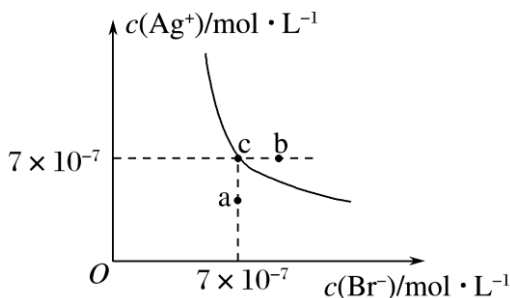


难溶电解质溶解平衡曲线

1、在 $t^{\circ}\text{C}$ 时, AgBr 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列说法正确的是(C)



- A. 曲线上任何一点均代表 AgBr 饱和水溶液, 且 K_{sp} 相同
 B. 在 AgBr 饱和溶液中加入 NaBr 固体, c 点沿曲线向下移动, 且溶解度不变
 C. 图中 a 点对应的是 AgBr 的不饱和溶液
 D. 某溶液中 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Br}^-) = K_{\text{sp}}(\text{AgBr})$, 说明此时 $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Br}^-)$

【解析】

A 项: 只有 C 点代表 AgBr 饱和水溶液, 其它点可以是加入 NaBr 或 AgNO_3 形成的混合体系;

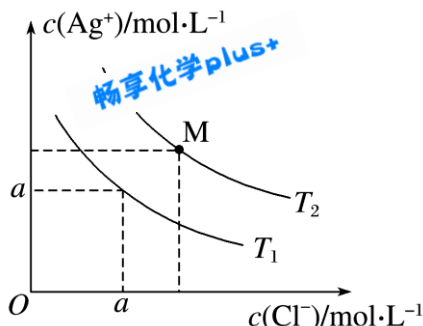
B 项: 加入 NaBr 固体, c 点沿曲线向下移动, K_{sp} 不变但溶解度减小;

C 项: $Q_c = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Br}^-) < K_{\text{sp}}(\text{AgBr})$, 溶液未饱和;

D 项: 曲线上所有点均为平衡点, $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Br}^-) = K_{\text{sp}}(\text{AgBr})$, 但 $c(\text{Ag}^+)$ 不一定等于 $c(\text{Br}^-)$ 。

2、已知 AgCl 在水中的溶解是吸热过程。不同温度下, AgCl 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。

已知 T_1 温度下 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.6 \times 10^{-9}$, 下列说法正确的是(B)



- A. $T_1 > T_2$
 B. $a = 4.0 \times 10^{-5}$
 C. M 点溶液温度变为 T_1 时, 溶液中 Cl^- 的浓度不变
 D. T_2 时饱和 AgCl 溶液中, $c(\text{Ag}^+)$ 、 $c(\text{Cl}^-)$ 可能分别为 $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $4.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【解析】

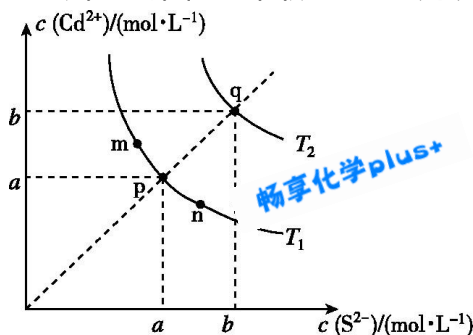
A 项: AgCl 在溶解时吸收热量, T 越高, K_{sp} 越大, 在 T_2 时氯化银的 K_{sp} 大, 故 $T_2 > T_1$;

B 项: 根据 AgCl 的溶度积常数可知 $a = \sqrt{1.6 \times 10^{-9}} = 4.0 \times 10^{-5}$;

C 项: AgCl 的 K_{sp} 随温度降低而减小, 则 M 点溶液温度变为 T_1 时, 溶液中 Cl^- 的浓度减小;

