

第 44 讲沉淀溶解平衡

层次 1 基础性

1. 下列说法正确的是()

- A. 难溶电解质的溶度积 K_{sp} 越小, 则它的溶解度越小
- B. $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) < K_{sp}(\text{AgCl})$, 则 Ag_2CrO_4 的溶解度小于 AgCl 的溶解度
- C. 溶度积常数 K_{sp} 与温度有关, 温度越高, 溶度积越大
- D. 升高温度, 某沉淀溶解平衡逆向移动, 说明它的溶解度是减小的, K_{sp} 也变小

2. 足量 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 在水中的溶解过程如下: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq})$

$\Delta H < 0$, 该悬浊液达到平衡后, 下列叙述不正确的是()

- A. 升高温度, $K_{sp}(\text{CaCO}_3)$ 减小
- B. 加少量水稀释, 上述平衡正向移动, $c(\text{Ca}^{2+})$ 不变
- C. 向悬浊液中加入少量 NaHCO_3 固体, $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{H}^+)}$ 减小
- D. 向悬浊液中滴入盐酸, $Q(\text{CaCO}_3) < K_{sp}(\text{CaCO}_3)$, 导致平衡正向移动

3. 氢氧化镁是常见难溶物, 将过量氢氧化镁粉末置于水中达到溶解平

衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ 。已知 $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 5.6 \times 10^{-12}$

$\text{mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$, $K_{sp}(\text{MgCO}_3) = 3.5 \times 10^{-8} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ 。通常, 溶液中某离子的浓度小于

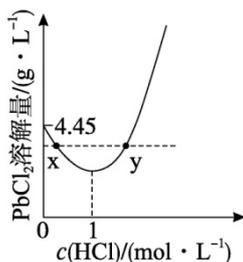
1. $0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 可以认为该离子已沉淀完全。下列有关说法不正确的是()

- A. 滴入几滴稀硫酸, 溶液的 pH 先下降后上升, 最后保持一个稳定值
- B. MgCO_3 的饱和溶液中 $c(\text{Mg}^{2+}) = c(\text{CO}_3^{2-})$
- C. NaOH 溶液可使 MgCO_3 较彻底地转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- D. 氢氧化镁可处理印染厂的酸性废水, 处理后 $c(\text{Mg}^{2+}) = 1.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时溶液呈碱性

4. (山东济南模拟) PbSO_4 、 PbCl_2 都是重要的化工原料, 已知: PbCl_2 难溶于冷水, 易溶于热水, $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_4^{2-}(\text{aq})$

$\Delta H > 0$; $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$, $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1.08 \times 10^{-8} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, 20°C

时, $\text{PbCl}_2(\text{s})$ 在不同浓度盐酸中的最大溶解量 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) 如图所示。下列说法正确的是 ()

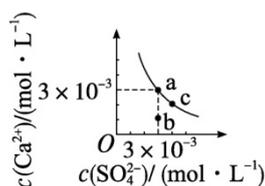


- A. 盐酸浓度越小, $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2)$ 越小
- B. x、y 两点对应的溶液中 $c(\text{Pb}^{2+})$ 相等

C. PbCl_2 和盐酸混合液中加入稀硫酸后得到 PbSO_4 , 当 $c(\text{Cl}^-)=0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $c(\text{SO}_4^{2-})$ 为 $6.75 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. 当盐酸浓度小于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随着 HCl 浓度的增大, PbCl_2 溶解量减小是因为 Cl^- 浓度增大使 PbCl_2 溶解平衡逆向移动

5. 常温下, $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)=2.8 \times 10^{-9} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, CaSO_4 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列判断错误的是()



