,C 选项正确。一定要注意溶液中无 H_2A 。
(3)因 HA^- 只电离不水解,则 NaHA 溶液显酸性,溶液中各离子浓度大小关系为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{OH}^-)$ 。

3 版素养测评

一、单项选择题
1.A
提示: HSO_4^- 在水溶液中部分电离,说明 SO_4^{2-} 可发生水解: $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{OH}^-$,因此常温下, Na_2SO_4 的水溶液显碱性。
2.D
提示:“84”漂白液中的 NaClO 能水解生成 HClO,HClO 具有漂白性,可用作漂白液,D 选项正确。
3.B
提示:碱性溶液能使甲基橙变黄,A 选项正确。
由 0.1mol/L NaA 溶液的 $\text{pH}=9.32$,说明 A⁻能发生水解: $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$,由此推知 HA 为弱酸,B 选项错误,C 选项正确。
稀释可促进水解,则 0.01mol/L NaA 溶液中,A⁻的水解程度大于 0.1mol/L NaA 溶液中 A⁻的水解程度,D 选项正确。
4.C
提示:盐类水解是吸热反应,升温促进水解,因此,其他条件相同时, 50°C 的 FeCl_3 溶液中 Fe^{3+} 的水解程度比 20°C 的大,C 选项错误。
5.C
提示:首先根据 K_a 大小确定 HF、HCN 的酸性强弱: $\text{HF} > \text{HCN}$ 。NaF 和 NaCN 在溶液中都可能发生水解反应: $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$, $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$ 。
根据盐类水解规律,推出 NaCN 的水解程度大于 NaF 的水解程度,则 NaCN 溶液碱性较强,NaF 溶液中的 $c(\text{OH}^-) < \text{NaCN}$ 溶液中的 $c(\text{OH}^-)$ 。Na⁺不参与反应,两溶液的 $c(\text{Na}^+)$ 相等。根据 $K_b = c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)$,推出 NaF 溶液中的 $c(\text{H}^+) > \text{NaCN}$ 溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 。
NaF 溶液中离子总数目为:
 $n_1 = [c(\text{F}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)] \times V \times N_A$,
NaCN 溶液中离子总数目为:
 $n_2 = [c(\text{CN}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)] \times V \times N_A$,
每个算式中有三个变量,直接比较无法实现。
根据溶液中的电荷守恒得:
 $c(\text{F}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$,
 $c(\text{CN}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$,
NaF 溶液中离子总数目表示为: $n_1 = 2[c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)] \times V \times N_A$,
NaCN 溶液中离子总数目: $n_2 = 2[c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)] \times V \times N_A$,
 $c(\text{Na}^+)$ 相等,通过比较 $c(\text{H}^+)$ 大小即可得出答案。

二、不定项选择题
6.AC
提示: Na_2SO_3 溶液中满足物料守恒: $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$;
 NaHSO_3 溶液中满足物料守恒: $c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$,则当 Na_2SO_3 和 NaHSO_3 溶液等体积、等物质的量浓度混合时,满足:
 $2c(\text{Na}^+) = 3[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$,B 选项错误。
实验 4 反应过程中 NaHSO_3 和 NaOH 恰好反应生成 Na_2SO_3 时,因 Na_2SO_3 是弱酸强碱盐,能促进水的电离,此时水的电离程度最大。当 NaOH 过量后会抑制水的电离,整个过程中水的电离程度先增大后减小,D 选项错误。
7.B
提示:实验 II 中, NH_4^+ 水解使溶液呈酸性,可促进 HCO_3^- 的水解,使溶液变澄清,B 选项错误。
三、填空题
8.(1)① $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$
② $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
③ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$
(2)① $<$ ② $>$ ③ $>$
(3)① $3\text{HCO}_3^- + \text{Al}^{3+} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$