D 项: T_2 时 AgCl 的 K_{sp} 大于 1.6×10^{-9} , $c(\text{Ag}^+) \times c(\text{Cl}^-) < K_{\text{sp}}$, 应是不饱和溶液。

- 3、绚丽多彩的无机颜料的应用曾创造了古代绘画和彩陶的辉煌。硫化镉(CdS)是一种难溶于水的黄色颜料,其在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列说法错误的是(B)

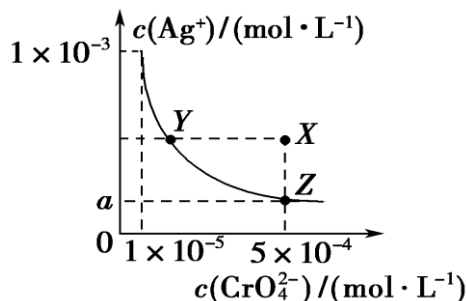


- A. 图中 a 和 b 分别为 T_1 、 T_2 温度下 CdS 在水中的溶解度
 B. 图中各点对应的 K_{sp} 的关系为: $K_{sp}(m)=K_{sp}(n)<K_{sp}(p)<K_{sp}(q)$
 C. 向 m 点的溶液中加入少量 Na_2S 固体, 溶液组成由 m 沿 mpn 线向 p 方向移动
 D. 温度降低时, q 点的饱和溶液的组成由 q 沿 qp 线向 p 方向移动

【解析】

- A 项:** a 和 b 点 $c(\text{Cd}^{2+})=c(\text{S}^{2-})$, 图中分别表示 T_1 和 T_2 温度下饱和溶液中 CdS 的溶解度;
B 项: m 、 n 和 p 点均在温度相同, $K_{sp}(m)=K_{sp}(n)=K_{sp}(p)<K_{sp}(q)$;
C 项: 加入 Na_2S , 平衡逆向移动, $c(\text{Cd}^{2+})\downarrow$, $c(\text{S}^{2-})\uparrow$, 溶液组成由 m 沿 mpn 向 p 方向移动;
D 项: 温度降低, q 点对应饱和溶液的溶解度下降, 会沿 qp 线向 p 点方向移动。

- 4、 $T^\circ\text{C}$ 时, 铬酸银(Ag_2CrO_4)在水溶液中的沉淀溶解平衡曲线如图。下列说法中不正确的是(C)



- A. $T^\circ\text{C}$ 时, 在 Y 点和 Z 点, Ag_2CrO_4 的 K_{sp} 相等
 B. 向饱和 Ag_2CrO_4 溶液中加入固体 K_2CrO_4 不能使溶液由 Y 点变为 X 点
 C. $T^\circ\text{C}$ 时, Ag_2CrO_4 的 K_{sp} 为 1×10^{-8}
 D. 图中 $a = \sqrt{2} \times 10^{-4}$

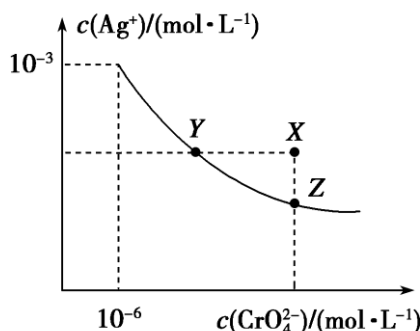
【解析】

- A 项:** 一定温度下溶度积是常数, 所以 $T^\circ\text{C}$ 时, Y 点和 Z 点 Ag_2CrO_4 的 K_{sp} 相等;
B 项: 在饱和 Ag_2CrO_4 溶液中加入 K_2CrO_4 固体仍为饱和溶液, 点仍在曲线上, 不能使溶液由 Y 点变为 X 点;
C 项: $K_{sp} = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = (1 \times 10^{-3})^2 \times 1 \times 10^{-5} = 10^{-11}$;
D 项: $a = \sqrt{2} \times 10^{-4}$