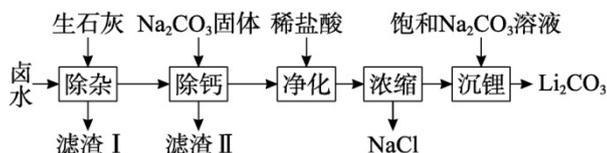
A. a 点是 CaSO_4 的饱和溶液而 b 点不是

B. 蒸发水可使溶液由 b 点变化到 a 点

C. 常温下, $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 的 $K=3.1 \times 10^{-4}$

D. 除去锅炉中的 CaSO_4 时, 可用 Na_2CO_3 溶液将其转化为 CaCO_3

6. 某卤水中主要含有 Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Li^+ , 一种以该卤水为原料制备 Li_2CO_3 的工艺流程如图:



已知室温下, $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)=3.4 \times 10^{-9} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, $K_{\text{sp}}(\text{Li}_2\text{CO}_3)=2.5 \times 10^{-2} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ 。

下列说法错误的是()

- A. 滤渣 I 的主要成分为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 CaSO_4
- B. “除钙”的反应为 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$
- C. “净化”步骤中加入稀盐酸的目的是抑制 Cl^- 的水解
- D. 可利用焰色试验检验所得产品中是否含有钠元素

7. 沉淀的生成、溶解和转化在无机物制备和提纯以及科研等领域有广泛应用。已知 25 °C 时, $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, $K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3) = 1 \times 10^{-9} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ 。

(1) 医学上进行消化系统的 X 射线透视时, 常使用 BaSO_4 作内服造影剂。胃酸酸性很强(pH 约为 1), 但服用大量 BaSO_4 仍然是安全的, BaSO_4 不溶于酸的原因是_____ (用溶解平衡原理解释)。万一误服了少量 BaCO_3 , 应尽快用大量 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_4 溶液给患者洗胃, 如果忽略洗胃过程中 Na_2SO_4 溶液浓度的变化, 残留在胃液中的 Ba^{2+} 浓度仅为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 长期使用的锅炉需要定期除水垢, 否则会降低燃料的利用率。水垢中含有的 CaSO_4 , 可先用 Na_2CO_3 溶液处理, 使之转化为疏松、易溶于酸的 CaCO_3 , 而后用酸除去。

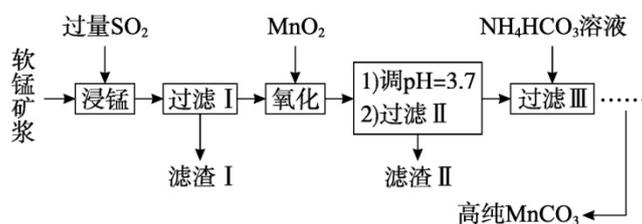
① CaSO_4 转化为 CaCO_3 的离子方程式为_____。

②请分析 CaSO_4 转化为 CaCO_3 的原理:_____。

层次 2 综合性

(以下选择题有 1~2 个选项符合题意)

8. 工业上以软锰矿(主要成分是 MnO_2 , 含有 SiO_2 、 Fe_2O_3 等少量杂质)为主要原料制备高性能的磁性材料碳酸锰(MnCO_3), 其工业流程如图。下列说法错误的是()



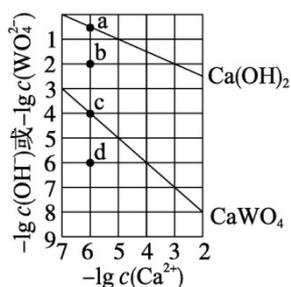
A. “浸锰”过程中 Fe_2O_3 与 SO_2 反应的离子方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

B. “过滤 I” 所得滤液中主要存在的金属阳离子为 Mn^{2+} 和 Fe^{3+}

C. 滤渣 II 的主要成分含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

D. 向“过滤 II” 所得的滤液中加入 NH_4HCO_3 溶液发生反应的主要离子方程式为 $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{H}^+$

9. 室温时, 若 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 CaWO_4 (钨酸钙) 的沉淀溶解平衡曲线如图所示(已知 $\sqrt[3]{0.2} = 0.58$)。下列分析正确的是()



A. 由图可知常温下 $K_{sp}(\text{CaWO}_4) < K_{sp}[\text{Ca}(\text{OH})_2]$

B. 饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中加入少量 CaO , 溶液变浑浊, 但 Ca^{2+} 数目不变

C. 饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液和饱和 CaWO_4 溶液等体积混

合: $c(\text{WO}_4^{2-}) < c(\text{Ca}^{2+}) < c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$

