

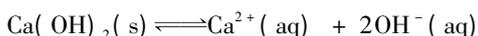
## 沉淀溶解平衡常考点总结

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  $\text{Ca}^{2+}$  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  $K_{\text{sp}}$  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  $\text{CaCl}_2$  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,  $K_{\text{sp}}$  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  $\text{CaO}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  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  $\text{Ca}^{2+}$  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  $\text{OH}^{-}$  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  $K_{\text{sp}}$  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  $\text{CaCl}_2$  溶液时,  $\text{Ca}^{2+}$  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  $\text{MnSO}_4$  溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  (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  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  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  $\text{MnSO}_4$  溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ , 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,  $\text{CuS}$  的溶解度大于  $\text{ZnS}$  的溶解度

B. 除去工业废水中的  $\text{Cu}^{2+}$ , 可以选用  $\text{FeS}$  作沉淀剂

C. 足量  $\text{CuSO}_4$  溶解在 0.1 mol/L 的  $\text{H}_2\text{S}$  溶液中,  $\text{Cu}^{2+}$  能达到的最大浓度为  $1.3 \times 10^{-35} \text{ mol/L}$

D. 在  $\text{ZnS}$  的饱和溶液中, 加入  $\text{FeCl}_2$  溶液, 一定不产生  $\text{FeS}$  沉淀

思路点拨 类型相同的化合物, 可根据  $K_{\text{sp}}$  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  $\text{CuS}$  与  $\text{ZnS}$  都是 AB 形式的化合物, 且  $K_{\text{sp}}: \text{CuS} < \text{ZnS}$ , 因此  $\text{CuS}$  的溶解度小于  $\text{ZnS}$ , A 错; 同理,  $K_{\text{sp}}: \text{CuS} < \text{FeS}$ ,  $\text{CuS}$  的溶解度小于  $\text{FeS}$ , 除去工业废水中的  $\text{Cu}^{2+}$ , 可以选用  $\text{FeS}$  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: Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、AgBr

红色: Cu (紫红色)、Cu<sub>2</sub>O (红色)、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (红

棕色)、Fe(OH)<sub>3</sub> (红褐色)

黑色: C、CuS、Cu<sub>2</sub>S、FeS、MnO<sub>2</sub>、FeO、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、CuO、PbS、Ag<sub>2</sub>O

紫黑色: I<sub>2</sub>、KMnO<sub>4</sub>

蓝色: Cu(OH)<sub>2</sub>、CuSO<sub>4</sub>

白色: Al(OH)<sub>3</sub>、Zn(OH)<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>、Mg(OH)<sub>2</sub>、BaSO<sub>4</sub>、BaCO<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>、AgCl

#### 2. 有色溶液

Cu<sup>2+</sup> (蓝色)、MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> (紫红色)、Fe<sup>2+</sup> (浅绿色)、Fe<sup>3+</sup> (棕黄色)、Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> 溶液(橙色)

Fe(SCN)<sub>3</sub> (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)、I<sub>2</sub>的苯或四氯化碳溶液(紫红色)

#### 3. 有色气体

Cl<sub>2</sub> (黄绿色)、Br<sub>2</sub>(g) (红棕色)、NO<sub>2</sub> (红棕色)、I<sub>2</sub>(g) (紫色)、O<sub>3</sub> (淡蓝色)

► 淀剂 实现沉淀向溶解度更小的转化, B 正确; H<sub>2</sub>S 是弱酸, 因此 0.1 mol/L 的 H<sub>2</sub>S 的溶液中, c(S<sup>2-</sup>) < 0.1 mol/L, 由 CuS 的 K<sub>sp</sub> = 1.3 × 10<sup>-36</sup> 可求算 c(Cu<sup>2+</sup>) > 1.3 × 10<sup>-35</sup> mol/L, C 错; c(S<sup>2-</sup>) × c(Fe<sup>2+</sup>) > K<sub>sp</sub>(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 MCO<sub>3</sub> (M: Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>) 的沉淀溶解平衡曲线如图 1 所示。已知: pM = -lgc(M<sup>2+</sup>), p(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) = -lgc(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)。下列说法正确的是( )。

A. MgCO<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>、MnCO<sub>3</sub> 的 K<sub>sp</sub> 依次增大

B. a 点可表示 MnCO<sub>3</sub> 的饱和溶液, 且 c(Mn<sup>2+</sup>) = c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)

C. b 点可表示 CaCO<sub>3</sub> 的饱和溶液, 且 c(Ca<sup>2+</sup>) < c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)

D. c 点可表示 MgCO<sub>3</sub> 的不饱和溶液, 且 c(Mg<sup>2+</sup>) > c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)

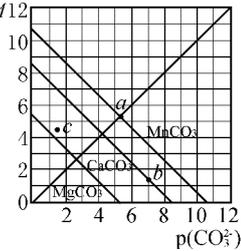


图 1

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(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) 越小, p(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) 越大, 据图像, pM 相等时, c(M) 相同, MgCO<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>、MnCO<sub>3</sub> 的 p(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) 依次增大, 则 c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) 依次减小, 所以 MgCO<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>、MnCO<sub>3</sub> 的 K<sub>sp</sub> 依次减小, A 错; a 点在曲线上, 表示 MnCO<sub>3</sub> 的饱和溶液, 此时 pM = p(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), 则 c(Mn<sup>2+</sup>) = c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), B 正确; b 点表示 CaCO<sub>3</sub> 的饱和溶液 pM < p(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), 因此 c(Ca<sup>2+</sup>) > c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), C 错; c 点不在曲线, 而是在曲线上, 此时 c(Mg<sup>2+</sup>) · c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) < K<sub>sp</sub>(MgCO<sub>3</sub>), 表示 MnCO<sub>3</sub> 的不饱和溶液, 在 c 点, p(Mg) > p(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), 所以 c(Mg<sup>2+</sup>) < c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), 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)