②硫酸铝溶液因 Al^{3+} 水解,使溶液呈酸性,在酸性环境中,铁筒会被腐蚀
③碳酸钠与酸反应产生二氧化碳的速率较慢,且消耗酸较多
提示:(3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 水解使溶液呈酸性。 NaHCO_3 水解使溶液呈碱性,当这两种溶液混合时,导致 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NaHCO_3 水解均急速正向进行,生成 H_2CO_3 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$,生成的 H_2CO_3 分解产生大量 CO_2 气体,使泡沫灭火器内的压强迅速增大,所以两种药液混合就会喷出含 CO_2 的白色泡沫。
9.(1) $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
(2)C
(3)BC
(4) $<$ $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$
(5) $m > n$
提示:(4)常温下, $\text{pH}=3$ 的 CH_3COOH 溶液的物质的量浓度大于 $\text{pH}=11$ 的 NaOH 溶液的物质的量浓度,二者等体积混合后, CH_3COOH 有剩余,所得溶液呈酸性,则有 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$,推知 $c(\text{Na}^+) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 。
(5)常温下,等物质的量浓度的醋酸溶液和 NaOH 溶液等体积混合后,所得 CH_3COONa 溶液显碱性,欲使二者等体积反应后溶液呈中性,则 CH_3COOH 应过量,推知 $m > n$ 。

10.(1)① HNO₃ ② = ③ > ④ 10
(2)① $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^-$,
 $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^-$
②酸 HC_2O_4^- 的水解常数 $K_h = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = \frac{K_w}{K_{a1}} < K_{a2}$,推知 HC_2O_4^- 的电离程度大于其水解程度
③ $\frac{3}{2}$
提示:(1)④常温下, $\text{pH}=2$ 的硝酸溶液中, $c(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{mol/L}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-12} \text{mol/L}$, $\text{AG} = \lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = \lg \frac{10^{-2}}{10^{-12}} = 10$ 。
(2)③ NaHC_2O_4 溶液中满足物料守恒: $c(\text{Na}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$,
 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中满足物料守恒: $c(\text{Na}^+) = 2 \times [c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)]$,当 NaHC_2O_4 溶液和 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液等体积等物质的量浓度混合时,满足:
 $2c(\text{Na}^+) = 3 \times [c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)]$,推知 $\frac{c(\text{Na}^+)}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{3}{2}$ 。

4 版能力提升训练

一、选择题
1.A
提示:向盐酸中加入氨水至中性时, $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$,电荷守恒关系为 $c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+)$,则 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_4^+)$,溶液中 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{Cl}^-)} = 1$,B 选项错误。
NaHB 是弱酸酸式盐,HB⁻的水解方程式为 $\text{HB}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{B} + \text{OH}^-$,HB⁻的电离方程式为 $\text{HB}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{B}^{2-}$,C 选项错误。
醛基和碳碳双键都能使溴水褪色,D 选项错误。
2.D
提示: NaOH 与 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 反应的离子方程式: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O}$,
 $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$,随着反应的进行, $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 逐渐减小, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ 先逐渐增大,后逐渐减小,同时 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 逐渐增大,则 δ_0 为 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 随 pH 的变化曲线, δ_1 为 $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ 随 pH 的变化曲线, δ_2 为 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 随 pH 的变化曲线。
 δ_1 分布曲线的最高点溶液中的主要溶质为 NaHC_2O_4 ,此时溶液呈酸性,说明 HC_2O_4^- 的电离程度大于其水解程度,A 选项错误。
Q 点溶液中 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) < 0.2 \text{mol/L}$, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > 0.8 \text{mol/L}$,则 $2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) < c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$,B 选项错误。
 $\text{pH}=4.2$ 时,混合溶液中 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$,根据电荷守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) = 3c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-)$,因 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{Na}^+) < 3c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$,C 选项错误。
二、填空题
3.(1)7 酸是多元强酸,碱为一元强碱(合理即可)
(2)13
(3) $\text{R}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HR} + \text{OH}^-$
(4)③⑤
提示:(4)溶液呈酸性,故 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,排除②、④。根据 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ 和 $c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{R}^-) + c(\text{OH}^-)$ 可得 $c(\text{R}^-) > c(\text{M}^+)$ 。由于溶液中的主要离子为 R^- 和 M^+ ,故 $c(\text{R}^-) > c(\text{M}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,③正确。若 MOH 是强碱,此时溶液中不再有 MOH 分子,则①错误。