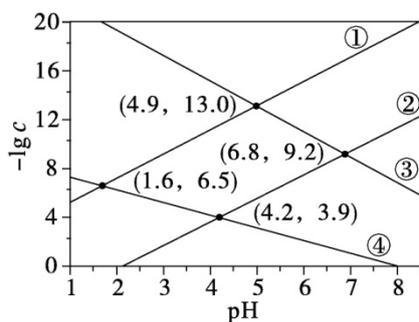
D. d 点的 CaWO_4 溶液中, 加入 CaCl_2 固体, d 点溶液组成沿 da 线向 c 点移动 (假设混合后溶液体积不变)

10. (辽宁卷) 某废水处理过程中始终保持 H_2S 溶液饱和, 即 $c(\text{H}_2\text{S}) = 0.1$

$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 通过调节 pH 使 Ni^{2+} 和 Cd^{2+} 形成硫化物而分离, 体系中 pH 与 $-\lg c$

关系如下图所示, c 为 HS^- 、 S^{2-} 、 Ni^{2+} 和 Cd^{2+} 的浓度, 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。已知

$K_{sp}(\text{NiS}) > K_{sp}(\text{CdS})$ 。下列说法正确的是()



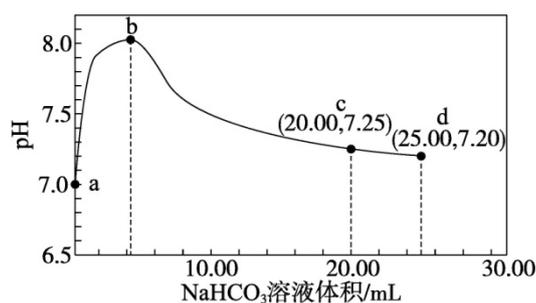
A. $K_{sp}(\text{CdS}) = 10^{-18.4} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$

B. ③为 pH 与 $-\lg c(\text{HS}^-)$ 的关系曲线

C. $K_{a1}(\text{H}_2\text{S})=10^{-8.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. $K_{a2}(\text{H}_2\text{S})=10^{-14.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

11. (山东临沂模拟) 室温下, 用 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHCO}_3$ 溶液滴定 25.00 mL $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 溶液, 测得混合溶液的 pH 随滴加 NaHCO_3 溶液体积的变化如图所示, 当滴加 25.00 mL NaHCO_3 溶液时出现较为明显的白色沉淀 [已知: 室温下, $K_{sp}(\text{CaCO}_3)=2.8 \times 10^{-9} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ 、 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)=4.2 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)=5.6 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $10^{0.8} \approx 6.3$]。



下列说法错误的是()

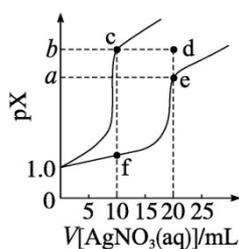
A. 室温下, 向饱和 NaHCO_3 溶液中加入少量 NaHCO_3 固体, $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ 不变

B. 从 b 点到 c 点, HCO_3^- 的电离平衡逆向移动

C. d 点溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) < c(\text{CO}_3^{2-})$

D. d 点溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{HCO}_3^-)=5.0 \times 10^{-6.20} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$

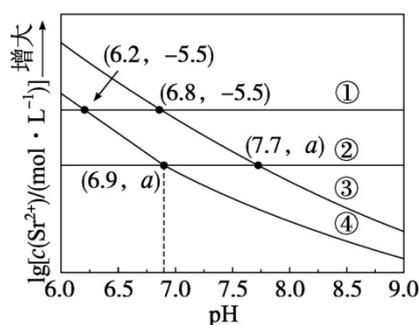
12. 已知:AgA、Ag₂B 都是难溶盐。室温下,向体积均为 10 mL、浓度均为 0.1 mol · L⁻¹ 的 NaA 溶液、Na₂B 溶液中分别滴加 0.1 mol · L⁻¹ 的 AgNO₃ 溶液,溶液中 pX 与 AgNO₃ 溶液体积的关系如图所示[已知:pX=-lg c(A⁻)或 -lg c(B²⁻)]。