D 项: $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = 1 \times 10^{-11}$, Z 点时 $c(\text{CrO}_4^{2-}) = 5 \times 10^{-4}$, $c^2(\text{Ag}^+) = 2 \times 10^{-8}$, 所以 $a = \sqrt{2} \times 10^{-4}$ 。

5、已知 $t^\circ\text{C}$ 时, AgCl 的 $K_{sp} = 2 \times 10^{-10}$, Ag_2CrO_4 (橙红色固体) 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图:



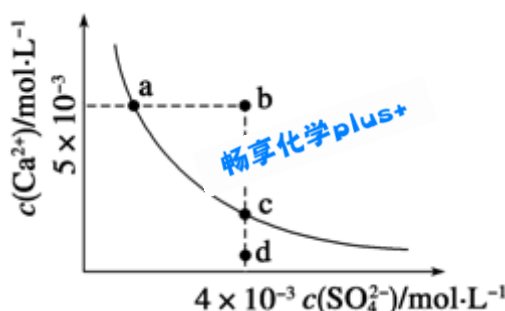
(1) $t^\circ\text{C}$ 时, AgCl 的溶解度 $= \sqrt{K_{sp} \text{ AgCl}} = \sqrt{2 \times 10^{-5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

(2) $t^\circ\text{C}$ 时, Ag_2CrO_4 的溶解度 $= \sqrt[3]{\frac{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1.0 \times 10^{-12}}{4}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (根据图像求 K_{sp});

(3) 向同浓度 NaCl 和 K_2CrO_4 混合液中, 滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液, 先生成 白 色沉淀;

(4) 在饱和 Ag_2CrO_4 溶液中加入少量 K_2CrO_4 , 可使溶液由 Y 点移至 Z 点。

6、常温下, $K_{sp}(\text{CaSO}_4) = 9 \times 10^{-6}$, CaSO_4 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图。



(1) CaSO_4 饱和溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \underline{3 \times 10^{-3}}$, $c(\text{Ca}^{2+}) = \underline{3 \times 10^{-3}}$ 。

(2) 下列说法正确的是 C。

A. b 点将有沉淀生成, 平衡后溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 等于 $3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

B. b 点将有沉淀生成, 平衡后溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 等于 $4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

C. a 点对应的 K_{sp} 等于 c 点对应的 K_{sp}

D. d 点溶液通过蒸发可以变到 c 点

(3) 常温下, 向 100 mL CaSO_4 饱和溶液中, 加入 $400 \text{ mL } 0.01 \text{ mol/L Na}_2\text{SO}_4$ 溶液。

① $c(\text{SO}_4^{2-}) = \underline{8.6 \times 10^{-3}}$ (属于混合问题);

$c(\text{Ca}^{2+}) = \underline{6 \times 10^{-4}}$ (属于稀释问题)。

② 计算判断是否有 CaSO_4 沉淀生成?

$Q_c = c(\text{SO}_4^{2-}) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) = 8.6 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-4} = 5.6 \times 10^{-6} < K_{sp}$ ，无沉淀。

7、常温下，将 11.65 g BaSO_4 粉末置于盛有 250 mL 蒸馏水的烧杯中，然后向烧杯中加入 Na_2CO_3 固体(忽视溶液体积的变化)并充分搅拌，加入 Na_2CO_3 固体的过程中，溶液中几种离子的浓度变化曲线如图所示，下列说法中正确的是 (D)

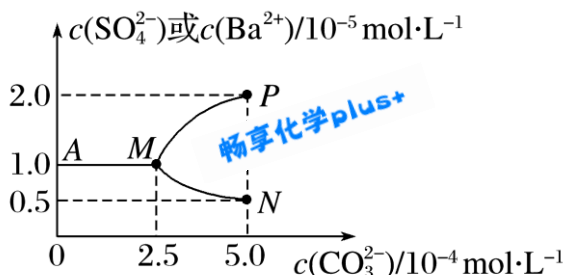
A . 相同温度时， $K_{sp}(\text{BaSO}_4) > K_{sp}(\text{BaCO}_3)$