化学人教

第 11 期参考答案

2 版课堂测评

§3.4 沉淀溶解平衡

第 1 课时 难溶电解质的沉淀溶解平衡

1.C
提示:难溶性电解质 BaSO_4 的饱和溶液中存在沉淀溶解平衡,加入晶体,平衡不移动,溶液中 $c(\text{Ba}^{2+})$ 、 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 均不变,且 $c(\text{Ba}^{2+}) = c(\text{SO}_4^{2-})$,二者的乘积也不变,C 选项正确。
2.D
提示:加入少量水,平衡正向移动,但因溶解度不变,则重新达到平衡时, $c(\text{Mg}^{2+})$ 与原平衡相同,D 选项正确。
3.A
提示: AgCl 在水中存在沉淀溶解平衡: $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$,相同的温度下,溶液中的 $c(\text{Cl}^-)$ 越大,平衡逆向移动的程度越大, $c(\text{Ag}^+)$ 越小。溶液中 $c(\text{Cl}^-)$:③ $>$ ④ $>$ ② $>$ ①,则 $c(\text{Ag}^+)$:① $>$ ② $>$ ④ $>$ ③,A 选项正确。
4.A
提示: $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 在水中的溶解度用 mol/L 表示时,等于饱和溶液中 Zn^{2+} 的浓度, $K_{sp}[\text{Zn}(\text{OH})_2] = c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-)$,则有 $c(\text{Zn}^{2+}) = 1.4 \times 10^{-10} \text{mol/L}$ 。
5.D
提示:根据电荷守恒得: $c(\text{Na}^+) + 2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, $0 \sim 600\text{s}$ 溶液呈碱性, $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{Na}^+) + 2c(\text{Ca}^{2+}) > c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$,D 选项错误。

第 2 课时 沉淀溶解平衡的应用

1.C
提示:根据表格数据知, $K_{sp}(\text{MnS}) > K_{sp}(\text{FeS}) > K_{sp}(\text{CuS}) > K_{sp}(\text{HgS})$,溶解度较大的物质易转化成溶解度较小的物质。上述四种物质均为“AB”型化合物,可直接根据“溶度积越大,其溶解度越大”来比较四者的溶解度大小,易得 $S(\text{MnS}) > S(\text{FeS}) > S(\text{CuS}) > S(\text{HgS})$,因此,HgS 不能向 FeS 转化,CuS 不能向 FeS 转化,MnS 可向 CuS 转化,HgS 不能向 MnS 转化。本题应选 C 选项。
2.B
提示:选取 b、c 两点进行计算, $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-) = c(\text{Fe}^{3+}) \times (10^{-12.7})^3$, $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = c(\text{Cu}^{2+}) \times (10^{-9.6})^2$,因 $c(\text{Fe}^{3+}) = c(\text{Cu}^{2+})$,故 $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] < K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$,A 选项正确。
向溶液中加入 NH_4Cl 固体,与 OH^- 反应,促使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的溶解平衡向溶解方向移动, $c(\text{Fe}^{3+})$ 增大, $c(\text{H}^+)$ 增大,溶液 pH 减小,B 选项错误。
温度不变, $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ 不变,C 选项正确。
溶解平衡曲线上的点均代表溶液达到饱和,D 选项正确。
3.B
提示:向 BaSO_4 饱和溶液中加入 Na_2SO_4 固体, $c(\text{SO}_4^{2-})$ 增大, $K_{sp}(\text{BaSO}_4)$ 不变,则 $c(\text{Ba}^{2+})$ 减小,C 选项错误。
4.D
提示:海水中 CO_3^{2-} 浓度升高,溶液酸性增强,使得月桂酸根离子转化为月桂酸,促使 $\text{Ca}_3\text{PO}_4(\text{OOCCH}_2\text{CH}_2)_3(\text{s})$ 的沉淀溶解平衡正向移动,腐蚀椰子蟹的外壳,但温度不变,其 K_{sp} 不变,D 选项错误。
5.(1) PbSO_4 形成了原电池
(2)0.5
(3)调节溶液 pH,使铁离子沉淀
提示:(1) Pb 与硫酸反应时,生成 PbSO_4 固体,则“浸出渣”中一定含有物质为 PbSO_4 。由于存在 Fe_2O_3 ,则渣渣中不一定存在 Cu。
(2)根据 $K_{sp}(\text{CoS}) = 1.8 \times 10^{-32}$,推知 $c(\text{S}^{2-}) = \frac{1.8 \times 10^{-22}}{0.18} \text{mol/L} = 1 \times 10^{-21} \text{mol/L}$,根据饱和 H_2S 水溶液中满足关系