下列推断错误的是()

- A. 室温下, $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{B}) = 4 \times 10^{-3a} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$
- B. 对应溶液中 $c(\text{Ag}^+) : e > f$
- C. 室温下, 在等量的水中, AgA 溶解的物质的量更多
- D. 若 $c(\text{AgNO}_3)$ 变为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 NaA 溶液中的反应终点移至 d 点

13. (山东卷)工业上以 SrSO₄(s) 为原料生产 SrCO₃(s), 对其工艺条件进行研究。现有含 SrCO₃(s) 的 0.1 mol · L⁻¹、1.0 mol · L⁻¹ Na₂CO₃ 溶液, 含 SrSO₄(s) 的 0.1 mol · L⁻¹、1.0 mol · L⁻¹ Na₂SO₄ 溶液。在一定 pH 范围内, 四种溶液中 $\lg[c(\text{Sr}^{2+}) / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 随 pH 的变化关系如图所示。下列说法错误的是()



A. 反应 $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SrCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{SrSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{SrCO}_3)}$

B. $a = -6.5$

C. 曲线④代表含 $\text{SrCO}_3(\text{s})$ 的 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$ 溶液的变化曲线

D. 对含 $\text{SrSO}_4(\text{s})$ 且 Na_2SO_4 和 Na_2CO_3 初始浓度均为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的混合溶液, $\text{pH} \geq 7.7$ 时才发生沉淀转化

14. 我国《生活饮用水卫生标准》中规定生活饮用水中镉的排放量不超过 $0.005 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。处理含镉废水可采用化学沉淀法。试回答下列问题:

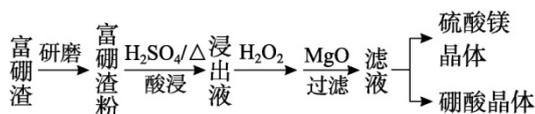
(1) 磷酸镉 $[\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2]$ 沉淀溶解平衡常数的表达式为 $K_{\text{sp}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 一定温度下, CdCO_3 的 $K_{\text{sp}} = 4.0 \times 10^{-12} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}} = 3.2 \times 10^{-14} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$, 那么它们在水中的溶解量 较大。

(3) 向某含镉废水中加入 Na_2S , 当 S^{2-} 浓度达到 $7.9 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 废水中 Cd^{2+} 的浓度为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ [已知: $K_{\text{sp}}(\text{CdS}) = 7.9 \times 10^{-27}$, $M_r(\text{Cd}) = 112$], 此时是否符合生活饮用水卫生标准? (填“是”或“否”)。

层次 3 创新性

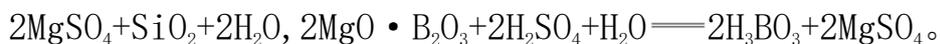
15. 富硼渣中含有镁硼酸盐 ($2\text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$)、镁硅酸盐 ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) 及少量 Al_2O_3 、 FeO 等杂质。由富硼渣湿法制备硫酸镁晶体和硼酸 (H_3BO_3) 晶体的一种工艺流程如下:



已知:生成氢氧化物沉淀的 pH(金属离子的起始浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 如表所示。

物质	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
开始沉淀时 pH	1.9	3.4	7.0	9.1
完全沉淀时 pH	3.2	4.7	9.0	11.1

(1) 酸浸时发生反应: $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons$



① 上述反应体现出酸性强弱: H_2SO_4 _____ (填 “>” 或 “<”) H_3BO_3 。

② 已知硼酸与过量 NaOH 溶液发生的中和反应为 $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 。

下列关于硼酸的说法正确的是 _____ (填字母)。

A. 硼酸是一元酸

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如

要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/218016017007007004>