

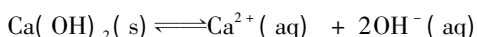
沉淀溶解平衡常考点总结

黑龙江省大庆实验中学 163316 曹丁元

沉淀溶解平衡是三大平衡之一,近几年高考对本节的考查热情不减,现将考题中常考点整理如下,供参考。

一、考查沉淀溶解平衡及其影响因素

例1 已知:在一定温度下,微溶电解质 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在饱和溶液中建立沉淀—溶解平衡:



溶度积常数 $K_{\text{sp}} = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^{-})$ 。下列有关说法不正确的是()。

A. 饱和石灰水中加入生石灰,若保持温度不变,则溶液中 Ca^{2+} 的物质的量不变

B. 升高饱和石灰水的温度时 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶度积常数 K_{sp} 减小

C. 饱和石灰水中加入生石灰,若保持温度不变,则 pH 不变

D. 向饱和石灰水中加入浓 CaCl_2 溶液会有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀析出

关键点拨 温度不变,物质的溶解度不变, K_{sp} 不变,其他条件改变时,从沉淀溶解平衡的角度分析。

解析 饱和石灰水中加入生石灰,生石灰 CaO 与 H_2O 反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,溶剂水减少,因此原饱和溶液中有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 析出,则 Ca^{2+} 物质的量减少。此时,仍然是石灰水的饱和溶液,由于温度不变,溶液浓度不变,则 OH^{-} 浓度不变, pH 不变,所以 A 错误, C 正确;石灰水的溶解度随温度的升高而降低,所以,当温度升高时, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶度积常数 K_{sp} 减小, B 正确;饱和石灰水中存在溶解平衡: $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$, 当加入浓 CaCl_2 溶液时, Ca^{2+} 浓度增大,平衡逆向移动,又有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀析出, D 正确。

答案: A

二、考查溶度积的计算

例2 已知 $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-33}$, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-39}$, pH = 7.1 时 $\text{Mn}(\text{OH})_2$

开始沉淀。室温下,除去 MnSO_4 溶液中的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} (使其浓度小于 $1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$), 需调节溶液 pH 范围为_____。

方法技巧 根据溶度积可计算出 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 完全沉淀时,溶液中 $c(\text{OH}^{-})$, 进而判断 pH, 此时的 pH 就是极值点。

解析 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 完全变成沉淀时,根据 $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-33} = c(\text{Al}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^{-})$, $c(\text{Al}^{3+}) = 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, 解得: $c(\text{OH}^{-}) = 1 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$, $c(\text{H}^{+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, 此时 pH = 5, 同理 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 完全变成沉淀时,根据 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-39} = c(\text{Fe}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^{-})$, $c(\text{Fe}^{3+}) = 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, 解得: $c(\text{OH}^{-}) = 1 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$, $c(\text{H}^{+}) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, 此时 pH = 3, 当 pH = 7.1 时 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 开始沉淀, 所以室温下, 除去 MnSO_4 溶液中的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} , pH 范围是: $5.0 < \text{pH} < 7.1$ 。

三、考查沉淀溶解平衡的应用

例3 已知 25℃ 时物质的溶度积常数为: $\text{FeS}: K_{\text{sp}} = 6.3 \times 10^{-18}$; $\text{CuS}: K_{\text{sp}} = 1.3 \times 10^{-36}$; $\text{ZnS}: K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-24}$ 。下列说法正确的是()。

A. 相同温度下, CuS 的溶解度大于 ZnS 的溶解度

B. 除去工业废水中的 Cu^{2+} , 可以选用 FeS 作沉淀剂

C. 足量 CuSO_4 溶解在 0.1 mol/L 的 H_2S 溶液中, Cu^{2+} 能达到的最大浓度为 $1.3 \times 10^{-35} \text{ mol/L}$

D. 在 ZnS 的饱和溶液中, 加入 FeCl_2 溶液, 一定不产生 FeS 沉淀

思路点拨 类型相同的化合物, 可根据 K_{sp} 直接判断出溶解度关系, 利用适当的沉淀剂可将一些离子转化为更难溶的物质。

解析 CuS 与 ZnS 都是 AB 形式的化合物, 且 $K_{\text{sp}}: \text{CuS} < \text{ZnS}$, 因此 CuS 的溶解度小于 ZnS , A 错; 同理, $K_{\text{sp}}: \text{CuS} < \text{FeS}$, CuS 的溶解度小于 FeS , 除去工业废水中的 Cu^{2+} , 可以选用 FeS 作沉

化学无机框图推断题“突破口”整理归纳

辽宁省东港市第二中学 118300 刘欣

无机框图推断题集基本概念、基本理论及元素化合物知识于一体,具有考查知识面广、条件隐蔽性强、思维容量大、试题区分度高等特点,能较好地考查学生对所学知识进行重组、转换、迁移、解决实际问题的能力、逻辑推理能力和分析综合能力,还能培养学生分析推理、观察思维、获取信息及综合应用的能力。