B . BaSO_4 在水中的溶解度、 K_{sp} 均比在 BaCl_2 溶液中的大

C . 若使 0.05 mol BaSO_4 全部转化为 BaCO_3 ，至少要加入 1.25 mol Na_2CO_3

D . 0.05 mol BaSO_4 恰好全部转化为 BaCO_3 时，溶液中离子浓度大小为：

$c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{Ba}^{2+})$



【解析】

A 项：在 M 点，存在 BaSO_4 和 BaCO_3 的溶解平衡， $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-}) = 1 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5} = 10^{-10}$ ， $K_{sp}(\text{BaCO}_3) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = 1 \times 10^{-5} \times 2.5 \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-9}$ ， $K_{sp}(\text{BaSO}_4) < K_{sp}(\text{BaCO}_3)$ ；

B 项： K_{sp} 只与温度有关；

C 项：11.65 g BaSO_4 粉末，其物质的量为 0.05 mol，使 0.05 mol BaSO_4 转化为 BaCO_3 ，发生的反

应为 $\text{BaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ ，反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{BaSO}_4)}{K_{sp}(\text{BaCO}_3)} =$

$\frac{1.0 \times 10^{-10}}{2.5 \times 10^{-9}} = 0.04$ ，若使 0.05 mol BaSO_4 全部转化为 BaCO_3 ，则反应生成 0.05 mol SO_4^{2-} ，

反应的离子积 $Q_c = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{n(\text{CO}_3^{2-})} = K = 0.04$ ，则平衡时 $n(\text{CO}_3^{2-}) = 1.25 \text{ mol}$ ，至少需

要 Na_2CO_3 的物质的量为 $1.25 \text{ mol} + 0.05 \text{ mol} = 1.3 \text{ mol}$ ；

D 项：0.05 mol BaSO_4 恰好全部转化为 BaCO_3 时，溶液中存在大量的 SO_4^{2-} ，平衡时 CO_3^{2-} 的

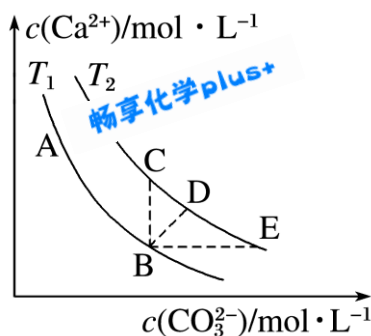
浓度大于 SO_4^{2-} ， CO_3^{2-} 水解促进 OH^- 的生成，因此溶液中浓度最小的是 Ba^{2+} ，因此离

子浓度关系为： $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{Ba}^{2+})$ 。



8、已知 CaCO_3 溶于水有如下平衡关系： $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \quad \Delta H > 0$

不同温度下(T_1 、 T_2)， CaCO_3 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示，回答下列问题(注： CaCO_3 均未完全溶解)



- (1) T_1 < (填 ">" "<" 或 "=") T_2 。
- (2) 保持 T_1 不变，怎样使 A 点变成 B 点 保持 T_1 不变，向悬浊液中加入 Na_2CO_3 固体。
- (3) 在 B 点，若温度从 T_1 到 T_2 ，则 B 点变到 D 点(填 "C" "D" 或 "E"。)
- (4) T_1 温度下，E 点的某混合体系，静置一段时间是否有可能析出沉淀？为什么？
可能析出沉淀，原因是 E 点 $Q_c > K_{sp}$ 。

【通常考查的形式】

(1) 溶度积 K_{sp} 和溶解度 S 的计算；

(2) 抓住点的浓度分析

{	判断点的性质	{ 平衡点 { 过饱和点 { 未饱和点
	判断点的移动	{ 平衡点在曲线上移动， K_{sp} 不变，S 有变 { 未平衡点向平衡曲线移动，结合相应离子浓度变化分析