$c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 1.0 \times 10^{-22}$,推知 $c(\text{H}^+) = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-22}}{1 \times 10^{-21}}} = 10^{-0.5}$, $\text{pH}=0.5$,由此可知,溶液 $\text{pH} < 0.5$ 。
(3)“沉铁”过程中, Na_2CO_3 溶液呈碱性,可通过调节溶液 pH,将 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,达到除杂目的。

高二选择性必修 1 答案页第 3 期

3 版素养测评

一、单项选择题
1.D
提示:同浓度的 CaCl_2 和 NaCl 溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 不同,则 AgCl 的溶解度不同,但 $K_{sp}(\text{AgCl})$ 相同,A 选项错误。
升高温度, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀溶解平衡逆向移动,B 选项错误。
洗涤能促进沉淀溶解,C 选项错误。
2.D
提示:铜的硫化物经氧化、淋滤作用后变成 CaSO_4 溶液,之后经历了沉淀转化,该过程中包括氧化还原反应和复分解反应,A 选项错误。
出现黄色沉淀说明发生了 $\text{AgCl} \rightarrow \text{AgI}$ 的沉淀转化,则 $K_{sp}(\text{AgCl}) > K_{sp}(\text{AgI})$,C 选项错误。
加入 KI 固体, $c(\text{I}^-)$ 增大, $\text{PbI}_2(\text{s})$ 的沉淀溶解平衡逆向移动, $c(\text{Pb}^{2+})$ 减小,D 选项正确。
3.D
提示:HS⁻的水解平衡常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{1 \times 10^{-7}} = 1 \times 10^{-7}$,则 HS⁻的水解程度大于其电离程度,NaHS 溶液呈碱性,由于水的电离,则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}_2\text{S})$, $c(\text{H}^+) > c(\text{S}^{2-})$,D 选项错误。
4.B
提示:升高温度, K_{sp} 增大,但 b、c 点的 K_{sp} 相等,A 选项错误。
b 点时, BaCl_2 与 Na_2CO_3 恰好完全反应,生成 NaCl 和 BaCO_3 ,其中 BaCO_3 达到沉淀溶解平衡,此时 $c(\text{Ba}^{2+}) = c(\text{CO}_3^{2-})$,该温度下 $K_{sp}(\text{BaCO}_3) = 10^{-4.3} \times 10^{-4.6}$,同时满足物料守恒: $c(\text{BaCO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2}c(\text{Na}^+)$,B 选项正确,C 选项错误。
若把 Na_2CO_3 溶液换成等浓度 Na_2SO_4 溶液,则滴入 10mL Na_2SO_4 溶液时, BaCl_2 与 Na_2SO_4 恰好反应完全,生成的 BaSO_4 存在沉淀溶解平衡,此时, $c(\text{Ba}^{2+}) = c(\text{SO}_4^{2-}) = \sqrt{1.1 \times 10^{-10}} \approx 10^{-5}$, $-\lg c(\text{Ba}^{2+}) \approx 5 > 4.3$,则曲线会变为 I,D 选项错误。
5.D
提示:向 BaSO_4 中加入 Na_2CO_3 溶液,发生反应 $\text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$,该反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{BaSO}_4)}{K_{sp}(\text{BaCO}_3)} = \frac{1 \times 10^{-10}}{5 \times 10^{-9}} = \frac{1}{50}$,若每次加入 1L 2mol/L 的 Na_2CO_3 溶液,能处理 BaSO_4 物质的量为 $x \text{mol}$,则 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{x}{2-x} = \frac{1}{50}$, $x = \frac{2}{51}$, $\frac{0.2 \text{mol}}{2 \text{mol}} = 5.1$,推知至少 6 次才能将 0.2mol BaSO_4 转化为 BaCO_3 ,D 选项正确。
6.D
提示:已知 H_2S 饱和溶液随着 pH 的增大,HS⁻先增大,随后 S^{2-} 也开始逐渐增大,则 $-\lg c(\text{HS}^-)$ 和 $-\lg c(\text{S}^{2-})$ 均会随着 pH 增大而减小,且起始阶段,溶液中 $c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-})$,即 $-\lg c(\text{HS}^-) < -\lg c(\text{S}^{2-})$,推知③、④分别为 pH 与 $-\lg c(\text{S}$