无论推断题属于哪种形式,均遵循这样的推断思路:迅速浏览→整体扫描→产生印象→寻找“突破口”。现将推断题中常见的“突破口”总结如下:

一、特殊的物质颜色

1. 有色固体

黄色: S、AgI

浅黄: Na₂O₂、AgBr

红色: Cu (紫红色)、Cu₂O (红色)、Fe₂O₃ (红

棕色)、Fe(OH)₃ (红褐色)

黑色: C、CuS、Cu₂S、FeS、MnO₂、FeO、Fe₃O₄、CuO、PbS、Ag₂O

紫黑色: I₂、KMnO₄

蓝色: Cu(OH)₂、CuSO₄

白色: Al(OH)₃、Zn(OH)₂、H₂SiO₃、Mg(OH)₂、BaSO₄、BaCO₃、CaCO₃、AgCl

2. 有色溶液

Cu²⁺ (蓝色)、MnO₄⁻ (紫红色)、Fe²⁺ (浅绿色)、Fe³⁺ (棕黄色)、Cr₂O₇²⁻ 溶液(橙色)

Fe(SCN)₃ (血红色)、氯水(浅黄绿色)、溴水(橙黄色)、碘水(棕黄色)、溴的苯或四氯化碳溶液(橙红色或红棕色)、I₂的苯或四氯化碳溶液(紫红色)

3. 有色气体

Cl₂ (黄绿色)、Br₂(g) (红棕色)、NO₂ (红棕色)、I₂(g) (紫色)、O₃ (淡蓝色)

► 淀剂 实现沉淀向溶解度更小的转化, B 正确; H₂S 是弱酸, 因此 0.1 mol/L 的 H₂S 的溶液中, c(S²⁻) < 0.1 mol/L, 由 CuS 的 K_{sp} = 1.3 × 10⁻³⁶ 可求算 c(Cu²⁺) > 1.3 × 10⁻³⁵ mol/L, C 错; c(S²⁻) × c(Fe²⁺) > K_{sp}(FeS), 则产生 FeS 沉淀, D 错。

四、以图像考查沉淀溶解平衡

例 4 一定温度下, 三种碳酸盐 MCO₃ (M: Mg²⁺、Ca²⁺、Mn²⁺) 的沉淀溶解平衡曲线如图 1 所示。已知: pM = -lgc(M²⁺), p(CO₃²⁻) = -lgc(CO₃²⁻)。下列说法正确的是()。

A. MgCO₃、CaCO₃、MnCO₃ 的 K_{sp} 依次增大

B. a 点可表示 MnCO₃ 的饱和溶液, 且 c(Mn²⁺) = c(CO₃²⁻)

C. b 点可表示 CaCO₃ 的饱和溶液, 且 c(Ca²⁺) < c(CO₃²⁻)

D. c 点可表示 MgCO₃ 的不饱和溶液, 且 c(Mg²⁺) > c(CO₃²⁻)

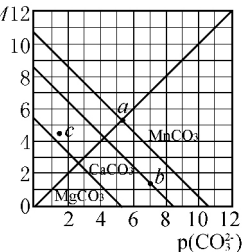


图 1

关键点拨 ①图像问题首先要看清横纵坐标的含义; ②正确利用已知条件判断浓度关系。

解析 由已知条件可知, c(CO₃²⁻) 越小, p(CO₃²⁻) 越大, 据图像, pM 相等时, c(M) 相同, MgCO₃、CaCO₃、MnCO₃ 的 p(CO₃²⁻) 依次增大, 则 c(CO₃²⁻) 依次减小, 所以 MgCO₃、CaCO₃、MnCO₃ 的 K_{sp} 依次减小, A 错; a 点在曲线上, 表示 MnCO₃ 的饱和溶液, 此时 pM = p(CO₃²⁻), 则 c(Mn²⁺) = c(CO₃²⁻), B 正确; b 点表示 CaCO₃ 的饱和溶液 pM < p(CO₃²⁻), 因此 c(Ca²⁺) > c(CO₃²⁻), C 错; c 点不在曲线, 而是在曲线上面, 此时 c(Mg²⁺) · c(CO₃²⁻) < K_{sp}(MgCO₃), 表示 MnCO₃ 的不饱和溶液, 在 c 点, p(Mg) > p(CO₃²⁻), 所以 c(Mg²⁺) < c(CO₃²⁻), D 错。

解题策略 1. 溶解平衡曲线类似于溶解度曲线, 曲线上任一点都表示饱和溶液, 曲线上方的任一点均表示过饱和, 此时有沉淀析出, 曲线下方的任一点, 均表示不饱和。2. 分析横纵坐标表示的含义。3. 利用图像中相关数据, 全面分析问题。

(收稿日期: 2017-07-20)